

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

Б1.О.15.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Сопротивление материалов 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

08.03.01 Строительство

направленность (профиль)

Теплогазоснабжение и вентиляция

Форма обучения: очная

Год набора: 2017

Общая трудоемкость: 3 ЗЕТ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>Форма контроля<br>Вид занятий | 4            | Итого        |
|--|--------------|--------------|
|  | РГР, экзамен |              |
| Лекции                                   | 16           | <b>16</b>    |
| Лабораторные                             | 4            | <b>4</b>     |
| Практические                             | 30           | <b>30</b>    |
| Руководство: РГР                         | 1            | <b>1</b>     |
| Промежуточная аттестация                 | 0,35         | <b>0,35</b>  |
| Контактная работа                        | 51,35        | <b>51,35</b> |
| Самостоятельная работа                   | 21           | <b>21</b>    |
| Контроль                                 | 35,65        | <b>35,65</b> |
| <b>Итого</b>                             | <b>108</b>   | <b>108</b>   |

Рабочую программу составил(и):

доцент, кандидат физ.-мат. наук, Гордиенко Е.П.

*(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

08.03.01 Строительство

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2021 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

М.Н. Кучеренко

*(И.О. Фамилия)*

---

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Нанотехнологии, материаловедение и механика»

---

(протокол заседания № 6 от « 29 » \_\_\_\_\_ 01 \_\_\_\_\_ 2016 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

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: высшая математика, физика, теоретическая механика.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: строительные материалы, механика грунтов.

### 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)   | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)  | Планируемые результаты обучения   |
|--|--|---|
| ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата | ОПК-1.7. Решение уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов линейной алгебры и математического анализа | Знать: основные методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость.  |
|  |  | Уметь: производить анализ расчетных схем, идентифицировать виды деформации, применять методы расчета в соответствии с поставленной задачей, анализировать полученный результат и делать выводы о работоспособности конструкции. |
|  |  | Владеть: методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость типовых расчетных схем.  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|--------------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 7           | Лек 9                    | Метод сил применительно к трем видам деформации.   | 4       | 2         | -     | -              | Вопросы к экзамену 1-6   |
| Модуль 7           | Пр 13                    | Решение задач по теме "Расчет статически неопределимых систем при растяжении - сжатии"                             | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 13   |
| Модуль 7           | Пр 14                    | Решение задач по теме «Расчет статически неопределимых систем при растяжении – сжатии»                             | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 14   |
| Модуль 7           | РГР 4.1                  | Самостоятельное решение задач по теме: «Расчет на прочность статически неопределимых систем при растяжении-сжатии» | 4       | 3         | 10    | -              | Комплект задач для РГР 4.1   |
| Модуль 7           | Лек 10                   | Учет симметрии при раскрытии статической неопределимости.  | 4       | 2         | -     | -              | Вопросы к экзамену 1-6   |
| Модуль 7           | Пр 15                    | Решение задач по теме «Расчет статически неопределимых балок при изгибе»   | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 15   |
| Модуль 7           | Лаб 6                    | Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки.                                       | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Лаб 6   |
| Модуль 7           | Пр 16                    | Решение задач по теме: «Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы»                             | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 16   |
| Модуль 7           | РГР 4.2                  | Самостоятельное решение задач по теме: «Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы»             | 4       | 5         | 16    | -              | Комплект задач для РГР 4.2   |
| Модуль 8           | Лек 11                   | Напряженное и деформированное состояние в точке. Теории прочности. Общий случай нагружения.                        | 4       | 2         | -     | -              | Вопросы к экзамену 7-18  |

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 8           | Пр 17                    | Решение задач на тему «Расчет на прочность в условиях сложного сопротивления»                       | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 17   |
| Модуль 8           | Пр 18                    | Решение задач на тему «Расчет на прочность в условиях сложного сопротивления»                       | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 18   |
| Модуль 8           | РГР 5                    | Самостоятельное решение задач по теме «Расчет на прочность пространственно ломаного бруса»          | 4       | 4         | 14    | -              | Комплект задач для РГР 5   |
| Модуль 8           | Лек 12                   | Определение перемещений на пространственной раме. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.     | 4       | 2         | -     | -              | Вопросы к экзамену 19-21   |
| Модуль 8           | Лаб 7                    | Определение перемещений свободного конца ломаного бруса.  | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Лаб 7   |
| Модуль 9           | Лек 13                   | Расчет на устойчивость за пределами пропорциональности и с помощью коэффициента продольного изгиба. | 4       | 2         | -     | -              | Вопросы к экзамену 22-26   |
| Модуль 9           | Пр 19                    | Решение задач на тему «Определение критических параметров сжатого стержня при потере устойчивости»  | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 19   |
| Модуль 9           | Пр 20                    | Решение задач по теме: «Расчет сжатых стоек на устойчивость по грузоподъемности»                    | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 20   |
| Модуль 9           | РГР 6.1                  | Самостоятельное решение задач по теме: «Расчет сжатой стойки на устойчивость»                       | 4       | 3         | 10    | -              | Комплект задач для РГР 6.1   |
| Модуль 9           | Пр 21                    | Решение задач по теме: «Проектировочный расчет на устойчивость»                                     | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 21   |
| Модуль 10          | Лек 14                   | Расчет на выносливость при одноосном и двухосном напряженном состоянии.                             | 4       | 2         | -     | -              | Вопросы к экзамену 27-35   |
| Модуль 10          | Пр 22                    | Решение задач по теме «Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках»                       | 4       | 2         | 2     | -              | Комплект заданий для Пр 22   |

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем, ч.  | Баллы          | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|------------|----------------|----------------|--|
| Модуль 10          | РГР 6.2                  | Самостоятельное решение задач по теме»<br>Расчет на прочность вала при повторно-<br>переменных нагрузках» | 4       | 3          | 10             | -              | Комплект задач для<br>РГР 6.2  |
| Модуль 11          | Лек 15                   | Колебания механических систем с одной<br>степенью свободы.  | 4       | 2          | -              | -              | Вопросы к экзамену<br>36-41  |
| Модуль 11          | Пр 23                    | Решение задач по теме «Расчет на прочность<br>подмоторных балок»  | 4       | 2          | 2              | -              | Комплект заданий<br>для Пр 23  |
| Модуль 11          | Лек 16                   | Расчет на прочность и жесткость при ударе   | 4       | 2          | -              | -              | Вопросы к экз. 42-52   |
| Модуль 11          | Пр 24                    | Решение задач по теме «Расчет упругих систем<br>в условиях ударного воздействия»                          | 4       | 2          | 2              | -              | Комплект заданий<br>для Пр 24  |
| Модуль 11          | РГР 6.3                  | Самостоятельное решение задач по теме:<br>«Расчет на прочность и жесткость балки при<br>поперечном ударе» | 4       | 3          | 10             | -              | Комплект задач для<br>РГР 6.3  |
| Модуль 11          | Пр 25                    | Решение задач по теме «Расчет упругих систем<br>в условиях ударного воздействия»                          | 4       | 2          | 2              | -              | Комплект заданий<br>для Пр 25  |
| Модуль 11          | Лек 17                   | Обобщение материала по дисциплине   | 4       | 2          | -              | -              | Вопросы к экз. 1-52  |
| Модули 7-<br>11    | РГР                      | Руководство РГР   | 4       | 1          | -              | -              |  |
| Модули 7-<br>11    | Ср                       | Подготовка к итоговому тестированию<br>(контроль)   | 4       | 33,65      | -              | -              | Вопросы к экзамену<br>1-52   |
| Модули 7-<br>11    | ТИ                       | Тест итоговый   | 4       | 2          | 100            | -              | Тестовые задания в<br>базе ЦТ  |
| Модули 7-<br>11    | ПА                       | Промежуточная аттестация: экзамен   | 3       | 0,35       | -              | -              | Итоговый рейтинг   |
| <b>Итого:</b>      |                          |   |         | <b>108</b> | <b>100+100</b> |                |  |

**Схема расчета итогового балла:** Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2 + ББ (если ББ предусмотрены)

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Сопротивление материалов 2» 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 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<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного средства  |
|---------|--|--|
| 4       | ОПК-1  | Тестовые задания №№ 1-30<br>Комплекты заданий к РГР №№ 4-6<br>Вопросы к экзамену №№ 1-52<br>Комплекты заданий к лабораторно-<br>практическим занятиям №№ 6-7 |

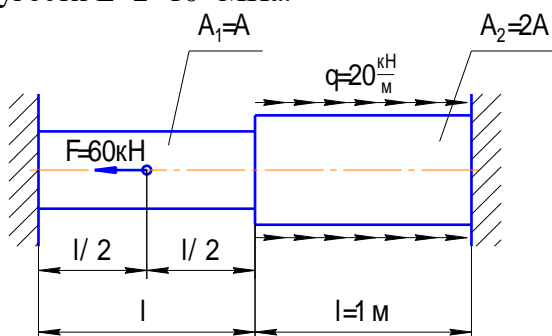
### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

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

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  $[\sigma]=160$  МПа, модуль упругости  $E=2 \times 10^5$  МПа.



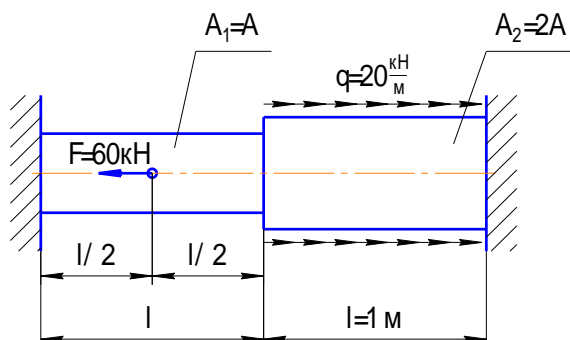
##### Критерии оценки:

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

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

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

##### 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:

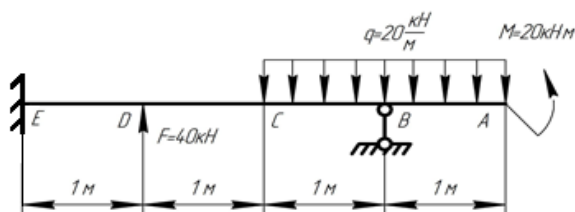
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

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

#### Тема: «Расчет статически неопределимых систем 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:

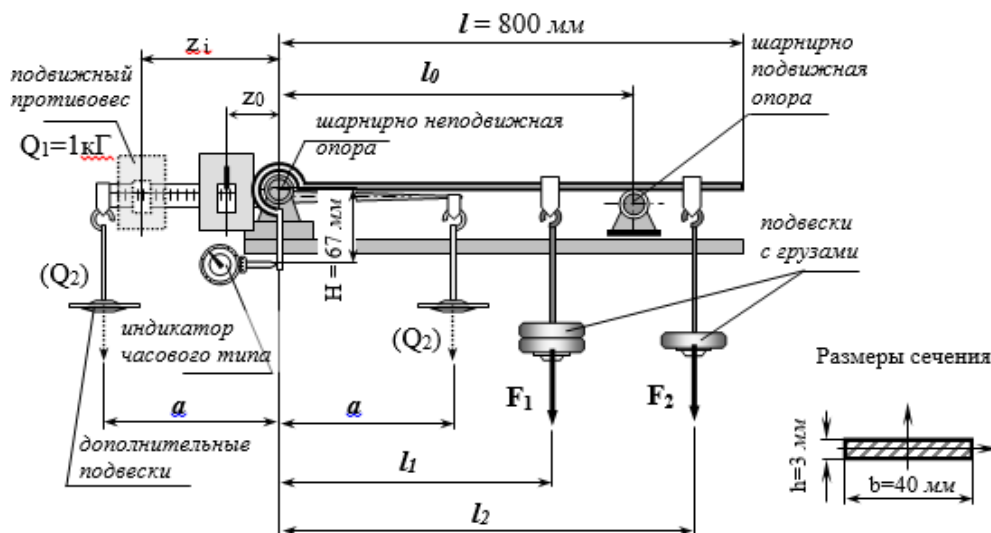
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.4. 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  $F_1 = 1,5 \text{ кг}$ ,  $F_2 = 2 \text{ кг}$ ,  $l_1 = 300 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 700 \text{ мм}$ ,  $l_0 = 600 \text{ мм}$ . Сравнить результаты и сделать выводы.

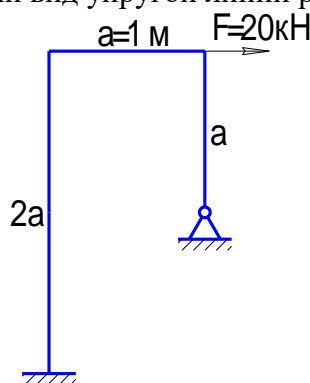


**Критерии оценки:**

2 балла - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-70%. 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в пределах 0-40%.

**7.2.5. Комплект заданий для практического занятия №16****Тема: «Расчет статически неопределимых рам при изгибе»****Типовой пример задания**

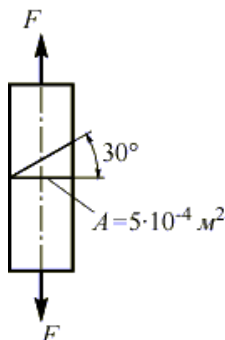
Для данной рамной конструкции подобрать из условия прочности в качестве поперечного сечения элементов двутавровый профиль, если жесткость сечений всех элементов одинакова  $\left(\frac{EI_p}{EI_c}\right) = 1$ ,  $[\sigma] = 160$  МПа. Определить горизонтальное перемещение узловых точек и построить примерный вид упругой линии рамы.

**Критерии оценки:**

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

**7.2.6. Комплект заданий для практического занятия №17****Тема: «Определение напряжений с помощью круга Мора»****Типовой пример задания**

В стержне с площадью поперечного сечения  $A = 5 \times 10^{-4} \text{ м}^2$ , растягиваемом силой  $F = 50 \text{ кН}$ , определить с помощью круга Мора нормальное и касательное напряжения, возникающие на площадке, наклоненной под углом  $30^\circ$  к поперечному сечению стержня:



### Критерии оценки:

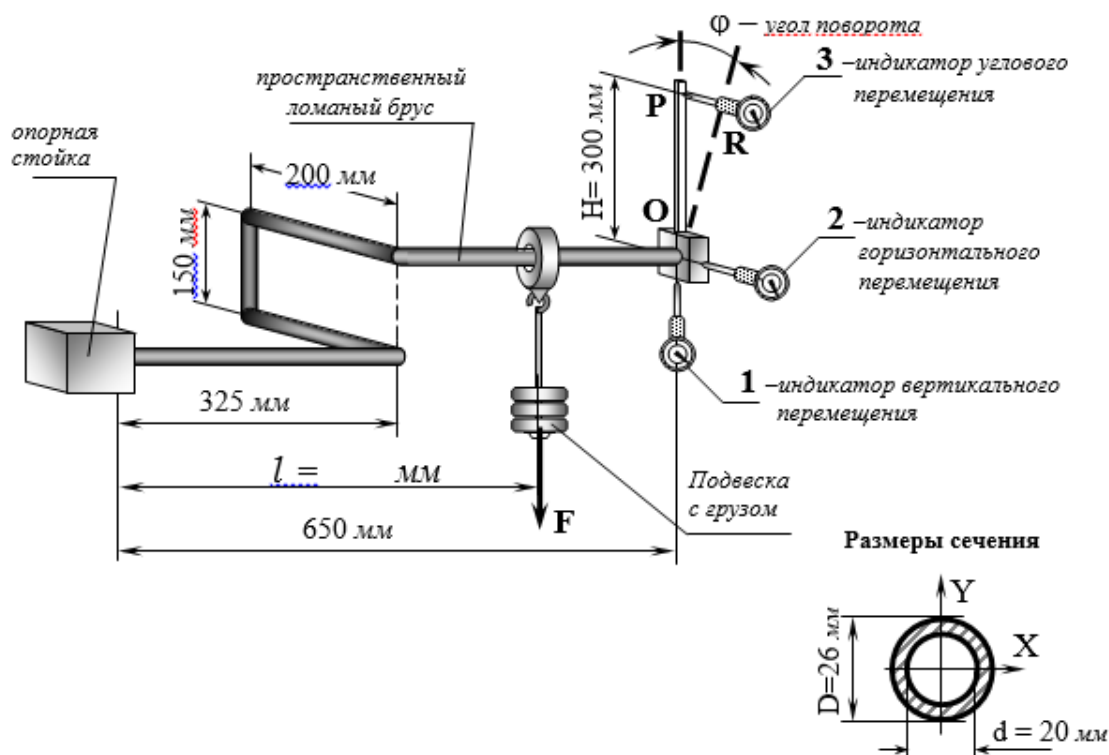
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

## 7.2.7. 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:

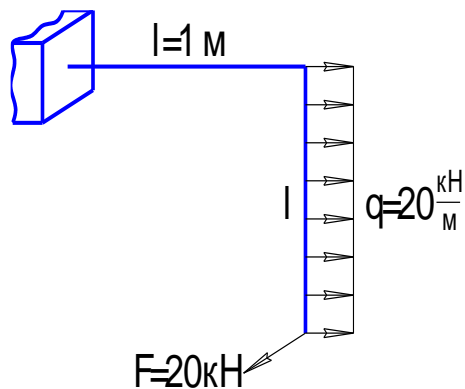
2 балла - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-70%. 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в пределах 0-40%.

## 7.2.8. Комплект заданий для практического занятия №18

### Тема: «Расчет на прочность в условиях сложного сопротивления»

#### 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:

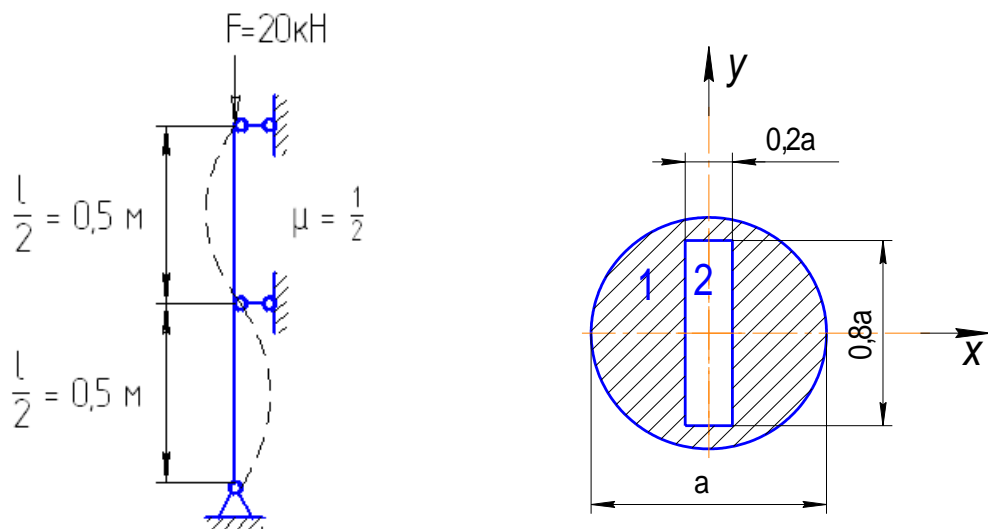
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

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

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

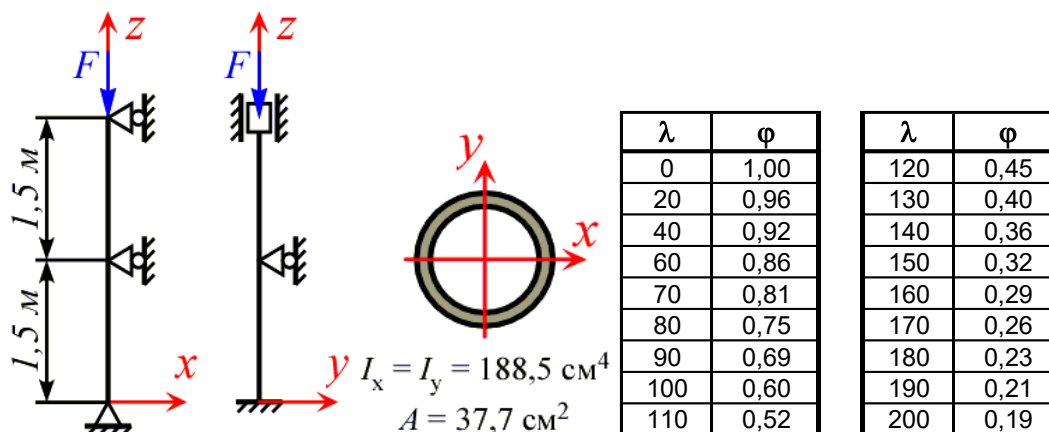
### 7.2.10. Комплект заданий для практического занятия №20

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

##### 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:

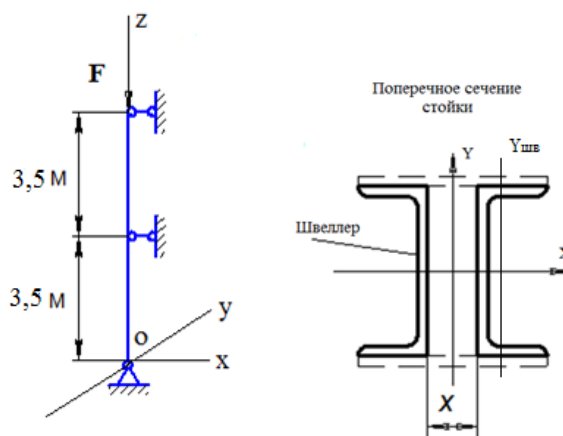
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.11. Комплект заданий для практического занятия №21

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

##### 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  $yoz$ .



Требуется определить:

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

#### Критерии оценки:

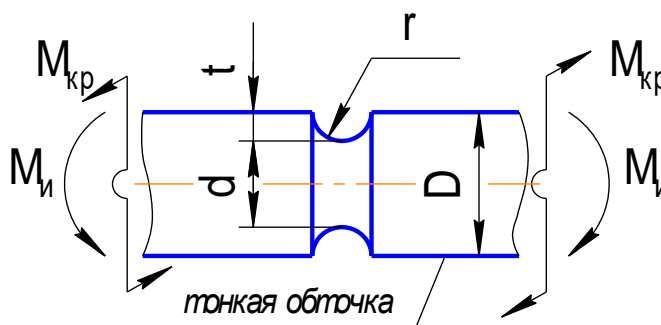
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.12. Комплект заданий для практического занятия №22

#### 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:

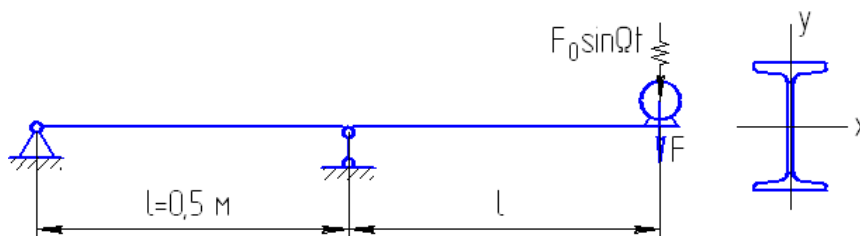
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.13. Комплект заданий для практического занятия №23

#### Тема: «Расчет на прочность подmotorных 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 подmotorной балки и определить значение  $\ell$ , при котором возможно наступление резонанса. Сопротивлением среды пренебречь. Допускаемое напряжение  $[\sigma]$  принять равным  $160 \text{ МПа}$ .

##### Критерии оценки:

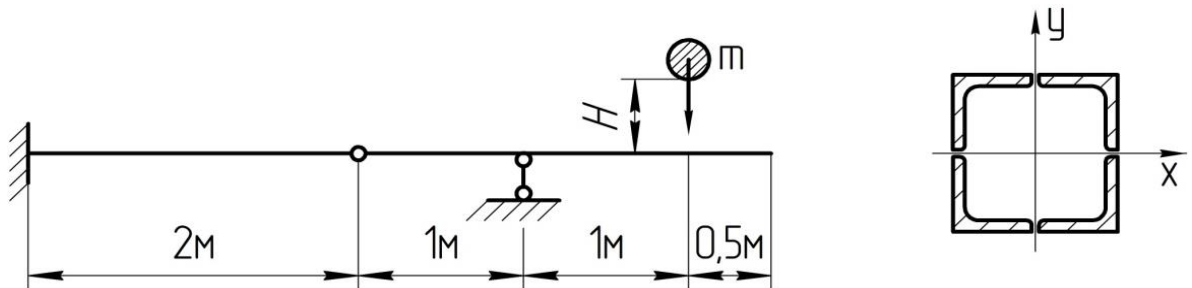
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.14. Комплект заданий для практического занятия №24

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:**

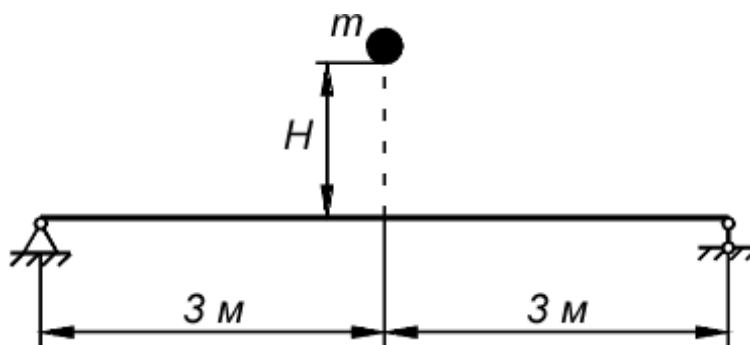
2 балла - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 70-100%. 1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-70% 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

### 7.2.15. Комплект заданий для практического занятия №25

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

Типовой пример задания

На упругую балку заданного поперечного сечения с высоты  $H=24\text{ см}$  свободно падает абсолютно жесткое тело массой  $m=40\text{ кг}$ . Произвести проверку прочности и жесткости балки. Допускаемое напряжение  $[\sigma]=160\text{ МПа}$ , модуль упругости  $E=2\cdot 10^5\text{ МПа}$ .



№27

**Критерии оценки:**

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

### Темы письменных работ

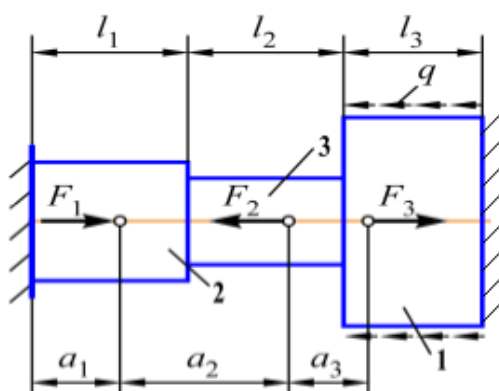
| №<br>п/п   | Темы   |
|--|--|
| <b>РГР №4.</b> Расчет статически неопределимых систем методом сил  |  |
| 4.1.   | Расчет на прочность статически неопределимой стержневой конструкции, работающей в условиях растяжения-сжатия с учетом действия дополнительного фактора температурного или монтажного по варианту |
| 4.2.   | Расчет на прочность статически неопределимой плоской рамы, работающей в условиях прямого изгиба  |
| <b>РГР №5.</b> Расчет на прочность конструкции, работающей в условиях сложного сопротивления                   |  |
| 5.1.   | Расчет на прочность статически определимой пространственной стержневой конструкции в условиях сложного сопротивления   |
| <b>РГР №6.</b> 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   |
| 6.3.   | Расчет на прочность балочной конструкции под действием ударной нагрузки  |

### 7.2.16. Комплект задач для РГР №4

#### Задача 4.1.

**Тема: «Расчет на прочность статически неопределимых стержней при растяжении-сжатии»**

#### Типовой пример задачи



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

На ступенчатый стальной брус круглого поперечного сечения с заданным соотношением площадей:  $A_1=A$ ,  $A_2=A/2$ ,  $A_3=A/3$  (РГР №2, задача 2.1) установили на свободном конце вторую жесткую заделку.



Для полученного таким образом статически неопределимого стержня подобрать новые размеры поперечных сечений из условия прочности. Проанализировать влияние изменения жесткости стержня на его экономичность.

Проверить прочность статически неопределимого стержня при дополнительном действии температуры или при наличии неточности изготовления. Принять 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:

8-10 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%.  
6-7 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 4-5 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

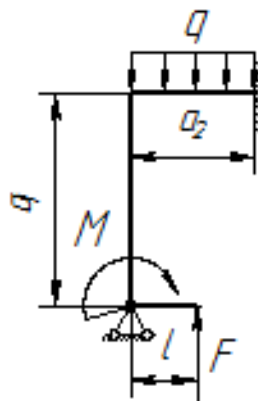
#### Задача 4.2.

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

##### Типовой пример задачи

На статически определимой раме (РГР №1, задача 1.3, схема №1) установили дополнительные опоры (все остальные исходные данные – прежние). Материал стержня – Ст. 3:  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ . 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:  $F = 30 \text{ кН}$ ,  $M = 40 \text{ кНм}$ ,  $q = 20 \text{ кН/м}$ ,  $a_1 = 1,5 \text{ м}$ ,  $a_2 = 2 \text{ м}$ ,  $a_3 = 0,6 \text{ м}$ ,  $l = 0,5 \text{ м}$ .

#### Критерии оценки:

14-16 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%, 10-13 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-79%, 7-9 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в пределах 40-59%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается, возвращается для исправления и оценивается 6-7 баллами.

#### 7.2.17. Комплект задач для РГР №5

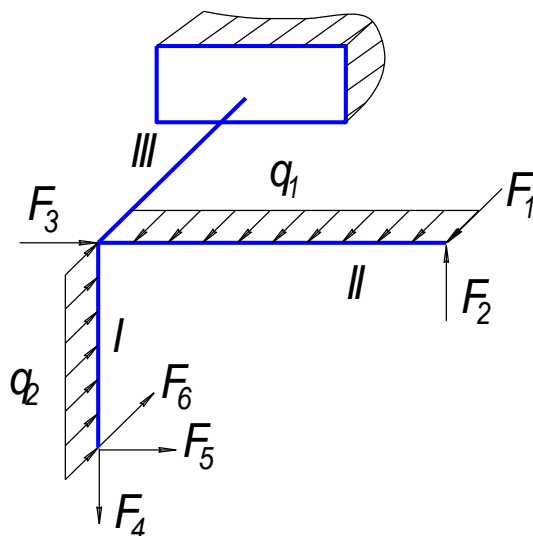
##### Задача 5.1.

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

##### Типовой пример задачи

Для стальной пространственной стержневой конструкции (РГР №1, задача 1.5) требуется подобрать поперечные сечения элементов из условия прочности. Для элемента I подобрать диаметр круга, для элемента III – размеры прямоугольного сечения  $b$  и  $h$ ,

предварительно рационально его расположив. Для элемента II провести проверку прочности, исходя из того, что II и III элементы изготовлены из единого прутка.



Принять:  $F_1=5\text{кН}$ ,  $F_2=2\text{кН}$ ,  $F_3=5\text{кН}$ ,  $F_4=3\text{кН}$ ,  $F_5=1\text{кН}$ ,  $F_6=0$ ,  $q_1=0$ ,  $q_2=2\text{кН/м}$   $l=0,6\text{м}$ ,  $h/b=1,8$ ,  $[\sigma] = 160\text{ МПа}$ .

#### Критерии оценки:

12-14 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%, 9-11 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-79%, 6-8 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в пределах 40-59%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается, возвращается для исправления, после чего оценивается 5-6 баллами.

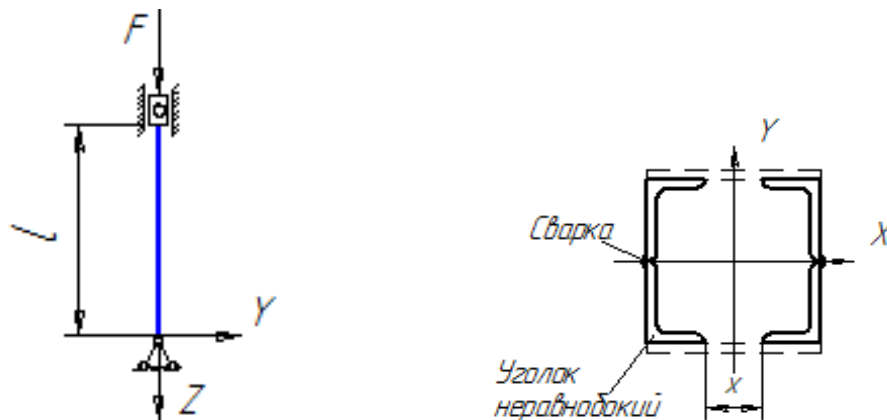
#### 7.2.18. Комплект задач для РГР №6

##### 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 Ст 2,  $[\sigma]=140\text{МПа}$ ,

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

### Критерии оценки:

8-10 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 6-7 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 4-5 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

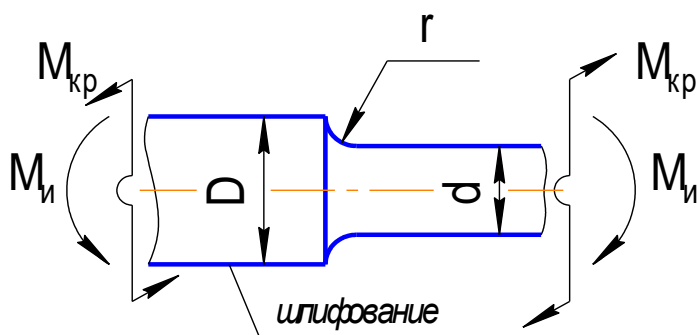
### Задача 6.2.

#### 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  $r = 5 \text{ мм}$ , диаметр одной части  $D = 75 \text{ мм}$ , а другой  $d = 60 \text{ мм}$ . 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:

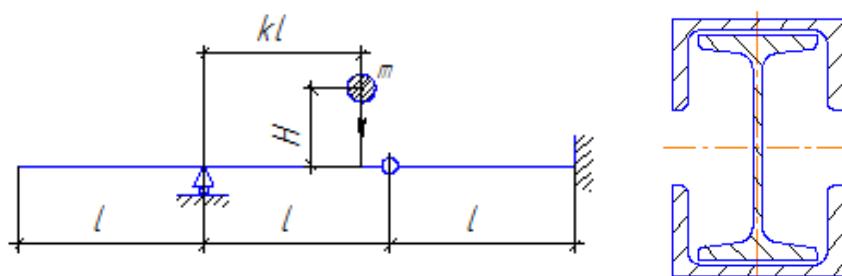
8-10 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 6-7 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 4-5 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

### Задача 6.3.

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

##### Типовой пример задачи

На упругую балку заданного поперечного сечения с высоты  $H$  свободно падает абсолютно жесткое тело массой  $m$ . Определить допустимую величину массы падающего тела  $[m]$ , при которой будет обеспечена прочность балки. Проверить выполнение условия жесткости, приняв  $[\delta] = (0.0005 - 0.001)L$ , где  $L$  – расстояние между опорами. Массой балки пренебречь.



Принять:  $k=0,6$ ,  $H=0,2\text{м}$ ,  $l=0,5\text{м}$ , материал Ст 3,  $[\sigma]=160\text{МПа}$ ;  $E=2 \times 10^5\text{МПа}$ , двутавр №10, швеллер №10.

### Критерии оценки:

8-10 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%.  
 6-7 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 4-5 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

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

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

| № п/п | Вопросы к экзамену   |
|-------|--|
| 1     | Статически определимые и статически неопределимые системы. Примеры   |
| 2     | Метод сил. Алгоритм метода.  |
| 3     | Влияние температуры на статическую неопределимость. Температурные напряжения.  |
| 4     | Влияние неточности изготовления на статическую неопределимость. Монтажные напряжения                                       |
| 5     | Деформационная проверка.   |
| 6     | Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых систем.   |
| 7     | Понятие напряженного состояния в точке и его виды.   |
| 8     | Тензор напряжения  |
| 9     | Напряжения на наклонных площадках  |
| 10    | Главные площадки и главные напряжения.   |
| 11    | Тензор деформации  |
| 12    | Обобщенный закон Гука  |
| 13    | Плоское напряженное состояние. Круг Мора.  |
| 14    | Прямая задача Мора.  |
| 15    | Обратная задача Мора   |
| 16    | Теории предельного состояния: названия, критерии равнопрочности, рекомендации к применению.                                |
| 17    | Общий случай нагружения.   |
| 18    | Расчет на прочность при общем случае нагружения.   |
| 19    | Устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Формула Эйлера определения критической силы.                                  |
| 20    | Влияние способа закрепления стержня на величину критической силы. Коэффициент приведения длины. Обобщенная формула Эйлера. |
| 21    | Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня.   |
| 22    | Эмпирическая формула Ясинского определения критического напряжения. Пределы её применимости.                               |
| 23    | Диаграмма зависимости критического напряжения от гибкости стержня.   |
| 24    | Понятие равноустойчивости. Условие равноустойчивости.  |
| 25    | Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Коэффициент продольного изгиба.                                       |
| 26    | Условие устойчивости. Виды расчетов на устойчивость.   |
| 27    | Усталость и выносливость материала.  |
| 28    | Характеристики циклов напряжений.  |
| 29    | Виды циклов напряжений.  |
| 30    | Кривые усталости. Предел выносливости материала.   |
| 31    | Диаграмма предельных амплитуд.   |
| 32    | Схематизированные диаграммы предельных амплитуд.   |
| 33    | Конструктивно-технологические факторы, влияющие на усталостную прочность материала.  |
| 34    | Коэффициент запаса при циклическом нагружении.   |
| 35    | Формула Гафа-Полларда  |
| 36    | Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.   |
| 37    | Классификация видов механических колебаний   |
| 38    | Учет сил сопротивления среды.  |
| 39    | Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Податливость системы. Коэффициент динамичности.                          |

| № п/п | Вопросы к экзамену  |
|-------|---|
| 40    | Расчет на прочность и жесткость при вынужденных колебаниях систем.  |
| 41    | Явление резонанса   |
| 42    | Особенности ударного действия нагрузки. Виды удара.   |
| 43    | Основные допущения теории удара   |
| 44    | Общий случай ударного воздействия нагрузки. Коэффициент динамичности в общем случае ударного воздействия. |
| 45    | Частные случаи удара.   |
| 46    | Вертикальный удар с учетом массы ударяемого тела.   |
| 47    | Вертикальный удар без учета массы ударяемого тела.  |
| 48    | Мгновенное действие нагрузки  |
| 49    | Горизонтальный удар с учетом массы ударяемого тела.   |
| 50    | Горизонтальный удар без учета массы ударяемого тела.  |
| 51    | Условие прочности при ударе.  |
| 52    | Условие жесткости при ударе.  |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки |  |
|---------|---|-------------------------|--|
| 4       | экзамен                                   | «отлично»               | Если итоговый рейтинг составляет от 80 до 100 баллов |
|         |   | «хорошо»                | Если итоговый рейтинг составляет от 60 до 79 баллов  |
|         |   | «удовлетворительно»     | Если итоговый рейтинг составляет от 40 до 59 баллов  |
|         |   | «неудовлетворительно»   | Если итоговый рейтинг составляет от 0 до 39 баллов   |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители                                 | Заглавие (заголовок)                                    | Тип (учебник, учебное<br>пособие, учебно-<br>методическое пособие,<br>практикум, др.) | Год<br>издания | Количество в<br>научной<br>библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|---|---|---|----------------|---|
| 1        | П. А. Павлов [и др.] ; под<br>ред. Б. Е. Мельникова | <b>Сопротивление материалов</b><br>[Электронный ресурс] | Учебник   | 2017           | ЭБС «Лань»  |

### 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители                                 | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное<br>пособие, учебно-<br>методическое пособие,<br>практикум, др.) | Год<br>издания | Количество в<br>научной<br>библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|---|--|---|----------------|---|
| 2        | Т. Ф. Гаврилова, Е. П.<br>Гордиенко, А. А. Разуваев | Сопротивление материалов<br>[Электронный ресурс] : практикум для<br>студентов заоч. формы обучения. В 2 ч.<br>Ч. 1 | Практикум   | 2016           | Репозиторий ТГУ   |
| 3        | Т. Ф. Гаврилова, Е. П.<br>Гордиенко, А. А. Разуваев | Сопротивление материалов<br>[Электронный ресурс] : практикум для<br>студентов заоч. формы обучения. В 2 ч.<br>Ч. 2 | Практикум   | 2016           | Репозиторий ТГУ   |
| 4        | Т. Ф. Гаврилова, Е. П.<br>Гордиенко, А. А. Разуваев | Сопротивление материалов<br>[Электронный ресурс] : практикум для<br>студентов очной формы обучения. В 2 ч.<br>Ч. 1 | Практикум   | 2017           | Репозиторий ТГУ   |
| 5        | В.Г. Жуков  | Механика [Электронный ресурс] :<br>сопротивление материалов : учеб.<br>пособие                                     | Учебное пособие   | 2012           | 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](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         | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно   |
| 2     | Office Standard | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., 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-302) | Столы ученические трехместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра настольная |



| №<br>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        | Лаборатория "Сопротивление материалов" (Г-102)  | Столы ученические двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, установки: СМ-20, СМ-24Б, СМ-11А, СМ-8, СМ-7Б, СМ-31, СМ-6 рама, СМ-6 круг, машина испытательная Р-5, пресс гидравлический Р-10, установка на тензометрию. |
| 3        | Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)  | Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет   |