

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан строительно-  
технологического факультета

 Усачёв С.М.  
« 31 » 08 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

«Техническая механика»

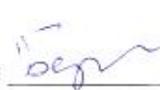
**Направление подготовки** - 08.03.01 «Строительство»

**Профиль** - «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций»

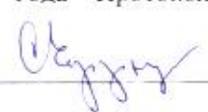
**Квалификация (степень) выпускника** - Бакалавр

**Нормативный срок обучения** - 4года/5лет

**Форма обучения** - Очная/ заочная

Автор программы  Барченкова Н.А. (к.т.н., доцент)

Программа обсуждена на заседании кафедры строительной механики  
« 31 » августа 2017 года Протокол № 1

Зав. кафедрой  Ефрюшин С.В.

**Воронеж 2017**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели изучения дисциплины

Дисциплина «Техническая механика» имеет своей **целью** подготовить будущего специалиста к решению простейших задач сопротивления материалов и строительной механики.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

**Задачи** дисциплины - дать студенту фундаментальные знания о напряженно-деформированном состоянии стержней и стержневых систем под действием различных нагрузок, необходимые представления о сопротивлении конструкций, расчетных схемах, задачах расчета стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Техническая механика» относится обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана. Курс «Техническая механика» базируется на дисциплинах: математика, теоретическая механика, инженерная графика.

*Требования к входным знаниям, умениям студентов.*

Студент должен:

**Знать:** фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической физики.

**Уметь:** самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике и теоретической механике при изучении курса

**Владеть:** первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой

# 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на развитие и формирование общекультурных и профессиональных компетенций:

– способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

– способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

– знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-13).

В результате освоения дисциплины «Техническая механика» студент должен:

**Знать:** основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней и стержневых систем при

различных силовых, деформационных и температурных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов.

**Уметь:** грамотно составлять расчетные схемы, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения, подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости.

**Владеть навыками:**

– определения напряженно-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ;

– определения с помощью экспериментальных методов механических характеристик материалов;

– выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Техническая механика» составляет 5 зачетных единиц.

| Вид учебной работы                            | Всего часов         | Семестры            |     |  |  |
|---|---------------------|---------------------|-----|--|--|
|   |                     | 3/3                 |     |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>             | 72/22               | 72/22               |     |  |  |
| В том числе:                                  |                     |                     |     |  |  |
| Лекции  | 36/10               | 36/10               |     |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)                     | 18/6                | 18/6                |     |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 18/6                | 18/6                |     |  |  |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>         | 72/149              | 72/149              |     |  |  |
| В том числе:                                  |                     |                     |     |  |  |
| Курсовой проект                               | -/-                 | -/-                 |     |  |  |
| Контрольная работа                            | 3/3                 | 3/3                 |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | 36/9<br>(экз./экз.) | 36/9<br>(экз./экз.) |     |  |  |
| Общая трудоемкость                            | час                 | 180/180             |     |  |  |
|   | зач. ед.            | 5/5                 | 5/5 |  |  |

**Примечание:** здесь и далее числитель – очная/знаменатель – заочная формы обучения.

### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                  | Содержание раздела  |
|-------|--|---|
| 1     | Основные понятия                                 | Задачи дисциплины ее место среди других. Внешние и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Напряжение деформаций. Основные гипотезы и принципы. Условие прочности и жесткости. |
| 2     | Геометрические характеристики поперечных сечений | Площадь, статические моменты, центр тяжести, моменты инерций сечений. Главные оси и главные моменты инерции.  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    | стержней  | Главный эллипс инерции, радиусы инерции.  |
| 3  | Центральное растяжение и сжатие стержней  | Уравнение равновесия отсеченной части прямого бруса. Понятие о продольной и поперечных силах, изгибающих и крутящем моменте в поперечном сечении бруса. Простевшие виды напряженно-деформированного состояния бруса. Центральное растяжение и сжатие прямых стержней: расчет продольных усилий и напряжений. Расчет деформаций на основе закона Гука. Проверка прочности и жесткости. |
| 4  | Механические свойства и характеристики основных групп строительных материалов при растяжении и сжатии | Опытные изучения механических свойств основных групп строительных материалов при испытании на растяжение (сжатие). Определение механических свойств и характеристик.  |
| 5  | Главные напряжения, площадки (сечения) и деформации   | Понятия и формулы для расчета главных напряжений и деформаций при одноосном и плоском напряженно-деформированных состояниях.  |
| 6  | Теория прочности материалов   | Основные критерии возникновения предельных состояний для хрупких и пластических тел. Эквивалентное (приведенное) напряжение.  |
| 7  | Основные расчетные положения  | Нормативная и расчетная нагрузки. Коэффициент надежности по нагрузке. Нормативное и расчетное сопротивление. Коэффициент надежности по материалам.  |
| 8  | Чистый сдвиг. Свободное кручение прямых стержней  | Расчет главных напряжений и деформации при чистом сдвиге. Расчет касательных напряжений при кручении прямых стержней круглого и прямоугольного сечений. Закон Гука для расчета углов закручивания. Проверки прочности и жесткости.  |
| 9  | Механические свойства и характеристики основных групп строительных материалов при кручении            | Опытные изучения механических свойств основных групп строительных материалов при кручении. Определение механических свойств и характеристик.  |
| 10 | Построение эпюр поперечных сил, изгибающих моментов в балках при плоском изгибе                       | Опорные реакции. Порядок построения эпюр поперечных сил изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости при изгиб. Проверки.  |
| 11 | Напряжение в сечениях балки. Подбор сечений   | Нормальные напряжения. Построение эпюр. Подбор сечений из условия прочности. Формула Журавского для расчета касательных напряжений с построением эпюр.  |
| 12 | Расчет прочности балок. Понятие о траектории главных напряжений                                       | Порядок расчета главных напряжений, расположение главных сечений, приведенных напряжений, коэффициентов запаса. Определение местоположения наиболее опасных областей в балках по очертанию траектории главных напряжений.   |
| 13 | Деформации балки. Метод выравнивания постоянных   | Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки, его интегрирование с помощью метода выравнивания постоянных. Проверка жесткости балки.  |
| 14 | Различные случаи сложного сопротивления бруса   | Расчет напряжений и деформаций бруса в случаях: внецентренного растяжения (сжатия), косоугольного изгиба, общего случая сложного сопротивления. Проверки прочности и жесткости.   |
| 15 | Устойчивость сжатых стержней  | Статический критерий потери устойчивости равновесных форм стержней. Гибкость, расчет критической силы по формулам Эйлера и Ясинского. Расчет устойчивости с помощью коэффициента продольного изгиба.  |
| 16 | Продольно-поперечный из-  | Расчет прогибов и напряжений при продольно-поперечном   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | гиб.   | изгибе стержней.   |
| 17 | Концентрация напряжений.   | Коэффициент концентрации напряжений. Формула Колосова.   |
| 18 | Усталость материалов   | Испытание на выносливость. Предел выносливости.  |
| 19 | Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций. Удар   | Динамическое нагружение и динамический коэффициент. Расчетная модель при ударе. Учет распределенной массы стержня при ударе.   |
| 20 | Расчет плит по технической теории изгиба.  | Классификация пластин. Основные допущения. Уравнение Софи Жермен. Решение методом Навье.   |
| 21 | Потенциальная энергия деформации. Формула Мора для расчета деформаций  | Потенциальная энергия бруса для простейших случаев напряжено-деформированного состояния и в общем случае. Применение теоремы Кастилиано для расчета перемещений. Формула Мора. Правило Верещагина. |
| 22 | Конструктивная и расчетная схемы сооружения. Классификация расчетных схем по статическим и кинематическим свойствам. | Типы опор. Понятие о расчетной схеме сооружения, ее статические и кинематические свойства.   |
| 23 | Метод сил для расчета статически неопределимых систем  | Заданная и основная системы, основные неизвестные, канонические уравнения метода сил.  |
| 24 | Расчет простейших статически неопределимых рам и балок методом сил   | Основные приемы расчета статически неопределимых рам и балок на примерах. Уравнение трех моментов.   |

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|       |   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1.    | Механика грунтов                                    | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 2     | Основы архитектуры и строительных конструкций       | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 3     | Физика  | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 4     | Строительные материалы                              | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 5     | Конструкционные металлы и сплавы в строительстве    | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Лекц. | Практ. зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего час. |
|-------|---|-------|-------------|-----------|-----|------------|
| 1.    | Основные понятия  | 3/1   |             | 2/-       | 3/6 | 8/7        |
| 2.    | Геометрические характеристики поперечных сечений стержней   |       | 1/1         |           | 3/7 | 4/8        |
| 3.    | Центральное растяжение и сжатие стержней  | 3/1   | 1/0,5       | 2/-       | 3/6 | 6/7,5      |
| 4.    | Механические свойства и характеристики основных групп строительных материалов при растяжении и сжатии |       | 0,5/0,5     | 4/2       | 3/6 | 7,5/8,5    |
| 5.    | Главные напряжения, площадки (сечения) и деформации   | 2/1   | 0,5/-       |           | 3/6 | 5,5/7      |

|     |  |       |       |      |        |         |
|-----|--|-------|-------|------|--------|---------|
| 6.  | Теория прочности материалов  | 1/0,5 | 1/0,5 |      | 3/6    | 5/6,5   |
| 7.  | Основные расчетные положения   | 1/0,5 |       |      | 3/6    | 4/6,5   |
| 8.  | Чистый сдвиг. Свободное кручение прямых стержней   | 2/0,5 | 1/-   |      | 3/6    | 6/5,5   |
| 9.  | Механические свойства и характеристики основных групп строительных материалов при кручении                           |       | 1/0,5 | 2/1  | 3/6    | 6/7,5   |
| 10. | Построение эпюр поперечных сил, изгибающих моментов в балках при плоском изгибе                                      | 2/-   | 2/1,5 |      | 3/7    | 7/9     |
| 11. | Напряжение в сечениях балки. Подбор сечений  | 3/2   | 2/1   | 2/1  | 3/6    | 10/10   |
| 12. | Расчет прочности балок. Понятие о траектории главных напряжений  | 2/-   | 1/0,5 |      | 3/6    | 6/6,5   |
| 13. | Деформации балки. Метод выравнивания постоянных  | 2/1   | 1/-   | 2/1  | 3/7    | 8/9     |
| 14. | Различные случаи сложного сопротивления бруса  | 3/1   | 1/-   |      | 3/6    | 7/7     |
| 15. | Устойчивость сжатых стержней   | 2/2   | 2/-   | 4/1  | 3/7    | 11/10   |
| 16. | Продольно-поперечный изгиб.  | 1/-   |       |      | 3/6    | 4/6     |
| 17. | Концентрация напряжений.   | 1/-   |       |      | 3/6    | 4/6     |
| 18. | Усталость материалов   | 1/-   |       |      | 3/6    | 4/6     |
| 19. | Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций. Удар   | 1/-   |       |      | 3/6    | 4/6     |
| 20. | Расчет плит по технической теории изгиба.  | 1/-   |       |      | 3/6    | 4/6     |
| 21. | Потенциальная энергия деформации. Формула Мора для расчета деформаций  | 2/0,5 |       |      | 3/6    | 5/6,5   |
| 22. | Конструктивная и расчетная схемы сооружения. Классификация расчетных схем по статическим и кинематическим свойствам. | 1/0,5 | 1/-   |      | 3/6    | 5/6,5   |
| 23. | Метод сил для расчета статически неопределимых систем  | 2/0,5 | 1/-   |      | 3/6    | 6/6,5   |
| 24. | Расчет простейших статически неопределимых рам и балок методом сил   |       | 1/-   |      | 3/7    | 4/7     |
|     | ИТОГО:   | 36/10 | 18/6  | 18/6 | 72/149 | 180/180 |

#### 5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость (час) |
|-------|----------------------|---|--------------------|
| 1.    | 1                    | Демонстрация принципа Сен-Венана  | 2/-                |
| 2.    | 3                    | Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона стали при растяжении             | 1/0,5              |
| 3.    | 4                    | Центральное растяжение образца круглого поперечного сечения из малоуглеродистой стали | 1/0,5              |
| 4.    | 4                    | Центральное сжатие образца круглого поперечного сечения из малоуглеродистой стали     | 1/0,5              |
| 5.    | 4                    | Центральное растяжение чугунного образца круглого поперечного сечения                 | 1/0,5              |
| 6.    | 4                    | Центральное сжатие чугунного образца круглого поперечного сечения                     | 1/0,5              |
| 7.    | 9                    | Кручение стального стержня круглого поперечного сечения                               | 1/0,5              |
| 8.    | 9                    | Скручивание до разрушения стального стержня сплошного круглого поперечного сечения    | 1/0,5              |

|     |    |   |       |
|-----|----|---|-------|
| 9.  | 9  | Скручивание до разрушения чугунного стержня сплошного круглого поперечного сечения        | 1/0,5 |
| 10. | 11 | Определение напряжений при плоском изгибе стальной балки двутаврового поперечного сечения | 2/0,5 |
| 11. | 13 | Определение угловых и линейных перемещений балки при поперечном плоском изгибе            | 2/0,5 |
| 12. | 15 | Испытание на устойчивость центрально сжатого стержня                                      | 2/0,5 |
| 13. | 15 | Устойчивость плоской формы изгиба балки   | 2/0,5 |
|     |    | ИТОГО:  | 18/6  |

### 5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий  | Трудоёмкость (час) |
|-------|----------------------|--|--------------------|
| 1.    | 2                    | Решение задач на расчет геометрических характеристик поперечных сечений стержней.                                    | 1/1                |
| 2.    | 3                    | Решение задач на центральное растяжение и сжатие стержней с проверкой прочности и жесткости                          | 1/0,5              |
| 3.    | 4                    | Механические свойства и характеристики основных групп строительных материалов при растяжении и сжатии                | 0,5/0,5            |
| 4.    | 5                    | Главные напряжения, площадки (сечения) и деформации  | 0,5/-              |
| 5.    | 6                    | Теория прочности материалов  | 1/0,5              |
| 6.    | 8                    | Чистый сдвиг. Свободное кручение прямых стержней   | 1/-                |
| 7.    | 9                    | Механические свойства и характеристики основных групп строительных материалов при кручении                           | 1/0,5              |
| 8.    | 10                   | Решение задач на построение эпюр поперечных сил, изгибающих моментов в балках при плоском изгибе.                    | 2/1,5              |
| 9.    | 11                   | Подбор сечений. Расчет нормальных и касательных напряжений в балках с построением эпюр.                              | 2/1                |
| 10.   | 12                   | Расчет прочности балок. Понятие о траектории главных напряжений  | 1/0,5              |
| 11.   | 13                   | Решение задач на расчет деформации балок методом выравнивания постоянных   | 1/-                |
| 12.   | 14                   | Различные случаи сложного сопротивления бруса  | 1/-                |
| 13.   | 15                   | Решение задач на устойчивость сжатых стержней  | 2/-                |
| 14.   | 22.                  | Конструктивная и расчетная схемы сооружения. Классификация расчетных схем по статическим и кинематическим свойствам. | 1/-                |
| 15.   | 23.                  | Метод сил для расчета статически неопределимых систем  | 1/-                |
| 16.   | 24                   | Решение задач на расчет простейших статически неопределимых рам и балок методом сил                                  | 1/-                |
|       |                      | ИТОГО:   | 18/6               |

### 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовой проект и контрольные работы для студентов дневной формы обучения учебным планом не предусмотрены, ими выполняются:

Упражнение №1 "Вычисление моментов инерции сложной плоской фигуры";  
 Упражнение №2 "Расчет столба на центральное растяжение (сжатие).  
 РГР №1 "Расчет простой балки на прочность и жесткость"  
 РГР №2 "Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость"

Контрольные работы для студентов заочной формы обучения

Контрольная работа № 1 Вычисление моментов инерции сложной плоской фигуры"

Контрольная работа № 2 "Расчет простой балки на прочность и жесткость".

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

| № п/п | Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)   | Форма контроля  | семестр |
|-------|--|---|---------|
| 1     | ОПК-1. способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | Расчетно-графические работы №1-2 (РГР)<br>Упражнения №1-2 (Упр)<br>Экзамен. | 3       |
| 2     | ОПК-2. способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.  | Расчетно-графические работы №1-2 (РГР)<br>Упражнения №1-2 (Упр)<br>Экзамен. | 3       |
| 3     | ПК-13. знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.  | Расчетно-графические работы №1-2 (РГР)<br>Упражнения №1-2 (Упр)<br>Экзамен. | 3       |

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания  | Форма контроля |     |         |
|------------------------|--|----------------|-----|---------|
|                        |  | РГР            | УПР | Экзамен |
| Знает                  | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | +              | +   | +       |
| Умеет                  | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жестко-   | +              | +   | +       |

|         |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|
|         | сти, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). |   |   |   |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнении лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     | + | + | + |

### 7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания  | Оценка  | Критерий оценивания  |
|------------------------|--|---------|--|
| Знает                  | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | отлично | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР и лабораторные работы на оценки «отлично». |
| Умеет                  | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     |         |  |
| Владеет                | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |         |  |
| Знает                  | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | хорошо  | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР и лабораторные работы                      |
| Умеет                  | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, ус-  |         |  |

|         |  |                     |  |
|---------|--|---------------------|--|
|         | тойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     | на оценки «хорошо».  |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     |  |
| Знает   | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | удовлетворительно   | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительное выполненные РГР и лабораторные работы |
| Умеет   | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     |                     |  |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     |  |
| Знает   | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | неудовлетворительно | Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные РГР и лабораторные работы           |
| Умеет   | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     |                     |  |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     |  |
| Знает   | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения ла-                                       | не аттестован       | Непосещение лекционных и практических занятий. Не выполненные РГР и лабора-  |

|         |  |  |                |
|---------|--|--|----------------|
|         | бораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).  |  | торные работы. |
| Умеет   | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). |  |                |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |  |                |

### 7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В третьем семестре результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

| Дескриптор компетенции | Показатель оценивания  | Оценка  | Критерий оценивания  |
|------------------------|--|---------|--|
| Знает                  | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | отлично | Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.       |
| Умеет                  | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     |         |  |
| Владеет                | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |         |  |
| Знает                  | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | хорошо  | Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. |
| Умеет                  | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конст-   |         |  |

|         |  |                     |   |
|---------|--|---------------------|---|
|         | рукции и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).  |                     |   |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     |   |
| Знает   | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | удовлетворительно   | Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.   |
| Умеет   | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     |                     |   |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     |   |
| Знает   | Фундаментальные основы технической механики, включая теорию напряжений, теорию деформаций, метод сечений, теорию прочности, основные расчетные положения, теорию устойчивости сжатых стержней, теоретические основы для выполнения лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13). | неудовлетворительно | 1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.<br>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.<br>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание. |
| Умеет   | Самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций и простейших рам. Выполнять и оформлять лабораторные работы. Расширять свои познания в области технической механики (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).     |                     |   |
| Владеет | Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач расчета прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции и выполнением лабораторных работ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-13).   |                     |   |

**7.3. Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач у доски, в виде проверки выполнения РГР и упражнений, в виде решения простейших задач по соответствующим темам, в виде выполнения и оформления лабораторных работ.

*Промежуточный контроль* осуществляется путем выполнения отчета по РГР и упражнениям, который состоит из теоретической (основы теории) и практической (решение задач) частей, а также выполненных лабораторных работ. Варианты расчетно - графических работ выдаются каждому студенту индивидуально.

### **7.3.1. Примерная тематика упражнений и РГР**

Упражнение №1 "Вычисление моментов инерции сложной плоской фигуры";

Упражнение №2 " Расчет столба на центральное растяжение (сжатие).

РГР №1 "Расчет простой балки на прочность и жесткость"

РГР №2 "Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость"

### **7.3.2 Примерный перечень вопросов к экзамену (3/4 семестр)**

1. Задачи курса сопротивления материалов. Основные допущения. Понятие о деформациях и напряжениях. Виды напряженно-деформированного состояния тела.
2. Центральное растяжение. Закон Гука. Модуль упругости, коэффициент поперечной деформации (Пуассона).
3. Напряжения в наклонных сечениях при центральном растяжении стержня. Закон парности касательных напряжений.
4. Условие прочности при центральном растяжении и сжатии. Основные типы задач при расчетах на прочность растянутых (сжатых) стержней.
5. Влияние собственного веса на напряжения и деформации при центральном растяжении и сжатии. Стержень равного сопротивления.
6. Диаграммы напряжений при растяжении и сжатии пластичных материалов. Механические характеристики материалов.
7. Диаграммы напряжений при растяжении и сжатии хрупких материалов.
8. Влияние времени на напряжения и деформации. Ползучесть. Релаксация напряжений.
9. Нормативное и расчетное сопротивление. Нормативная и расчетная нагрузки.
10. Определение напряжений в произвольном сечении при плоском напряженном состоянии.
11. Определение главных напряжений и положения главных сечений при плоском напряженном состоянии. Экстремальные касательные напряжения.
12. Зависимость между напряжениями и деформациями при плоском и объемном напряженном состоянии (обобщенный закон Гука). Коэффициент относительного изменения объема.
13. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Условие прочности. Простейшие расчеты на срез.

14. Назначение гипотез прочности. Классические гипотезы прочности для хрупких и пластичных материалов. Приведенное напряжение. Универсальная запись условия прочности.
15. Кручение. Понятие о крутящем моменте. Определение напряжений при кручении вала круглого сечения. Условие прочности.
16. Расчет прочности при кручении бруса круглого сечения из пластичного материала по предельному состоянию всего сечения.
17. Деформации и перемещения при кручении валов.
18. Кручение стержней с некруглым поперечным сечением. Свободное кручение стержней прямоугольного поперечного сечения.
19. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
20. Свободное кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля.
21. Общее понятие об изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент. Правило знаков. Зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.
22. Контроль правильности построения эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Примеры.
23. Вычисление нормальных напряжений при изгибе.
24. Условие прочности балки по нормальным напряжениям для случаев упруго-хрупкого и упруго-пластичного материалов.
25. Вычисление касательных напряжений при поперечном изгибе (формула Журавского).
26. Напряжения в наклонных сечениях балки. Главные напряжения. Приведенное напряжение.
27. Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки. Геометрический смысл постоянных интегрирования.
28. Метод уравнивания постоянных интегрирования при определении перемещений балки.
29. Косой изгиб.
30. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений. Проверка прочности. Нахождение допустимой нагрузки.
31. Сложное сопротивление бруса. Брус прямоугольного сечения.
32. Сложное сопротивление бруса. Брус круглого сечения.
33. Расчет гибких стоек на устойчивость. Формула Эйлера и условие ее применения.
34. Расчет гибких стоек на устойчивость при напряжениях, превышающих предел пропорциональности (формула Ясинского).
35. Расчет гибких стоек на устойчивость с использованием коэффициента продольного изгиба.
36. Продольно-поперечный изгиб.
37. Расчет плит по технической теории изгиба.
38. Динамическое действие нагрузки. Динамический коэффициент.
39. Ударное действие нагрузки. Расчетная модель и основные допущения. Выражение для динамического коэффициента.
40. Приближенный учет распределенной массы стержней при ударе.
41. Потенциальная энергия деформаций при статическом нагружении для центрального растяжения.

42. Потенциальная энергия деформаций при статическом нагружении для чистого сдвига.
43. Потенциальная энергия деформаций при статическом нагружении для кручения стержня круглого сечения.
44. Потенциальная энергия деформаций при статическом нагружении для плоского поперечного изгиба.
45. Удельная потенциальная энергия деформаций при объемном напряженном состоянии.
46. Концентрация напряжений.
47. Усталость материалов. Предел выносливости.
48. Потенциальная энергия деформации. Формула Мора для расчета деформаций
49. Конструктивные свойства плоских стержневых систем.
50. Метод сил для расчета статически неопределимых систем.
51. Расчет простейших статически неопределимых рам и балок методом сил.

### 7.3.3 Примерные задания к отчетам упражнений и РГР

**Указания:** Все задания имеют 5 вариантов ответа, из которых правильный только один.

1. Среда называется ....., если ее свойства не зависят от координат точек.  
 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной

2. Что такое статический момент плоского сечения относительно заданной оси.

- 1) Произведение площади на квадрат расстояния до оси.
- 2) Произведение площади на расстояние до оси.
- 3)  $\int yz dA$ ; 4)  $\int \rho dA$ ; 5)  $\int \rho^2 dA$ ;

3. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

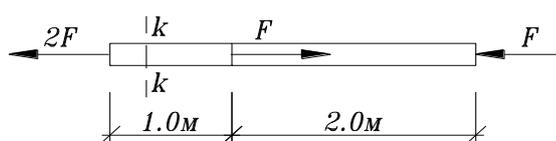
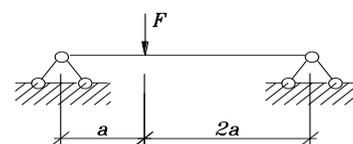
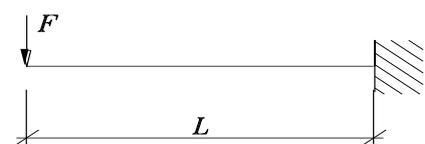
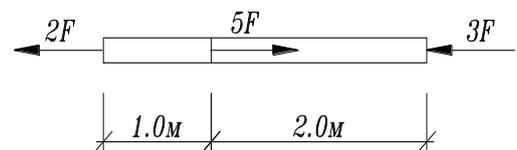
- 1)  $5F$  2)  $3F$  3)  $2F$  4)  $7F$  5)  $8F$

4. Определить вертикальную составляющую опорной реакции в заделке А.

- 1) 0 2)  $F$  3)  $2F$  4)  $3F$  5)  $0.5F$

5. Определить реакцию опоры А.

- 1)  $\frac{2}{3}F$  2)  $\frac{1}{2}F$  3)  $\frac{3}{2}F$  4) 0 5)  $F$



6. Определить напряжения в сечении k-k стержня, если

$$A = 4 \text{ см}^2, F = 10 \text{ кН}$$

- 1) 25 МПа, 2) 50 МПа, 3) 45 МПа 4) 30 МПа, 5) 60 МПа

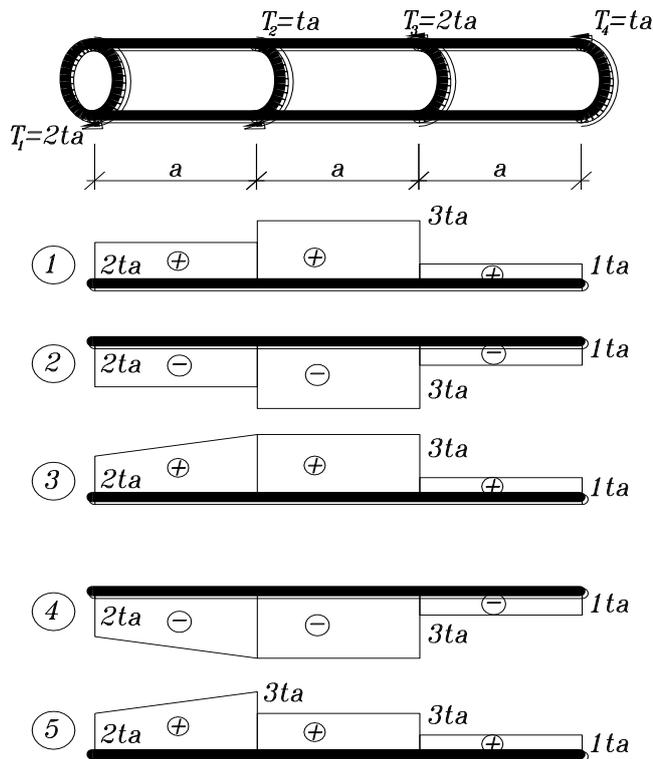
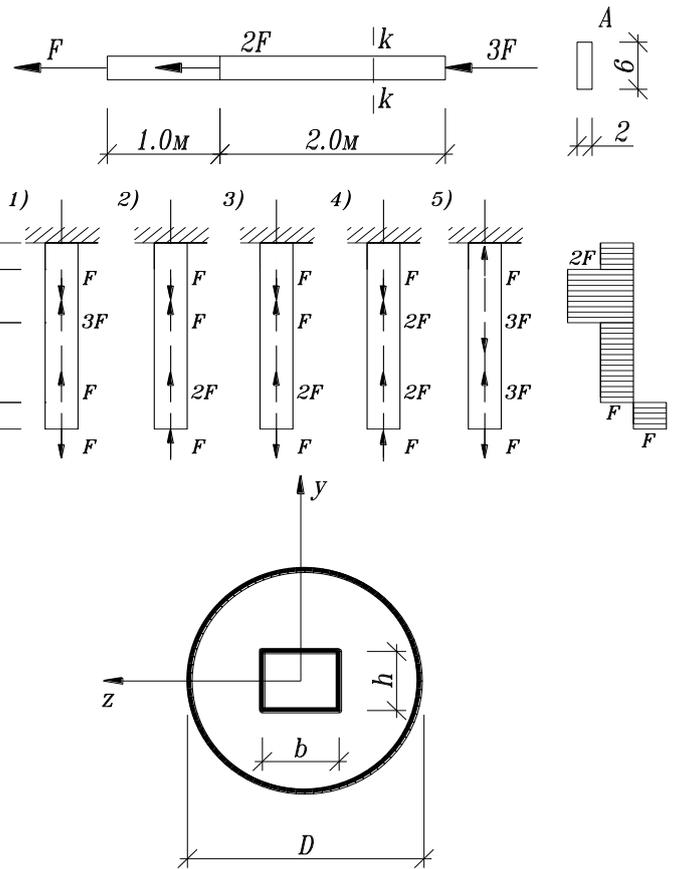
7. Чему равны напряжения в т. А поперечного сечения k-k, если  $F = 12 \text{ кН}$

- 1) 30 МПа 2) 40 МПа 3) 50 МПа  
4) 60 МПа 5) 70 МПа

8. Для какого из представленных стержней верна эпюра внутренних усилий

9. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси x:

- 1)  $J_z = \pi D^3 / 32 - bh^2 / 6$ ;  
2)  $J_z = \pi D^4 / 64 - b^3 h / 12$ ;  
3)  $J_z = \pi D^4 / 64 - bh^3 / 12$ ;  
4)  $J_z = \pi D^4 / 12 - bh^3 / 64$ ;  
5)  $J_z = \pi D^4 / 12 - bh^3 / 64$ ;



10. Для схемы, показанной на рисунке, указать правильную эпюру крутящих моментов

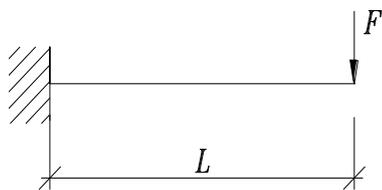
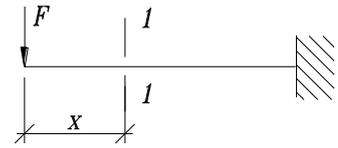
Ответ: 1) 2) 3) 4) 5)

11. Какие внутренние усилия возникают при поперечном изгибе

- 1) Продольная сила  $-N, M$ . 2) Изгибающий момент  $-M_z, M_x$ .  
3) Крутящий момент  $-M_x, Q$ . 4) Поперечная сила  $-Q_y, N$ .  
5) Изгибающий момент и поперечная сила  $-M_z, Q_y$ .

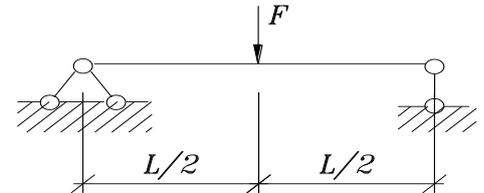
12. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

Ответы 1)  $-\frac{Fx^2}{2}$ ; 2)  $-Fx$ ; 3)  $-\frac{Fx}{2}$ ; 4)  $2Fx$ ; 5)  $-Fx^2$ ;



13. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

1)  $\frac{Fl^2}{2}$ ; 2)  $\frac{Fl}{2}$ ; 3)  $Fl$ ; 4)  $4Fl$ ; 5)  $Fl^2$ ;



14. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

1)  $F$ ; 2)  $\frac{F}{2}$ ; 3)  $\frac{F}{3}$ ; 4)  $\frac{F}{4}$ ; 5)  $2F$ ;

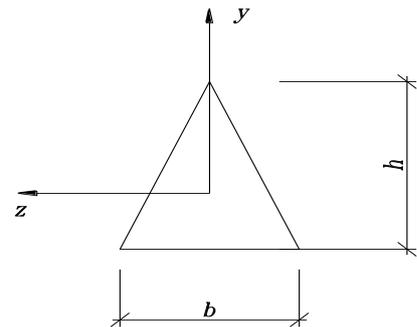
15. Указать правильный вариант записи уравнения нейтральной линии в сечении при поперечном изгибе относительно оси  $z$  ( $x$  - продольная ось)

1)  $M_z = 0$ ; 2)  $\tau_{xy} = 0$ ; 3)  $\sigma_x = 0$ ; 4)  $Q_y = 0$ ; 5)  $J_x = 0$ ;

16. По какой формуле определяется максимальное напряжение в балке треугольного поперечного сечения при действии изгибающего момента  $M_z$ ?

1)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2b}{3}$ ; 2)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_z} \frac{1}{3} h$ ; 3)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2h}{3}$ ;

4)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{1}{3} h$ ; 5)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2}{3} h$ ;

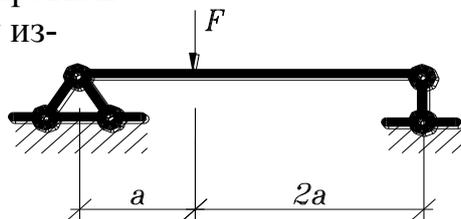


17. Каким точным дифференциальным уравнением описывается изгибная ось балки?

1)  $V'''(x) = \pm \frac{M(x)}{EI}$ ; 2)  $\frac{V''(x)}{((1+(V')^2)^{\frac{3}{2}})} = \pm \frac{M(x)}{EI}$ ; 3)  $\frac{V''(x)}{1+(V')^2} = \pm \frac{M(x)}{EI}$ ;

4)  $V'''(x) = \pm M(x) \cdot EI$ ; 5)  $V'''(x) = \pm M(x)$ ;

18. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

19. Укажите условие прочности при растяжении – сжатии

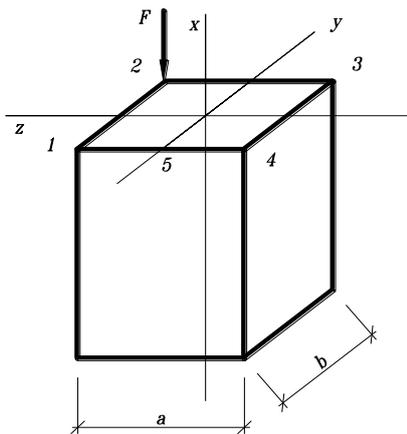
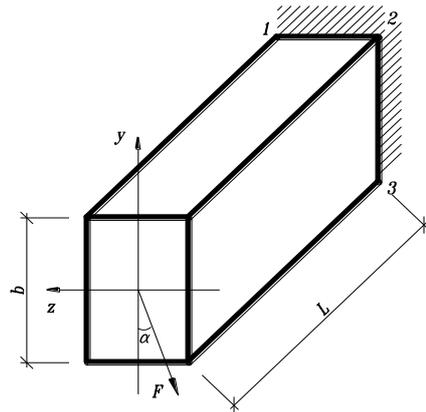
- 1)  $\sigma = R$ ; 2)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq R$ ; 3)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \approx R$ ; 4)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \geq R$ ; 5)  $\sigma = \frac{N}{A} \leq R$ ;

20. В поперечном сечении стержня  $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$  действуют  $M_x, Q_y$  и  $N$ . Указать формулу для определения максимального нормального напряжения.

- 1)  $\sigma = \frac{M_z}{J_z} \frac{N}{b \cdot h}$ ; 2)  $\sigma = \frac{M_z}{W_z} + \frac{N}{b \cdot h}$ ; 3)  $\sigma = \frac{M_z}{W_z} \cdot \frac{h}{2} + \frac{N}{b \cdot h}$ ; 4)  $\sigma = \frac{Q_y \cdot S_z^*}{J_z \cdot b} + \frac{N}{b \cdot h}$ ;  
5)  $\sigma = \frac{M_z}{J_z \cdot b} + \frac{N}{b \cdot h}$ ;

21. Какой вид напряженного состояния изображен на рисунке:

- 1) Растяжение 2) Кручение  
3) Плоский изгиб 4) Косой изгиб  
5) Внецентренное сжатие.



22. Определить напряжение в т. 2, если

- 1)  $\sigma = -3.33 \frac{F}{a^2}$ ; 2)  $\sigma = -4.33 \frac{F}{a^2}$ ;  
3)  $\sigma = -2.33 \frac{F}{a^2}$ ;  
4)  $\sigma = -2.00 \frac{F}{a^2}$ ; 5)  $\sigma = -5.67 \frac{F}{a^2}$ ;

23. По какой теории записано условие прочности  $\varepsilon_{\max} \leq \varepsilon_{н.н.с.}$

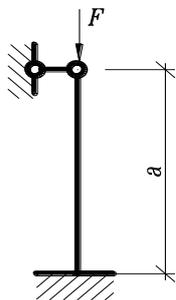
- 1) Первой 2) Второй 3) Третьей 4) Четвертой

24. Укажите формулу, по которой определяются главные напряжения

- 1)  $\sigma_{\max/\min} = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_y \sin^2 \alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha$ ; 2)  $\sigma_{\max/\min} = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$ ;

$$3) \sigma_{\max/\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2};$$

$$4) \sigma_{\max/\min} = \pm \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2};$$



25. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

- 1)  $\mu=1.7$ ; 2)  $\mu=0.7$ ; 3)  $\mu=1.0$ ; 4)  $\mu=0.5$ ; 5)  $\mu=2$ ;

26. Среда называется ....., если каждый ее элементарный объем не имеет пустот и разрывов.

1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной.

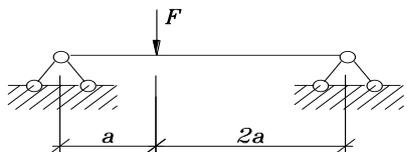
27. Для каких расчетов используется статический момент плоского сечения.

- 1) при расчетах на прочность; 2) при расчетах на жесткость;  
3) для определения положения центра тяжести сечения;  
4) при расчетах на устойчивость; 5) при расчетах на кручение.

28. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

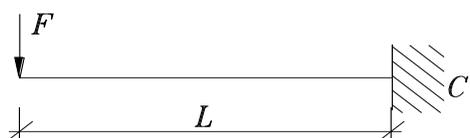


- 1)  $5F$ ; 2)  $3F$ ; 4)  $7F$ ; 5)  $8F$ ;



29. Определить реакцию в опоре С.

- 1)  $\frac{2}{3}F$  2)  $\frac{1}{2}F$  3)  $\frac{3}{2}F$  4) 0 5)  $F$



30. Определить вертикальную реакции в заделке С.

- 1)  $0.5F$  2)  $F$  3)  $2F$  4)  $3F$  5) 0

31. Какое из выражений является условием прочности при растяжении:

1)  $\sigma_{\max \rho} = \frac{N_{\max \rho}}{A} \leq R_\rho$ ; 2)  $\sigma_{\max} = \frac{M_{z \max}}{W_z} \leq R$ ; 3)  $\tau_{\max \rho} = \frac{Q_{\max}}{A} \leq |\tau|_\rho$ ; 4)  $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_\rho} \leq |\tau|$ ;

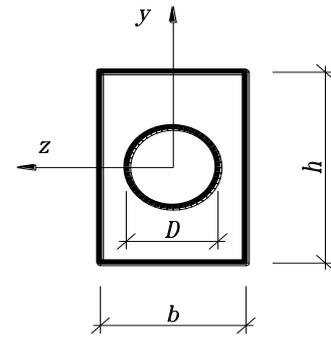
5)  $\tau_{\max} = \frac{Q_y S_z^{onc}}{J_z b} \leq |\tau|$ ;

32. Какое внутреннее усилие возникает при растяжении (сжатии):

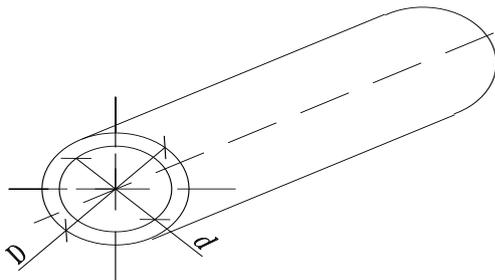
- 1) Изгибающий момент. 2) Крутящий момент. 3) Поперечная сила.  
4) Продольная сила. 5) Сдвигающая сила.

33. Укажите правильное значение момента сопротивления относительно оси  $y$  (материал хрупкий)

- 1)  $W_x = \pi D^3 / 32 - bh^2 / 6$ ;
- 2)  $W_x = bh^3 / 12 - \pi D^3 / 64$ ;
- 3)  $W_x = bh^3 / 6 - \pi D^3 / 32$ ;
- 4)  $W_x = bh^3 / 12 - \pi D^3 / 6$ ;
- 5)  $W_x = (b^3h / 12 - \pi D^4 / 64) / 0.5b$ ;

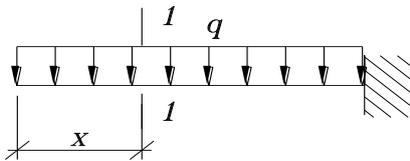


34. Укажите формулу полярного момента инерции полоого цилиндра



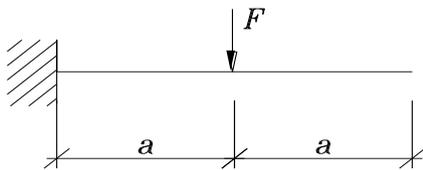
- 1)  $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$ ;
- 2)  $J_p = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4)$ ;
- 3)  $J_p = \frac{T}{32} \left( \frac{D^3 - d^3}{2} \right)$ ;
- 4)  $J_p = \frac{\pi}{64} (D^4 + d^4)$ ;
- 5)  $J_p = \frac{\pi}{32} (D^3 - d^3)$ ;

35. По какой формуле определяются максимальные нормальные напряжения при поперечном изгибе: 1)  $\sigma = \frac{N}{A}$ ; 2)  $\sigma = \frac{M}{A}$ ; 3)  $\sigma = \frac{Q}{W}$ ; 4)  $\sigma = \frac{M}{I}$ ; 5)  $\sigma = \frac{M}{W}$ ;



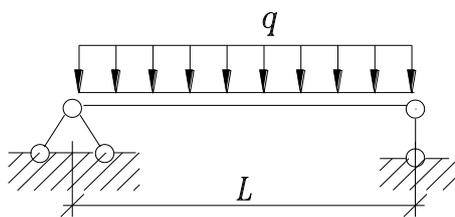
36. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

- Ответы: 1)  $-qx$ ; 2)  $2qx^2$  3)  $\frac{qx^4}{24}$ ; 4)  $-\frac{qx^2}{2}$ ; 5)  $4qx$ ;



37. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 1)  $2Fa$
- 2)  $Fa^2$
- 3)  $3Fa$
- 4)  $Fa$
- 5)  $\frac{Fa}{2}$



38. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

- 1)  $-ql$ ;
- 2)  $2ql$ ;
- 3)  $\frac{ql}{4}$ ;
- 4)  $\frac{ql}{2}$ ;
- 5)  $ql^2$ ;

39. Как изменится величина максимального нормального напряжения при изгибе, если действующую нагрузку увеличить в 3 раза, а момент сопротивления сечения увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 1.5 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 2 раза
- 5) увеличится в 1.5 раза

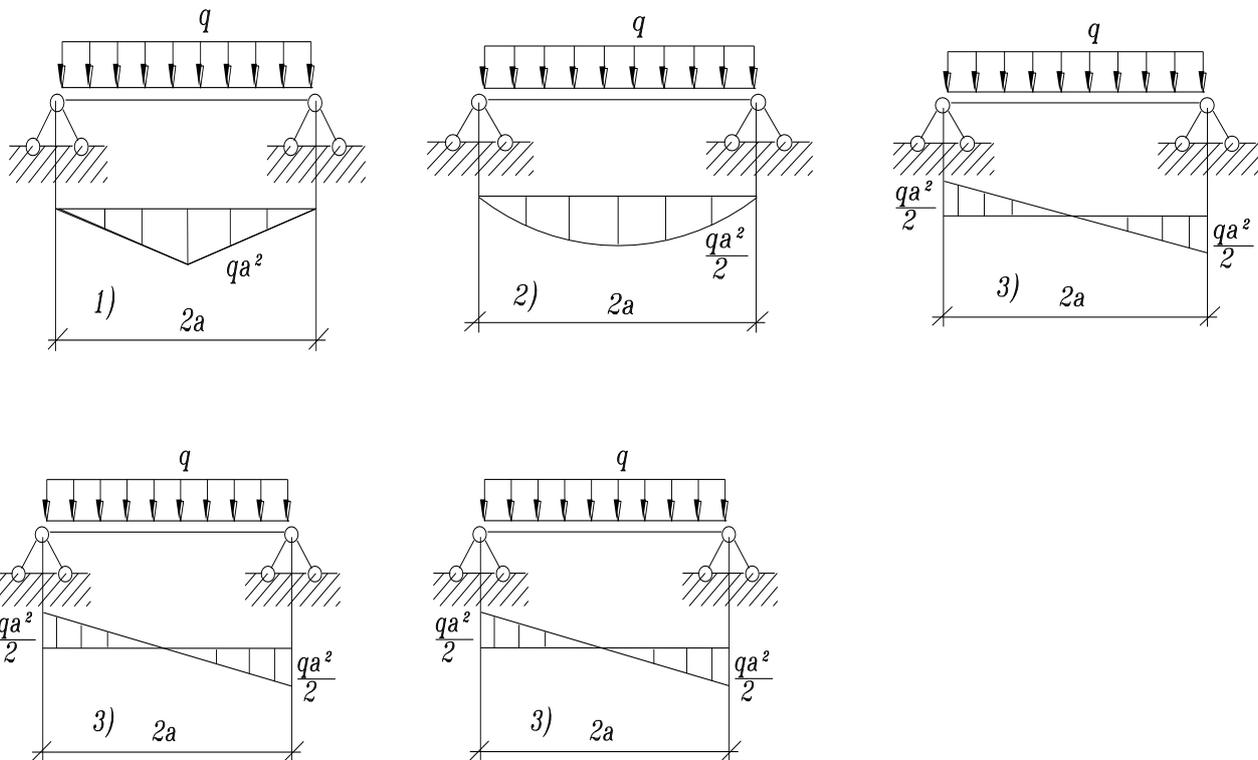
40. По какому из указанных законов распределены нормальные напряжения в поперечном сечении балки при действии момента  $M_z$  ( $a, b$  - константы, неравные нулю)

- 1)  $\sigma = a \sin y$ ;
- 2)  $\sigma = a + by$ ;
- 3)  $\sigma = by$ ;
- 4)  $\sigma = bz$ ;
- 5)  $\sigma = bz^2$ ;

41. Ниже граничные условия для разных типов опирания концов балки. Указать неверное условие, т. е не подходящее ни для одного из типов опирания: 1)

$Y(0)=0; \varphi \neq 0$ ; 2)  $Y''(0)=0; \varphi \neq 0$ ; 3)  $Y(l)=0; \varphi(l)=0$ ; 4)  $Y''(l)=0; \varphi(l) \neq 0$ ; 5)  $Y(l)=0; \varphi(l) \neq 0$ ;

42. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



43. укажите правильное условие прочности при кручении: 1)  $\tau = R$ ; 2)

$\max \tau = \frac{M_x}{W_p} \leq R$ ; 3)  $\max \tau = \frac{\max M_x}{W_p} \leq R_{cp}$ ; 4)  $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_p} \leq R_{cp}$ ; 5)  $\max \tau = \frac{M_x}{W_x} \leq R_{cp}$ ;

44. В поперечном сечении стержня  $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$  действуют  $M_x, Q_y$  и  $N$

. Указать формулу нейтральной линии сечения: 1)  $y=0$ ; 2)  $y = -\frac{N}{b \cdot h} \frac{W_z}{M_z} + \frac{Q_y}{b \cdot h} x$ ;

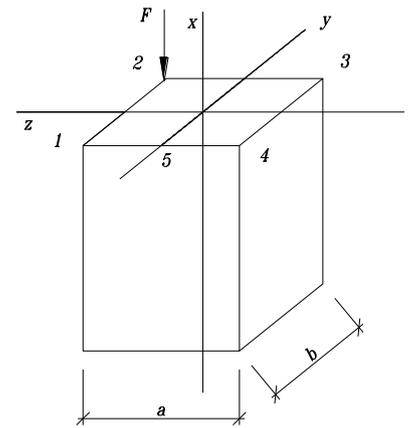
3)  $y = \frac{W_z}{M_z} \cdot \frac{N}{b \cdot h}$ ; 4)  $y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h}$ ; 5)  $y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h} z$ ;

45. В балке возникает максимальный момент  $\max M_x = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , расчетное сопротивление  $R_u = 150 \text{ МПа}$ . Исходя из условия прочности, определить осевой момент сопротивления  $W_x$ .

1)  $100 \text{ см}^3$ ; 2)  $150 \text{ см}^3$ ; 3)  $160 \text{ см}^3$ ; 4)  $120 \text{ см}^3$ ; 5)  $115 \text{ см}^3$ .

46. Назовите напряженное состояние бруса

- 1) центральное сжатие; 2) косоу изгиб;  
3) внецентренное сжатие; 4) кручение;



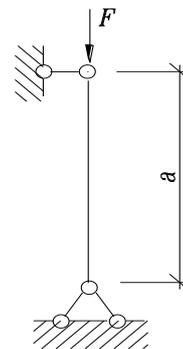
47. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение  $\sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$   
1) первой; 2) второй; 3) третьей; 4) четвертой;

48. По какой формуле определяется момент сопротивления изгибу

- 1)  $W_z = \frac{J_z}{J_{\max}}$ ; 2)  $W_z = \frac{S_z}{J_{\max}}$ ; 3)  $W_x = \frac{J_x}{J_{\max}}$ ; 4)  $W_\rho = \frac{J_x}{\rho}$ ; 5)  $W_z = \frac{J_z}{J_{\max}^2}$ ;

49. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

- 1)  $\mu = 0.7$ ; 2)  $\mu = 3.0$ ; 3)  $\mu = 1.0$ ; 4)  $\mu = 0.5$ ; 5)  $\mu = 2$ ;



50. Среда называется ....., если ее свойства по всем направлениям одинаковы.

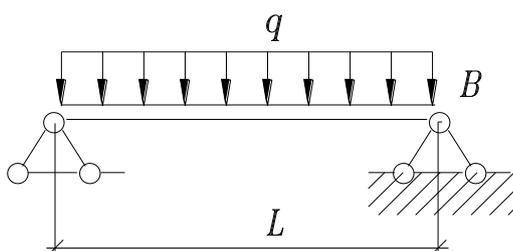
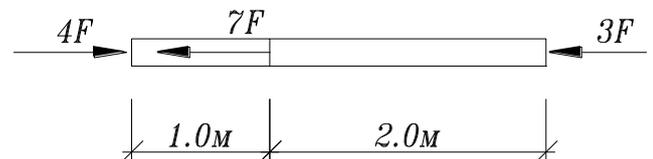
- 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной

51. Что такое полярный момент инерции плоского сечения относительно заданной оси

- 1) Произведение площади на квадрат расстояния до оси. 2) Произведение площади на расстояние до оси. 3)  $\int yz dA$ ; 4)  $\int \rho dA$ ; 5)  $\int \rho^2 dA$ ;

52. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

- 1)  $5F$  2)  $3F$  3)  $2F$  4)  $7F$  5)  $4F$

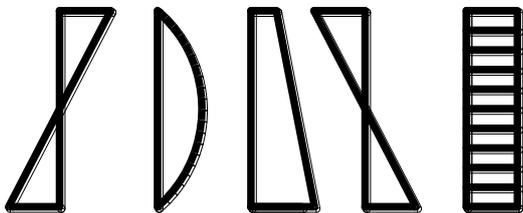
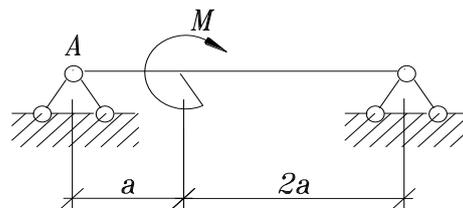


53. Определить вертикальную реакцию в опоре В.

- 1)  $ql$ ; 2)  $0.4ql$ ; 3)  $0.5ql$ ; 4) 0; 5)  $0.6ql$ ;

54. Определить реакцию опоры А.

- 1)  $0.5M$ ; 2)  $0$  3)  $\frac{M}{3a}$ ;  
 4)  $\frac{M}{3a}$ ; 5)  $\frac{M}{2a}$ ;



55. Как распределяются напряжения при растяжении или сжатии по сечению?

56. Какая формула соответствует закону Гука при растяжении или сжатии?

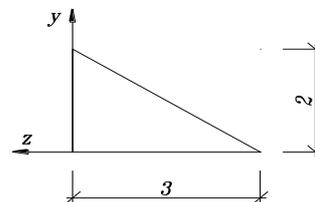
- 1)  $\tau = \gamma Q$ ; 2)  $\sigma = \varepsilon \cdot E$ ; 3)  $\tau = \frac{Q}{A}$ ;  
 4)  $\tau = \frac{\gamma}{\rho} E$ ; 5)  $\sigma = \frac{Mz}{W_z}$ ;

57. По какой из представленных формул определяется перемещение стержня при растяжении - сжатии?

- 1)  $\Delta l = \frac{M_x l}{GI_\rho}$ ; 2)  $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$ ; 3)  $\Delta l = \frac{Nl}{EJ}$ ; 4)  $\Delta l = \frac{Ml}{EJ}$ ; 5)  $\Delta l = \frac{Ml}{GA}$ ;

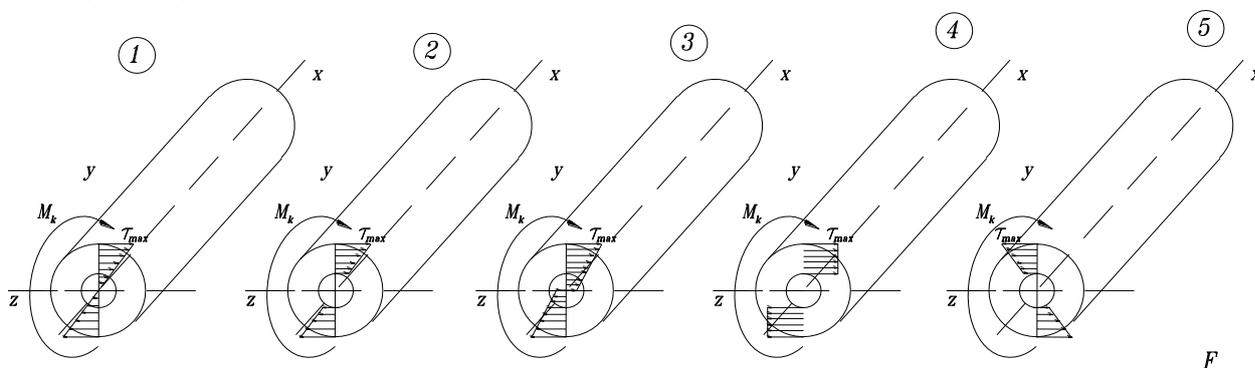
58. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси z (размеры на рис. В см.).

- 1)  $J_z = 2\text{см}^4$ ; 2)  $J_z = 6\text{см}^3$ ; 3)  $J_z = 2\text{см}^3$ ;  
 4)  $J_z = 8\text{см}^3$ ; 5)  $J_z = 0,00002\text{м}^3$ ;



59. Какая из эпюр касательных напряжений при кручении полого цилиндра правильна?

Ответ: 1)2)3)4)5)

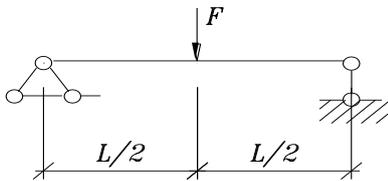
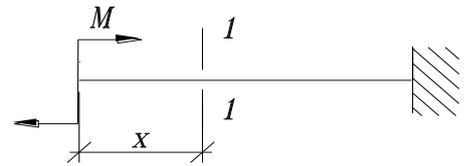


60. По какой формуле определяются касательные напряжения при поперечном изгибе

- 1)  $\tau = \frac{Q}{A}$ ; 2)  $\tau = \frac{Q}{A}$ ; 3)  $\tau = \frac{Q}{W}$ ; 4)  $\tau = \frac{Q \cdot S^{omc}}{I \cdot b}$ ; 5)  $\tau = \frac{Qy}{W}$ ;

61. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

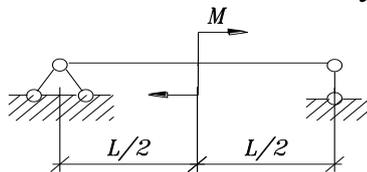
Ответы: 1)  $Mx$ ; 2)  $M$ ; 3)  $\frac{Mx^2}{2}$ ; 4)  $\frac{M}{2}$  5)  $2M$



62. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

1)  $\frac{Fl}{3}$ ; 2)  $\frac{Fl}{4}$ ; 3)  $\frac{Fl}{8}$ ; 4)  $\frac{Fl^2}{4}$ ; 5)  $\frac{3Fl}{2}$ ;

63. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу



1)  $\frac{M}{l}$ ; 2)  $\frac{M}{2}$ ; 3)  $Ml$ ; 4)  $\frac{M}{4}$ ; 5)  $\frac{Ml}{2}$ ;

64. Как изменится при поперечном изгибе величина максимального касательного напряжения в поперечном сечении с размерами  $a \times a$ , если размер увеличить в 2 раза?

1) Не изменится      2) Уменьшится в 2 раза    3) Уменьшится в 4 раза  
4) Уменьшится в 8 раз    5) Увеличится в 2 раза

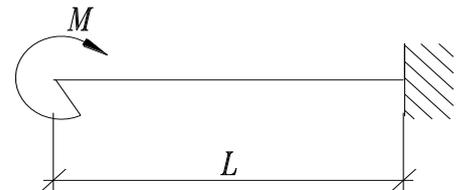
65. По какой из указанных формул определяются касательные напряжения в сечении балки при действии момента  $M_z$  и поперечной силы  $Q_y$ ?

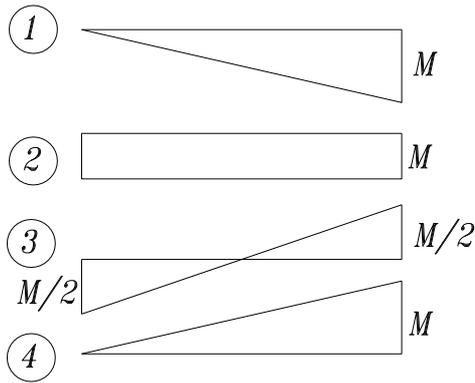
1)  $\tau = \frac{M_z \cdot S_x^{omc}}{J_z \cdot b(y)}$ ; 2)  $\tau = \frac{Q_y \cdot S_z^{omc}}{J_z \cdot b(y)}$ ; 3)  $\tau = \frac{M_z \cdot S_z^{omc}}{J_z \cdot b(y)}$ ; 4)  $\tau = \frac{Q_y \cdot S_z^{omc}}{W_z \cdot b(y)}$ ; 5)  $\tau = \frac{Q_y \cdot S_y^{omc}}{J_y \cdot b(y)}$ ;

66. Каким методом определяется упругая ось балки для сложных типов нагрузок на балку постоянного поперечного сечения?

1) Методом начальных параметров;  
2) Методом непосредственного интегрирования дифференциального уравнения изгиба;  
3) Составлением уравнений равновесия;  
4) На основе применения принципа независимости действия сил;

67. укажите правильную эпюру изгибающих моментов





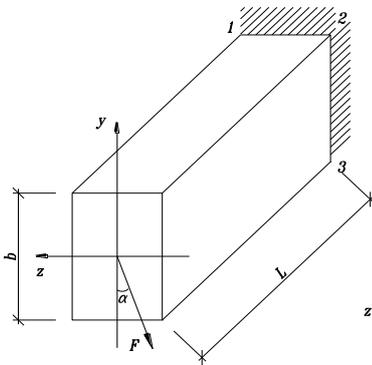
68. Укажите правильное условие прочности при изгибе

1)  $\sigma = \frac{M_x}{W_x} \leq R_u$ ; 2)  $\max \sigma = \frac{M_x}{W_x} \geq R_u$ ; 3)  $\max \sigma = \frac{\max M_x}{W_x} \leq R_u$ ;

4)  $\max \sigma = \frac{M_x}{W_p} \leq R_u$ ; 5)  $\max \sigma = \frac{\max M_x}{W_x} \geq R_u$ ;

69. В поперечном сечении стержня  $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$  размер  $h$  увеличили в 2 раза. Как изменится  $W_z$ ?

- 1) не изменится 2) увеличится в 2 раза 3) увеличится в 4 раза  
4) увеличится в 6 раз 5) увеличится в 8 раз



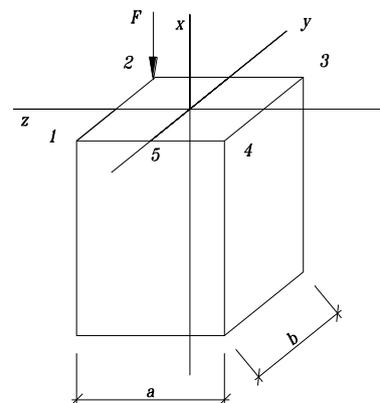
70. Установите вид напряженного состояния бруса

- 1) Кручение 2) Плоский изгиб 3) Косой изгиб 4) Сжатие

71. По какой определяются нормальные напряжения в любой точке бруса, изображенного на рисунке

1)  $\sigma_x = -\frac{F}{A}$ ; 2)  $\sigma_x = -\frac{F}{A} + \frac{m}{W}$ ; 3)  $\sigma_x = \frac{F}{J_z}$ ;

4)  $\sigma_x = \frac{F}{A} + \frac{F_{zz}}{J_y} + \frac{F_{yy_2}}{J_z}$ ; 5)  $\sigma_x = -\frac{FS_z^{omc}}{J_z b}$ ;

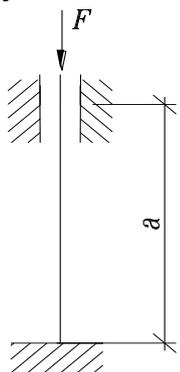


72. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение  $\sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$

- 1) Первой 2) Второй 3) Третьей 4) Четвертой

73. Какие сечения называются главными

- 1) Расположенные под углом  $45^{\circ}$ ; 2) с максимальными касательными напряжениями; 3) с экстремальными нормальными напряжениями; 4) расположенные под углом  $90^{\circ}$ ; 5) с наибольшими нормальными и касательными напряжениями;



**74.** Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

- 1)  $\mu = 1.7$ ; 2)  $\mu = 0.7$ ; 3)  $\mu = 1.0$ ; 4)  $\mu = 0.5$ ; 5)  $\mu = 2$ ;

**75.** Среда называется ....., если ее свойства по различным направлениям различны

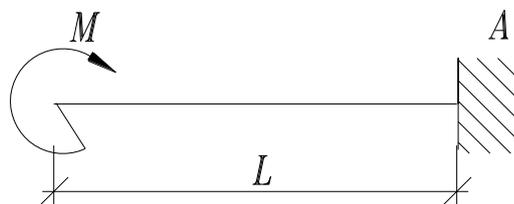
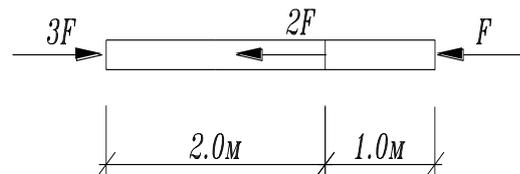
- 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) анизотропной 5) ортотропной

**76.** Для каких расчетов используется полярный момент инерции?

- 1) При расчетах на прочность 2) При расчетах на жесткость  
3) Для определения положения центра тяжести сечения. 4) При расчетах на устойчивость. 5) При расчетах на кручение.

**77.** Определить наибольшее продольное усилие.

- 1)  $5F$  2)  $F$  3)  $2F$  4)  $3F$  5)  $4F$

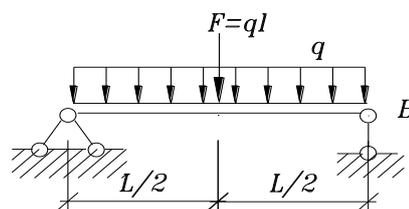


**78.** Определить реакцию в опоре А.

- 1) 0 2)  $\frac{M}{l}$  3)  $M$  4)  $0.5 \frac{M}{l}$  5)  $0.5M$

**79.** Определить реакцию опоры В.

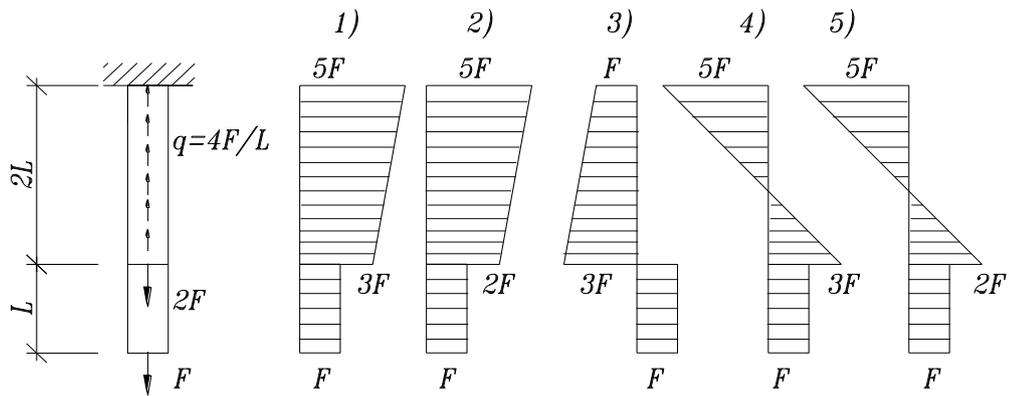
- 1)  $\frac{ql}{4}$ ; 2)  $\frac{ql}{2}$ ; 3)  $ql$ ; 4)  $2ql$ ; 5)  $\frac{2}{3}ql$ ;



**80.** Как записывается жесткость при растяжении или сжатии

- 1)  $GI_p$ ; 2)  $GA$ ; 3)  $EJ$ ; 4)  $EA$ ; 5)  $EJ_p$ ;

**81.** Какая из эпюр внутренних усилий верна для стержня



82. По какой формуле определяют напряжение при растяжении – сжатии

- 1)  $\sigma = \frac{N}{A}$ ; 2)  $\sigma = \frac{N}{J}$ ; 3)  $\tau = \frac{M_x}{W_\rho}$ ; 4)  $\sigma = \frac{M}{W}$ ; 5)  $\tau = \frac{Q}{A}$ ;

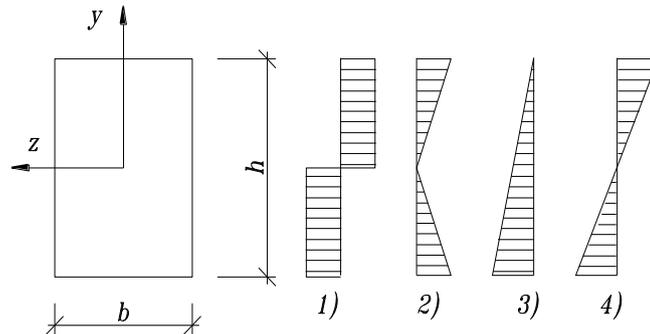
83. Какая из геометрических характеристик может быть отрицательной.

- 1)  $J_x$ ; 2)  $J_y$ ; 3)  $J_\rho$ ; 4)  $J_{xy}$ ; 5)  $I_x$ ;

84. Укажите формулу касательных напряжений при кручении круглого вала

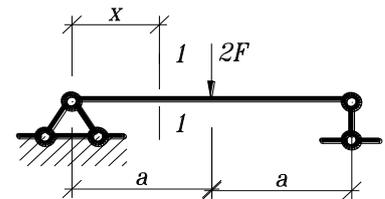
- 1)  $\tau = \frac{M_x}{J_\rho} \rho$ ; 2)  $\tau = \frac{M_x}{W_\rho}$ ; 3)  $\tau = \frac{M_x}{GJ_\rho}$ ; 4)  $\tau = \frac{M_x}{GJ_z} \rho$ ; 5)  $\tau = \frac{M_x}{W_\rho} \rho$ ;

85. Укажите правильную эпюру нормальных напряжений в сечении при поперечном изгибе прямоугольного бруса



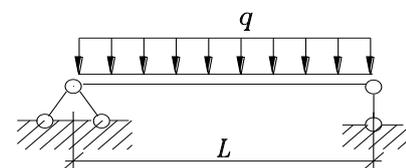
86. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

- Ответы: 1)  $2Fa$ ; 2)  $\frac{Fx}{2}$ ; 3)  $Fx$ ; 4)  $Fx^2$ ; 5)  $Fa$ ;

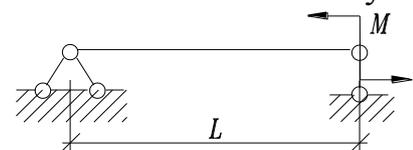


87. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 1)  $\frac{ql^2}{8}$ ; 2)  $\frac{ql^4}{24}$ ; 3)  $\frac{ql^3}{3}$ ; 4)  $\frac{ql^2}{4}$ ; 5)  $\frac{ql^2}{2}$ ;



88. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу



- 1)  $2Ml$  2)  $\frac{M}{2l}$  3)  $\frac{M}{2}$  4)  $\frac{M}{4}$  5)  $\frac{M}{l}$

89. Изменится ли положение нейтральной линии сечения при поперечном изгибе балки относительно оси  $z$  ( $x$  - продольная ось), если к балке приложить дополнительную силу  $Q_y$  и момент  $M_z$ ?

- 1) Да, изменится 2) Линия сместится в положительном направлении  $y$

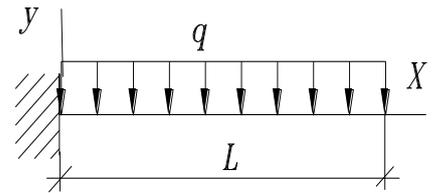
- 3) Не изменится 4) Линия повернется в плоскости  $xy$   
 5) Линия сместится в отрицательном направлении  $y$

**90.** По какой из указанных формул определяется момент сопротивления сечения относительно оси  $z$  при изгибе?

- 1)  $W_z = \frac{J_z}{W_y}$ ; 2)  $W_z = \frac{J_z}{|x_{\max}|}$ ; 3)  $W_z = \frac{J_y}{|x_{\max}|}$ ; 4)  $W_z = \frac{J_z}{|y_{\max}|}$ ; 5)  $W_z = \frac{J_z}{\frac{|y_{\max}|}{2}}$ ;

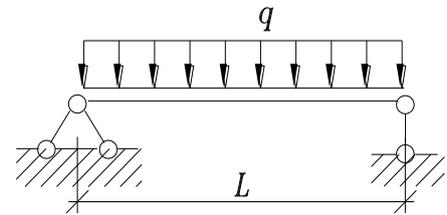
**91.** Ниже записано одно правильное решение для упругой оси балки, требуется указать его:

- 1)  $EJy(x) = -\frac{ql^2}{2} \cdot \frac{x^2}{2} + ql \frac{x^3}{6} - q \frac{x^4}{24}$ ; 2)  $EJy(x) = -\frac{qx^4}{24}$ ;  
 $EJy(x) = -\frac{ql^2}{4} x^2 - \frac{qx^4}{24}$ ; 4)  $EJy(x) = -ql \frac{x^2}{6} - q \frac{x^4}{24}$ ;  
 5)  $EJy(x) = -\frac{ql^2}{2} \cdot \frac{x^2}{2} + \frac{qlx^3}{6}$ ;



**92.** Укажите правильную эпюру изгибающих моментов

- ①   
 ②   
 ③   
 ④

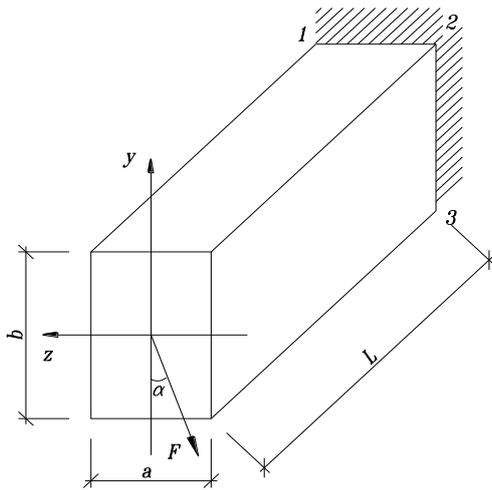


**93.** В стержне постоянного сечения возникает продольная сила  $N = 10 \text{ кН}$ . Расчетное сопротивление  $R_p = 120 \text{ МПа}$ . Исходя прочностности, определить площадь поперечного сечения  $A [\text{см}^2]$

- 1) 1; 2) 0.6; 3) 0.83; 4) 0.95; 5) 1.2.

**94.** В поперечном сечении балки диаметром  $d$  действуют  $M_x$  и  $Q_y$ . Указать формулу для определения нормального напряжения в точке  $A(x=0, y=d/4)$

- 1)  $\sigma = M_x \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^3}$ ; 2)  $\sigma = M_x \cdot \frac{8}{\pi \cdot d^3}$ ; 3)  $\sigma = M_x \cdot \frac{16}{\pi \cdot d^3}$ ; 4)  $\sigma = M_x \cdot \frac{64}{\pi \cdot d^3}$ ; 5)  $\sigma = M_x \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^4}$ ;



95. По какой формуле определяются нормальные напряжения

1)  $\sigma_x = \frac{F}{A}$ ; 2)  $\sigma_x = \frac{F}{W_z}$ ; 3)

$$\sigma_x = \frac{M_z y}{J_z} + \frac{M_y \cdot z}{J_y};$$

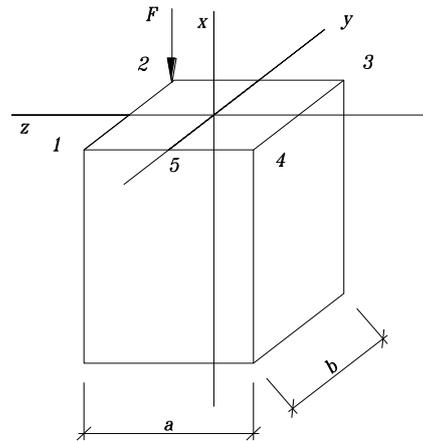
4)  $\sigma_x = \frac{F}{A} + \frac{F y_k y}{J_z} + \frac{F z_k z}{J_y}$ ; 5)  $\sigma_x = -\frac{F S_y^{omc}}{J_z \cdot b}$ ;

96. По какой формуле определяются положение z нейтральной линии

1)  $y = 0$ , 2)  $tg \beta = \frac{J_y}{J_z} tg \alpha$ ,

3)  $tg \beta = \frac{J_{zy}}{J_{max} - J_z}$ , 4)  $M_z = 0$ ,

5)  $1 + \frac{y_n \cdot y}{i_z^2} + \frac{z_n \cdot z_y}{i_y^2} = 0$ ,

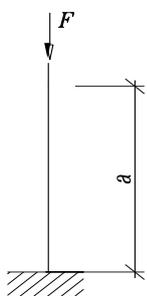


97. По какой теории записано условие прочности

1) по Первой 2) по Второй 3) по Третьей 4) по Четвертой

98. Какая сила называется критической

1) наибольшая сжимающая 2) наибольшая растягивающая 3) наименьшая сжимающая 4) наименьшая растягивающая, при которой прямолинейная форма равновесия становится неустойчивой 5) наибольшая поперечная сила



99. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

1)  $\mu = 0.7$ ; 2)  $\mu = 3.0$ ; 3)  $\mu = 1.0$ ; 4)  $\mu = 0.5$ ; 5)  $\mu = 2$ ;

100. Среда называется ....., если ее свойства по двум взаимно перпендикулярным направлениям различны.

1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) анизотропной 5) ортотропной

101. Для каких расчетов используется центральный момент инерции плоского сечения.

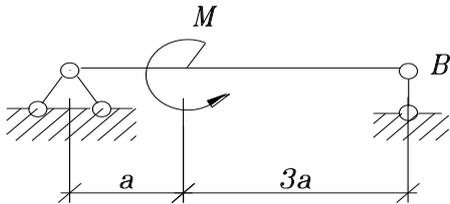
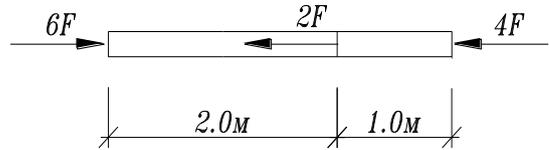
1) Для определения положения центра тяжести сечения.

2) При расчетах на жесткость

- 3) Для определения положения главных осей сечения.  
 4) При расчетах на устойчивость.  
 5) При расчетах на кручение.

**102.** Определить наибольшее продольное усилие.

- 1)  $5F$  2)  $3F$  3)  $6F$  4)  $7F$  5)  $8F$

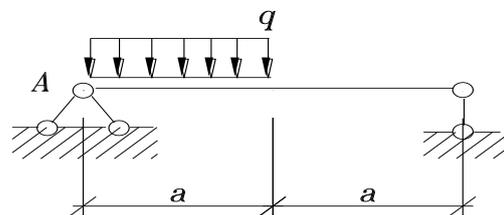


**103.** Определить реакцию в опоре В.

- 1) 0 2)  $\frac{M}{3a}$  3)  $-\frac{M}{4a}$  4)  $\frac{M}{a}$  5)  $-\frac{M}{a}$

**104** Определить реакцию опоры А.

- 1)  $qa$ ; 2)  $qa$ ; 3)  $0.75qa$ ; 4)  $0.8qa$ ; 5) 0;



**105.** По какой из формул определяются максимальные напряжения с учетом собственного веса при растяжении или сжатии

- 1)  $\frac{M}{W} + \gamma l$ ; 2)  $\frac{F}{A} + \gamma l$ ; 3)  $\frac{\tau}{W_p} + \gamma l$ ; 4)  $\frac{M}{W} + \gamma l$ ; 5)  $\frac{M}{W} + \gamma l$ ;

**106.** Стальной стержень длиной 1 м и площадью поперечного сечения  $A = 2\text{см}^2$  растягивается силой  $F = 30\text{кН}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5\text{МПа}$ . Какие из значений соответствуют собственному удлинению стержня

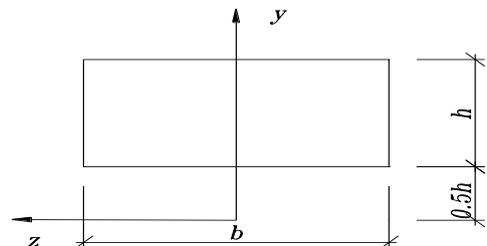
- 1) 0.02 см, 2) 0.065 см, 3) 0.075 см, 4) 0.08 см, 5) 0.045 см.

**107.** Какой модуль упругости используется при расчете стержня на растяжение или сжатие

- 1)  $G$  2)  $E$  3)  $\nu$  4)  $K$  5)  $\lambda$

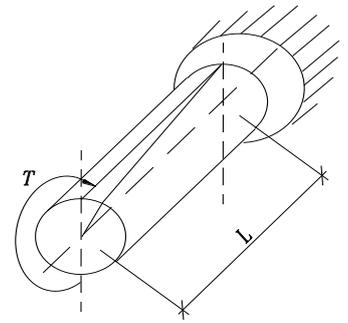
**108.** Укажите правильное значение момента инерции относительно оси  $z$

- 1)  $J_z = bh^3/12 - bh^3/12$ ; 2)  $J_z = bh^3/12$ ;  
 3)  $J_z = bh^3/12 + bh^3$ ; 4)  $J_z = bh^2/12 + bh^2$ ;  
 5)  $J_z = bh^3/3 + bh^3$ ;

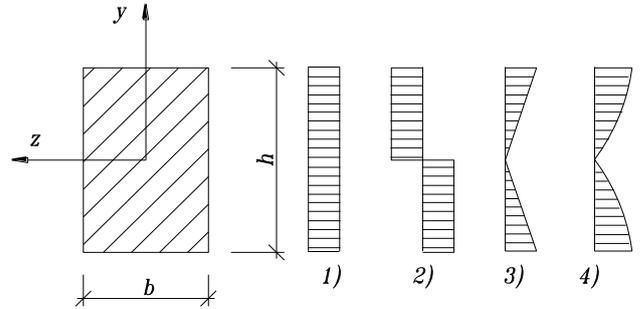


109. Укажите формулу угла закручивания круглого вала

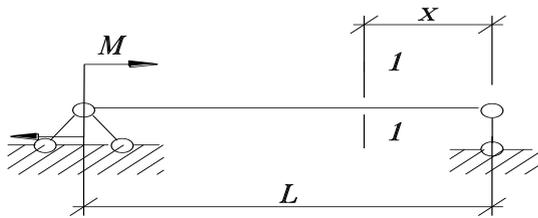
- 1)  $\varphi = \frac{M_x}{J\rho} l$ ; 2)  $\varphi = \frac{M_x}{GJ\rho} \rho$ ; 3)  $\varphi = \frac{M_x}{J\rho}$ ; 4)  $\varphi = \frac{M_x}{GJ\rho}$ ;  
 5)  $\varphi = \frac{M_x}{GJ\rho} l$ ;



110. Укажите правильную эпюру касательных напряжений в сечении при поперечном изгибе прямоугольного бруса



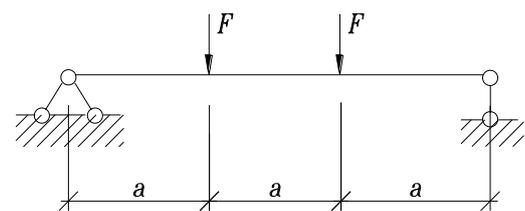
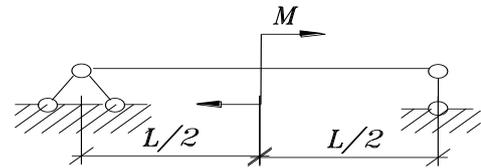
111. найти изгибающий момент в сечении 1-1:



- Ответы: 1)  $\frac{M}{l} x$  2)  $Mx$  3)  $\frac{Mx^2}{2}$   
 4) 0 5)  $\frac{M}{2}$

112. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 1)  $\frac{Ml}{4}$  2)  $Ml$  3)  $2M$  4)  $\frac{M}{2}$  5)  $\frac{Ml}{2}$



113. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

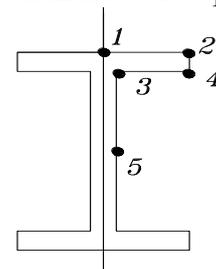
- 1)  $2F$  2)  $\frac{F}{2}$  3)  $F$  4)  $Fa$  5)  $\frac{F}{4}$

114. В балке с поперечным сечением  $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$  увеличили размер  $b$  в 2 раза. Как изменится  $W_z$ ?

- 1) Не изменится 2) Уменьшится в 2 раза 3) Уменьшится в 4 раза  
 4) Увеличится в 2 раза 5) Увеличится в 4 раза.

115. В какой из указанных точек сечения возникают наибольшие касательные напряжения при действии поперечной силы  $Q_y$ ?

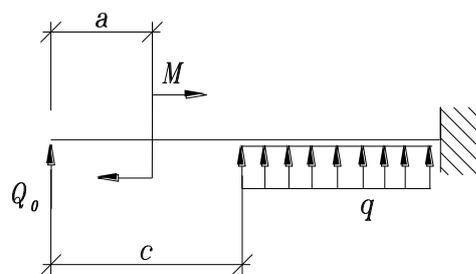
- 1)  $m.1$  2)  $m.2$  3)  $m.3$  4)  $m.4$  5)  $m.5$



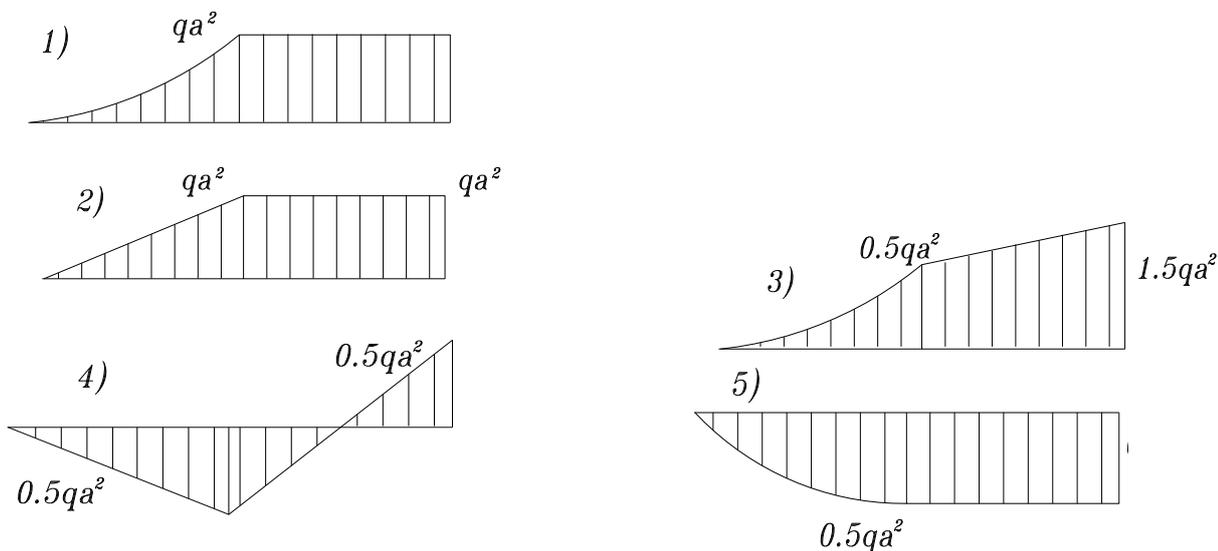
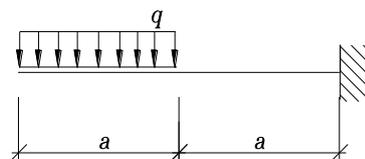
**116.** Ниже записано универсальное уравнение углов поворота оси изогнутой балки, содержащее одно лишнее слагаемое. Требуется устранить лишнее (одно из пяти) слагаемое.

$$EJ\varphi(x) = \varphi_0 + \frac{Q_0 x^2}{2} + M(x-a) + F(x-b) + q \frac{(x-c)}{6};$$

- 1) 2) 3) 4) 5)



**117.** Укажите правильную эпюру изгибающих моментов

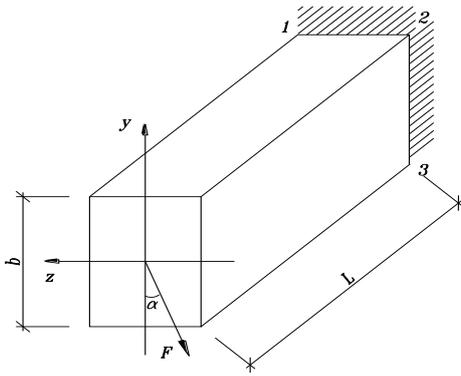


**118.** В балке возникает максимальный момент  $\max M_x = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , расчетное сопротивление  $R_u = 150 \text{ МПа}$ . Исходя из условия прочности, определить осевой момент сопротивления  $W_x$ .

- 1)  $100 \text{ см}^3$ ; 2)  $150 \text{ см}^3$ ; 3)  $160 \text{ см}^3$ ; 4)  $120 \text{ см}^3$ ; 5)  $115 \text{ см}^3$ .

**119.** В поперечном сечении балки диаметром  $d$  действуют  $M_x$  и  $Q_y$ . Указать формулу для определения касательного напряжения в точке  $A(x=0, y=d/2)$ .

- 1)  $\tau = 0$ ; 2)  $\tau = \frac{4Q_y}{d^2}$ ; 3)  $\tau = \frac{8Q_y}{d^2}$ ; 4)  $\tau = \frac{16Q_y}{d^2}$ ; 5)  $\tau = \frac{32Q_y}{d^2}$ .



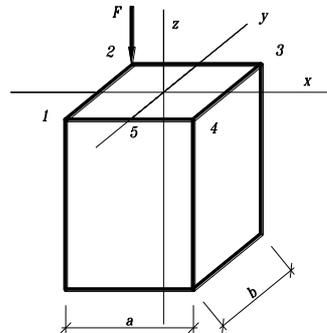
**120.** По какой формуле определяется положение нейтральной линии

1)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_{\max}}$ ; 2)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{J_y}{J_z} \operatorname{tg} \alpha$ ;

3)  $y = 0$ ; 4)  $\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$ ;

**121.** Определить вид напряженного состояния

- 1) Центральное сжатие
- 2) Косой изгиб
- 3) Плоский изгиб
- 4) Внецентренное сжатие
- 5) Внецентренное растяжения



**122.** Какой теории прочности соответствует условие прочности  $\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) < R$ .

- 1) Первой 2) Второй 3) Третьей 4) Четвертой

**123.** По какой формуле определяется критическая сила, если  $\lambda_{\text{факт}} < \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{p,z}}}$

- 1) По формуле Эйлера 2) по формуле Журавского
- 3) по формуле Ясинского 4) по формуле Вейлера
- 5) по формуле центрального сжатия



**124.** Покажите правильную запись формулы Эйлера

1)  $F = \frac{\pi E I}{(l)^2}$ ; 2)  $F = \frac{\pi E W}{(\mu l)}$ ; 3)  $F = \frac{\pi^2 E I}{(\mu l)^2}$ ; 4)  $F = \frac{\pi^2 E J}{(\mu l)^2}$ ; 5)  $F = \frac{E \lambda}{(\mu l)^2}$ ;

### 7.3.4. Паспорт фонда оценочных средств

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины  | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|---|---|----------------------------------|
| 1     | Вычисление геометрических характеристик с определением положения главных центральных осей плоской геометрической фигуры   | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13                           | УПР №1, Лаб. раб. №18, 24, 25.   |
| 2     | Расчеты на прочность и жёсткость бруса переменного сечения при центральном растяжении (сжатии). Механические характеристики основных групп строительных материалов. Основные расчетные положения. Метод сечений. Построение эпюр. | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13                           | УПР №2, лаб. раб. №1-8.          |
| 3     | Расчеты на прочность и жёсткость статически определимой балки. Теория напряжений, теория деформаций, теория прочности, построение эпюр, подбор сечений.   | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13                           | РГР №1, Лаб. раб. №19, 20.       |
| 4     | Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость. Расчеты аналитическим способом. Практический инженерный метод расчета с помощью коэффициента устойчивости. вычисление геометрических характеристик.                            | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13                           | РГР №2, Лаб. раб. №24, 25.       |

### 7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов. Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | Наименование издания                              | Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа) | Автор (авторы)                                     | Год издания | Место хранения и количество |
|-------|---|---|--|-------------|-----------------------------|
| 1.    | Расчет геометрических характеристик плоских фигур | Методические указания   | Барченкова Н.А.,<br>Голева Н.Ф.,<br>Флавианов В.М. | 2014        | Библиотека – 180 экз.       |
| 2.    | Расчеты на прочность и жесткость                  | Методические указания   | Попов С.П.,<br>Суднин В.М.                         | 2014        | Библиотека – 130 экз.       |

|    |  |                       |   |      |                          |
|----|--|-----------------------|---|------|--------------------------|
|    | при центральном растяжении-сжатии  |                       |   |      |                          |
| 3. | Расчет балки на прочность  | Методические указания | Резунов А.В.,<br>Синозерский А.Н.                           | 2013 | Библиотека-<br>480 экз.  |
| 4. | Расчет балки на жесткость  | Методические указания | Резунов А.В.,<br>Синозерский А.Н.                           | 2013 | Библиотека-<br>480 экз.  |
| 5. | Лабораторные работы по сопротивлению материалов                              | Учебное пособие       | Синозерский А.Н.  | 1993 | Библиотека –<br>400 экз. |
| 6. | Сборник расчетных работ по сопротивлению материалов на базе персональных ЭВМ | Учебное пособие       | Сафронов В.С,<br>Синозерский А.Н,<br>Шитикова М.В.<br>и др. | 1995 | Библиотека –<br>200 экз. |

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных занятий                        | Деятельность студента   |
|--|---|
| Лекция                                     | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| Практические занятия                       | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.   |
| Упражнение/<br>Расчетно-графическая работа | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.   |
| Лабораторные работы                        | Изучение теоретического материала по теме выполняемой лабораторной работы, включая справочные издания, учебное пособие по лабораторным работам, конспект лекций, СНиП и ГОСТ  |
| Подготовка к экзамену                      | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение задач на практических занятиях и выполненные РГР, упражнения и лабораторные работы.   |

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1 Основная литература:

1. Андреев В.И., Паушкин А.Г., Леонтьев А.Н. Техническая механика: Учебник. – М., Издательство АСВ, 2012. – 251с.
2. Варданян Г.С, Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами строительной механики. М.:Инфра-М, 2011.

### 10.2 Дополнительная литература:

1. Сопротивление материалов. Под редакцией А.Ф. Смирнова. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1975.
2. Уманский А.А. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. М.: Наука, 1973.
3. Андреев В.И. Видео-курс лекции по сопротивлению материалов.
4. Методические указания к контрольной работе и задачам по курсу "Сопротивление материалов» для студентов всех специальностей (№ 730) / Синозерский А.Н., Габриелян Г.Е. «Вычисление моментов инерции сложных фигур» - Воронеж, гос. архит.-строит. ун-т; - Воронеж : [б. и.], 2001. - 25 с. : черт.
3. Методические указания к расчетно-графической работе по курсу "Сопротивление материалов" для студ. всех специальностей дневной и заочной форм обучения (№697) /Биджиев Р.Х. «Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость» - Воронеж, гос. архит.-строит. акад.; Воронеж : [б. и.], 1999. - 24с. + апр. 2006г.
4. Методические указания к контрольной работе и задачам по курсу "Сопротивление материалов" для студ. всех спец. (№314) /А. В. Резунов, А. Н. Синозерский. «Простые статически определимые балки. Ч. 1: Расчет прочности» - Воронеж, гос. архит.-строит. ун-т ; - Воронеж : [б. и.], 2003. - 16 с.
5. Методические указания к контрольной работе и задачам по курсу "Сопротивление материалов" для студ. всех спец. (№315) /А.В.Резунов, А.Н. Синозерский. «Простые статически определимые балки. Ч.2: Расчет жесткости» - Воронеж: [б. и.], 2004. - 23 с.

*Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

1. Интернет-библиотека.

### 10.3 Периодические издания

1. Журналы «Строительство», «Строительная механика».
2. "Строительная механика и расчет сооружений" (научно-теоретический журнал).
3. "Прикладная механика" (научно-теоретический журнал).

### 10.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный каталог библиотеки ВГАСУ.
2. <http://www.vgasu.vrn.ru> ВГАСУ. Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
3. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.

4. [http:// www.fepo. ru.](http://www.fepo.ru) (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Требования к условиям реализации дисциплины

| № п/п | Вид аудиторного фонда               | Требования   |
|-------|-------------------------------------|--|
| 1     | Лекционная аудитория                | Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book).                              |
| 2     | Компьютерные классы.                | Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчёта один ПК на одного студента.                           |
| 3     | Аудитория для практических занятий. | Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book, или другой ПК). |

### Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

| № п/п | Вид и наименование оборудования             | Вид занятий                       | Краткая характеристика   |
|-------|---|-----------------------------------|--|
| 1     | IBM PC-совместимые персональные компьютеры. | Практические занятия.             | Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет. |
| 2     | Мультимедийные средства.                    | Лекционные занятия.               | Мультимедиа-проектор, компьютер, оснащенный программой PowerPoint и экран для демонстрации электронных презентаций.                        |
| 3     | Учебно-наглядные пособия.                   | Лекционные и практические занятия | Плакаты, наглядные пособия, иллюстрационный материал.  |

## 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

При реализации дисциплины должны использоваться следующие образовательные технологии:

| № п/п | Наименование технологии       | Вид занятий                   | Краткая характеристика   |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1     | Интерактивная форма обучения. | Лекции, практические занятия. | Технология интерактивного обучения - это совокупность способов целенаправленного усиленного взаимодействия преподавателя и обучающегося, создающего условия для их развития. Современная интерактивная технология широко использует компьютерные технологии, мультимедийную технику и компьютерные сети. |
| 2     | Самостоятельное изучение      | Лекции, практические занятия  | Самостоятельное изучение учебно-   |

|   |   |                                       |  |
|---|---|---------------------------------------|--|
|   | чение учебной, учебно-методической и справочной литературы. | ские занятия, самостоятельная работа. | методической и справочной литературы позволит студенту осознанно выполнять задания и вести последующие свободные дискуссии по освоенному материалу. Самостоятельная работа предполагает активное использование компьютерных технологий и сетей, а также работу в библиотеке.   |
| 3 | Метод проблемного изложения материала.                      | Лекции, практические занятия.         | При проблемном изложении материала осуществляется снятие (разрешение) последовательно создаваемых в учебных целях проблемных ситуаций (задач). При рассмотрении каждой задачи преподаватель задает соответствующие вопросы и совместно со студентами формулирует итоговые ответы. Данный метод способствует развитию самостоятельного мышления обучающегося и направлен на формирование творческих способностей. |

Информационные ресурсы используются при реализации следующих видов занятий:

| № п/п | Наименование информационных ресурсов             | Вид занятий                                   | Краткая характеристика  |
|-------|--|---|---|
| 1     | Учебники и учебные пособия (включая электронные) | Самостоятельная работа студента.              | Перечень учебников и учебных пособий приведен в разделе 10 рабочей учебной программы        |
| 2     | Базы данных                                      | Практические занятия, самостоятельная работа. | Выполнение аудиторных и индивидуальных заданий.   |
| 3     | Интернет-ресурсы                                 | Самостоятельная работа студента.              | Интернет-ресурсы включают удаленные системы тестирования знаний, справочники и базы данных. |

Оценочные средства и технологии для проведения промежуточной и итоговой аттестации результатов освоения дисциплины:

| № п/п | Наименование оценочных средств | Технология                             | Вид аттестации                              | Коды аттестуемых компетенций |
|-------|--------------------------------|--|---|------------------------------|
| 1     | Типовые задания.               | Проверка и защита выполненных заданий. | Текущий контроль, промежуточная аттестация. | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13          |
| 2     | Фонд тестовых заданий.         | Компьютерное тестирование.             | Текущий контроль, промежуточная аттестация. | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13          |
| 3     | Зачетные билеты.               | Устный и письменный опрос.             | Итоговая аттестация по дисциплине.          | ОПК-1, ОПК-2, ПК-13          |

Виды (способы, формы) самостоятельной работы обучающихся, порядок их выполнения и контроля:

| № п/п | Наименование самостоятельной работы | Порядок выполнения | Контроль                | Примечание         |
|-------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 1     | Изучение теорети-                   | Самостоятельное    | Письменный и устный оп- | Дидактические еди- |

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
|   | ческого материала.  | освоение во внеаудиторное время.   | рос, контроль остаточных знаний, проведение тестирования на практических занятиях. | ницы и их разделы для изучения определяются преподавателем.   |
| 2 | Выполнение аудиторных заданий.                                    | Выполнение заданий в присутствии преподавателя.  | Проверка выполнения заданий.   | Работа выполняется в кабинете для практических занятий.   |
| 3 | Выполнение индивидуальных заданий                                 | Индивидуальные задания выполняются во внеаудиторное время.   | Проверка и защита индивидуальных заданий.  | Индивидуальные задания выдаются после изучения соответствующей дидактической единицы или ее разделов. |
| 4 | Самостоятельная работа с использованием интерактивных технологий. | Самостоятельная работа во внеаудиторное время с обучающими программами, электронными учебниками и т.д. | Письменный и устный опрос, проведение тестирования на практических занятиях.       | Обучающие программы определяются преподавателем.  |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Руководитель основной образовательной программы  Шмитько Е.И.

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического факультета

" 1 " 09 2017 г., протокол № 1

Председатель  Баранов Е.В.