

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
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)
Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 3 | Итого |
|----------------------------------------------|------------|---------------|
| Форма контроля | экзамен | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 32 | 32 |
| Лабораторные | 18 | 18 |
| Практические | 64 | 64 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | — | — |
| Промежуточная аттестация | 0,35 | 0,35 |
| Контактная работа | 114,35 | 114,35 |
| Самостоятельная работа | 102 | 102 |
| Контроль | 35,65 | 35,65 |
| Итого | 252 | 252 |

Рабочую программу составил(и):

доцент, кандидат технических наук, Разуваев А.А.

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

старший преподаватель, Растегаева И.И.

(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

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Нанотехнологии, материаловедение и механика»

(протокол заседания № 2 от «31» августа 2022 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, создавать эффективные и экономичные конструкции.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к блоку «Дисциплины (модули)» (Обязательная часть).

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: «Механика. Теория механизмов и машин», «Механика. Детали машин и основы конструирования», «Физика прочности и пластичности», «Механические и физические свойства материалов», «Механика и фрактодиагностика разрушения».

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии | ОПК-6.2 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, и высшей алгебры при решении профессиональных задач | Знать: теоретические принципы создания конструкций, обладающих прочностной надежностью |
| | | Уметь: определять рациональные размеры и оптимальную форму поперечного сечения, оценивать техническое состояние элементов конструкций |
| | | Владеть: навыками выполнения проектировочного и проверочного расчета на прочность, жесткость и устойчивость, последующего анализа и принятия решений |

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 и кручении | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 1-7 |
| Модуль 1 | Пр 1 | Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии | 3 | 2 | 1 | – | Комплект заданий для Пр 1 |
| Модуль 1 | Пр 2 | Построение эпюр ВСФ при кручении | 3 | 2 | 1 | – | Комплект заданий для Пр 2 |
| Модуль 1 | ИДЗ 1.1-2 | Самостоятельное решение задач по теме: «Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении» | 3 | 5 | 2 | – | Комплект задач для ИДЗ 1.1-2 |
| Модуль 1 | Лек 2 | Построение эпюр ВСФ при изгибе. Понятие о напряжении, деформации, перемещении. Основные виды расчетов | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 8-11 |
| Модуль 1 | Пр 3 | Построение эпюр ВСФ при изгибе балок | 3 | 2 | – | – | |
| Модуль 1 | Лаб 1 | Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной балке экспресс-методом по характерным сечениям | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Лаб 1 |
| 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 2 | Лек 3 | Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 12-17 |
| Модуль 1 | Пр 4 | Определение реакций для двухопорной балки | 3 | 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 | Отработка техники построения эпюр ВСФ на двухопорной балке экспресс-методом по характерным сечениям | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Пр 5 |
| Модуль 3 | Лек 4 | Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии | 3 | 2 | — | — | Вопросы к экзамену 18-21 |
| Модуль 1 | Пр 6 | Построение эпюр ВСФ при изгибе рам | 3 | 2 | — | — | |
| Модуль 1 | Лаб 2 | Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной раме экспресс-методом по характерным сечениям | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Лаб 2 |
| Модуль 1 | Пр 7 | Построение эпюр ВСФ на двухопорной раме экспресс-методом по характерным сечениям | 3 | 2 | — | — | |
| Модуль 1 | ИДЗ 1.4 | Самостоятельное решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ при изгибе плоских рам" | 3 | 11 | 4 | — | Комплект задач для ИДЗ 1.4 |
| Модуль 4 | Лек 5 | Геометрические характеристики плоских сечений | 3 | 2 | — | — | Вопросы к экзамену 22-27 |
| Модуль 3 | Пр 8 | Расчет на прочность при растяжении-сжатии | 3 | 2 | 1 | — | Комплект заданий для Пр 8 |
| Модуль 3 | Пр 9 | Расчет на жесткость при растяжении-сжатии. | 3 | 2 | 1 | — | Комплект заданий для Пр 9 |
| Модуль 2 | Лаб 3 | Определение механических характеристик материала по результатам испытания на растяжение | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Лаб 3 |
| 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 (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------|----------------|------------------------------------------------------------------------|
| Модуль 5 | Лек 6 | Прямой поперечный изгиб. Определение нормальных напряжений. Метод Мора для случая изгиба. Численные методы решения интеграла Мора. Дифференциальное уравнение упругой линии балки | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 28,29,31-37 |
| Модуль 4 | Пр 10 | Определение центра тяжести 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 5 | Пр 11 | Расчет на прочность при прямом изгибе | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 11 |
| 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 | Лек 7 | Касательные напряжения при изгибе. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 30, 38, 39 |
| Модуль 5 | Пр 12 | Расчет на жесткость при прямом изгибе | 3 | 2 | – | – | |
| Модуль 5 | Лаб 4 | Определение перемещений при прямом изгибе | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Лаб 4 |
| Модуль 6 | Лек 8 | Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения. Кручение стержней некруглого профиля | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 40-47 |
| Модуль 5 | Пр 13 | Расчет на прочность при совместном действии двух прямых изгибов | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 13 |
| Модуль 5 | Лаб 5 | Определение перемещений при косом изгибе | 3 | 2 | 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) |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------|----------------|------------------------------------------------------------------------|
| Модуль 7 | Лек 9 | Метод сил применительно к трем видам деформации | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 48-49 |
| Модуль 5 | Пр 14 | Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения-сжатия | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 14 |
| Модуль 6 | Пр 15 | Расчет на прочность и жесткость при кручении вала круглого поперечного сечения | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 15 |
| Модуль 7 | Лек 10 | Учет симметрии при раскрытии статической неопределимости | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 48-49 |
| Модуль 7 | Пр 16 | Расчет статически неопределимых систем при растяжении-сжатии | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 16 |
| Модуль 7 | Пр 17 | Учет влияния температуры и неточности изготовления при раскрытии статической неопределимости | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 17 |
| Модуль 8 | Лек 11 | Напряженное и деформированное состояние в точке | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 50-52 |
| Модуль 7 | Пр 18 | Расчет статически неопределимых балок при изгибе | 3 | 2 | – | – | |
| Модуль 7 | Лаб 6 | Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Лаб 6 |
| Модуль 8 | Лек 12 | Теории прочности. Общий случай нагружения | 3 | 2 | – | – | Вопросы к экзамену 53-54 |
| Модуль 7 | Пр 19 | Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы. Часть 1 | 3 | 2 | – | – | |
| Модуль 7 | Пр 20 | Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы. Часть 2 | 3 | 2 | 4 | – | Комплект заданий для Пр 19 и Пр 20 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------|----------------|------------------------------------------------------------------------|
| 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 9 | Лек 13 | Устойчивость сжатых стержней | 3 | 2 | — | — | Вопросы к экзамену 55-60 |
| Модуль 8 | Пр 21 | Построение эпюр ВСФ на пространственно- ломаном брус | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Пр 21 |
| Модуль 8 | Пр 22 | Расчет на прочность пространственно- ломаного бруса | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Пр 22 |
| Модуль 8 | ИДЗ 5 | Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность пространственно- ломаного бруса" | 3 | 15 | 5 | — | Комплект задач для ИДЗ 5 |
| Модуль 10 | Лек 14 | Расчет на выносливость при одноосном и двухосном напряженном состоянии | 3 | 2 | — | — | Вопросы к экзамену 61-64 |
| Модуль 8 | Пр 23 | Расчет на прочность в общем случае нагружения | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Пр 23 |
| Модуль 8 | Пр 24 | Определение напряжений с помощью круга Мора | 3 | 2 | — | — | |
| Модуль 11 | Лек 15 | Колебания механических систем с одной степеню свободы | 3 | 2 | — | — | Вопросы к экзамену 65-66 |
| Модуль 8 | Пр 25 | Определение перемещений в пространственной раме | 3 | 2 | — | — | |
| Модуль 8 | Лаб 7 | Определение перемещений свободного конца пространственно-ломаного бруса | 3 | 2 | 2 | — | Комплект заданий для Лаб 7 |
| Модуль 11 | Лек 16 | Расчет на прочность и жесткость при ударе | 3 | 2 | — | — | Вопросы к экзамену 67-70 |

| 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 26 | Определение грузоподъемности сжатого гибкого стержня | 3 | 2 | – | – | |
| 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 9 | Пр 27 | Расчет сжатой стойки на устойчивость | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 27 |
| Модуль 9 | Пр 28 | Проектировочный расчет на устойчивость | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 28 |
| Модуль 9 | Лаб 8 | Исследование устойчивости упругих стержней при осевом сжатии | 3 | 2 | – | – | |
| Модуль 10 | Пр 29 | Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 29 |
| Модуль 10 | ИДЗ 6.2 | Расчет на прочность вала при повторно-переменных нагрузках | 3 | 9 | 3 | – | Комплект задач для ИДЗ 6.2 |
| Модуль 11 | Пр 30 | Расчет на прочность подмоторных балок | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 30 |
| Модуль 11 | Пр 31 | Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе | 3 | 2 | 2 | – | Комплект заданий для Пр 31 |
| Модуль 11 | Лаб 9 | Обзор современных экспериментальных методов исследования по сопротивлению материалов | 3 | 2 | – | – | |
| Модули 1-11 | Контр | Подготовка к итоговому тестированию | 3 | 35,65 | – | – | |
| Модули 1-11 | Пр 32 | Тест итоговый | 3 | 2 | 100 | – | Итоговое тестирование |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| | Псщ | Посещаемость | 3 | – | 10 | – | |
| Модули 1-11 | ПА | Промежуточная аттестация: экзамен | 3 | 0,35 | – | – | |
| Итого: | | | | 252 | 200 | | |

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 задачах расчетно-проектировочных работ 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 прочесть постановку задачи и в соответствии с ней выбрать 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-6 | <ul style="list-style-type: none">- ИДЗ №№ 1-6- Комплекты заданий к практическим занятиям- Комплекты заданий к лабораторно-практическим занятиям №№ 1-7- Тестовые задания №№ 1-30- Вопросы к экзамену №№ 1-70 |

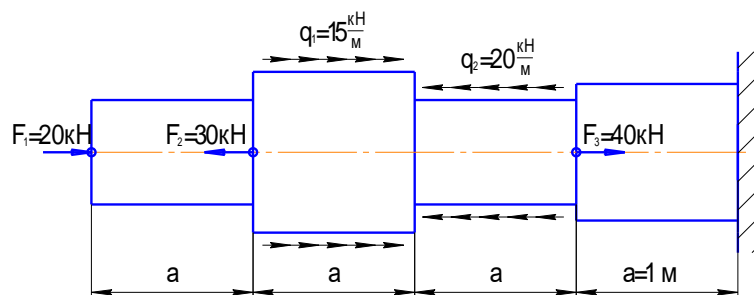
7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для практического занятия №1

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

Типовые примеры заданий

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



Критерии оценки:

1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 60-100%.

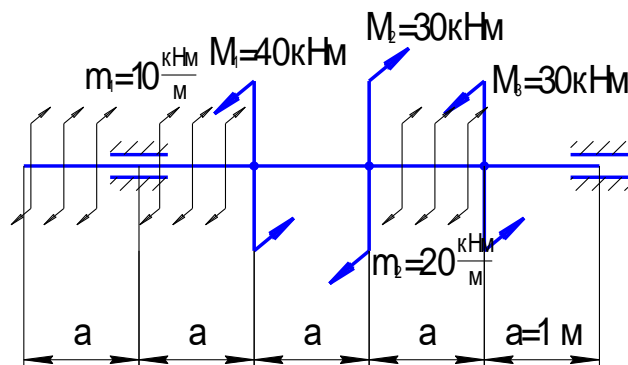
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-60%.

7.2.2. Комплект заданий для практического занятия №2

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении»

Типовые примеры заданий

Для данной расчетной схемы построить эпюру крутящего момента M_z .



Критерии оценки:

1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 60-100%.

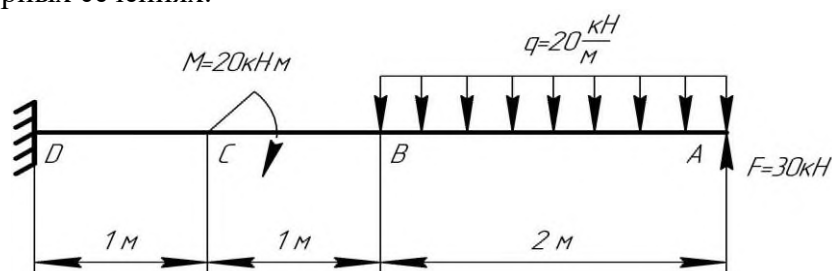
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-60%.

7.2.3. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №1

Тема: «Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента 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%.

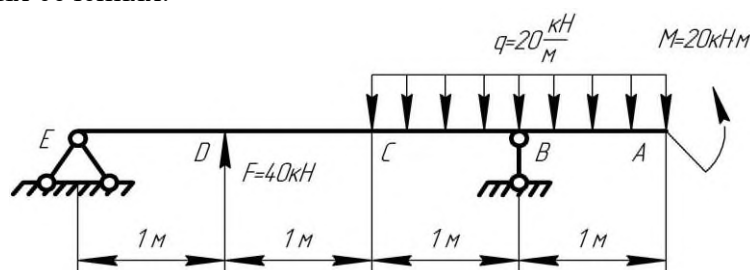
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.4. Комплект заданий для практического занятия №5

Тема: «Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента 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%.

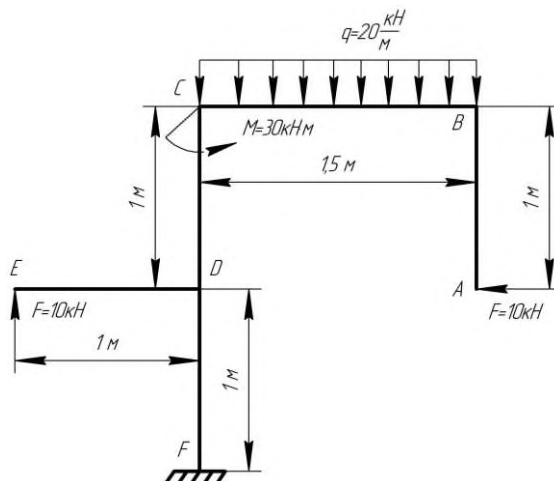
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.5. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №2

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов 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%.

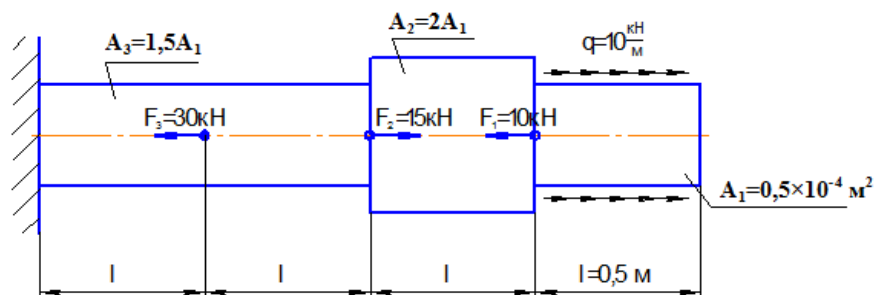
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.6. Комплект заданий для практического занятия №8

Тема: «Расчет на прочность при растяжении-сжатии»

Типовой пример задания

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



Критерии оценки:

1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 60-100%.

0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-60%.

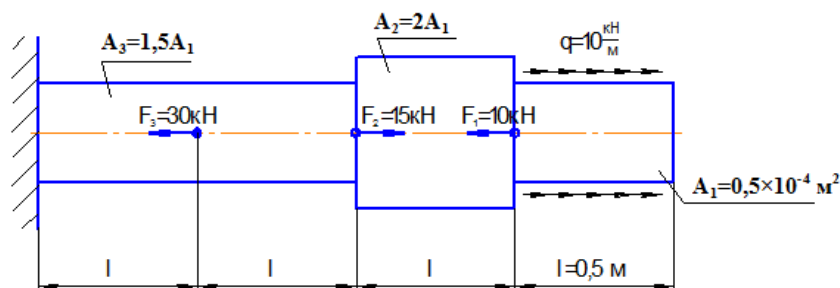
7.2.7. Комплект заданий для практического занятия №9

Тема: «Расчет на жесткость при растяжении-сжатии»

Типовой пример задания

Стержень круглого поперечного сечения нагружен осевыми силами. Произвести проверку жесткости стержня, построив эпюры N , δ .

Принять: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $[\delta] = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.



Критерии оценки:

1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 60-100%.

0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-60%.

7.2.8. 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%.

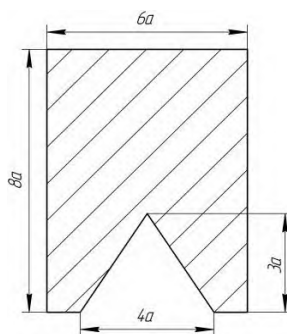
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.9. Комплект заданий для практического занятия №10

Тема: «Определение центра тяжести и главных центральных моментов инерции составного 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%.

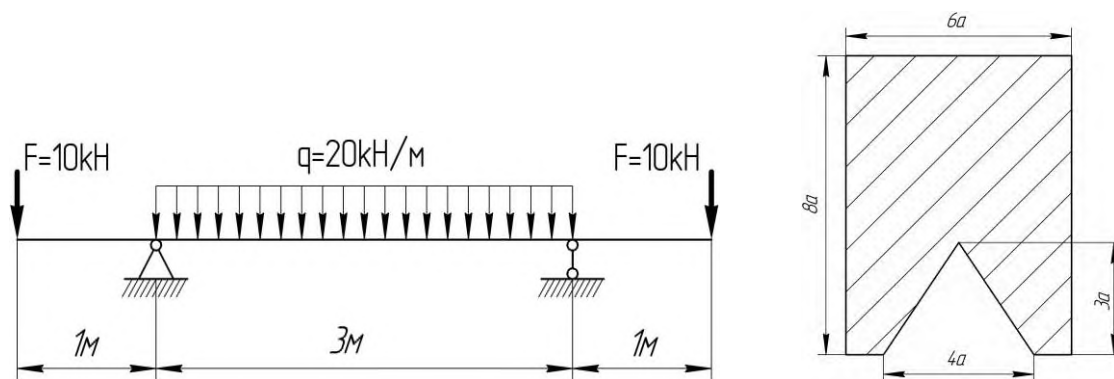
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.10. Комплект заданий для практического занятия №11

Тема: «Расчет на прочность при прямом изгибе»

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%.

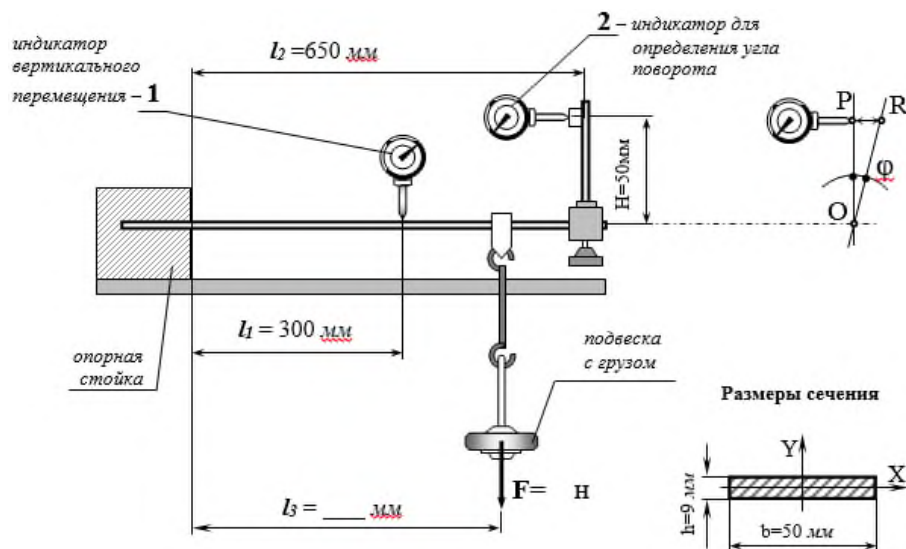
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.11. 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%.

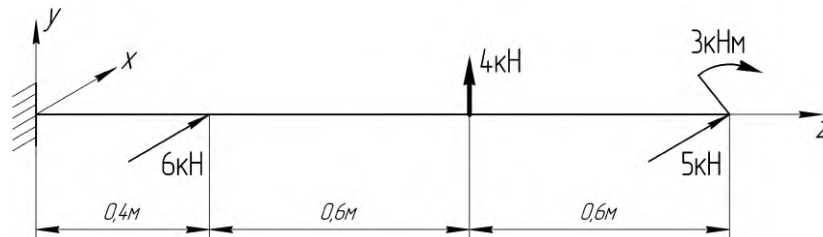
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.12. Комплект заданий для практического занятия №13

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%.

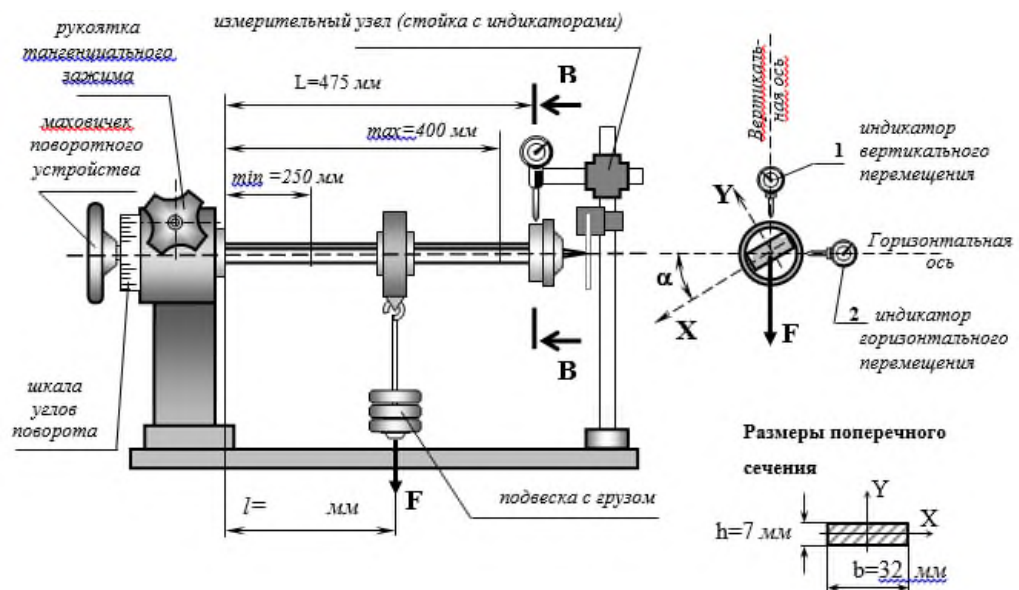
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.13. Комплект заданий для 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 $F = 10 \text{ Н}$, $\alpha = 75^\circ$, $l = 300 \text{ мм}$.



Критерии оценки:

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

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

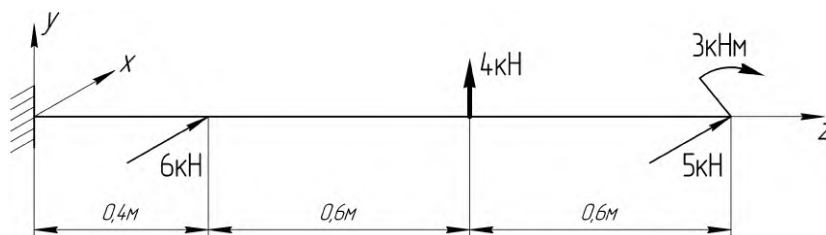
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.14. Комплект заданий для практического занятия №14

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%.

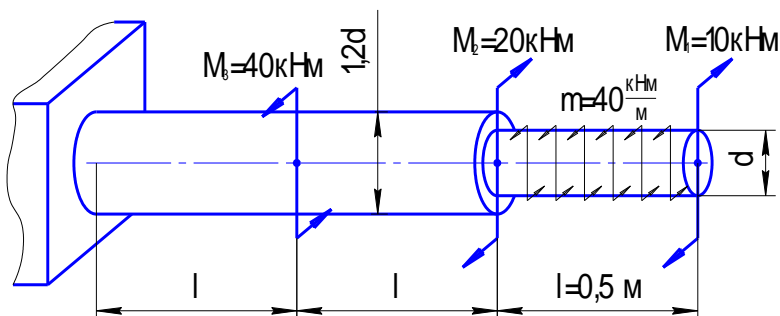
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.15. Комплект заданий для практического занятия №15

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 τ . Для полученных размеров сечения определить максимальный абсолютный угол закручивания вала, построив эпюру углов закручивания φ . 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%.

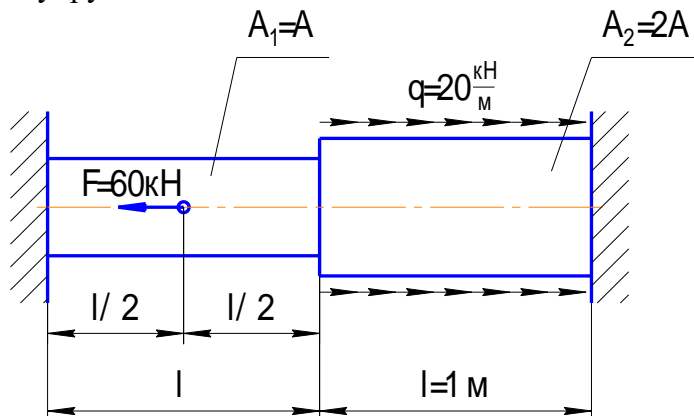
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.16. Комплект заданий для практического занятия №16

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 $E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$.



Критерии оценки:

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

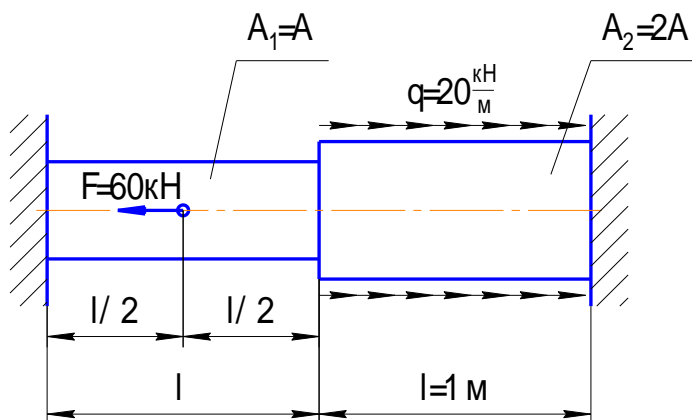
1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 40-70%.

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

7.2.17. Комплект заданий для практического занятия №17

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%.

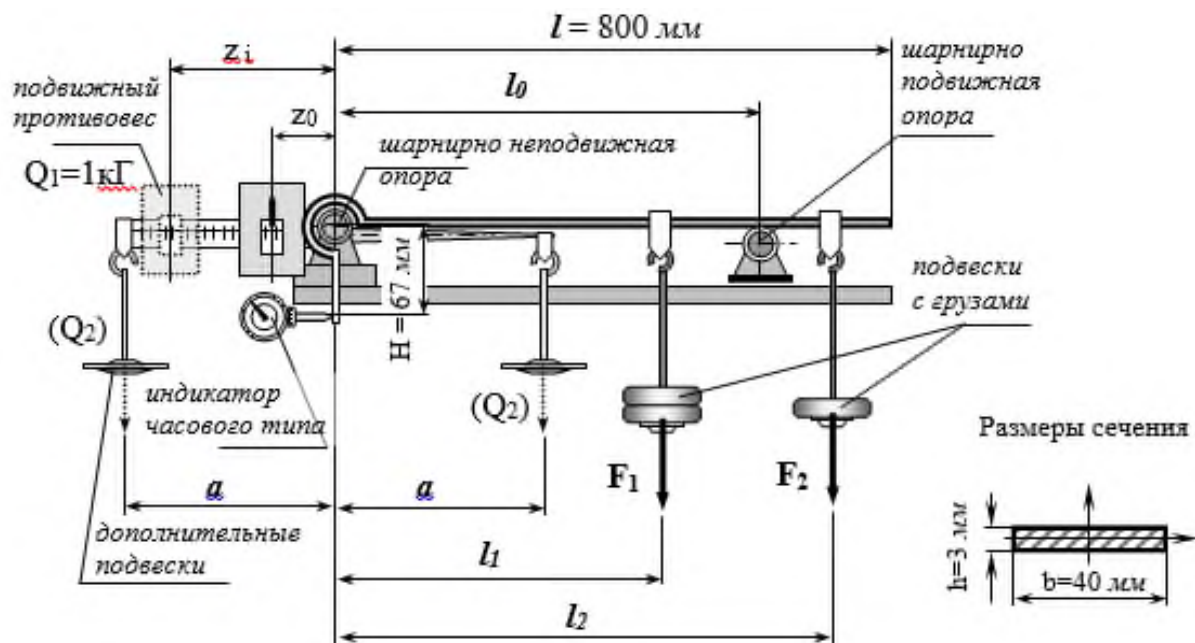
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.18. 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%.

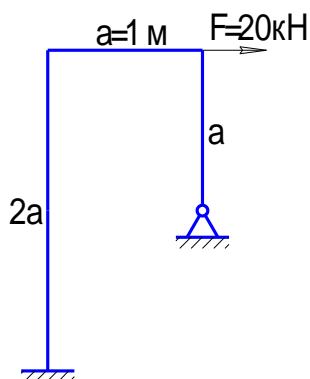
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.19. Комплект заданий для практических занятий №19 и №20

Тема: «Расчет на прочность и жесткость 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:

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%.

1 балл - если задача выполнена правильно в объеме 20-40%.

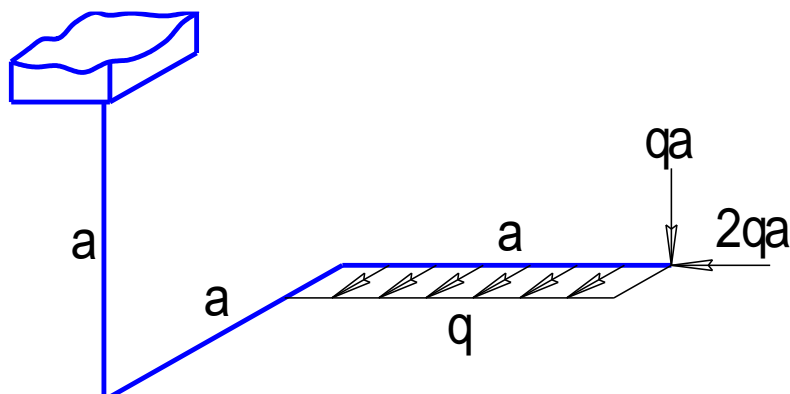
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-20%.

7.2.20. Комплект заданий для практического занятия №21

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов на пространственно-ломаном брусе»

Типовой пример задания

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

**Критерии оценки:**

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

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

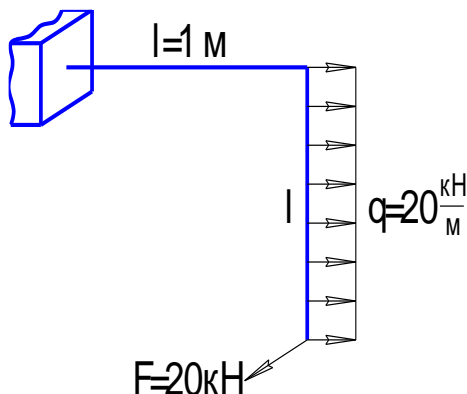
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.21. Комплект заданий для практического занятия №22

Тема: «Расчет на прочность пространственно-ломаного бруса»

Типовой пример задания

Для данной консольной рамы, изготовленной из единого прутка круглого сечения и нагруженной пространственной системой сил, подобрать из условия прочности диаметр круглого сечения. 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%.

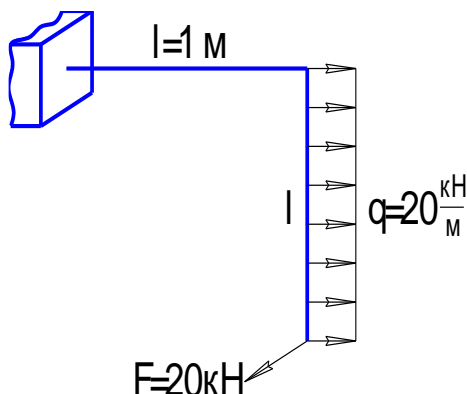
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.22. Комплект заданий для практического занятия №23

Тема: «Расчет на прочность в общем случае нагружения»

Типовой пример задания

Для данной консольной рамы, изготовленной из единого прутка прямоугольного сечения и нагруженной пространственной системой сил, подобрать из условия прочности размеры прямоугольного сечения h и b . Принять величину допускаемого напряжения $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, $h/b = 2$.



Критерии оценки:

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

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

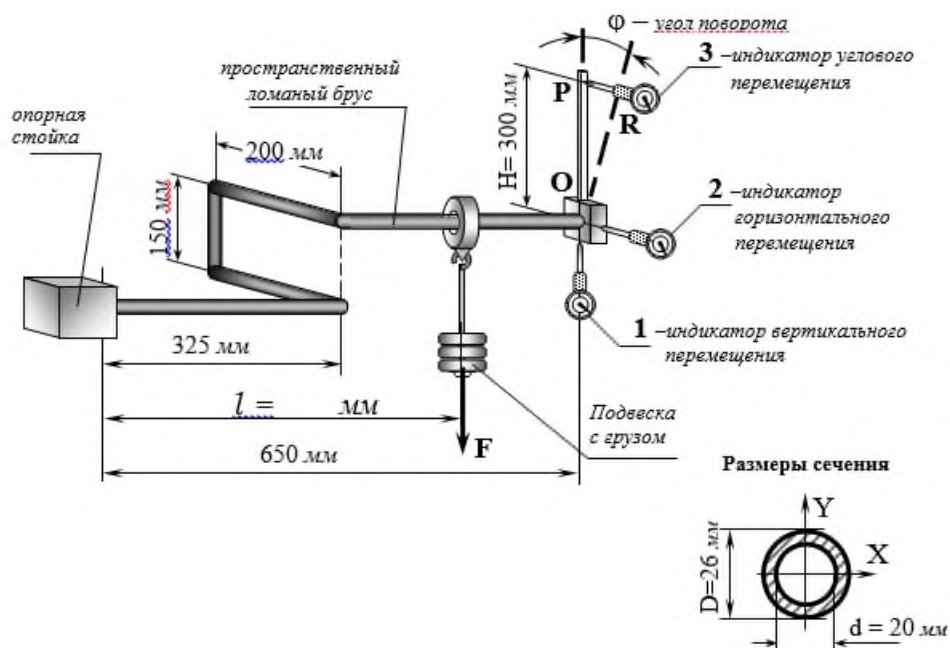
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.23. Комплект заданий для 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%.

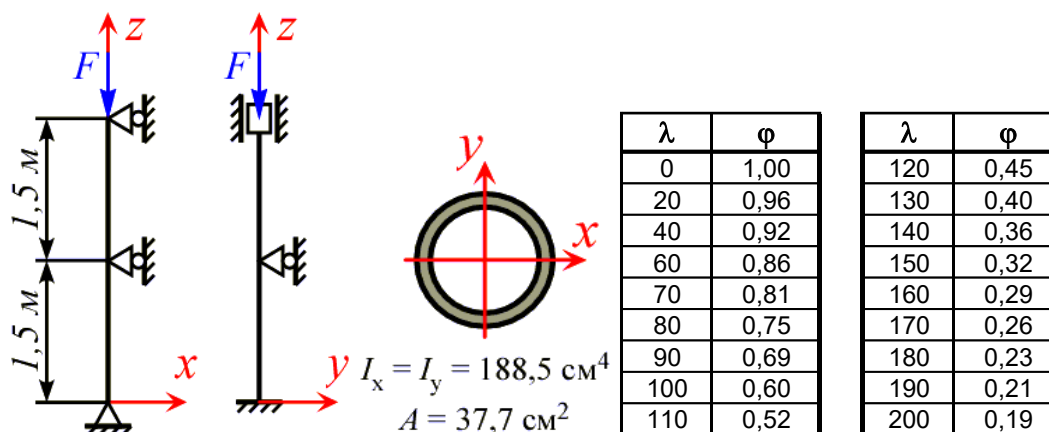
0 баллов - если работа выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.24. Комплект заданий для практического занятия №27

Тема: «Расчет сжатой стойки на устойчивость»

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 МПа , определить величину допускаемой силы с помощью коэффициента продольного изгиба.



Критерии оценки:

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

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

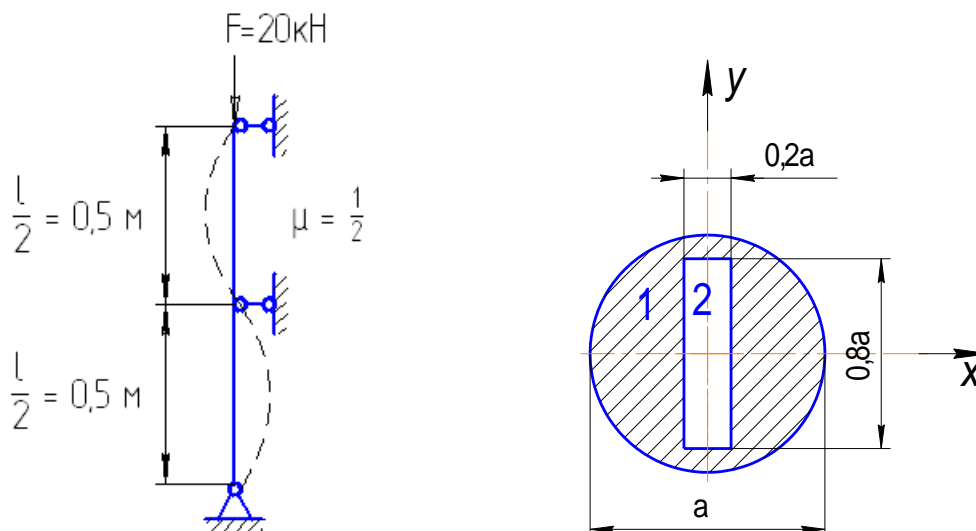
0 баллов - если задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.25. Комплект заданий для практического занятия №28

Тема: «Проектировочный расчет сжатых стоек на устойчивость»

Типовой пример задания

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



Критерии оценки:

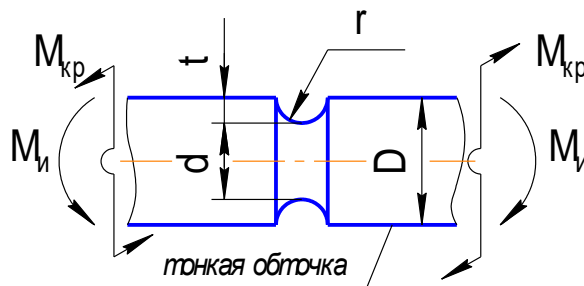
2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.

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

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

7.2.26. 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: $M_{\text{и}}^{\text{max}} = 0,8 \text{ кНм}$, $M_{\text{и}}^{\text{min}} = -0,8 \text{ кНм}$, крутящего момента – $M_{\text{кр}}^{\text{max}} = 2 \text{ кНм}$, $M_{\text{кр}}^{\text{min}} = 0$. Значения геометрических размеров вала: $D = 55 \text{ мм}$, $d = 50 \text{ мм}$, $r = 2 \text{ мм}$, $t = \frac{D-d}{2}$. Вал изготовлен из стали 40ХН с механическими характеристиками: $\sigma_{\text{в}} = 1000 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{т}} = 800 \text{ МПа}$, $\sigma_{-1} = 400 \text{ МПа}$, $\tau_{\text{т}} = 390 \text{ МПа}$, $\tau_{-1} = 240 \text{ МПа}$. Требуется определить коэффициент запаса по выносливости и по текучести и сделать выводы о наиболее вероятном механизме разрушения.

**Критерии оценки:**

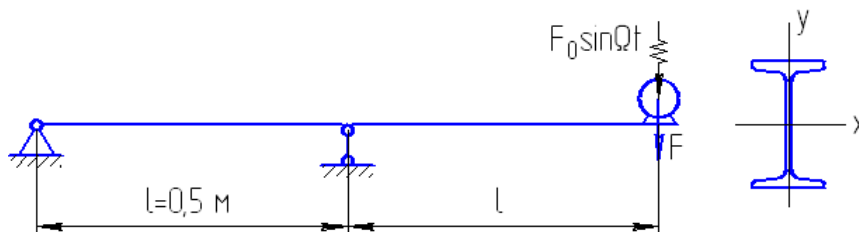
2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.

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

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

7.2.27. 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 МПа .

Критерии оценки:

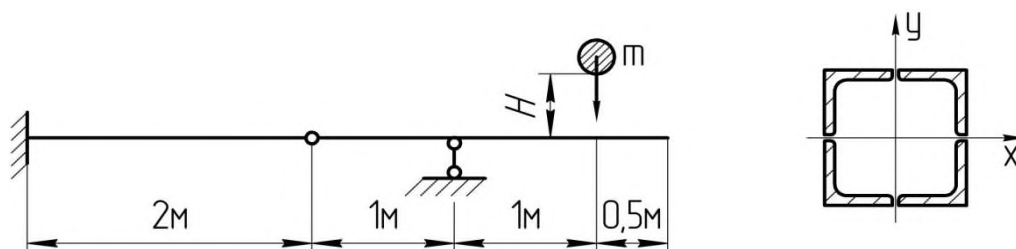
2 балла - если задача выполнена правильно в объеме 70-100%.

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 $H = 0,5$ 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 $[\sigma] = 160$ МПа, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. Проверить выполнение условия жесткости, приняв $[\delta] = 3$ 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%.

Темы письменных работ

| № п/п | Темы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ИДЗ №1. Построение эпюр внутренних силовых факторов | |
| 1.1. | Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии стержней |
| 1.2. | Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении валов |
| 1.3. | Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок |
| 1.4. | Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе рам |
| ИДЗ №2. Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии | |
| 2.1. | Расчет на прочность и жесткость ступенчатого бруса |
| ИДЗ №3. Расчет на прочность и жесткость при изгибе | |
| 3.1. | Определение геометрических характеристик сложного сечения |
| 3.2. | Расчет на прочность и жесткость балок при плоском поперечном изгибе |
| ИДЗ №4. Расчет статически неопределимых систем методом сил | |
| 4.1. | Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых рам |
| ИДЗ №5. Расчет на прочность конструкции, работающей в условиях сложного сопротивления | |
| 5.1. | Расчет на прочность статически определимой пространственной стержневой конструкции в условиях сложного сопротивления |
| ИДЗ №6. Расчеты на устойчивость, выносливость и прочность в условиях динамического воздействия нагрузки | |
| 6.1. | Расчет на устойчивость сжатых стоек |
| 6.2. | Расчет фрагмента вала под действием повторно-переменного изгиба и кручения |

7.2.29. Комплект задач для ИДЗ №1

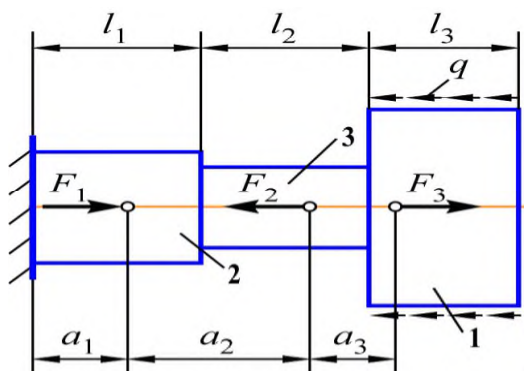
Номер варианта для всех ИДЗ представляет собой трехзначное число, которое назначается преподавателем. Каждая цифра имеет вариативность, равную 10, и определяет указанную группу данных.

Задача 1.1.

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

Типовой пример задачи

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



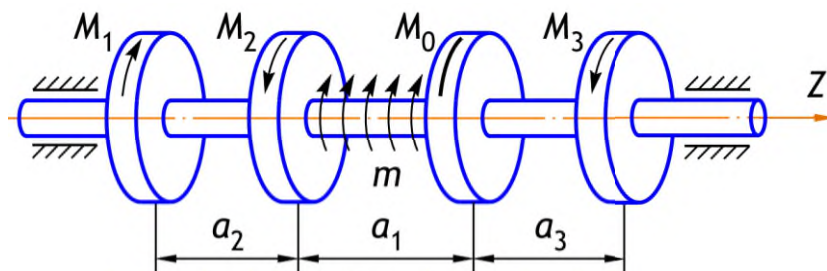
Где: $F_1=20\text{кН}$, $F_2=10\text{кН}$, $F_3=30\text{кН}$, $q=20\text{кН/м}$, $l_1=0,8\text{м}$, $l_2=1,5\text{м}$, $l_3=1,2\text{м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=1,4\text{м}$, $a_3=0,7\text{м}$.

Задача 1.2.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении валов»

Типовой пример задачи

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%.

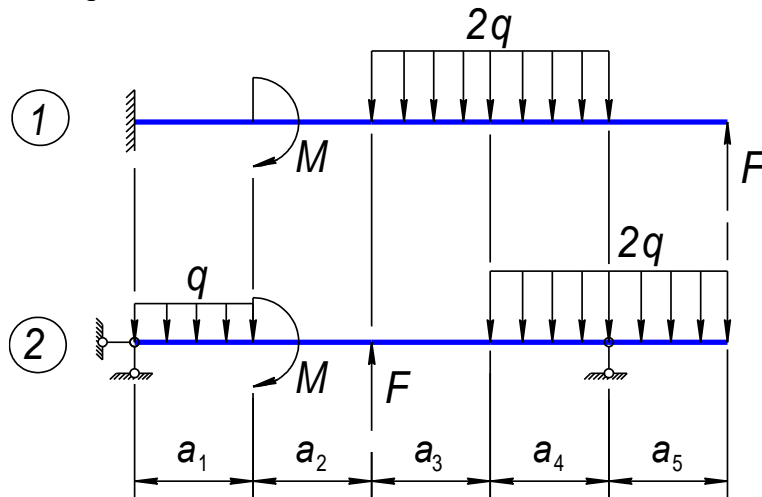
0 баллов – если задачи выполнены правильно менее чем на 40%.

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.

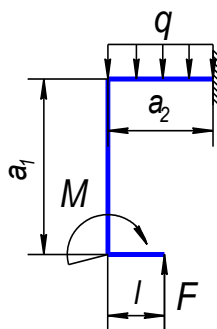


Схема 1

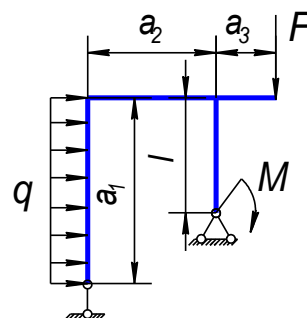


Схема 2

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

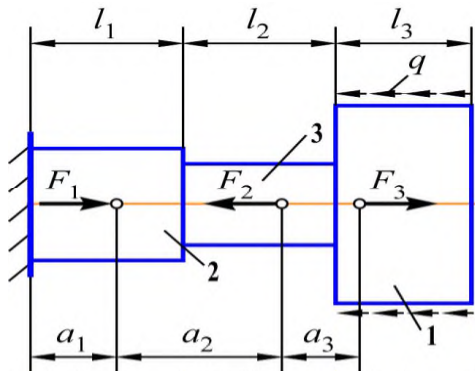
Критерии оценки:

- 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%.

7.2.30. 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.



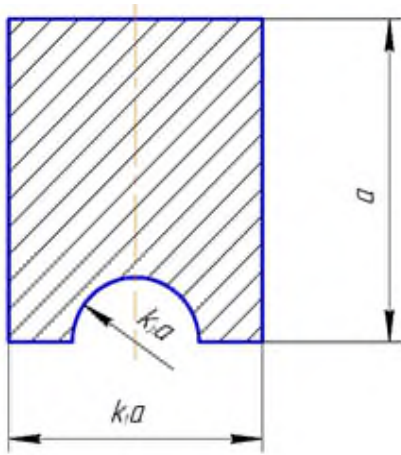
Принять: $F_1=20\text{кН}$, $F_2=10\text{кН}$, $F_3=30\text{кН}$, $q=20\text{кН/м}$, $l_1=0,8\text{м}$, $l_2=1,5\text{м}$, $l_3=1,2\text{м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=1,4\text{м}$, $a_3=0,7\text{м}$. Материал Сталь 40, $\sigma_T=340\text{МПа}$, $n_T=1,8$.

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%.

7.2.31. Комплект задач для ИДЗ №3**Задача 3.1.****Тема: «Определение геометрических характеристик 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 плоском поперечном изгибе»

Типовой пример задачи

План решения

1. Вычертить в масштабе балку на двух опорах с построенными эпюрами Q_y и M_x (взять из ИДЗ №1, задача 1.3, схема №2).

2. Для балки, изготовленной из пластичного материала, подобрать из условия прочности двутавровое, прямоугольное ($h/b = 2$) и круглое сечения, приняв $[\sigma] = 160$ 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 $\sigma_{вр}=150$ МПа, $\sigma_{вр}=640$ МПа, $n_b=2$.

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

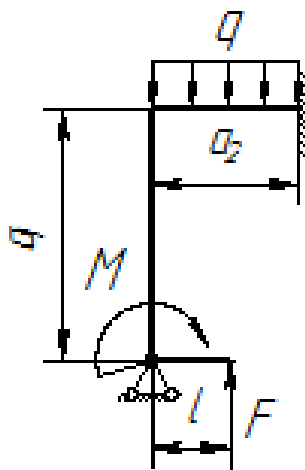
7.2.32. Комплект задач для ИДЗ №4

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: $EI_x=const$.

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



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:

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

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

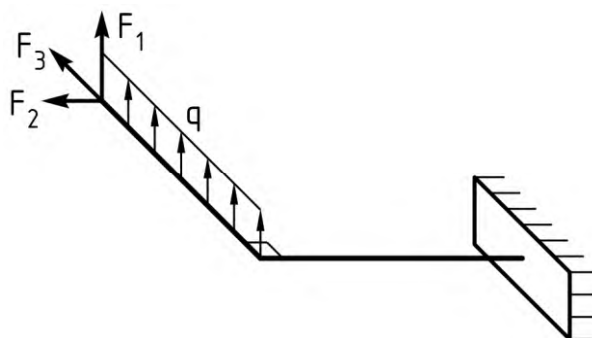
2 балла – если работа выполнена правильно в объеме 40-50%.

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

7.2.33. Комплект задач для ИДЗ №5

Тема: «Расчет на прочность при сложном 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.

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%.

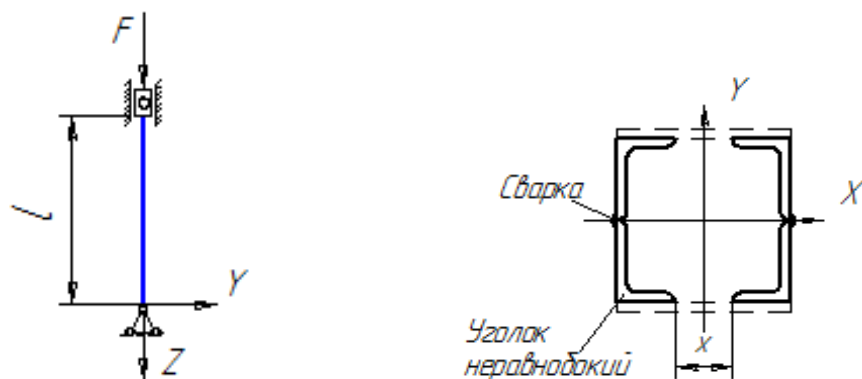
7.2.34. Комплект задач для ИДЗ №6

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: $l = 8,5$ м, уголок неравнобокий №11/7, материал Ст2, $[\sigma] = 140$ МПа, $\lambda_0 = 60$, $\lambda_{пред} = 105$, $a = 245$ МПа, $b = 0,67$ 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%.

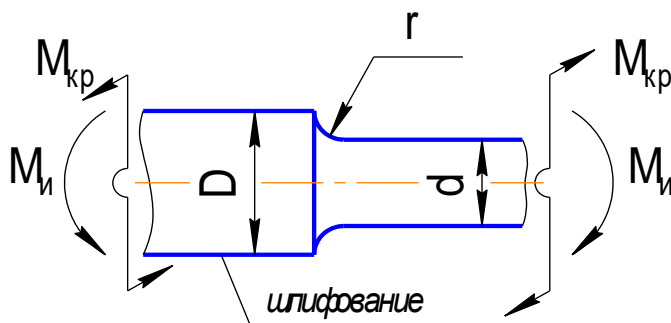
Задача 6.2.

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: $M_{\text{и}}^{\text{max}} = 0,6 \text{ кНм}$, $M_{\text{и}}^{\text{min}} = -0,6 \text{ кНм}$, крутящего момента – $M_{\text{кр}}^{\text{max}} = 3 \text{ кНм}$, $M_{\text{кр}}^{\text{min}} = 1,5 \text{ кНм}$. Вал изготовлен из стали 45 с механическими характеристиками: $\sigma_{\text{в}} = 600 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{т}} = 360 \text{ МПа}$, $\sigma_{-1} = 300 \text{ МПа}$, $\tau_{\text{т}} = 230 \text{ МПа}$, $\tau_{-1} = 180 \text{ МПа}$, – 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

| № 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 |
| 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 |

| № п/п | Вопросы к экзамену |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. |
| 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 85 и более 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 менее 55 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 | 2022 | ЭБС «Лань» |

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 |
|----------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 2 | Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев | Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов заоч. формы обучения. В 2 ч. Ч. 1 | Практикум | 2016 | Репозиторий ТГУ |
| 3 | 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 |
| 4 | Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев | Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов очной формы обучения. В 2 ч. Ч. 1 | Практикум | 2017 | Репозиторий ТГУ |
| 5 | В. Г. Жуков | Механика [Электронный ресурс] : сопротивление материалов : учеб. пособие | Учебное пособие | 2022 | 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 как учебного предмета;
- описание современных методов конструирования и расчета изделий на прочность и долговечность;
- статистические методы обработки результатов механических испытаний;
- описание современных программных комплексов CAD/FEA;
- различные 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 Здесь можно бесплатно скачать программу для расчета балок, работающих на изгиб.

- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

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 Standard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно |

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 проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-326) | Столы ученические (моноблоки) двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), экран навесной, стационарный проектор, процессор, мышь компьютерная, пульт для проектора, ноутбук, система гибридного обучения с интеграцией в существующую систему управления обучением для мобильного рабочего места, система гибридного обучения с интеграцией в существующую систему управления обучением для учебной аудитории |
| 2 | 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-505) | Стол преподавательский, столы ученические двухместные (моноблок), стулья, доска аудиторная (меловая), кафедра |
| 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) | Столы ученические (моноблок двухместный), столы преподавательские, стулья преподавательские, доска аудиторная, меловая, шкаф для учебных пособий, лабораторная установка, вытяжная вентиляция, приточная вентиляция |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401) | Столы, стулья, компьютеры |