

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)  
Противопожарные системы

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

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):

Старший преподаватель, 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 2026 г.**

СОГЛАСОВАНО

Директор института ИиЭБ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

Л.Н. Горина

*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Нанотехнологии, материаловедения и механики»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2021 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: «Производственная безопасность», «Надежность технических систем и техногенный риск», «Промышленная безопасность и производственный контроль», «Безопасная эксплуатация объектов нефти и газа», «Управление рисками», «Безопасная эксплуатация объектов энергетики», «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений», «Безопасная эксплуатация оборудования машиностроительных производств», «Безопасность химико-технологических процессов и производств», «Безопасная эксплуатация насосных, компрессорных станций, нефтебаз и АЗС».

## 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-1.1 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	Лек 1	Введение. Метод сечений. Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии, кручении, изгибе	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 1-10, 38-40
Модуль 1	Пр 1	Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 1
Модуль 1	Пр 2	Построение эпюр ВСФ при изгибе консольной балки	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 2
Модуль 1	Лаб 1	Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной балке экспресс-методом по характерным сечениям	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 1
Модуль 1	ИДЗ 1.1-1.2	Самостоятельное решение задач по теме: «Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении»	3	5	2	–	Комплект задач для ИДЗ 1.1-1.2
Модуль 1	Лек 2	Основные принципы сопротивления материалов. Понятие о напряжении, деформации, перемещении. Основные виды расчетов	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 6, 11-13, 17-20, 38-40
Модуль 1	Пр 3	Определение реакций в опорах двухопорной балке	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 3
Модуль 1	Пр 4	Построения эпюр ВСФ на двухопорной балке	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 4
Модуль 1	ИДЗ 1.3	Самостоятельное решение задач по теме: «Построение эпюр ВСФ на балках при изгибе»	3	11	4	–	Комплект задач для ИДЗ 1.3
Модуль 1	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)
Модуль 1	Пр 5	Построение эпюр ВСФ при изгибе плоской рамы	3	2	-	—	Комплект заданий для Пр 5
Модуль 2	Лек 3	Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 11-16
Модуль 1	Пр 6	Построение эпюр ВСФ на пространственно-ломаном брусе	3	2	2	-	Комплект заданий для Пр 6
Модуль 1	ИДЗ 1.4	Самостоятельное решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ при изгибе рам"	3	11	4	—	Комплект задач для ИДЗ 1.4
Модуль 3	Лек 4	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 16-20
Модуль 3	Пр 7	Расчет на прочность при растяжении-сжатии	3	2	-	—	Комплект заданий для Пр 7-9
Модуль 3	Пр 8	Расчет на жесткость при растяжении-сжатии	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 7-9
Модуль 3	ИДЗ 2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии"	3	11	4	—	Комплект задач для ИДЗ 2
Модуль 4	Лек 5	Геометрические характеристики плоских сечений.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 21-27
Модуль 3	Пр 9	Расчет стержня равного сопротивления растяжению-сжатию	3	2	-	-	Комплект заданий для Пр 7-9
Модуль 4	Пр 10	Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 10
Модуль 4	ИДЗ 3.1	Самостоятельное решение задач по теме: "Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения"	3	5	2	—	Комплект задач для ИДЗ 3.1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2	Лаб 3	Определение механических характеристик материала по результатам испытания на растяжение	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 3
Модуль 5	Лек 6	Численные методы решения интеграла Мора. Дифференциальное уравнение упругой линии балки.	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 38-50
Модуль 5	Пр 11	Расчет на прочность при прямом изгибе из хрупкого материала	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 11
Модуль 5	Пр 12	Расчет на прочность при прямом изгибе из пластичного материала	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 12
Модуль 5	ИДЗ 3.2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость при прямом изгибе"	3	11	4	–	Комплект задач для ИДЗ 3.2
Модуль 5	Пр 13	Расчет на жесткость при прямом изгибе	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 13
Модуль 5	Лек 7	Касательные напряжения при поперечном изгибе. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 43-50, 74-76
Модуль 5	Лаб 4	Определение перемещений при прямом изгибе	3	2	2	-	Комплект заданий для Лаб 4
Модуль 5	Пр 14	Расчет на прочность при совместном действии двух прямых изгибов	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 14
Модуль 5	ИДЗ 3.3	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность при совместном действии изгиба в двух плоскостях и растяжения-сжатия "	3	6	2	–	Комплект задач для ИДЗ 3.3
Модуль 5	Пр 15	Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения-сжатия	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 15

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 6	Лек 8	Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения. Кручение стержней некруглого профиля	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 28-37
Модуль 6	Пр 16	Расчет на прочность и жесткость при кручении вала круглого поперечного сечения	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 16
Модуль 5	Лаб 5	Определение перемещений при косом изгибе	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 5
Модуль 7	Лек 9	Метод сил применительно к трем видам деформации	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 51-52
Модуль 7	Пр 17	Расчет статически неопределимых систем при растяжении-сжатии	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 17
Модуль 7	Пр 18	Учет влияния температуры и неточности изготовления при раскрытии статической неопределимости	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 18
Модуль 7	Лек 10	Учет симметрии при раскрытии статической неопределимости	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 51-52
Модуль 7	Пр 19	Расчет статически неопределимых балок при изгибе	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 19
Модуль 7	Пр 20	Расчет статически неопределимой рамы часть 1	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 20-22
Модуль 7	ИДЗ 4	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы"	3	15	5	–	Комплект задач для ИДЗ 4
Модуль 7	Пр 21	Расчет статически неопределимой рамы часть 2	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 20-22
Модуль 7	Лаб 6	Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 6

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 7	Лек 11	Напряженное и деформированное состояние в точке	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 53-56
Модуль 7	Пр 22	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 20-22
Модули 1-7	ПА	Промежуточная аттестация	3	0,35	–	–	
Модуль 8	Лек 12	Теории предельного состояния. Общий случай нагружения	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 53-57
Модуль 8	Пр 23	Расчет на прочность стержня круглого поперечного сечения в условиях сложного сопротивления	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 23-24
Модуль 8	Пр 24	Расчет на прочность стержня прямоугольного поперечного сечения в условиях сложного сопротивления	3	2	2	–	Комплект заданий для Пр 23-24
Модуль 8	ИДЗ 5	Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность при сложном сопротивлении"	3	9	3	–	Комплект задач для ИДЗ 5
Модуль 8	Лаб 7	Определение перемещений свободного конца ломаного бруса	3	2	2	2	Комплект заданий для Лаб 7
Модуль 9	Лек 13	Устойчивость сжатых стержней	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 58-63
Модуль 8	Пр 25	Определение перемещений в пространственной раме	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 25
Модуль 9	Пр 26	Определение грузоподъемности сжатого гибкого стержня	3	2	-	–	Комплект заданий для Пр 26
Модуль 10	Лек 14	Расчет на выносливость при одноосном и двухосном напряженном состоянии	3	2	–	–	Вопросы к экзамену 64-67
Модуль 9	Пр 27	Расчет сжатой стойки на устойчивость	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)
Модуль 9	Пр 28	Проектировочный расчет на устойчивость	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 28
Модуль 9	ИДЗ 6.1	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет сжатой стойки на устойчивость"	3	9	3	—	Комплект задач для ИДЗ 6.1
Модуль 10	Пр 29	Расчет на прочность при повторно- переменных нагрузках	3	2	2	-	Комплект заданий для Пр 29
Модуль 10	Лаб 8	Исследование устойчивости упругих стержней при осевом сжатии	3	2	—	-	Комплект задач для ИДЗ 6.1
Модуль 10	Лек 15	Колебания механических систем с одной степеню свободы.	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 68-69
Модуль 11	Пр 30	Расчет на прочность подмоторных балок	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 30
Модуль 10	ИДЗ 6.2	Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность вала при повторно- переменных нагрузках"	3	9	3	—	Комплект задач для ИДЗ 6.2
Модуль 11	Лек 16	Расчет на прочность и жесткость при ударе	3	2	—	—	Вопросы к экзамену 70-73
Модуль 11	Пр 31	Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе	3	2	2	—	Комплект заданий для Пр 31
Модуль 10	Лаб 9	Отчет по лабораторным работам №№1-8	3	2	—	-	Отчеты по лабораторным работам №№1-8
Модули 1- 11	Псщ	Посещаемость	3		10		
Модуль 11	Пр 32	Итоговый тест	3	2	100	—	

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модули 1-11	Контр.	Контроль	3	35,65			
<b>Итого:</b>				<b>252</b>	<b>200</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	Комплекты заданий для практических занятий №№ 1-31. Вопросы к экзамену №1-76 Комплекты заданий к лабораторно-практическим занятиям №№ 1-8. ИДЗ №№1-6

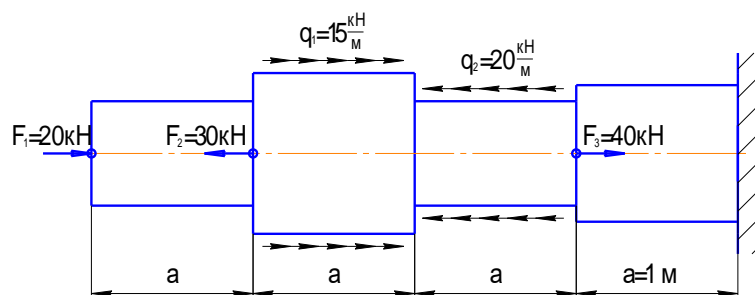
### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1 Комплект заданий для практического занятия №1

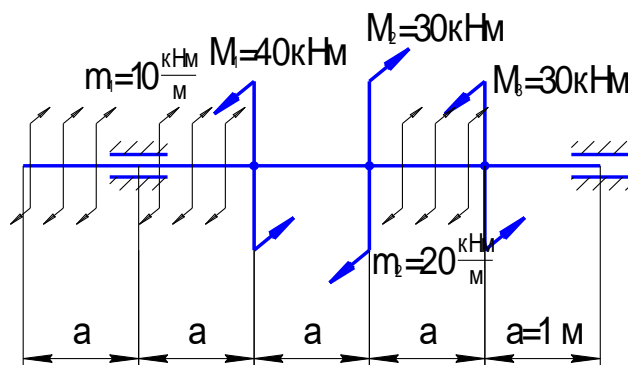
Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии и кручении»

##### Типовые примеры заданий

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.



##### Критерии оценки:

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

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

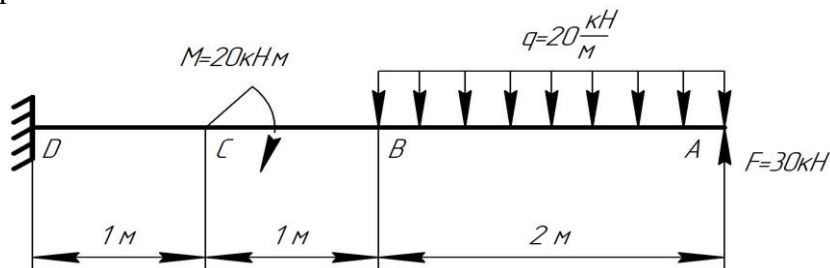
0 баллов - если задачи выполнены правильно в пределах 0-40%.

#### 7.2.2 Комплект заданий для практического занятия №2

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

**Типовые примеры заданий**

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



**Критерии оценки:**

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

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

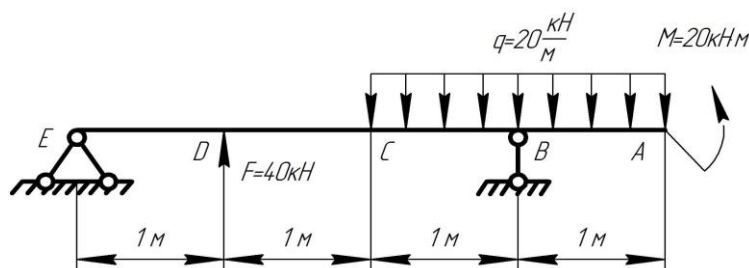
0 баллов - если задачи выполнены правильно в пределах 0-40%.

**7.2.3. Комплект заданий для практического занятия №3**

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

**Типовой пример задания**

Для данной расчетной схемы определить реакции в опорах E и B, с учетом действующих нагрузок.

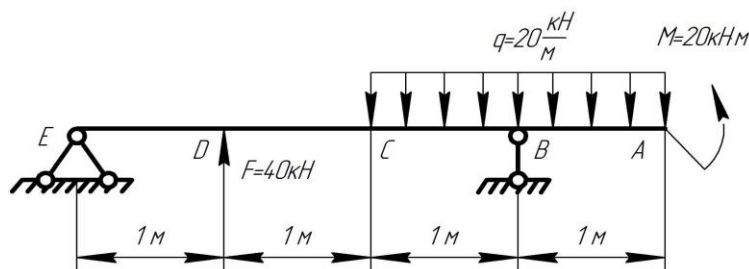


**7.2.4. Комплект заданий для практического занятия №4**

**Тема: «Построение эпюр ВСФ на двухопорной балке»**

**Типовой пример задания**

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



**Критерии оценки:**

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

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

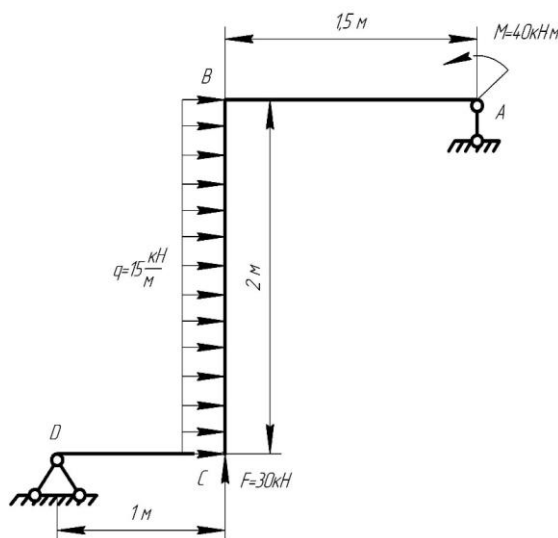
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

**7.2.5. Комплект заданий для практического занятия №5**

**Тема: «Построение эпюр ВСФ при изгибе плоской рамы»**

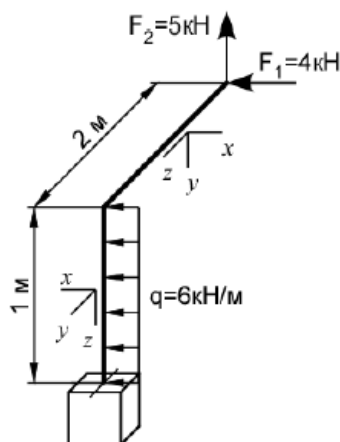
**Типовой пример задания**

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

**7.2.6. Комплект заданий для практического занятия №6**

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

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

**Типовой пример задания****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%.

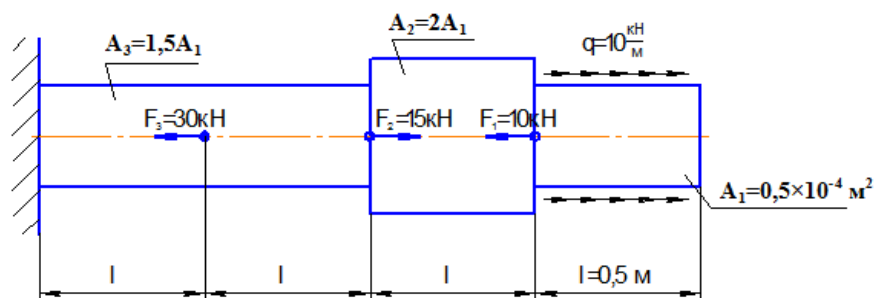
### 7.2.7. Комплект заданий для практического занятия №7-9

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

#### Типовой пример задания

Стержень круглого поперечного сечения нагружен осевыми силами.

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



#### Критерии оценки:

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

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

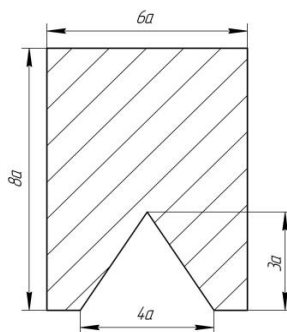
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.8. Комплект заданий для практического занятия №10

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

#### Типовой пример задания

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



#### Критерии оценки:

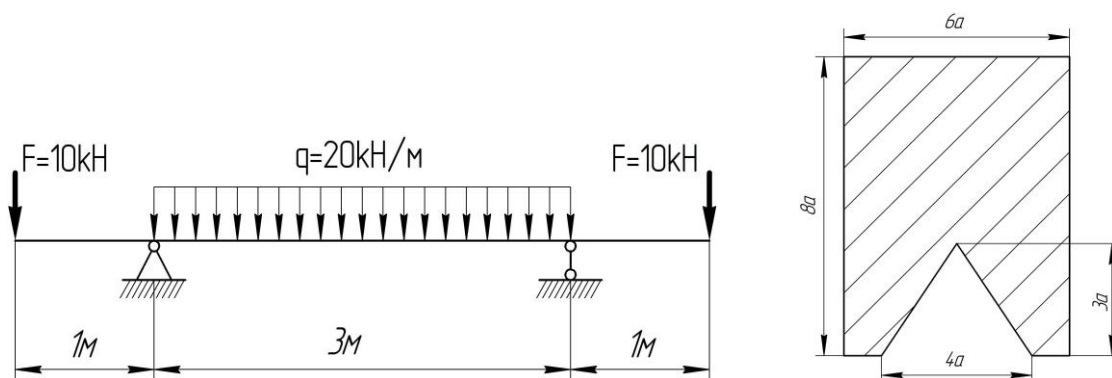
2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.  
1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.  
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.9. Комплект заданий для практического занятия №11

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

**Типовой пример задания**

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



**Критерии оценки:**

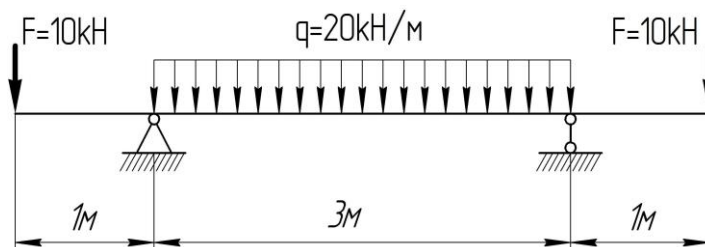
2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.  
1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.  
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.10. Комплект заданий для практического занятия №12

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

**Типовой пример задания**

Для данной балки, изготовленной из пластичного материала с допускаемыми напряжениями  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ , подобрать из условия прочности двутавровое, прямоугольное ( $h/b=2$ ) и круглое сечение. Дать заключение о рациональности формы сечения по расходу материала.



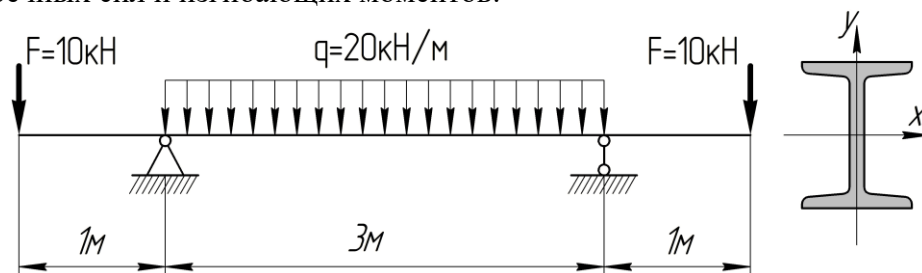
### 7.2.11. Комплект заданий для практического занятия №13

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

**Типовой пример задания**



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



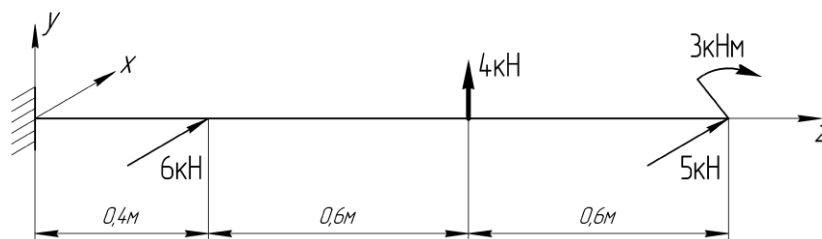
Провести проверку жесткости балки, если её поперечное сечение – двутавр №16 с осевым моментом инерции  $I_x = 873 \text{ см}^4$ . Принять:  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ,  $[\delta] = 0,001 \cdot L$  (где  $L$  – расстояние между опорами).

### 7.2.12. Комплект заданий для практического занятия №14

Тема: «Расчет на прочность при совместном действии двух прямых изгибов»

#### Типовой пример задания

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



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.

#### Критерии оценки:

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

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

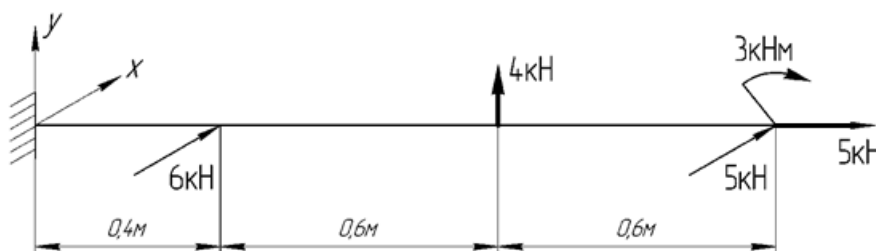
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.13. Комплект заданий для практического занятия №15

Тема: «Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения-сжатия»

#### Типовой пример задания

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.

**Критерии оценки:**

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

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

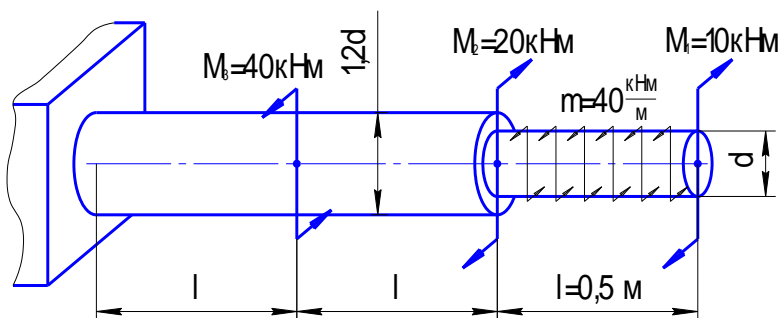
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

#### 7.2.14. Комплект заданий для практического занятия №16

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

**Типовой пример задания**

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:  $[\tau] = 100 \text{ МПа}$ ,  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ .



**Критерии оценки:**

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

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

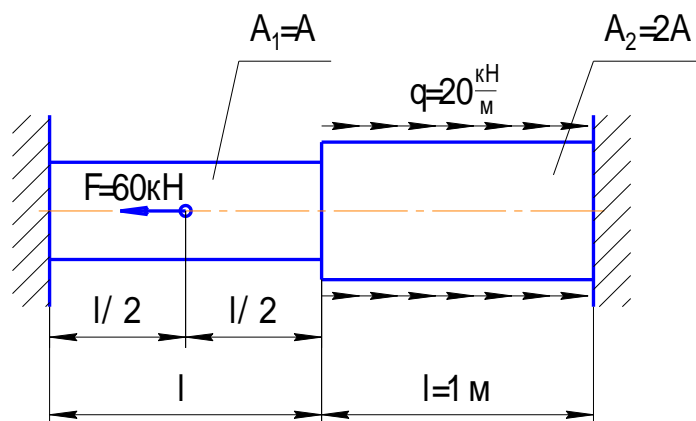
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

#### 7.2.15. Комплект заданий для практического занятия №17

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

**Типовой пример задания**

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  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .



#### Критерии оценки:

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

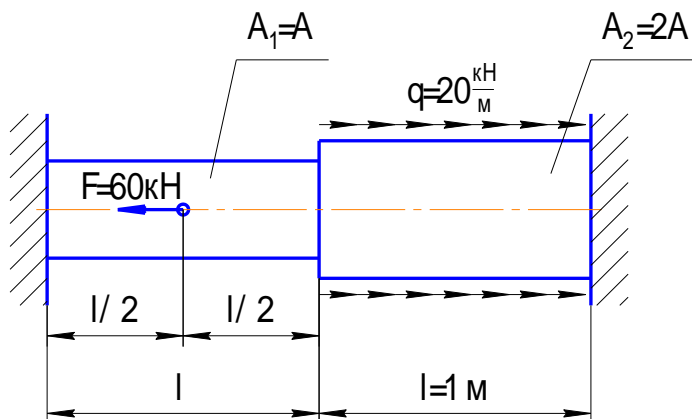
1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.

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

### 7.2.16. Комплект заданий для практического занятия №18

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

#### Типовой пример задания



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  $E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$ .

#### Критерии оценки:

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

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

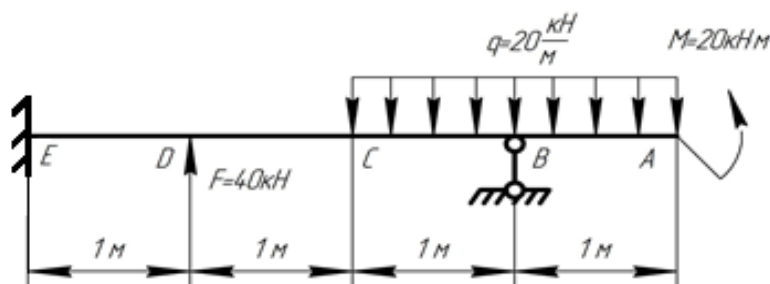
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.17. Комплект заданий для практического занятия №19

**Тема: «Расчет статически неопределимых балок при изгибе»**

#### Типовой пример задания

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



#### Критерии оценки:

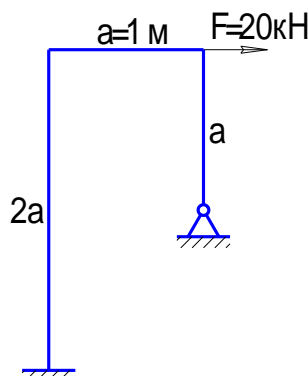
- 2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.18. Комплект заданий для практического занятия №20-22

#### Тема: «Расчет статически неопределимой рамы»

##### Типовой пример задания

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.



#### Критерии оценки:

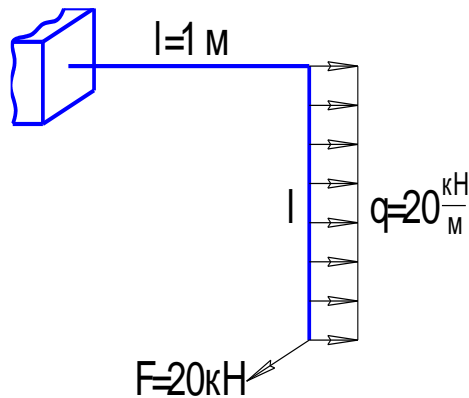
- 2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.19. Комплект заданий для практического занятия №23-24

#### Тема: «Расчет на прочность стержня круглого поперечного сечения в условиях сложного сопротивления»

##### Типовой пример задания

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  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ .



**Критерии оценки:**

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

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

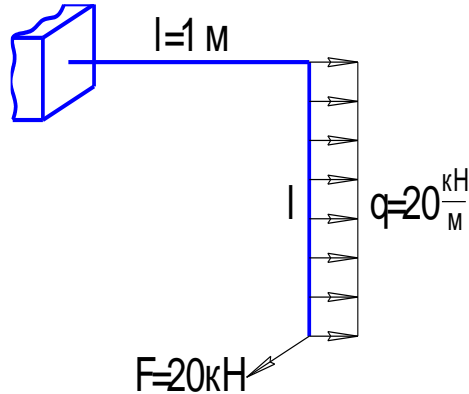
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

**7.2.20. Комплект заданий для практического занятия №25**

**Тема: «Определение перемещений в пространственной раме»**

**Типовой пример задания**

Для данной консольной рамы, изготовленной из единого прутка и нагруженной пространственной системой сил, определить перемещение, если жесткость сечений всех элементов одинакова  $EI = \text{const}$ ,  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ , соотношением сторон  $h/b=2$ . Определить горизонтальное перемещение узловых точек и построить примерный вид упругой линии рамы.

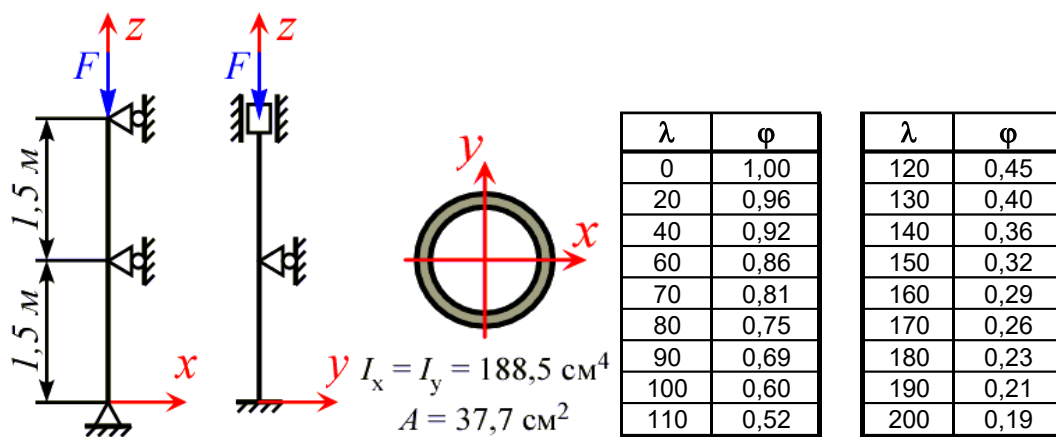


**7.2.21. Комплект заданий для практического занятия №26**

**Тема: «Определение грузоподъемности сжатого гибкого стержня»**

**Типовой пример задания**

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

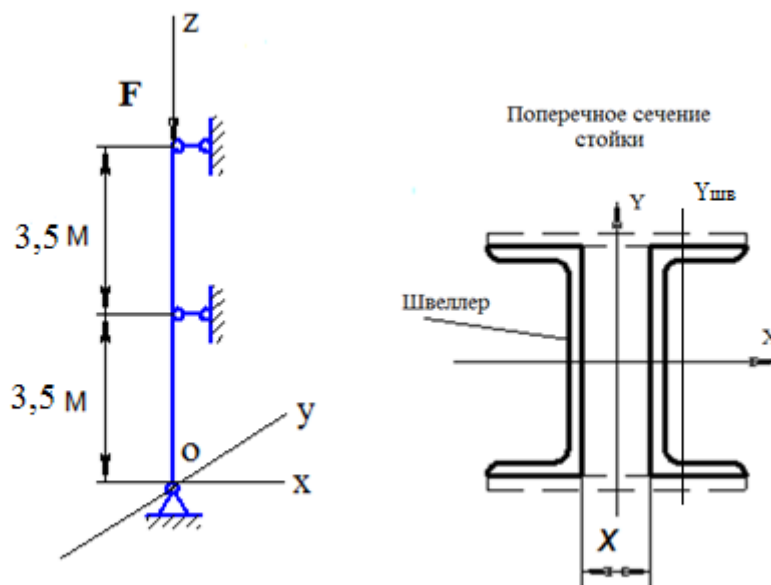


## 7.2.22. Комплект заданий для практического занятия №27

### Тема: «Расчет сжатой стойки на устойчивость»

#### Типовой пример задания

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  $yo z$ .



Требуется определить:

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

#### Критерии оценки:

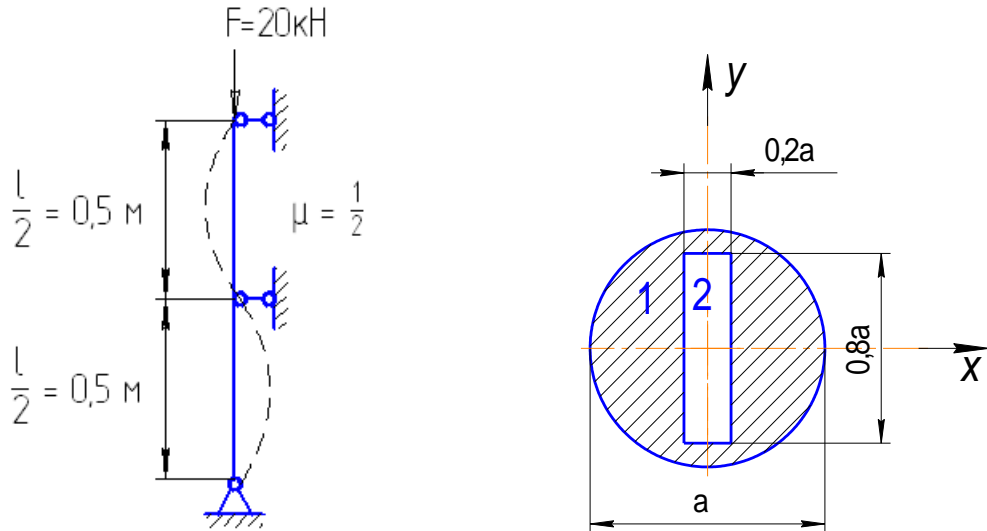
- 2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

## 7.2.23. Комплект заданий для практического занятия №28

## Тема: «Проектировочный расчет сжатых стоек на устойчивость»

### Типовой пример задания

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.



### Критерии оценки:

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

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

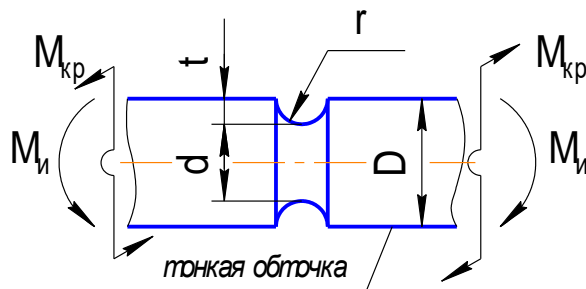
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

## 7.2.24. Комплект заданий для практического занятия №29

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

#### Типовой пример задания

Участок вала с концентратором напряжений в виде выточки подвергается совместному действию изгиба и кручения. Значение изгибающего момента изменяется в диапазоне:  $M_{\text{и}}^{\text{max}} = 0,8$  кНм,  $M_{\text{и}}^{\text{min}} = -0,8$  кНм, крутящего момента —  $M_{\text{кр}}^{\text{max}} = 2$  кНм,  $M_{\text{кр}}^{\text{min}} = 0$ . 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,  $\tau_T = 390$  МПа,  $\tau_{-1} = 240$  МПа. Требуется определить коэффициент запаса по выносливости и по текучести и сделать выводы о наиболее вероятном механизме разрушения.



#### Критерии оценки:

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

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

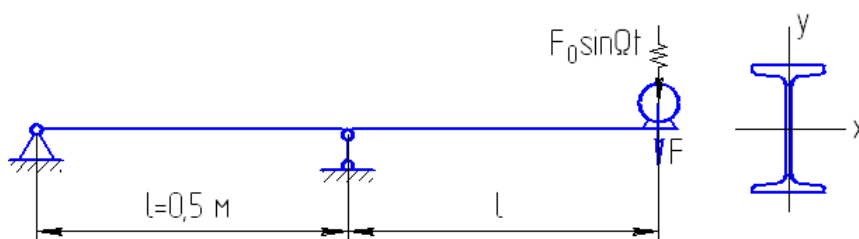
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.25. Комплект заданий для практического занятия №30

#### Тема: «Расчет на прочность подмоторных балок»

##### Типовой пример задания

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  $l$ , при котором возможно наступление резонанса. Сопротивлением среды пренебречь. Допускаемое напряжение  $[\sigma]$  принять равным  $160 \text{ МПа}$ .

#### 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%.

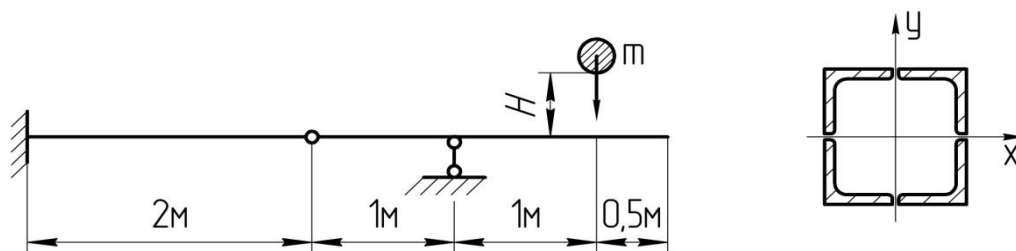
### 7.2.28. Комплект заданий для практического занятия №31

#### Тема: «Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе»

##### Типовой пример задания

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.





**Критерии оценки:**

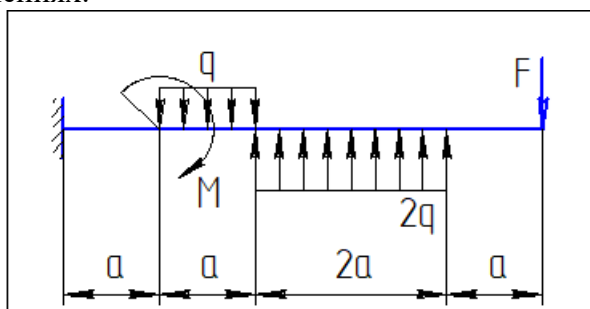
- 2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

**7.2.29. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №1**

**Тема: «Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной балке экспресс-методом по характерным сечениям»**

**Типовой пример задания**

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



**Критерии оценки:**

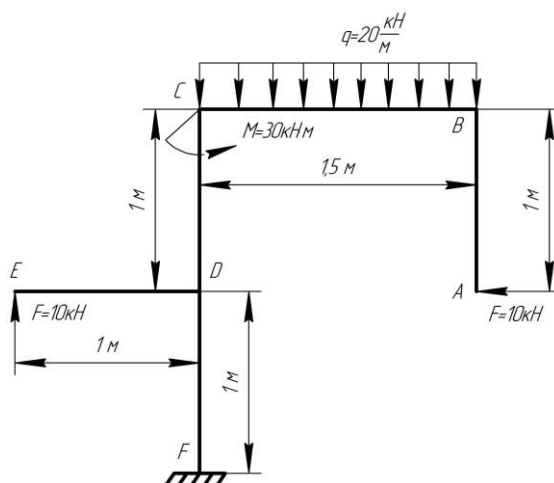
- 2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

**7.2.30. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №2**

**Тема: «Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной раме экспресс-методом по характерным сечениям»**

**Типовой пример задания**

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



#### 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%.

### 7.2.31. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №3

**Тема: «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.

#### Критерии оценки:

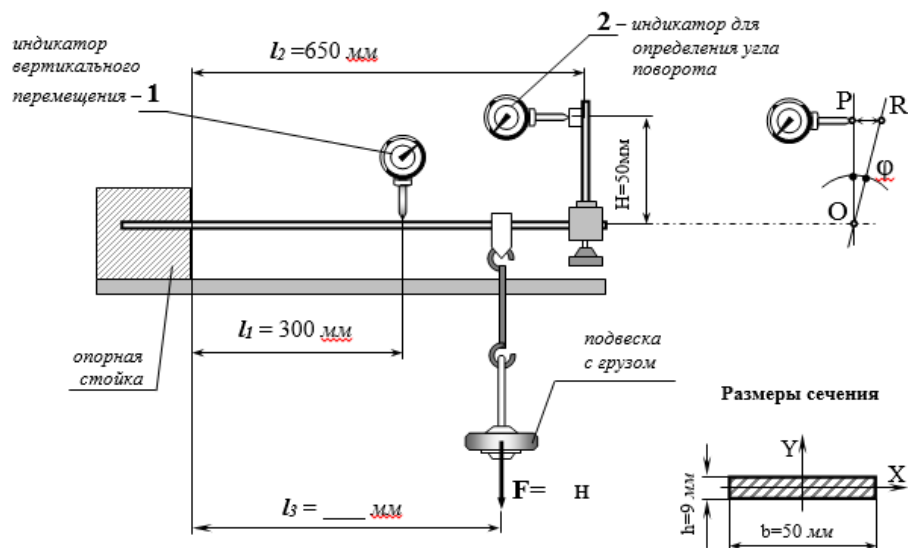
- 2 балла - если работа выполнена правильно в объеме 70-100%.
- 1 балл - если работа выполнена правильно в объеме 40-70%.
- 0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.32. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №4

**Тема: «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.



$$F = 10H, l_3 = 400 \text{ мм}$$

### Критерии оценки:

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

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

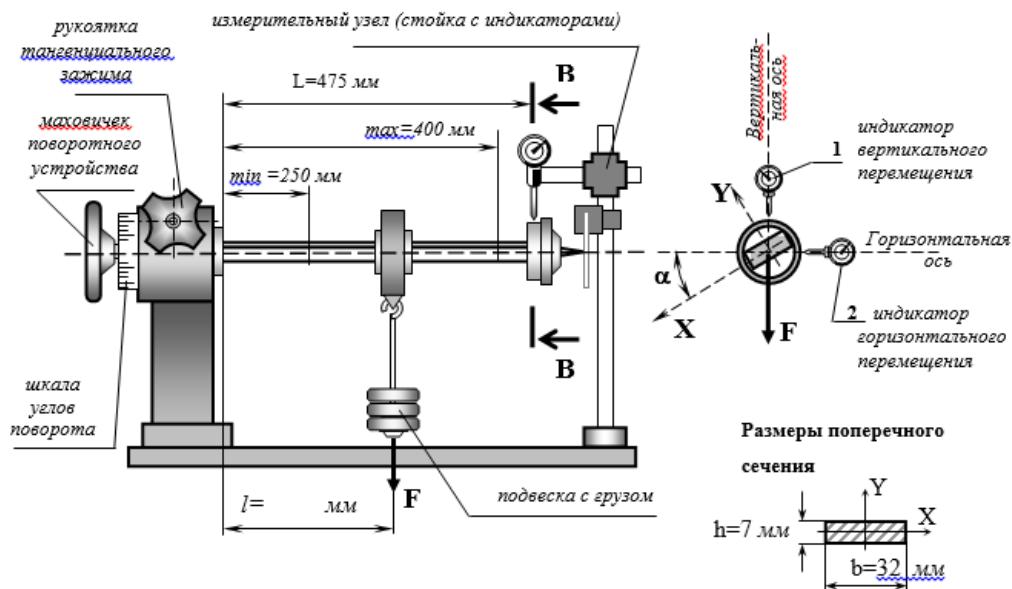
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

## 7.2.33. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №5

### Тема: «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  $F = 10H$ ,  $\alpha = 75^\circ$ ,  $l = 300 \text{ мм}$ .



### Критерии оценки:

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

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

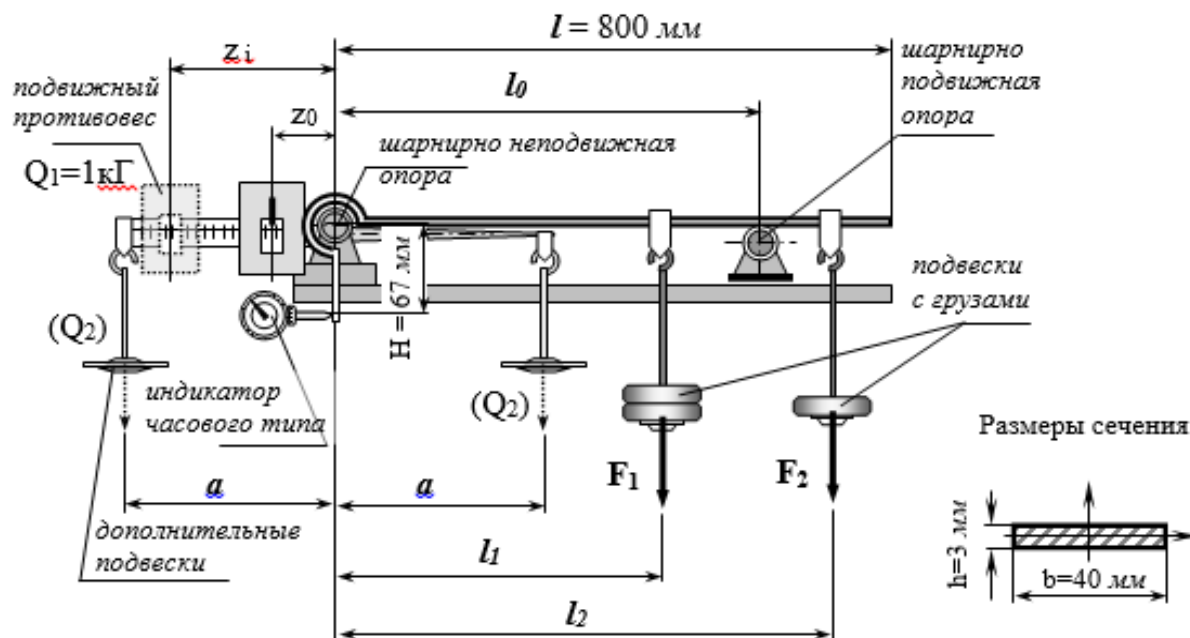
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.34. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №6

Тема: «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.



#### Критерии оценки:

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

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

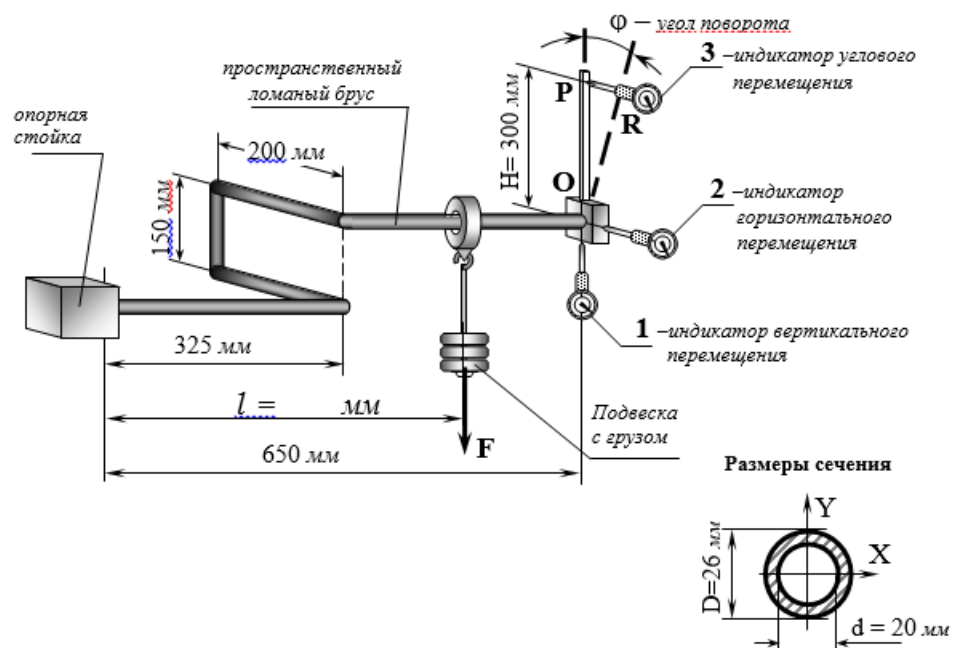
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.35. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №7

Тема: «Определение перемещений свободного конца ломаного бруса»

#### Типовой пример задания

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



### 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%.

### Темы письменных работ

№ п/п	Темы
<b>ИДЗ №1. Построение эпюр внутренних силовых факторов</b>	
1.1.- 1.2.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии и кручении
1.3.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок
1.4.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе рам
<b>ИДЗ №2. Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии</b>	
2.	Расчет на прочность и жесткость ступенчатого бруса
<b>ИДЗ №3. Расчет на прочность и жесткость при изгибе</b>	
3.1.	Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения
3.2.	Расчет на прочность и жесткость балок при прямом изгибе
3.3.	Расчет на прочность при совместном действии изгиба в двух плоскостях и растяжения-сжатия
<b>ИДЗ №4. Расчет статически неопределимых систем методом сил</b>	
4.	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых рам
<b>ИДЗ №5. Расчет на прочность при сложного сопротивлении</b>	
5.	Расчет на прочность при сложного сопротивлении
<b>ИДЗ №6. Расчеты на устойчивость, выносливость и прочность в условиях динамического воздействия нагрузки</b>	
6.1.	Расчет сжатой стойки на устойчивость
6.2.	Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках

### 7.2.36. Комплект задач для ИДЗ №1

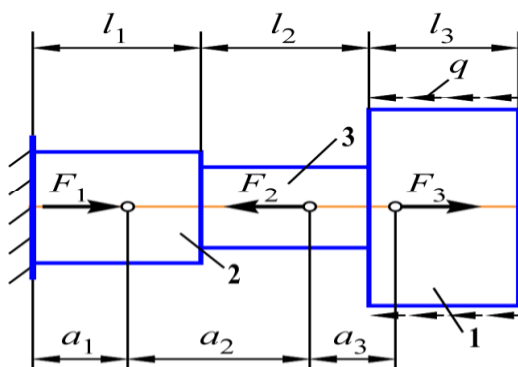
Номер варианта для всех ИДЗ представляет собой трехзначное число, которое назначается преподавателем. Каждая цифра имеет вариативность, равную 10, и определяет указанную группу данных.

#### Задача 1.1.-1.2.

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

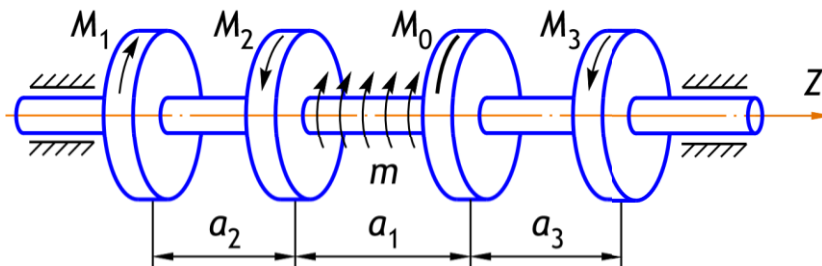
##### Типовой пример задачи

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

##### Критерии оценки:

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

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

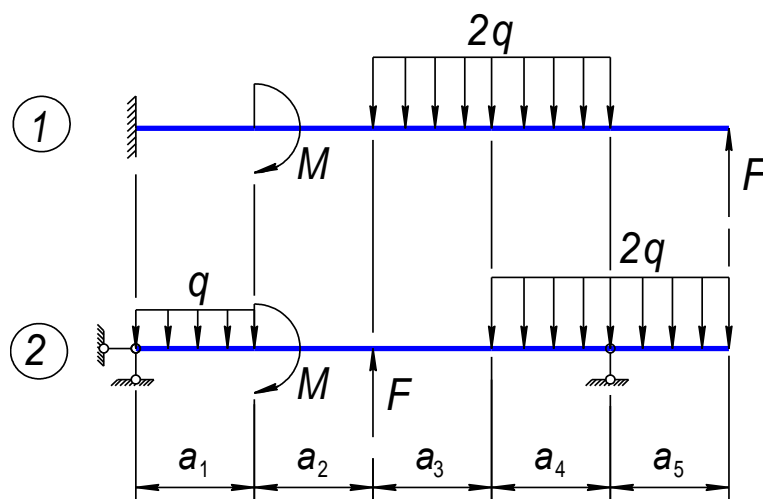
0 баллов – если задачи выполнены правильно менее чем на 40%.

#### Задача 1.3.

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

##### Типовой пример задачи

Для двух статически определимых балок, работающих в условиях плоского изгиба: схема №1 – балка с жестким защемлением, схема №2 – балка на двух опорах, построить эпюры внутренних силовых факторов. Для двухопорной балки предварительно вычислить реакции опор.



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

#### Критерии оценки:

- 4 балла – если задание выполнено правильно в объеме 80-100%.
- 3 балла – если задание выполнено правильно в объеме 60-80%.
- 2 балла – если задание выполнено правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов – если задание выполнено правильно менее чем на 40%.

#### Задача 1.4.

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

##### Типовой пример задачи

Для двух статически определимых рам, работающих в условиях плоского изгиба: схема №1 – рама с жестким защемлением, схема №2 – рама на двух шарнирных опорах, построить эпюры внутренних силовых факторов. Для двухопорной рамы предварительно вычислить реакции опор.

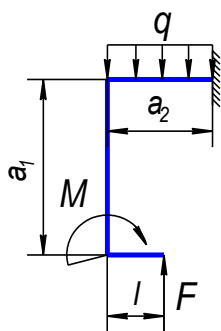


Схема 1

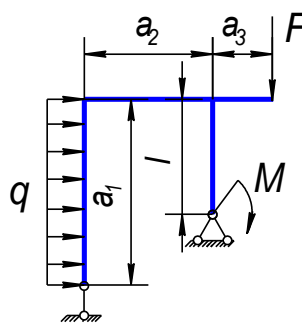


Схема 2

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

#### Критерии оценки:

- 4 балла – если задание выполнено правильно в объеме 80-100%.
- 3 балла – если задание выполнено правильно в объеме 60-80%.
- 2 балла – если задание выполнено правильно в объеме 40-60%.
- 0 баллов – если задание выполнено правильно менее чем на 40%.

#### 7.2.37. Комплект задач для ИДЗ №2

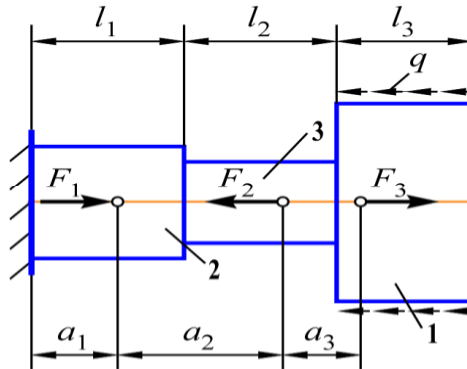
##### Тема: «Расчет на прочность и жесткость ступенчатого бруса»



### Типовой пример задачи

Ступенчатый стальной брус круглого поперечного сечения нагружен силами, направленными вдоль его оси (схема – ИДЗ №1, задача 1.1).

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,  $\sigma_t=340\text{МПа}$ ,  $n_t=1,8$ .

#### 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%.

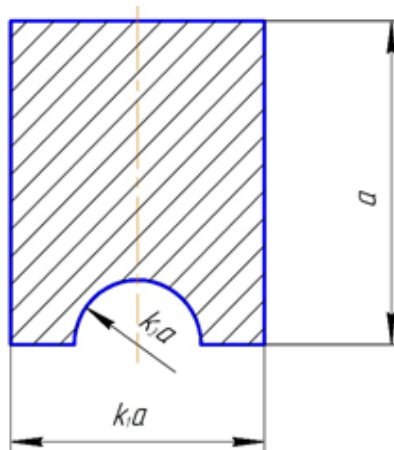
### 7.2.38. Комплект задач для ИДЗ №3

#### Задача 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:  $k_1=0,9$ ,  $k_3=0,3$ .

**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%.

**Задача 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  $[\sigma]_p = 75 \text{ МПа}$ ,  $[\sigma]_c = 165 \text{ МПа}$ .

**План решения**

1. Вычертить в масштабе балку на двух опорах с построенными эпюрами  $Q_y$  и  $M_x$  (взять из ИДЗ №1, задача 1.2, схема №2).

2. Для балки, изготовленной из пластичного материала, подобрать из условия прочности двутавровое, прямоугольное ( $h/b = 2$ ) и круглое сечения, приняв  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ . Дать заключение о рациональности формы сечения по расходу материала.

3. Для балки, изготовленной из хрупкого материала, определить из условия прочности характерный размер  $[a]$  сложного поперечного сечения (из задачи 3.1), предварительно решив вопрос о его рациональном положении. Принять  $\sigma_{вр} = 150 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{вр} = 640 \text{ МПа}$ ,  $n_b = 2$ .

4. Определив перемещения незакрепленных граничных сечений, изобразить приближенный вид оси изогнутой балки и провести проверку жесткости балки двутаврового сечения, приняв  $[\delta] = (0,0005 \dots 0,001) \cdot l$  (где  $l$  – расстояние между опорами). Принять  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

**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%.

**Задача 3.3.**

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

**Типовой пример задачи**

Для элемента 1 стальной рамы (ИДЗ № 1, задача 1.4, схема № 2) требуется определить из условия прочности размеры двух видов поперечного сечения: круглого с диаметром  $d$  и прямоугольного с размерами  $b \times h$  (соотношение  $h/b$  взять из табл. 3.3). Для прямоугольного сечения предварительно указать рациональное его расположение. Определить, какое сечение является более эффективным с точки зрения расхода материала. Принять допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ .

**План решения**

1. Вычертить расчётную схему рамы с указанием числовых значений нагрузок, для элемента 1 указать оси координат и построить эпюры продольной силы  $N$  и изгибающих моментов  $M_x$ ,  $M_y$  (взять из ИДЗ № 1, задача 1.4, схема № 2).

2. Для каждой формы поперечного сечения:

– изобразить опасное сечение элемента 1 (при этом прямоугольное сечение расположить таким образом, чтобы в плоскости наибольшей жёсткости опасного сечения действовал наибольший из двух изгибающих моментов), показать действие внутренних силовых факторов;

– для опасного сечения построить эпюры нормальных напряжений, указать положение опасных точек;

– записать условие прочности при изгибе и определить размеры сечения;

– выполнить проверку прочности с учётом всех внутренних усилий.

3. Сравнить круглое и прямоугольное сечение по экономичности.

### 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%.

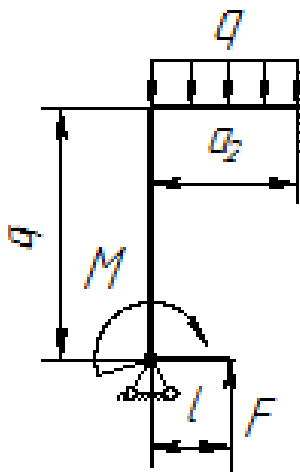
### 7.2.39. Комплект задач для ИДЗ №4

**Тема: «Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых рам»**

#### Типовой пример задачи

На статически определимой раме (ИДЗ №1, задача 1.3, схема №1) установили дополнительные опоры (все остальные исходные данные – прежние). Материал стержня – Ст. 3:  $[\sigma]=160$  МПа,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа. Жесткость сечений всех участков рамы постоянна:  $EI_x = \text{const}$ .

Для полученной таким образом статически неопределимой рамы подобрать рациональное поперечное сечение из условия прочности и проверить конструкцию на жесткость.



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

### Критерии оценки:

5 баллов – если работа выполнена правильно в объеме 80-100%.

3-4 балла – если работа выполнена правильно в объеме 50-80%.

2 балла – если работа выполнена правильно в объеме 40-50%.

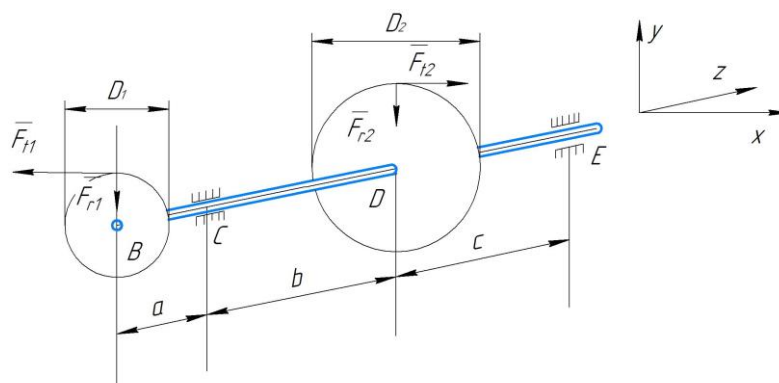
0 баллов – если работа выполнена правильно менее чем на 40%.

### 7.2.40. Комплект задач для ИДЗ №5

**Тема: «Расчет на прочность при сложном сопротивлении»**

#### Типовой пример задачи

Промежуточный вал зубчатой передачи (редуктор) с двумя зубчатыми колесами передает мощность  $N$  и делает  $n$  оборотов в минуту. Подобрать из условия прочности диаметр вала используя III или IV гипотезу прочности. Если коэффициент запаса  $n_T=3$ .



Принять:  $N = 30 \text{ кВт}$ ,  $n = 1100 \text{ об/мин}$ ,  $a = 1,5 \text{ м}$ ,  $b = 0,5 \text{ м}$ ,  $c = 2 \text{ м}$ ,  $D_1 = 0,25 \text{ м}$ ,  $D_2 = 0,35 \text{ м}$ ,  $F_r = 0,364 F_t$ .

#### 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%.

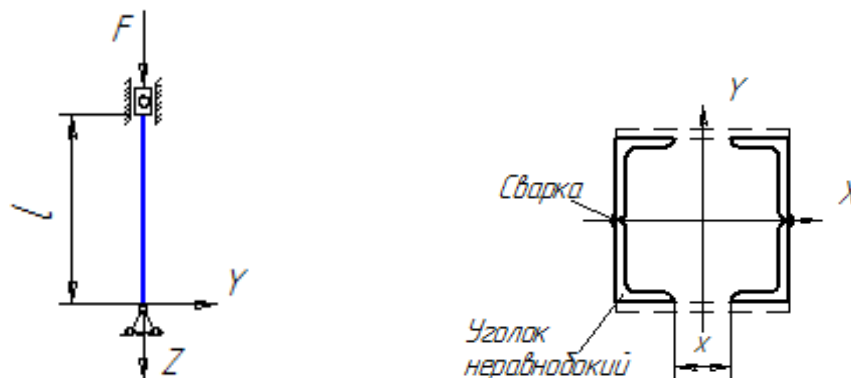
### 7.2.41. Комплект задач для ИДЗ №6

#### Задача 6.1.

Тема: «Расчет сжатых стержней на устойчивость»

#### Типовой пример задачи

Поперечное сечение центрально сжатой колонны составлено из стальных прокатных профилей, соединенных в сплошное сечение при помощи диагональной решетки из стальных планок. Определить: допускаемую нагрузку из условия устойчивости, критическую нагрузку и коэффициент запаса устойчивости – для колонны заданной формы поперечного сечения, а также для колонны кольцевого сечения. Оба сечения имеют одинаковую площадь, для кольца известно соотношение диаметров:  $\alpha = d/D = 0,9$ .



Принять:  $l = 8,5 \text{ м}$ , уголок неравнобокий №11/7, материал Ст2,  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ ,

$\lambda_0 = 60$ ,  $\lambda_{пред} = 105$ ,  $a = 245 \text{ МПа}$ ,  $b = 0,67 \text{ МПа}$ .

**Критерии оценки:**

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

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

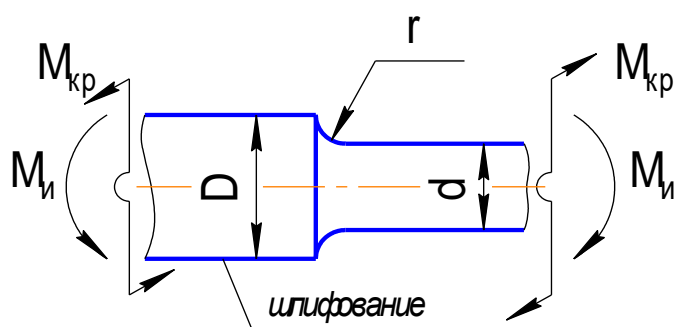
1 балла – если задача выполнена правильно в объеме 40-60%.

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

**Задача 6.2.****Тема: «Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках»****Типовой пример задачи**

Вал редуктора, представляющий собой стержень круглого сечения с концентратором напряжений, подвергается действию изгибающего и крутящего моментов, изменяющихся по синусоидальному закону.

Определить коэффициент запаса прочности вала по выносливости и текучести.



Принять: участок вала имеет концентратор напряжения в виде галтели радиусом  $r = 5$  мм, диаметр одной части  $D = 75$  мм, а другой  $d = 60$  мм. Изменение изгибающего момента находится в диапазоне:  $M_{и}^{\max} = 0,6 \text{ кНм}$ ,  $M_{и}^{\min} = -0,6 \text{ кНм}$ , крутящего момента –  $M_{кр}^{\max} = 3 \text{ кНм}$ ,  $M_{кр}^{\min} = 1,5 \text{ кНм}$ . Вал изготовлен из стали 45 с механическими характеристиками:  $\sigma_B = 600 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_T = 360 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{-1} = 300 \text{ МПа}$ ,  $\tau_T = 230 \text{ МПа}$ ,  $\tau_{-1} = 180 \text{ МПа}$ , – и имеет шлифованную поверхность.

**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%.

### 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	Внешние и внутренние силы

№ п/п	Вопросы к экзамену
4	Расчетные схемы
5	Модели прочностной надежности
6	Основные виды расчетов в сопротивлении материалов
7	Метод сечений
8	Классификация простейших видов нагружения
9	Растяжение-сжатие. Построение эпюр ВСФ
10	Примеры построения эпюры продольной силы N
11	Определение напряжений при растяжении-сжатии
12	Деформации при растяжении-сжатии. Коэффициент Пуассона
13	Закон Гука при растяжении-сжатии
14	Испытание на растяжение. Характеристики прочности и пластичности. Явление наклепа
15	Испытание на сжатие. Особенности испытания на сжатие
16	Пластичные и хрупкие материалы. Особенности их поведения при растяжении и сжатии
17	Расчет на прочность при растяжении-сжатии
18	Виды расчетов на прочность
19	Понятие равнопрочного стержня
20	Расчет на жесткость при растяжении-сжатии. Построение эпюры перемещений.
21	Геометрические характеристики плоских сечений, их определения.
22	Главные оси и главные моменты инерции
23	Формулы для определения главных центральных моментов инерции простейших сечений: прямоугольника, треугольника, круга, кольца
24	Теорема о суммировании моментов инерции
25	Теорема о преобразовании моментов инерции при параллельном переносе осей
26	Теорема о преобразовании моментов инерции при повороте осей
27	Определение положения центра тяжести сложной фигуры
28	Чистый сдвиг и его особенности
29	Закон Гука при чистом сдвиге
30	Кручение стержней круглого поперечного сечения. Построение эпюр ВСФ.
31	Примеры построения эпюры крутящих моментов $M_z$
32	Определение касательных напряжений при кручении
33	Полярный момент сопротивления
34	Условие прочности при кручении
35	Перемещения при кручении. Построение эпюры углов закручивания
36	Условие жесткости при кручении: в абсолютных и в относительных углах закручивания
37	Расчет на срез и смятие
38	Плоский изгиб. Построение эпюр ВСФ
39	Примеры построения эпюры поперечной силы $Q_y$
40	Примеры построения эпюры изгибающих моментов $M_x$
41	Нормальные напряжения при чистом изгибе
42	Осевой момент сопротивления
43	Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе. Формула Журавского
44	Расчет на прочность при плоском изгибе
45	Дифференциальное уравнение упругой линии балки
46	Интегрирование дифференциального уравнения упругой линии
47	Определение перемещений при изгибе методом Мора
48	Численные приложения интеграла Мора. Формула Симпсона
49	Способ Верещагина при определении перемещений
50	Условие жесткости при изгибе

№ п/п	Вопросы к экзамену
51	Статически определяемые и статически неопределимые системы. Метод сил. Деформационная проверка.
52	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых систем.
53	Понятие напряженного состояния в точке и его виды. Главные площадки и главные напряжения.
54	Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи плоского напряженного состояния. Круг Мора.
55	Объемное напряженное состояние. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.
56	Теории предельного состояния: названия, критерии равнопрочности, рекомендации к применению.
57	Общий случай нагружения. Расчет на прочность при общем случае нагружения.
58	Устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Формула Эйлера определения критической силы.
59	Влияние способа закрепления стержня на величину критической силы. Коэффициент приведения длины.
60	Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня.
61	Эмпирическая формула Ясинского определения критического напряжения. Пределы её применимости.
62	Диаграмма зависимости критического напряжения от гибкости стержня.
63	Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Коэффициент продольного изгиба. Виды расчета на устойчивость.
64	Усталость и выносливость материала. Характеристики циклов напряжений. Виды циклов напряжений.
65	Кривые усталости. Предел выносливости материала.
66	Диаграмма предельных амплитуд. Схематизированные диаграммы предельных амплитуд.
67	Конструктивно-технологические факторы, влияющие на усталостную прочность материала. Коэффициент запаса при циклическом нагружении.
68	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Учет сил сопротивления среды.
69	Расчет на прочность и жесткость при вынужденных колебаниях систем. Податливость системы. Коэффициент динамичности.
70	Особенности ударного действия нагрузки. Виды удара.
71	Общий случай ударного воздействия нагрузки. Коэффициент динамичности в общем случае ударного воздействия.
72	Частные случаи удара. Коэффициенты динамичности для частных случаев удара.
73	Расчет на прочность и жесткость при ударе.
74	Косой изгиб.
75	Внецентренное растяжение или сжатие
76	Изгиб с растяжением-сжатием

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3		«отлично»	Если итоговый рейтинг составляет от 85 до 100 баллов

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«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	П. А. Павлов [и др.] ; под ред. Б. Е. Мельникова	Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник	учебник	2017	ЭБС «Лань»
2	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Гаврилова Т. Ф. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов очной формы обучения. В 2 ч. Ч. 1	практикум	2017	Репозиторий ТГУ

### 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	П.А. Степин	Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник	учебник	2014	ЭБС «Лань»
2	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов заоч. формы обучения. В 2 ч. Ч. 2	практикум	2016	Репозиторий ТГУ
3	С.И. Тимофеев	Сопротивление материалов : краткий курс : [учебное пособие]	учебное пособие	2014	2

### 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 Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	договор № 42/02/22 - К от 02.02.2022 до 31.08.2022

### 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
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для	Парты-моноблоки двухместные Доска меловая трехстворчатая, стол

№ 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
	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-127)	преподавательский., стул преподавательский. Раковина, шкаф двухстворчатый
3	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)	Стол�ы ученические (моноблок двухместный), столы преподавательские, стулья преподавательские, доска аудиторная, меловая, шкаф для учебных пособий, лабораторная установка, вытяжная вентиляция, приточная вентиляция.
4	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
5	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	Стол�ы бен-чсистемы 6 местные, парты раскладные пластиковые, стулья для парт ,кафедра-1шт., стол преподавательский доска меловая, экран навесной, проектор, ПК

№ 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
	проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-125)	