

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор  
Электростальского института (филиала)  
Московского политехнического университета

\_\_\_\_\_/И.З. Вольшонок/  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки  
**08.03.01 «Строительство»**

Направленность образовательной программы  
**Промышленное и гражданское строительство**  
(набор 2019 года)

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

**Электросталь 2019**

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к числу учебных дисциплин, формирующих специальные профессиональные знания по направлению 08.03.01 «Строительство» (направленность «Промышленное и гражданское строительство»).

**Цель** – формирование у студентов научного мировоззрения, общих представлений о законах механики деформированного твердого тела, а также подготовка к изучению общетехнических и специальных дисциплин.

**Основными задачами** являются:

– усвоение основных понятий, общих законов, принципов, методов расчета на прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций при различных внешних воздействиях, формирование навыков их практического применения к решению конкретных инженерных задач анализа и синтеза механических систем.

– способствовать приобретению практических навыков работы с прикладными компьютерными программами, с нормативной и справочной литературой.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Согласно учебному плану дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части Блока Б.1. ООП.

Данная дисциплина имеет теоретическую и практическую направленность. Дисциплина читается на втором курсе (IV семестр), после таких дисциплин, как

«Математика»,

«Физика»,

«Инженерная графика»,

«Теоретическая механика».

Соответственно, базируется на отдельных положениях и методах этих дисциплин. Дисциплина «Сопротивление материалов» подготавливает студентов к изучению дисциплин «Строительные машины и оборудование», «Строительные материалы» а также дисциплин профессиональной подготовки бакалавров.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать                                                                                                           | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1           | способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата | <b>Знать:</b><br>основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов);<br>основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций;<br>основные методы проектных и проверочных расчетов изделий.<br><b>Уметь:</b> |

|       |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                          | <p>проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности;</p> <p>использовать современные программные средства для выполнения расчетов при решении практических задач, связанных с деформациями сложных конструкций.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела;</p> <p>навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений;</p> <p>навыками самостоятельной работы с литературой и в сети интернет для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях, а также решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.</p> |
| ОПК-5 | способностью участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства | <p><b>Знать:</b></p> <p>программно-вычислительные комплексы, применяемые при расчете стержневых систем.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>формировать расчетные схемы в программно-вычислительных комплексах.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками анализа получаемых результатов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, т.е. 144 академических часов (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Сопротивление материалов» изучаются в 4 семестре (0/3): лекции – 18/6 час, практические занятия 36/6 час, лабораторные работы – 18/4 часов; форма контроля – экзамен.

#### Содержание разделов дисциплины

##### 4.1 Лекции

| № раздела | № лекции | Основное содержание                                                                                                                   |
|-----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 1        | Наука о сопротивлении материалов. Изучаемые объекты и расчетные схемы. Основные гипотезы. Классификация внешних сил. Внутренние силы. |
|           |          | Метод сечений. Виды деформаций стержней. Балки и их опоры. Вычисление опорных реакций.                                                |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 |   | Внутренние силовые факторы (ВСФ), напряжение и деформации при растяжении и сжатии. Расчет на прочность и жесткость.                                                                                                                                                                                                                     |
|   |   | Механические характеристики металлов и сплавов. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Допускаемые напряжения. Пластичность и хрупкость металлов и сплавов. Построение эпюр ВСФ.                                                                                                                                                  |
| 3 | 2 | Чистый сдвиг. Расчет усилий при пластическом срезе. Кручение. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жесткости. Построение эпюр ВСФ при кручении.                                                                                                                                        |
| 4 |   | Понятие о напряженном состоянии. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Обобщенный закон Гука. Связь между $E$ , $\epsilon$ и $\mu$ на примере чистого сдвига. Теория предельного состояния. Теории прочности. Расчет по теориям прочности.            |
| 5 | 3 | Центр тяжести сечения. Статические моменты сечения. Моменты инерции сечения. Изменение моментов инерции сечения при параллельном переносе и повороте осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Моменты инерции простых сечений.                                                                                              |
|   |   | Поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы (ВСФ), напряжения при изгибе. Правило знаков. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Правила проверки эпюр. Построение эпюр ВСФ. Напряжения при поперечном изгибе.                                             |
|   | 4 | Условие прочности при изгибе. Рациональная форма поперечного сечения. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Перемещения в балках при изгибе. Метод начальных параметров.<br>Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Перемещения в балках при изгибе. Интеграл Максвелла-Мора. Способ Верещагина. Расчет на жесткость. |
| 6 | 5 | Сложное сопротивление. Совместное действие изгиба и осевого растяжения (сжатия). Уравнение нейтральной линии и условие прочности. Косой изгиб. Уравнение нейтральной линии и условие прочности при косом изгибе. Внецентренное растяжение (сжатие). Ядро сечения.                                                                       |
|   |   | Сложное сопротивление. Кручение с изгибом. Условие прочности. Расчет по теориям прочности. Общий случай сложного сопротивления.                                                                                                                                                                                                         |
| 7 | 6 | Расчёт статически неопределимых балок методом сил. Канонические уравнения. Интеграл Максвелла-Мора. Правило Верещагина. Расчёт статически неопределимых рам методом сил. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Расчёт статически неопределимых рам методом сил. Проверка прочности и жесткости.                                            |
| 8 | 7 | Расчет конструкций по несущей способности. Основные положения. Диаграмма Прандтля. Растяжение и сжатие стержней. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Изгиб балок. Осевой пластический момент сопротивления. Пластический шарнир.                                                                                       |
| 9 | 8 | Устойчивость стержней. Основные понятия. Формула Эйлера для критической силы. Устойчивость за пределами упругости. Фор-                                                                                                                                                                                                                 |

|    |   |                                                                                                                                             |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |   | мула Ясинского. Влияние условий закрепления стержня на величину критической силы. Рациональная форма поперечных сечений.                    |
| 10 |   | Динамическое нагружение. Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент.                                                               |
| 11 | 9 | Усталость. Основные понятия. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. |

#### 4.2. Практические занятия

| № раздела | № занятия | План занятия, основное содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2         | 1-2       | Решение задач на построение эпюр внутренних усилий при сложных видах сопротивления для статически определимых балок.                                                                                                                                                                                                                   |
|           | 3-4       | Решение задач на построение эпюр внутренних усилий и напряжений при сложных видах сопротивления для статически определимых систем. Определение опасного сечения и опасной точки. Расчет на прочность и жесткость.                                                                                                                      |
| 3         | 5         | Решение задач на построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при кручении для статически определимых систем.                                                                                                                                                                                                           |
|           | 6         | Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука. Зависимость между «G», «E» и « $\mu$ » для изотропного тела. Расчеты на прочность заклепочных и сварных соединений.                                                                                                                                                             |
|           | 7         | Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Напряжения и деформации при кручении.                                                                                                                                                                                                                    |
|           | 8-9       | Условие прочности и жесткости при кручении. Главные напряжения и главные площадки. Виды разрушений при кручении. Расчет на прочность и жесткость сплошных и полых валов. Кручение стержней некруглого поперечного сечения.                                                                                                             |
| 4         | 9         | Решение задач на определение напряжений при различном напряженно-деформированном состоянии тела для различных площадок.                                                                                                                                                                                                                |
| 5         | 10        | Решение задач на определение геометрических характеристик плоских сечений.                                                                                                                                                                                                                                                             |
|           | 11        | Построение эпюр внутренних усилий и напряжений при поперечном изгибе для статически определимых систем.                                                                                                                                                                                                                                |
|           | 12        | Определение опасного сечения балки, проверка на прочность. Построение эпюр напряжений в опасном сечении балки для стандартных сечений                                                                                                                                                                                                  |
|           | 13-14     | Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при плоском изгибе методом начальных параметров. Расчет балок на жесткость при поперечном изгибе                                                                                                                                                                           |
| 6         | 15-16     | Решение задач на построение эпюр внутренних усилий при сложных видах сопротивления для статически определимых балок. Решение задач на построение эпюр внутренних усилий и напряжений при сложных видах сопротивления для статически определимых систем. Определение опасного сечения и опасной точки. Расчет на прочность и жесткость. |
|           | 17-18     | Решение задач на построение эпюр внутренних усилий и напряжений при сложных видах сопротивления для статически определимых систем                                                                                                                                                                                                      |

### 4.3. Лабораторные работы

| № раз-дела | № заня-тия | План занятия, основное содержание                                                                                                                 |
|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7          | 1          | Определение внутренних усилий в статически неопределимых балках методом сил. Канонические уравнения метода сил.                                   |
|            | 2-3        | Определение положения опасного сечения в статически неопределимых системах. Вычисление напряжений и перемещений. Расчет на прочность и жесткость. |
| 8          | 4          | Расчет конструкций на прочность по несущей способности.                                                                                           |
| 9          | 5-6        | Определение величины критической силы. Расчет стержня на устойчивость.                                                                            |
| 10         | 7-8        | Расчет внутренних усилий и напряжений при динамическом действии нагрузок.                                                                         |
| 11         | 9          | Расчет на прочность при переменных напряжениях.                                                                                                   |

### 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Сопротивление материалов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного интернет-тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Сопротивление материалов» и в целом по дисциплине составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 30% от объема аудиторных занятий.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

#### Четвертый семестр:

контрольная работа,  
решение задач на практических занятиях,  
тест,  
расчётно-графическая работа,  
экзамен по дисциплине.

#### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать                                                                                                           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1           | способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата |
| ОПК-5           | способностью участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства                              |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине(модулю).

| Показатель                                                                                                                                                                                                                                                                         | Критерии оценивания                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                       | 5                                                                                                             |
| <b>ОПК-1</b> - способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата;                                                                              |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |
| <b>Знать:</b><br>- основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов);<br>— основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций;<br>— основные методы проектных и проверочных | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, необходимых для данной компетенции. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, необходимых для данной компетенции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, необходимых для данной компетенции, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний, свободно оперирует приобретенными знаниями. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| расчетов изделий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                               | на новые ситуации.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                      |
| <b>Уметь:</b><br>– проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности;<br>– использовать современные программные средства для выполнения расчетов при решении практических задач, связанных с деформациями сложных конструкций;                                                     | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять требования, относящиеся к данной компетенции | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений, предъявляемых к данной компетенции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений, предъявляемых к данной компетенции. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений, предъявляемых к данной компетенции. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| <b>Владеть:</b><br>– навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела;<br>– навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений;<br>– навыками самостоятельной работы с литературой и в сети интернет для поиска информации об отдельных определенных определениях, понятиях и терминах, объяснения их приме- | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции       | Обучающийся владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.                  | Обучающийся частично владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.                   | Обучающийся в полном объеме владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.                              |

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| нения в практических ситуациях, а также решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.                     |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |
| <b>ОПК-5-</b> способностью участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства. |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |
| <b>Знать:</b><br>программно-вычислительные комплексы, применяемые при расчете стержневых систем.                                                                        | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, необходимых для данной компетенции. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, необходимых для данной компетенции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, необходимых для данной компетенции, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний, свободно оперирует приобретенными знаниями.                                                        |
| <b>Уметь:</b><br>формировать расчетные схемы в программно-вычислительных комплексах.                                                                                    | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять требования, относящиеся к данной компетенции          | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений, предъявляемых к данной компетенции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся                                                                                                  | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений, предъявляемых к данной компетенции. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затрудне-                | Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений, предъявляемых к данной компетенции. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повы- |

|                                                          |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          |                                                                                                         | испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.                                                                                                                                                                                  | ния при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.                                                                                                                                                      | шенной сложности.                                                                                                                                       |
| <b>Владеть:</b> навыками анализа получаемых результатов. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции | Обучающийся владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками, предъявляемые к данной компетенции свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

| Шкала оценивания | Описание                                                                                                                                                                    |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично          | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.                                                                                                                                                   |
| Хорошо              | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.                                                                                                                                                                |
| Удовлетворительно   | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.                                                                                                                                                                         |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.**

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. Куликов Ю.А. Сопротивление материалов: Курс лекций. – СПб: Лань, 2017. – 272с. [https://e.lanbook.com/book/91882?category\\_pk=934#authors](https://e.lanbook.com/book/91882?category_pk=934#authors)
2. Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов: Учебное пособие.- М.: БИНОМ, 2012.- 215с.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Алмаметов Ф.З. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов : (Учебное пособие) / Ф.З. Алмаметов, С.И. Арсеньев, Н.А. Курицин. – Москва : Высшая школа, 2005 – 368с.
2. Буланов Э. А. Механика. Вводный курс : (учебное пособие) / Э. А. Буланов, В. Н. Шинкин. – Москва : БИНОМ, 2011 – 172с.
3. Вольмир А.С. Сопротивление материалов : Сборник задач (учебное пособие) / А.С. Вольмир. – Москва : Дрофа, 2009 – 398с.
4. Копнов В.А. Сопротивление материалов : (Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ) / Копнов В.А., Кривошапко С.Н., - Москва : Высшая школа, 2005 – 351с.
5. Мкртычев О.В. Сопротивление материалов :(Электронный ресурс) / О.В. Мкртычев, - Москва : АСВ, 2005 – 104с.
6. Синельникова Н.Г. Сопротивление материалов : Лабораторный практикум (методическое пособие) / Н.Г. Синельникова, В.В. Горбунов, - Электросталь : ЭПИ МИСиС ТУ, 2011 – 86с.

## в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616  
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042

Microsoft Project 2013 Standart 32-bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

- Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные в разделе «Библиотека Московского Политеха» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).
- [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) Электронно-библиотечная система «Лань»
- <http://cyberleninka.ru/> Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
- Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>);
- [www.garant.ru](http://www.garant.ru) – Электронный правовой справочник «Гарант»;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);
- Система НТД Norma CS 2.0

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы                                                                             | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сопротивление материалов                                                  | Учебная аудитория лекционного типа № 508.<br>Учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7             | Комплект мебели. Переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук) |
|                                                                           | Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 504<br>Учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7 | Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук) |
|                                                                           | Лаборатория «Сопротивление материалов» № 117.<br>Лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7                | Комплект мебели, машиноразрывные установки ИПСМ                                             |

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции**

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью выяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

### **Методические указания к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

### **Методические указания по выполнению контрольной работы**

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

### **Методические рекомендации для самостоятельной работы**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;

- презентация работы.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе

их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

#### **11. Особенности реализации дисциплины «Сопротивление материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение по дисциплине «Сопротивление материалов» инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (направленность «Промышленное и гражданское строительство») подготовки бакалавров.

Автор \_\_\_\_\_ /О.В. Ракович/

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» от \_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой «ПГС» \_\_\_\_\_ /Писарев С.В. /

**Структура и содержание дисциплины «Сопротивление материалов»  
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (бакалавр)**

| №<br>п/п | Раздел                                                               | Семестр    | Виды учебной работы,<br>включая самостоятельную<br>работу студентов,<br>и трудоемкость в часах |             |             |               |     | Виды самостоятельной работы<br>студентов |   |     |     |     | Формы<br>аттеста-<br>ции |   |
|----------|----------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----|------------------------------------------|---|-----|-----|-----|--------------------------|---|
|          |                                                                      |            | Л                                                                                              | П/С         | Лаб         | СРС           | КСР | К.Р.                                     | Т | РГР | РЗЗ | К/р | Э                        | З |
| 1.       | Основные понятия                                                     | 4          | 2/0,5                                                                                          | -           | -           | 8/12          |     |                                          | + |     |     |     |                          |   |
| 2.       | Осевое растяжение-сжатие. Механические характеристики материалов     | 4          |                                                                                                | 8/1         | -           | 8/12          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 3.       | Кручение. Сдвиг                                                      | 4          | 2/0,5                                                                                          | 8/1         | -           | 8/12          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 4.       | Напряженное и деформированное состояние тела в точке                 | 4          |                                                                                                | 2/-         | -           | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 5.       | Изгиб                                                                | 4          | 4/1                                                                                            | 10/3        | -           | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 6        | Сложные виды деформаций                                              | 4          | 2/1                                                                                            | 8/1         | -           | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 7        | Статически неопределимые системы                                     | 4          | 2/1                                                                                            | -           | 6/1         | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 8        | Расчет по несущей способности                                        | 4          | 2/1                                                                                            | -           | 2/0,5       | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 9        | Устойчивость                                                         | 4          | 2/0,5                                                                                          | -           | 4/1         | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 10       | Динамическое нагружение                                              | 4          |                                                                                                | -           | 4/1         | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
| 11       | Усталость материалов. Расчет на прочность при переменных напряжениях | 4          | 2/0,5                                                                                          | -           | 2/0,5       | 6/11          |     |                                          | + | +   | +   | +   |                          |   |
|          | <b>Итого часов по дисциплине</b>                                     | <b>144</b> | <b>18/6</b>                                                                                    | <b>36/6</b> | <b>18/4</b> | <b>72/128</b> |     |                                          |   |     |     |     | +                        |   |

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /

Направление подготовки: 08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

ОП (направленность): «Промышленное и гражданское строительство»

Форма обучения: очная, заочная

Вид профессиональной деятельности: (в соответствии с ФГОС ВО)  
изыскательский  
проектный  
технологический

Кафедра: Промышленное и гражданское строительство

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:  
задачи для контрольной работы,  
расчётно-графическая работа,  
тест,  
примеры задач,  
вопросы к зачету, экзамену.

Составитель: доцент Ракович О.В.

Электросталь, 2019 год

Таблица 1

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

| <b>СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ</b>                                                               |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ФГОС ВО 08.03.01 Строительство</b>                                                         |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                       | <b>Перечень компонентов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Технология формирования компетенций</b>                  | <b>Форма оценочного средства</b>                | <b>Степени уровней освоения компетенций</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>ИНДЕКС</b>                                                                                 | <b>ФОРМУЛИРОВКА</b>                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                             |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ОПК-1                                                                                         | способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата | <p><b>Знать:</b><br/>основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов);<br/>основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций;<br/>основные методы проектных и проверочных расчетов изделий.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности;<br/>использовать современные программные средства для выполнения расчетов при решении практических задач, связанных с деформациями сложных конструкций.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела;<br/>навыками оформления результатов</p> | лекции,<br>самостоятельная работа,<br>практические занятия. | К/Р,<br>РГР,<br>Т,<br>РЗЗ,<br>зачёт,<br>экзамен | <p><b>Базовый уровень</b><br/>- выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.</p> <p><b>Повышенный уровень</b><br/>- студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, предъявляемые к данной компетенции, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p> |

|       |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                             |                                                 |                                                                                                                                                                                                   |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                          | исследований и принятия соответствующих решений;<br>навыками самостоятельной работы с литературой и в сети интернет для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях, а также решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью. |                                                             |                                                 |                                                                                                                                                                                                   |
| ОПК-5 | способностью участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства | <p><b>Знать:</b><br/>программно-вычислительные комплексы, применяемые при расчете стержневых систем.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>формировать расчетные схемы в программно-вычислительных комплексах.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>навыками анализа получаемых результатов.</p>                                                                                        | лекции,<br>самостоятельная работа,<br>практические занятия. | К/Р,<br>РГР,<br>Т,<br>РЗЗ,<br>зачёт,<br>экзамен | <p><b>Базовый уровень</b><br/>умеет формировать расчетные схемы в программно-вычислительных комплексах.</p> <p><b>Повышенный уровень</b><br/>владеет навыками анализа получаемых результатов.</p> |

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Сопротивление материалов»**

| №<br>ОС | Наименование<br>оценочного сред-<br>ства | Краткая характеристика оценочного<br>средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Представление оце-<br>ночного средства в<br>ФОС             |
|---------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1.      | Контрольная работа<br>(К/Р)              | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Комплект контрольных заданий                                |
| 2.      | Расчетно-графическая работа<br>(РГР)     | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы |
| 3.      | Разноуровневые задачи и задания<br>(РЗЗ) | Различают задачи и задания:<br>а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;<br>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;<br>в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. | Комплект разноуровневых задач и заданий                     |
| 4.      | Тест<br>(Т)                              | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Фонд тестовых заданий                                       |
| 5.      | Экзамен                                  | Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводятся во время экзаменационных сессий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Вопросы к экзамену                                          |

**Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации  
формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Экзамен (4-й семестр)</b>                                           |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1.               | Наука о сопротивлении материалов. Основные понятия.                    |
| 2.               | Основные гипотезы о деформируемом теле, упругость и пластичность.      |
| 3.               | Внутренние силовые факторы. Типы деформаций                            |
| 4.               | Напряжения при различных типах деформаций.                             |
| 5.               | Метод сечений.                                                         |
| 6.               | Механические характеристики материалов.                                |
| 7.               | Испытание материалов на растяжение и сжатие.                           |
| 8.               | Принципы установления допускаемых напряжений. Коэффициент запаса.      |
| 9.               | Пластичность и хрупкость металлов и сплавов.                           |
| 10.              | Построение эпюр.                                                       |
| 11.              | Чистый сдвиг.                                                          |
| 12.              | Кручение.                                                              |
| 13.              | Напряжения и деформации при кручении                                   |
| 14.              | Условия прочности и жесткости при кручении.                            |
| 15.              | Построение эпюр ВСФ при кручении.                                      |
| 16.              | Понятие о напряженном состоянии.                                       |
| 17.              | Виды напряженного состояния.                                           |
| 18.              | Обобщенный закон Гука.                                                 |
| 19.              | Теория предельного состояния.                                          |
| 20.              | Теории прочности.                                                      |
| 21.              | Изгиб прямого бруса. Виды изгибов: прямой, чистый и поперечный изгибы. |
| 22.              | Прогибы и углы поворота при изгибе.                                    |
| 23.              | Дифференциальные зависимости при изгибе.                               |
| 24.              | Правила проверки эпюр.                                                 |
| 25.              | Построение эпюр поперечных сил и моментов при изгибе.                  |
| 26.              | Опасные сечения при изгибе. Расчетные формулы.                         |
| 27.              | Интеграл Максвелла-Мора.                                               |
| 28.              | Правило Верещагина.                                                    |
| 29.              | Сложное сопротивление.                                                 |
| 30.              | Уравнение нейтральной линии и условие прочности.                       |
| 31.              | Кручение с изгибом.                                                    |
| 32.              | Устойчивость сжатых стержней. Влияние способа закрепления балок.       |
| 33.              | Формула Эйлера для определения критической силы.                       |
| 34.              | Критические напряжения. Гибкость стержней. Зависимость Ясинского.      |
| 35.              | Усталость. Основные понятия.                                           |
| 36.              | Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости.         |
| 37.              | Расчет на прочность при переменных напряжениях.                        |

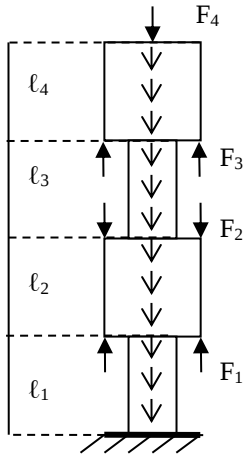
**Текущий контроль**

**Примерная тематика и содержание контрольных работ.  
формирование компетенций ОПК -1; ОПК-5**

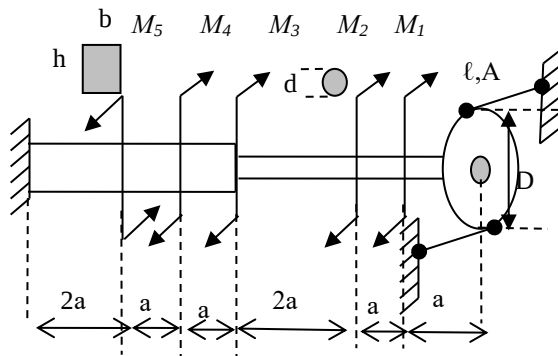
## Контрольная работа № 1

**Задача 1.** При центральном растяжении-сжатии бруса:

1. Построить эпюры продольной силы  $N$ ; нормальных напряжений  $\sigma$ ; продольных перемещений  $u$ .
2. Определить площадь сечений из расчета на прочность и жесткость при допуске напряжении  $[\sigma]=100$  МПа и допуске удлинения бруса  $[\Delta l]=3 \cdot 10^{-2}$  м. Модуль упругости участкам  $E=2 \cdot 10^5$  МПа, площадь сечений  $A$  и  $2A$ . По всей длине бруса действует распределенная нагрузка интенсивностью  $q_i=q_0 A_i / A$ ,

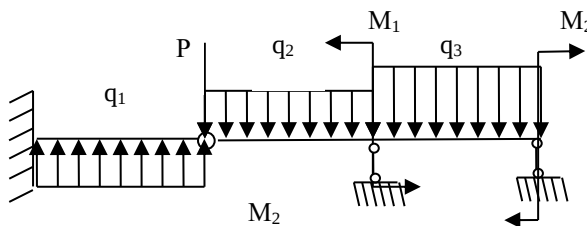


**Задача 2.** Расчёт статически неопределимого вала на кручение.



- 1) Раскрыть статическую неопределимость: а) составить уравнение равновесия; б) составить уравнение совместности деформаций в усилиях; в) решить полученную систему уравнений. 2) Построить эпюру крутящего момента. 3) Определить размеры поперечных сечений из расчётов на прочность и жёсткость. 4) Построить эпюру угла закручивания поперечных сечений. Принять  $b=d$ ,  $[\tau]=70$  МПа,  $[\Theta]=1$  град/м,  $G=0,8 \cdot 10^5$  МПа,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа

**Задача 3.** В статически неопределимой балке: Подобрать размеры из расчета по нормальным напряжениям для: а) прямоугольного сечения ( $h/b=2$ ); б) круглого; кольцевого ( $d_b/d_n=0,8$ ); двутаврового. 2. Проверить прочность по касательным напряжениям. 3. Построить изогнутую ось балки, имеющей двутавровое сечение, по трем-четырем точкам, не считая опорные. Для сечений а), б):  $[\sigma]=14$  МПа,  $[\tau]=8$  МПа; в), г):  $[\sigma]=160$  МПа,  $[\tau]=100$  МПа;

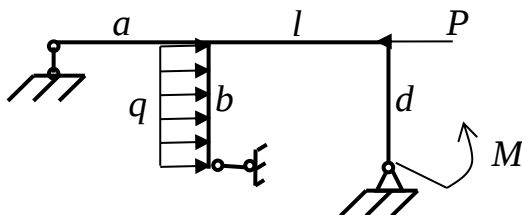


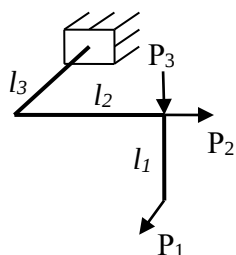
начальных параметров.

Примечание. Статическую неопределимость раскрыть, используя уравнение

## Контрольная работа №2.

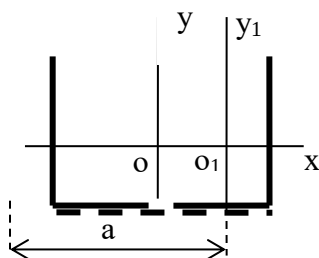
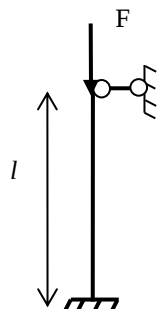
- Задача 1.** Для заданной статически неопределимой рамы методом сил раскрыть статическую неопределимость и построить эпюру изгибающих моментов. Сделать деформационную проверку.





**Задача 2.** В пространственной раме из стали  $[\sigma] = 160$  МПа стержень у заделки – прямоугольного сечения с размерами  $h$  и  $b$ , остальные – круглого сечения диаметром  $d$ .

Требуется: 1. Построить эпюры нормальных сил  $N$ , крутящих моментов  $M_k$ , изгибающих моментов  $M_x$ ,  $M_y$ . 2. Подобрать размеры указанных форм поперечных сечений на каждом участке. 3. Определить положение нейтральной оси в опасном прямоугольном сечении.



**Задача 3.** Для сжатой стойки с заданной схемой закрепления и поперечного сечения подобрать стандартные профили, определить расстояние между элементами сечения, обеспечивающее равную устойчивость стойки относительно осей  $ox$ ,  $oy$ .

### Критерии оценки контрольной работы

| Оценка              | Критерий оценки                                                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично             | полное, правильное выполнение заданий с отдельными недочётами;<br>выполнение от 90% и более.                       |
| Хорошо              | правильное выполнение заданий с незначительным количеством ошибок;<br>выполнение более 75% менее 90 %.             |
| Удовлетворительно   | выполнение основной части заданий с ошибкам;<br>выполнение более 50% менее 75 %.                                   |
| Неудовлетворительно | частичное выполнение заданий (менее половины); допущение значительного количества ошибок;<br>выполнение менее 50%. |

### Примеры задач для решения на практических занятиях

#### формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

| № п/п | № темы | Тематика заданий и задач для текущего контроля                                                                                                                                                                                                       |
|-------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     |        | Чугунная колонна высотой 3 м имеет кольцевое поперечное сечение с наружным диаметром 25 см и внутренним диаметром 20 см. Она нагружена сжимающим усилием 50 кН. Найти напряжение в поперечном сечении колонны и относительную продольную деформацию. |
| 2     |        | Стальная труба диаметром 120 мм, длиной 1,5 м, скручивается моментами, приложенными в её торцевых сечениях. Вычислить значение крутящего момента, при котором угол закручивания равен 0,2 градуса.                                                   |
| 3     |        | Определить момент инерции равностороннего треугольника относительно оси $X1$ , проведенной через одну из его вершин параллельно противоположной стороне.                                                                                             |
| 4     |        | Сравнить размеры двух равнопрочных сечений (круглое и квадратное) при максимальном допускаемом изгибающем моменте в 10 кНм. Выбрать наиболее рациональное.                                                                                           |

|   |  |                                                                                                                                                                                |
|---|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 |  | На сколько изменится момент сопротивления сечения при изгибе, если увеличить вдвое диаметр сплошного круглого сечения.                                                         |
| 6 |  | Вычислить касательное напряжение при изгибе в центре тяжести сечения, если поперечная сила равна 8кН, а сечение – равносторонний треугольник со стороной 5см.                  |
| 7 |  | По заданным исходным данным произвести расчёт на прочность, жёсткость стержня под действием ОРС, кручения и изгиба, определить геометрические характеристики плоского сечения. |
| 8 |  | По заданным исходным данным рассчитать перемещения балки или рамы при изгибе.                                                                                                  |

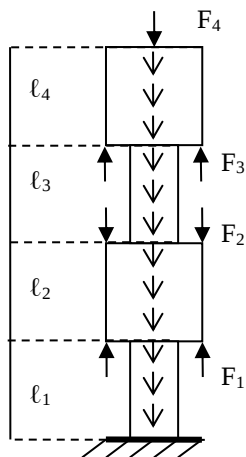
### Критерии оценивания решения задачи

| Оценка              | Критерий оценки                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично             | Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.                                                                                                                      |
| Хорошо              | Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ |
| Удовлетворительно   | Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.                                                                                       |
| Неудовлетворительно | Задача решена неправильно, или задача не решена                                                                                                                                                                                                                                               |

### Примерная тематика и содержание расчетно-графических работ.

#### формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

#### РГР №1. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Центральное растяжение и сжатие стержней.



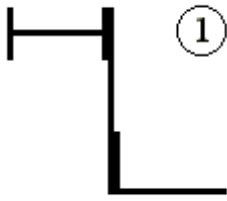
**Задача 1.** При центральном растяжении-сжатии бруса (рис.1): 1. Построить эпюры продольной силы  $N$ ; нормальных напряжений  $\sigma$ ; продольных перемещений  $u$ .

2. Проверить жесткость бруса при допускаемом удлинении  $[\Delta l]=3 \cdot 10^{-2}$  м. Плотность материала  $\rho=8 \cdot 10^5$  кг/м<sup>3</sup>, модули упругости по участкам  $E_1=2,2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_2=1,8 \cdot 10^5$  МПа,  $E_3=1,6 \cdot 10^5$  МПа,  $E_4=2,1 \cdot 10^5$  МПа, площадь сечений  $A$  и  $2A$

## Задача №2. Геометрические характеристики поперечных сечений.

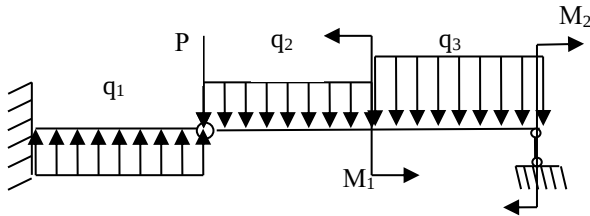
Задано поперечное сечение стержня, состоящее из трех элементов

1. Вычислить: а) общую площадь  $A$ ; б) координаты центра тяжести  $x_c$ ,  $y_c$ ; в) осевые и центробежные моменты инерции  $J_x$ ,  $J_y$ ,  $J_{xy}$  относительно произвольных осей, проведенных через центр тяжести; г) значения главных моментов инерции  $J_{\max}$ ,  $J_{\min}$ ; д) углы наклона главных осей инерции  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ; е) значения главных радиусов инерции  $i_{\max}$ ,  $i_{\min}$ . 2. Вычертить сечение в масштабе 1:2 с указанием всех размеров, осей, углов, используемых в расчетах или найденных в ходе вычислений.



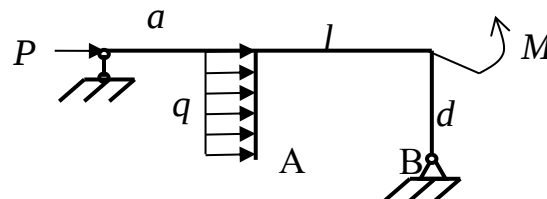
## РГР №2. Расчет балок на прочность и жесткость.

**Задача 1.** В статически определимой балке (рис.3, таблица 3): 1) подобрать размеры из расчета по нормальным напряжениям для прямоугольного ( $h/b=2$ ,  $[\sigma]=14$  МПа,  $[\tau]=8$  МПа); круглого ( $[\sigma]=14$  МПа,  $[\tau]=8$  МПа); кольцевого ( $d_b/d_n=0,8$ ,  $[\sigma]=160$ ,  $[\tau]=100$  МПа); двутаврового ( $[\sigma]=160$  МПа,  $[\tau]=100$  МПа) и составного ( $[\sigma]=100$  МПа,  $[\tau]=60$  МПа) сечения (таблица 4, рис.4.); 2) проверить прочность по касательным напряжениям; 3) построить изогнутую ось баки и проверить жесткость балки.

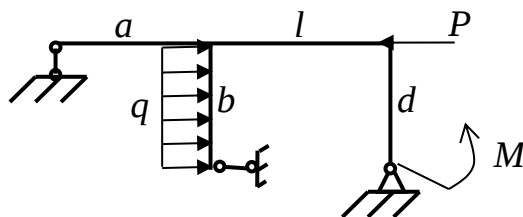


## РГР №3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах. Расчет статически неопределимых систем методом сил.

**Задача 1** Для заданной рамы подобрать номер двутавра ( $[\sigma]=160$  МПа,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа) и размеры прямоугольного сечения (дерево,  $h/b=2$ ,  $[\sigma]=10$  МПа,  $E=0,18 \cdot 10^5$  МПа), определить горизонтальное перемещение точки А и угловое перемещение точки В.

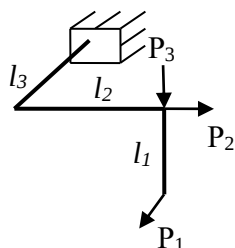


**Задача 2.** Для заданной статически неопределимой рамы методом сил раскрыть статическую неопределимость и построить эпюру изгибающих моментов.



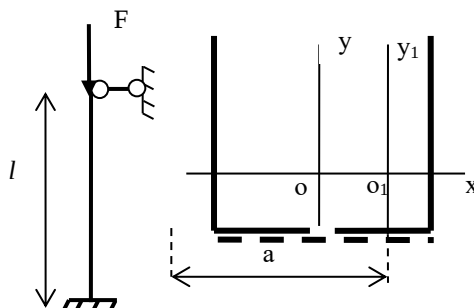
#### РГР №4. Сложное сопротивление стержней. Устойчивость стержней.

Задача 1. В пространственной раме из стали  $[\sigma] = 160$  МПа стержень у заделки – прямоугольного сечения с размерами  $h$  и  $b$ , остальные – круглого сечения диаметром  $d$ .



Требуется: 1. Построить эпюры нормальных сил  $N$ , крутящих моментов  $M_k$ , изгибающих моментов  $M_x, M_y$ . 2. Подобрать размеры указанных форм поперечных сечений на каждом участке. 3. Определить положение нейтральной оси в опасном прямоугольном сечении.

Задача 2. Для сжатой стойки с заданной схемой закрепления и поперечного сечения подобрать стандартные профили, определить расстояние между элементами сечения, обеспечивающее равную устойчивость стойки относительно осей  $ox, oy$ .



#### Критерии оценки расчетно-графической работы:

«отлично» - выполнены все требования к содержанию и оформлению расчетно-графической работы;

«хорошо» - основные требования к расчетно-графической работе выполнены, но при этом допущены недочеты (имеются неточности в расчетах; не выдержан объем; имеются упущения в оформлении);

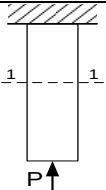
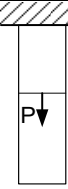
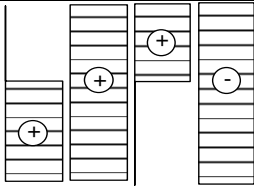
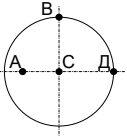
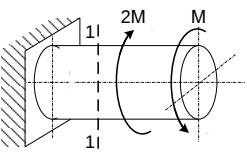
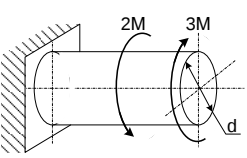
«удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований (допущены существенные ошибки в расчетах, приводящие к искажению результата).

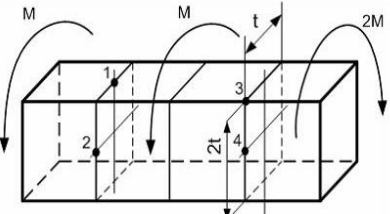
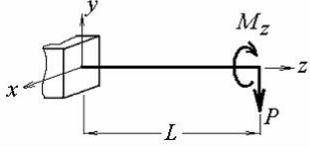
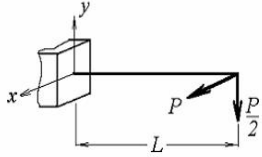
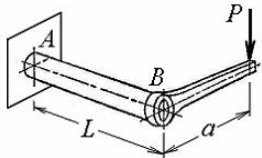
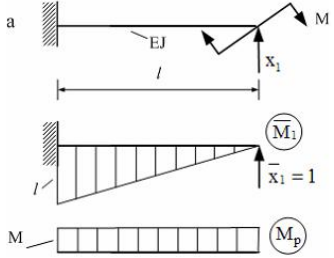
«неудовлетворительно» - расчетно-графическая работа не выполнена: правила оформления не соблюдены.

#### Тест

#### формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

| № п/п                  | Вопросы                                                                                                               | Варианты ответов                                                       |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Тест. Основные понятия |                                                                                                                       |                                                                        |
| 1                      | Способность конструкции сопротивляться разрушению под действием внешних нагрузок                                      | 1) жесткость<br>2) прочность<br>3) устойчивость<br>4) долговечность    |
| 2                      | Реальный объект, освобождённый от несущественных особенностей, не влияющих заметным образом на работу системы в целом | 1) оболочка<br>2) расчетная схема<br>3) брус<br>4) элемент конструкции |
| 3                      | Материалы, имеющие одинаковые свойства во                                                                             | 1) деформируемые                                                       |

|                                |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | всех точках тела                                                                                                                                                                                        | 2) упругие<br>3) однородные<br>4) изотропные                                                                                           |
| 4                              | На достаточном удалении от места приложения нагрузки конкретный способ осуществления этой нагрузки можно не учитывать.                                                                                  | 1) принцип независимости действия сил<br>2) принцип суперпозиции сил<br>3) принцип локальности<br>4) гипотеза Бернулли                 |
| Тест. Осевое растяжение-сжатие |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |
| 5                              | Отношение абсолютного удлинения (укорочения) $\Delta l$ стержня к первоначальной длине называется...                                                                                                    | 1) изменением формы стержня<br>2) относительным изменением объема<br>3) относительной линейной деформацией<br>4) угловой деформацией   |
| 6                              | Если известно, что модуль продольной упругости равен $2 \cdot 10^5$ МПа и относительная деформация равна 0,0003, то нормальное напряжение будет равно                                                   | 1) 60 МПа<br>2) 40 МПа<br>3) 80 МПа<br>4) 90 МПа                                                                                       |
| 7                              |  <p>Для стержня, схема которого изображена на рисунке, деформации, возникающие в сечении 1-1, будут...</p>             | 1) растягивающими<br>2) сжимающими<br>3) растягивающими и сжимающими<br>4) равными нулю                                                |
| 8                              |  <p>Для стержня, схема которого изображена на рисунке, эпюра «N» будет иметь вид:</p>                                 |                                                     |
| Тест. Кручение                 |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |
| 9                              | Интегральная связь между внутренним усилием и напряжением при кручении...                                                                                                                               | $1) N = \int_A \sigma dA \quad 2) Q_y = \int_A \tau_y dA$ $3) M_x = \int_A \sigma y dA \quad 4) M_z = \int_A (\tau_y x - \tau_x y) dA$ |
| 10                             |  <p>Стержень скручивается, максимальные касательные напряжения действуют в точках...</p>                             | 1) A, C<br>2) C, D<br>3) B, D<br>4) B, C                                                                                               |
| 11                             |  <p>Для вала, схема которого изображена на рисунке, в сечении 1-1 крутящий момент по модулю равен...</p>             | 1) M<br>2) 2M<br>3) 3M<br>4) 4M                                                                                                        |
| 12                             |  <p>Если известно <math>[\tau]</math> для заданного вала, то из расчета на прочность <math>[M] \leq \dots</math></p> | $1) \frac{\pi d^3 [\tau]}{16} \quad 2) \frac{\pi d^3 [\tau]}{32}$ $3) \frac{\pi d^3 [\tau]}{48} \quad 4) \frac{d^3 [\tau]}{16 \pi}$    |
| Тест. Сложное сопротивление    |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13                                     |  <p>Максимальное касательное напряжение действует в точке ... и определяется по формуле ...</p>                                                                                                                                                   | <p>1) точка 1, <math>\frac{Mt}{J_p}</math>    3) точка 3, <math>\frac{2M}{W_p}</math></p> <p>2) точка 2, <math>\frac{2Mt}{J_p}</math>    4) точка 4, <math>\frac{2M}{W_k}</math></p>                                                                                                                                                                              |
| 14                                     | <p>Стержень круглого сечения с осевым моментом сопротивления <math>W_x</math> нагружен на свободном конце усилием <math>P</math> и моментом <math>M_z</math>. Условие прочности по критерию максимальных касательных напряжений имеет вид...</p>  | <p>1) <math>\frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + M_z^2} \geq [\sigma]</math></p> <p>2) <math>\frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + M_z^2} \leq [\sigma]</math></p> <p>3) <math>\frac{PL + M_z}{W_x} \leq [\sigma]</math></p> <p>4) <math>\frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + 0,75M_z^2} \leq [\sigma]</math></p>                                                                          |
| 15                                     | <p>Балка прямоугольного сечения с моментами сопротивления <math>W_x</math> и <math>W_y</math> нагружена усилиями <math>P</math> и <math>\frac{P}{2}</math>. Условие прочности при допускаемом напряжении <math>[\sigma]</math> имеет вид...</p>  | <p>1) <math>\sqrt{\left(\frac{PL}{W_x}\right)^2 + \left(\frac{PL}{2W_y}\right)^2} \leq [\sigma]</math></p> <p>2) <math>\sqrt{\left(\frac{PL}{2W_x}\right)^2 + \left(\frac{PL}{W_y}\right)^2} \leq [\sigma]</math></p> <p>3) <math>\frac{PL}{W_x} + \frac{PL}{2W_y} \leq [\sigma]</math></p> <p>4) <math>\frac{PL}{2W_x} + \frac{PL}{W_y} \leq [\sigma]</math></p> |
| 16                                     | <p>Для стержня AB (см. рисунок), видом сложного сопротивления является...</p>                                                                                                                                                                   | <p>1) общий случай сложного сопротивления</p> <p>2) внецентренное растяжение</p> <p>3) косой изгиб</p> <p>4) изгиб с кручением</p>                                                                                                                                                                                                                                |
| Тест. Статически неопределимые системы |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 17                                     |  <p>Значения <math>\delta_{11}</math> и <math>\Delta_{1p}</math> канонического уравнения <math>\delta_{11}x_1 + \Delta_{1p} = 0</math>, составленного для эквивалентной системы (а), равны ...</p>                                              | <p>1) <math>\frac{Ml^3}{2EJ}, \frac{l^2}{2EJ}</math>    3) <math>\frac{Ml^2}{EJ}, 0</math></p> <p>2) <math>0, \frac{Ml^3}{3EJ}</math>    4) <math>\frac{l^3}{3EJ}, -\frac{Ml^2}{2EJ}</math></p>                                                                                                                                                                   |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18                 | <p>Статически неопределимой является система ... (... раз неопределима).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>1) 2, (4)                      3) 1, (3)</p> <p>2) 3, (2)                      4) 4, (1)</p>                                                                                                                            |
| 19                 | <p>Коэффициенты канонических уравнений метода сил <math>\delta_{ik}</math> и <math>\delta_{ki}</math> обладают следующим свойством...</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>1) <math>\delta_{ik} \neq \delta_{ki}</math></p> <p>2) <math>\delta_{ik} &lt; 0</math> , если <math>i = k</math></p> <p>3) <math>\delta_{ik} = \delta_{ki}</math></p> <p>4) <math>\delta_{ik} = -\delta_{ki}</math></p> |
| Тест. Устойчивость |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                            |
| 20                 | <p>Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня применима, если критическое напряжение <math>\sigma_{кр}</math> ...</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>1) превышает предел текучести</p> <p>2) превышает предел пропорциональности</p> <p>3) равно пределу текучести</p> <p>4) не превышает предел пропорциональности</p>                                                      |
| 21                 | <p>Приведенная на рисунке форма потери устойчивости сжатого стержня соответствует способу закрепления стержня, показанному на схеме ...</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p> <p>4) </p>                                                                                                                                                                                |
| 22                 | <p>Стержень с шарнирно опертыми концами длиной <math>l = 1,8</math> м сжат силой <math>P</math>. Зависимость критического напряжения от гибкости <math>\lambda</math> для стали Ст. 3 приведена на рисунке.</p> <p>Поперечное сечение стержня представляет собой швеллер №22, радиусы инерции которого <math>i_x = 8,89</math> см, <math>i_y = 2,37</math> см. Критическое напряжение для стержня равно...</p> | <p>1) 212 МПа</p> <p>2) 240 МПа</p> <p>3) 200 МПа</p> <p>4) 224 МПа</p>                                                                                                                                                    |

#### Критерии оценки:

отлично - от 90% до 100% правильных ответов;

хорошо - от 75% до 90% правильных ответов;

удовлетворительно - от 50% до 75% правильных ответов;

неудовлетворительно - менее 50% правильных ответов.