МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет Строительства и экологии

Кафедра Строительства

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по Основам механики и прочности материалов

наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности) – 20.03.01 –Техносферная безопасность

код и наименование направления подготовки (специальности)

Профили: - защита в чрезвычайных ситуациях,

- безопасность технологических процессов,

- защита окружающей среды

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) – 2з.е (72ч.)

Форма контроля текущей успеваемости в 6 семестре – контрольная работа

Форма промежуточного контроля в 6 семестре - зачет

**Краткое содержание курса**

Перечень изучаемых тем, разделов дисциплины (модуля)

1. Аксиомы статики, момент силы, пары сил.
2. Равновесие системы сходящихся сил.
3. Плоская система сил, условия равновесия.
4. Пространственная система сил, главный вектор, главный момент
5. Движение материальной точки, скорости, ускорения.
6. Поступательное и вращательное движения твердого тела.

7. Гипотезы прочности, метод сечений, внутренние силы, напряжения,

8. Растяжение и сжатие стержней, расчеты на прочность и жесткость

9. Геометрические характеристики плоских сечений

10. Теория напряженного состояния

11. Чистый сдвиг, расчет на прочность

12. Кручение стержней, расчет на прочность

13.Изгиб, определение внутренних сил, напряжений, расчет на прочность балок и рам.

14. Перемещения при изгибе, расчет на жесткость

**Форма текущего контроля**

1. **Контрольная работа**

Задание на выполнение контрольной работы

Основы механики и прочности материалов – наука о законах равновесия и движения тел, прочности, жесткости и устойчивости деталей машин и элементов конструкций. В инженерной работе специалисту необходимо уметь проводить расчеты деталей машин, элементов конструкций на прочность. Неправильный расчет деталей может привести к разрушению. Поэтому студент при изучении курса должен научиться выполнять расчеты деталей машин и элементов конструкций на прочность при любых видах деформаций.

Контрольная работа включает ряд задач по разделам курса. Для выполнения контрольной работы следует изучить следующие темы:

1. Растяжение и сжатие стержней.
2. Геометрические характеристики плоских сечений.
3. Теория напряженного состояния в точке.
4. Сдвиг и кручение.
5. Изгиб

Для выбора своего варианта решения задач контрольной работы следует из таблиц и схем выбрать данные в соответствии со своим личным номером зачетной книжки (шифром) и первыми шестью буквами русского алфавита, которые следует расположить под шифром, например:

шифр – 1 2 3 4 5 6

буквы – а б в г д е

Данные своего варианта студент выбирает на пересечении горизонтальных строк и вертикальных столбцов.

Контрольная работа выполняется в тетради, на титульном листе которой указывается: фамилия, имя, отчество студента, номер зачетной книжки, специальность, группа, название дисциплины.

Перед решением задач записывается полностью условие и данные своего варианта. Чертежи и записи выполняются аккуратно. Решение задач сопровождается текстовыми пояснениями. Расчеты выполняются в соответствии с формулами с указанием размерности величин.

Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не зачитываются.

**Задача № 1**

1. Построить эпюры продольных сил *N*, напряжений *σ* и перемещений для стержня ступенчатого сечения, испытывающего деформации растяжения, сжатия (рис. 1).
2. Проверить прочность стержня по опасным сечениям, используя метод допускаемых напряжений. Модуль упругости материала *Е* = 2·105 МПа = 2·104 кН/см2; допускаемое напряжение [*σ*] = 160 МПа = 16 кН/см2.

Остальные исходные данные взять в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | | *а*,  м | *в*,  м | *с*,  м | *А*1,  см2 | *А*2,  см2 | *А*3,  см2 | *F*,  кН |
| строки | схемы |
| 1 | 1 | 1 | 1,2 | 0,7 | 2 | 5 | 8 | 10 |
| 2 | 2 | 0,8 | 1,3 | 0,6 | 3 | 6 | 9 | 11 |
| 3 | 3 | 0,6 | 1,4 | 0,8 | 4 | 7 | 10 | 12 |
| 4 | 4 | 0,5 | 1,5 | 0,9 | 3 | 8 | 11 | 8 |
| 5 | 5 | 0,4 | 1,6 | 1,0 | 2 | 9 | 12 | 7 |
| 6 | 6 | 0,6 | 1,5 | 0,8 | 4 | 8 | 11 | 9 |
| 7 | 7 | 0,7 | 1,4 | 0,5 | 3 | 7 | 10 | 6 |
| 8 | 8 | 0,9 | 1,3 | 0,4 | 2 | 6 | 9 | 11 |
| 9 | 9 | 0,8 | 1,2 | 0,6 | 4 | 5 | 8 | 12 |
| 0 | 10 | 0,4 | 1,1 | 0,9 | 3 | 9 | 12 | 10 |
|  | е | д | г | д | е | г | д | в |

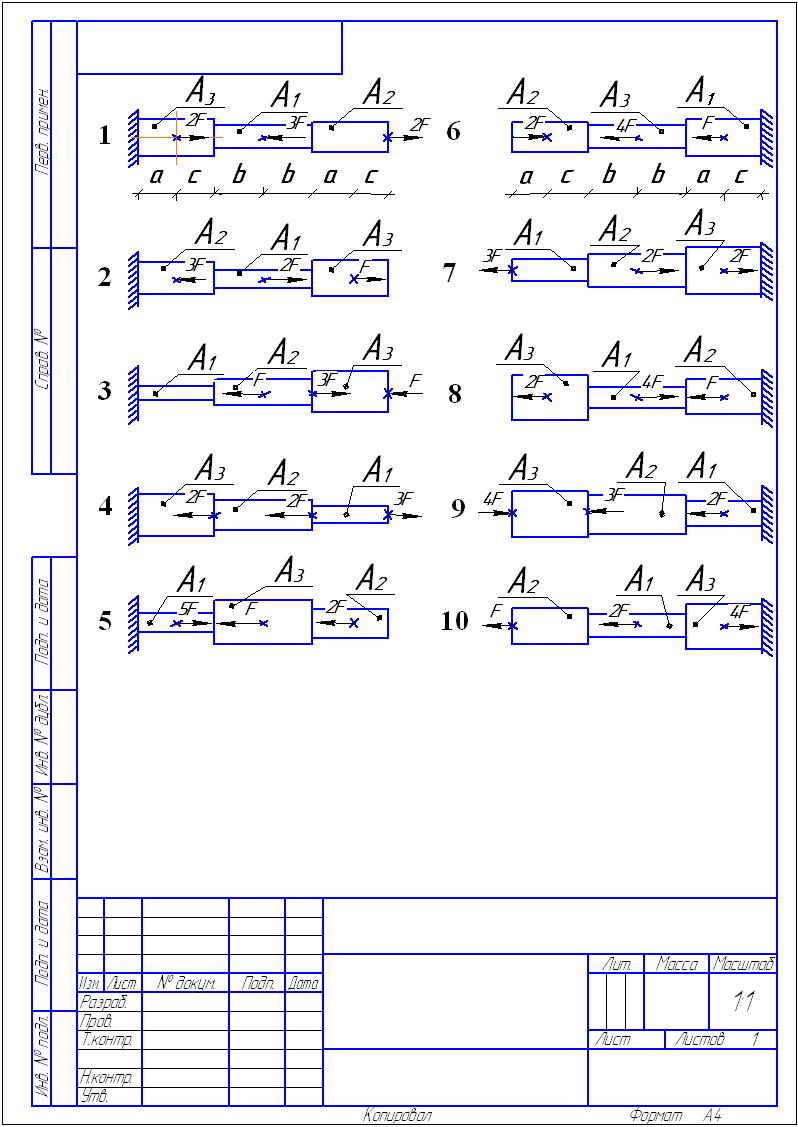


Рисунок 1

**Задача № 2**

1. Определить координаты центра тяжести сечения.
2. Определить моменты инерции сечения относительно центральных осей координат.
3. Построить сечение в масштабе с указанием положения центра тяжести. Данные взять из таблицы 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | | Двутавр | Швеллер | Равнобокий уголок |
| строки | схемы |
| 1 | 1 | 14 | 10 | 70×70×6 |
| 2 | 2 | 16 | 12 | 75×75×8 |
| 3 | 3 | 18 | 14 | 80×80×6 |
| 4 | 4 | 18а | 16 | 90×90×8 |
| 5 | 5 | 20 | 18 | 100×100×8 |
| 6 | 1 | 20а | 20 | 100×100×10 |
| 7 | 2 | 22 | 22 | 100×100×12 |
| 8 | 3 | 22а | 24 | 110×110×8 |
| 9 | 4 | 24 | 27 | 125×125×10 |
| 0 | 5 | 27 | 30 | 125×125×12 |
|  | е | г | д | е |

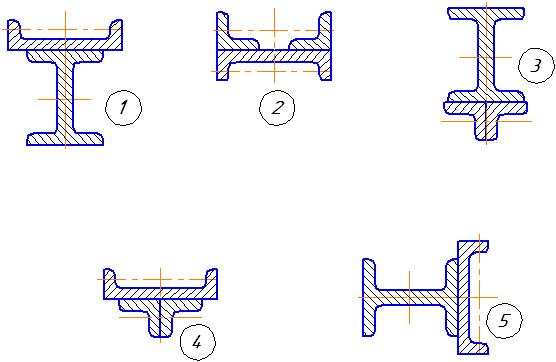


Рисунок 2

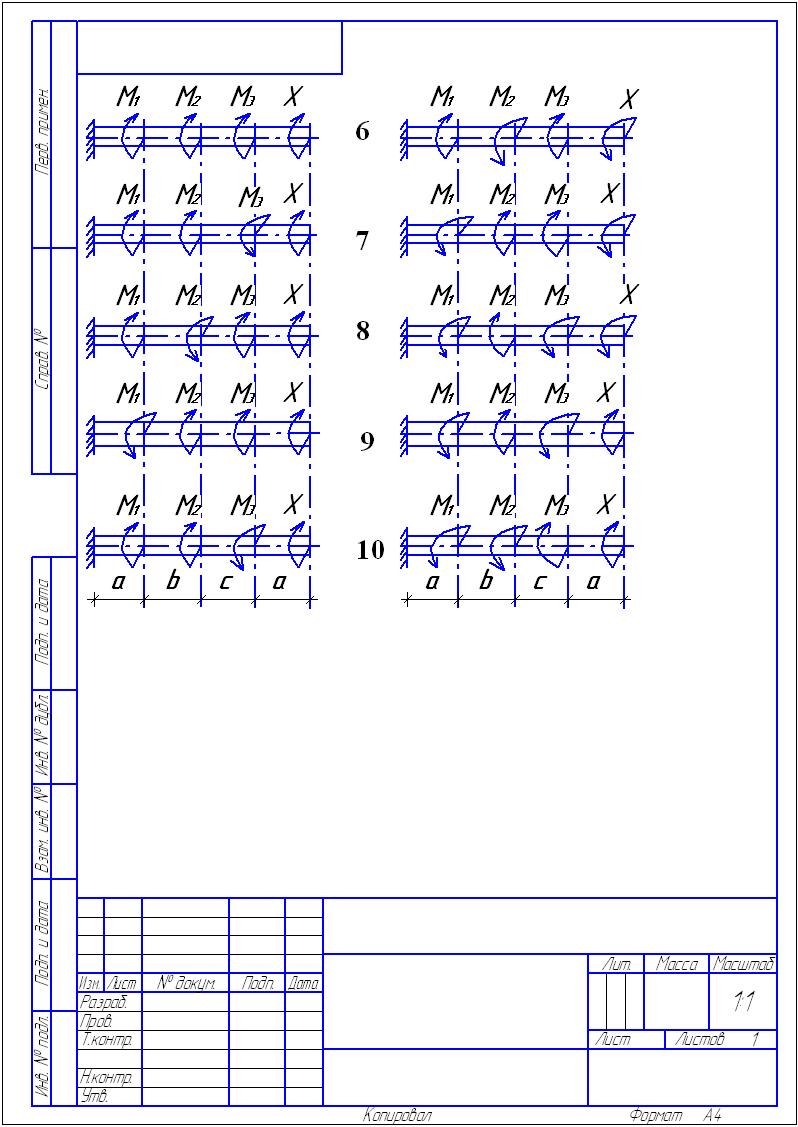
**Задача № 3**

К стальному валу приложены три известных момента: *М*1, *М*2, *М*3. Требуется:

1. Установить, при каком значении момента *Х* угол поворота правог8о концевого сечения вала равен нулю.
2. Для найденного значения *Х* построить эпюру крутящих моментов.
3. При заданном значении [*τ*] определить диаметр вала из расчета на прочность.
4. Построить эпюру углов закручивания.
5. Найти относительный угол закручивания (на 1 пог. м), *G* = 0,8·104 кН/см2. Данные взять из таблицы 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | | *а*,  м | *b*,  м | *с*,  м | *М*1,  кН·м | *М*2,  кН·м | *М*3,  кН·м | [*τ*],  кН/см2 |
| строки | схемы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 3,5 |
| 2 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 4 |
| 3 | 3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 4,5 |
| 4 | 4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 5 |
| 5 | 5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 5,5 |
| 6 | 6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 6 |
| 7 | 7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 6,5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 8 | 8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 7 |
| 9 | 9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 7,5 |
| 0 | 10 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 8 |
|  | е | г | д | е | г | д | е | в |



**5**

**4**

**2**

**1**

**3**

Рисунок 3

**Задача № 4**

Для двух схем балок требуется:

1. Определить в характерных сечениях балок значения поперечных сил *Q*У и изгибающих моментов *М*Х, построить эпюры.
2. По опасному сечению подобрать поперечные сечения балок:

а) для схемы I – прямоугольное *h*×*b* (*h*:*b* = 1,5) при допускаемом напряжении [*σ*] = 16 МПа = 1,6 кН/см2 (клееная древесина);

б) для схемы II – двутавровое (ГОСТ 8239-72) при допускаемом напряжении [*σ*] = 160 МПа = 16 кН/см2 (сталь).

Исходные данные взять из таблицы 4.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | | | *с/а* | *F/qa* | *M/qa*2 | *a*,  м | *q*,  кН/м |
| строки | схемы I | схемы II |
| 1 | 1 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 6 |
| 2 | 2 | 4 | 1,4 | 0,5 | 0,4 | 1,0 | 8 |
| 3 | 3 | 3 | 1,6 | 0,8 | 0,6 | 1,5 | 10 |
| 4 | 4 | 2 | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 2,0 | 12 |
| 5 | 5 | 1 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 14 |
| 6 | 1 | 5 | 1,2 | 1,6 | 0,2 | 1,5 | 16 |
| 7 | 2 | 4 | 1,4 | 1,0 | 0,4 | 2,0 | 12 |
| 8 | 3 | 3 | 1,6 | 1,8 | 0,6 | 1,0 | 10 |
| 9 | 4 | 2 | 1,8 | 2,4 | 0,8 | 2,5 | 8 |
| 0 | 5 | 1 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 6 |
|  | е | е | в | г | д | е | г |

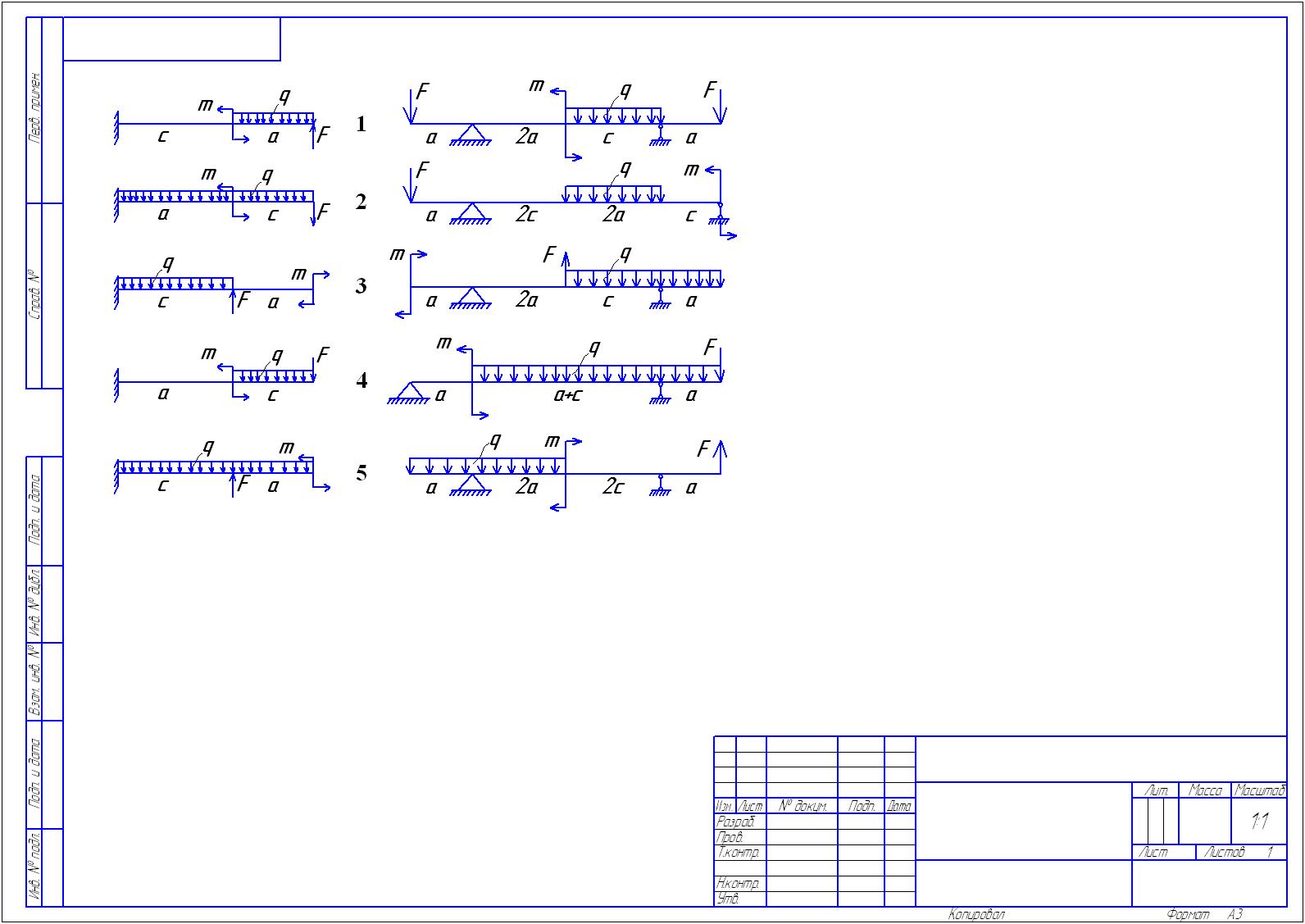


Рисунок 4

**Форма промежуточного контроля**

Зачет по всему курсу. Экзаменационный билет включает 1 теоретический вопрос и задачу.

**Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Аксиомы статики. Система сходящихся сил.
2. Равновесие плоской системы сил, главный вектор, главный момент.
3. Пространственная система сил, условия равновесия.
4. Способы задания движения материальной точки, скорости, ускорения.
5. Поступательное движение твердого тела.
6. Вращательное движение твердого тела. 7.Метод сечений, внутренние силы, понятие напряжений.

8. Основные допущения и гипотезы прочности материалов.

9. Определение продольных сил и напряжений при растяжении и сжатии, расчет на прочность.

10. Продольные и поперечные деформации при растяжении и сжатии, закон Гука.

11. Диаграммы растяжения материалов, механические характеристики.

1. Диаграммы сжатия материалов, механические характеристики

13Статические моменты сечений, определение координат центра тяжести

14.Моменты инерции сечений, их свойства

15.Изменение моментов инерции сечений относительно параллельных осей координат.

16.Главные оси и главные моменты инерции сечений

1. Напряженное состояние в точке, виды напряженного состояния
2. Плоское напряженное состояние, закон парности касательных напряжений
3. Главные площадки и главные напряжения при плоском напряженном состоянии
4. Сдвиг, определение поперечных сил и напряжений
5. Определение деформаций при сдвиге, закон Гука при сдвиге
6. Расчет на прочность при сдвиге болтовых, заклепочных, сварных соединений
7. Определение крутящих моментов при кручении валов, правило знаков
8. Определение касательных напряжений при кручении, расчет валов на прочность
9. Определение углов закручивания валов, расчет на жесткость.
10. Изгиб, определение внутренних сил, правило знаков
11. Определение нормальных напряжений при изгибе, расчет на прочность
12. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки, определение перемещений при изгибе
13. Интеграл Мора и формула Симпсона для определения перемещений в балках. Введение единичной нагрузки

**Учебно-методическое и информационное обеспечение**

**дисциплины**

**Основная литература**

1. Александров А.В. Сопротивление материалов. Учебник / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин. – М.: Высш. шк., 2019. – 560 с.

2. Теоретическая механика: учебник / Н.Г. Васько и др. – Ростов н/Д:

Феникс, 2015.- 302с.

3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. Учебник / В.И. Феодосьев. – М.: МГТУ им Баумана, 2017. – 478 с.

4. Сопротивление материалов Пособие к решению задач / Под ред. И.Н. Миролюбова. – М.: Высш. шк., 2014. – 512 с.

5. Агапов В.П. Сопротивление материалов. Учебник / В.П. Агапов. – М.: МГСУ, 2014 – 336 с.

**Дополнительная литература**

1. Бать М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учеб.

пособие. В 2-х т. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – М.: Наука

2017. – 670 с.

2. Костенко Н.А., Балясникова С.В. Сопротивление материалов. Учебное пособие / Под ред. Н.А. Костенко. – М.: Высш. шк., 2007. – 488 с.

3. Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах: учеб. пособие / Н.М. Атаров. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 407 с.

**Собственные учебные пособия**

1. Герасимов В.М. Сопротивление материалов: справочник / В.М. Герасимов. – Чита: ЗабГУ, 2016. – 155с.

Преподаватель В.М. Герасимов