

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета А.В. Еремин  
« 30 » 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Техническая механика»

Направление подготовки 08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Профиль Автодорожные мосты и тоннели

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

Флавианов В.М. /Флавианов В.М./

Заведующий кафедрой  
Строительной механики

Ефрюшин С.В. /Ефрюшин С.В./

Руководитель ОПОП

Волокитин В.П. /Волокитин В.П./

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Курс «Технической механики» 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 работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Техническая механика» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

Дисциплина «Техническая механика» относится к математическому, естественнонаучному и общетехническому циклу базовой части и является частью модуля «Механика». Курс «Техническая механика» базируется на дисциплинах: высшая математика, физика, теоретическая механика.

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 «Технической механики».

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

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Техническая механика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,

применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования

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

ПК-13 - знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знает основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов
	Умеет грамотно составлять расчетные схемы
	Владеет навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ
ОПК-2	Знает методы и практические приемы расчета стержней и стержневых систем при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях
	Умеет определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения
	Владеет навыками определения с помощью экспериментальных методов механических характеристик материалов
ПК-13	Знает прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов
	Умеет подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости
	Владеет навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Техническая механика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	63	63
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в курс.	Задачи сопротивления материалов и ее место среди других дисциплин. Основные понятия, определения, допущения, принципы и гипотезы. Метод сечений	2	-	-	4	6
2	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней	Статические моменты, центр тяжести, моменты инерции сечений. Зависимости между моментами инерции при параллельном переносе осей. Главные оси и главные моменты инерции, радиусы инерции. Моменты инерции простых и сложных сечений	2	4	-	16	22
3	Центральное растяжение и сжатие стержней	Продольные силы, напряжения и перемещения. Закон Гука, обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации. Механические свойства материалов. Испытания конструкционных материалов на растяжение и сжатие. Основные расчетные положения. Расчеты на прочность и жесткость статически определимых стержневых систем. Расчет статически неопределимых стержневых	10	4	14	10	38

		систем на температурные и монтажные напряжения					
4	Напряженное и деформированное состояние в точке тела	Плоское и пространственное напряженные состояния. Главные площадки и главные напряжения, главные деформации. Потенциальная энергия. Основы теорий прочности	12	4	-	12	28
5	Плоский прямой изгиб	Изгибающий момент и поперечная сила, их эпюры. Нормальные и касательные напряжения. Потенциальная энергия при ЧПИ. Главные напряжения. Расчет балок на прочность. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Расчет балок на жесткость. Балки переменного сечения, рациональное проектирование	10	6	4	21	41
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>135</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

- Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона малоуглеродистой стали.
- Демонстрация принципа Сен-Венана
- Испытание образцов из малоуглеродистой стали и чугуна на растяжение и сжатие. Растяжение и сжатие деревянных образцов вдоль волокон. Смятие деревянного образца поперек волокон.
- Определение нормальных и касательных напряжений, прогибов и углов поворота сечений в балке при изгибе.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знает основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		практических занятий. Выполненные РГР		
	Умеет грамотно составлять расчетные схемы	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владет навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	Знает методы и практические приемы расчета стержней и стержневых систем при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владет навыками определения с помощью экспериментальных методов механических характеристик материалов	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-13	Знает прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владет навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые	Полное или частичное посещение лекционных,	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений	лабораторных и практических занятий. Выполненные РГР	в рабочих программах	й в рабочих программах
--	---	---	----------------------	------------------------

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знает основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Умеет грамотно составлять расчетные схемы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владет навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	Знает методы и практические приемы расчета стержней и стержневых систем при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Умеет определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владет навыками определения с помощью экспериментальных методов механических характеристик	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	материалов	предметной области	получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
ПК-13	Знает прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Умеет подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеет навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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

### 7.2.1 Примерная перечень заданий для подготовки к тестированию

Тестирование на знание теоретического материала проводится во время зачета и экзамена.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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

1. Среда называется ....., если ее свойства не зависят от координат точек.

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

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

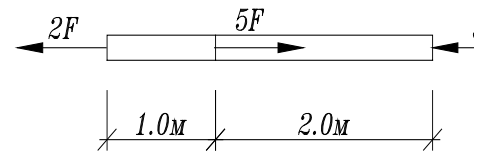
1) Произведение площади на квадрат расстояния до оси.

2) Произведение площади на расстояние до оси.



- 3)  $\int yz dA$ ;      4)  $\int \rho dA$ ;      5)  $\int \rho^2 dA$ ;

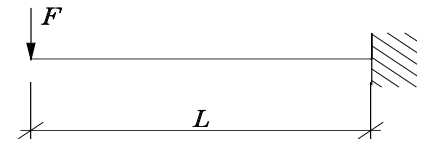
3. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.



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

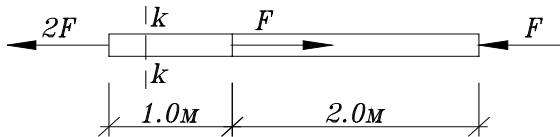
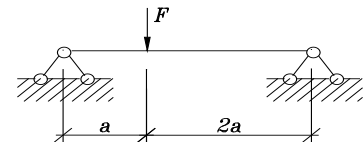
4. Определить вертикальную составляющую опорной реакции в заделке А.

- 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)  $F$



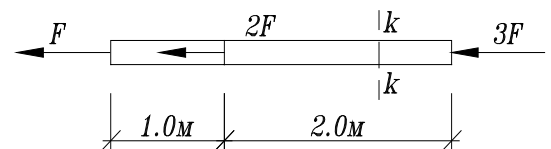
6. Определить напряжения в сечении k-k стержня, если

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

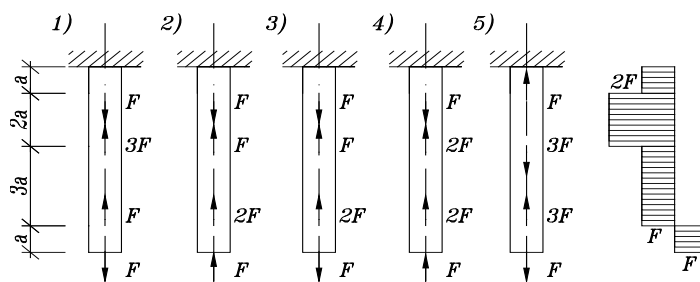
- 1) 25 МПа, 2) 50 МПа, 3) 45 МПа 4) 30  
5) 60 МПа

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

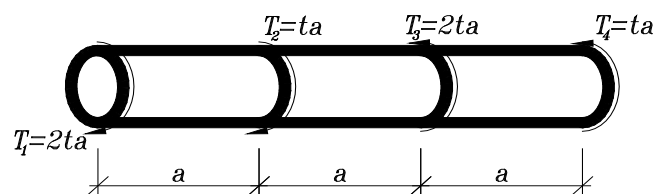
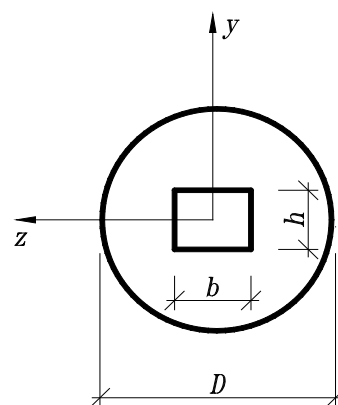


8. Для какого из представленных стержней верна эпюра внутренних усилий



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)  $J_z = \pi D^4 / 12 - bh^3 / 64;$



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

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 –  $N, M$ .  
 $M_z, M_x$ .

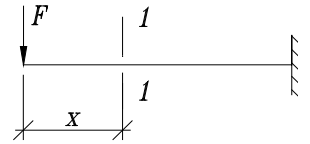
2) Изгибающий момент –

3) Крутящий момент –  $M_x, Q$ .

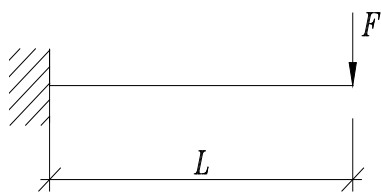
4) Поперечная сила –  $Q_y, N$ .

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)  $-Fx^2$ ;

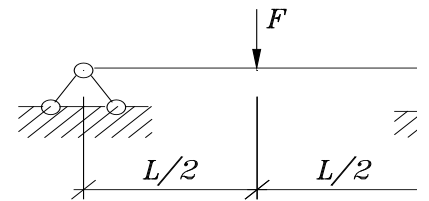


13. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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)

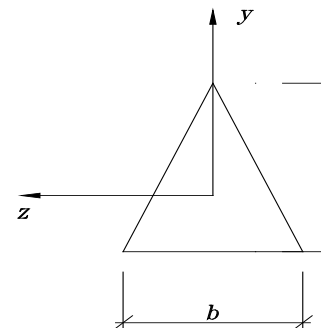
1)  $M_z = 0$ ; 2)  $\tau_{xy} = 0$ ; 3)  $\sigma_x = 0$ ; 4)  $Q_y = 0$ ; 5)  $J_x = 0$ ;

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)

$$\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_y} \frac{2h}{3};$$

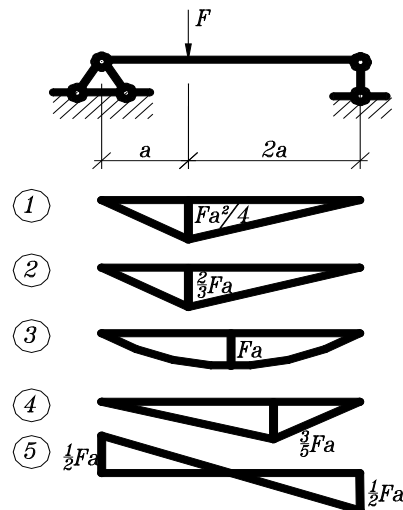
4)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{1}{3} h$ ; 5)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2}{3} h$ ;



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



19. Укажите условие прочности при растяжении – сжатии

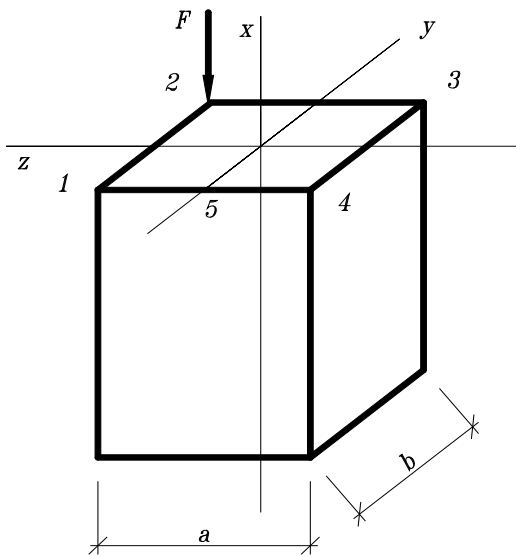
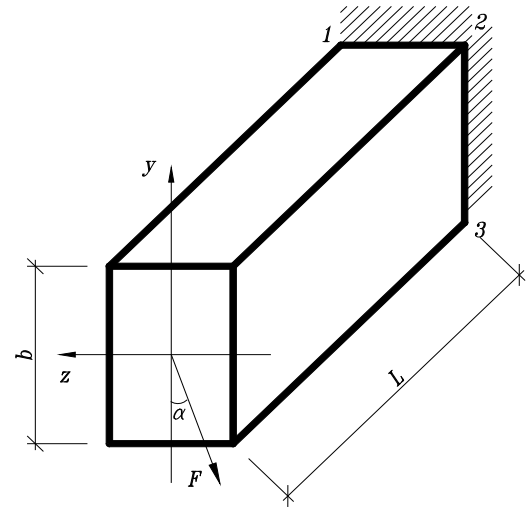
- 1)  $\sigma = R$ ; 2)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq R$ ; 3)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \approx R$ ; 4)  $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \geq R$ ; 5)  $\sigma = \frac{N}{A} \leq R$ ;

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

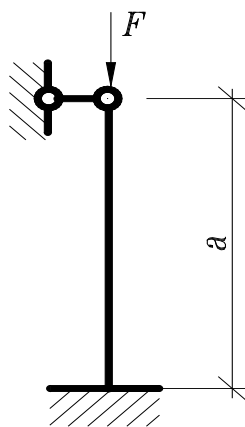
- 1)  $\sigma = -3.33 \frac{F}{a^2}$ ;
- 2)  $\sigma = -4.33 \frac{F}{a^2}$ ;
- 3)  $\sigma = -2.33 \frac{F}{a^2}$ ;
- 4)  $\sigma = -2.00 \frac{F}{a^2}$ ;
- 5)  $\sigma = -5.67 \frac{F}{a^2}$ ;

23. По какой теории записано условие прочности  $\epsilon_{\max} \leq \epsilon_{n.n.c.}$

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

24. Укажите формулу, по которой определяются главные напряжения

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



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)  $\mu = 2$ ;

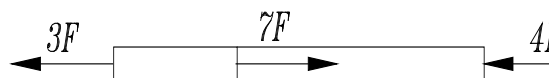
26. Среда называется ....., если каждый ее элементарный объем не имеет пустот и разрывов.

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

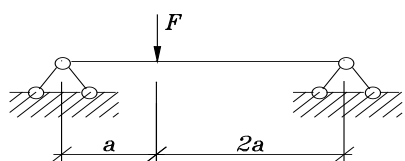
27. Для каких расчетов используется статический момент плоского сечения.

- 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.

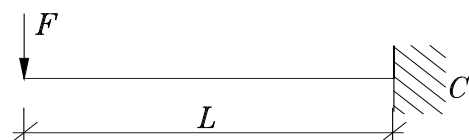


- 1)  $5F$ ; 2)  $3F$ ; 3)  $7F$ ; 4)  $8F$ ;



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

31. Какое из выражений является условием прочности при растяжении:

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

$$\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_{\rho}} \leq |\tau|;$$

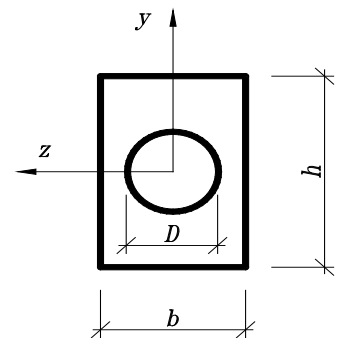
$$5) \tau_{\max} = \frac{Q_y S_z^{onc}}{J_z b} \leq |\tau|;$$

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

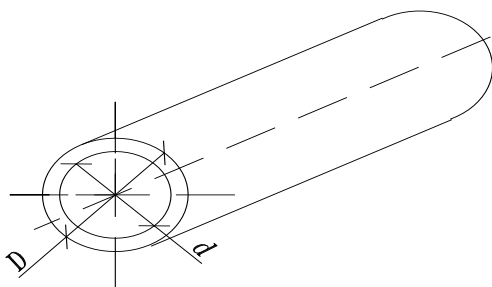
- 1) Изгибающий момент. 2) Крутящий момент. 3) Поперечная сила.  
4) Продольная сила. 5) Сдвигающая сила.

33. Укажите правильное значение момента сопротивления относительно оси (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)  $W_x = (b^3 h / 12 - \pi D^4 / 64) / 0.5b;$



34. Укажите формулу полярного момента инерции полого цилиндра



$$1) J_p = \frac{\pi d^4}{32}; \quad 2)$$

$$J_p = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4);$$

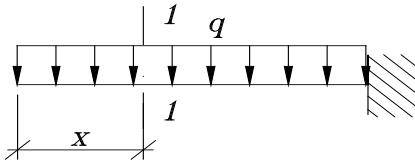
$$3) J_p = \frac{T}{32} \left( \frac{D^3 - d^3}{2} \right);$$

$$4) J_p = \frac{\pi}{64}(D^4 + d^4); \quad 5) J_p = \frac{\pi}{32}(D^3 - d^3);$$

35. По какой формуле определяются максимальные нормальные

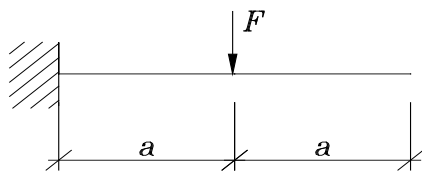
напряжения при поперечном изгибе: 1)  $\sigma = \frac{N}{A}$ ; 2)  $\sigma = \frac{M}{A}$ ; 3)  $\sigma = \frac{Q}{W}$ ;

4)  $\sigma = \frac{M}{I}$ ; 5)  $\sigma = \frac{M}{W}$ ;



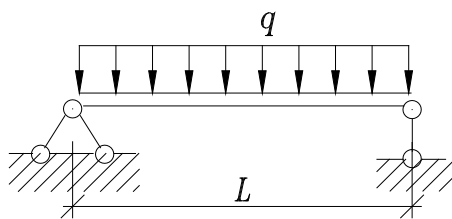
36. Найти изгибающий момент в сечении 1-

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



37. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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



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.

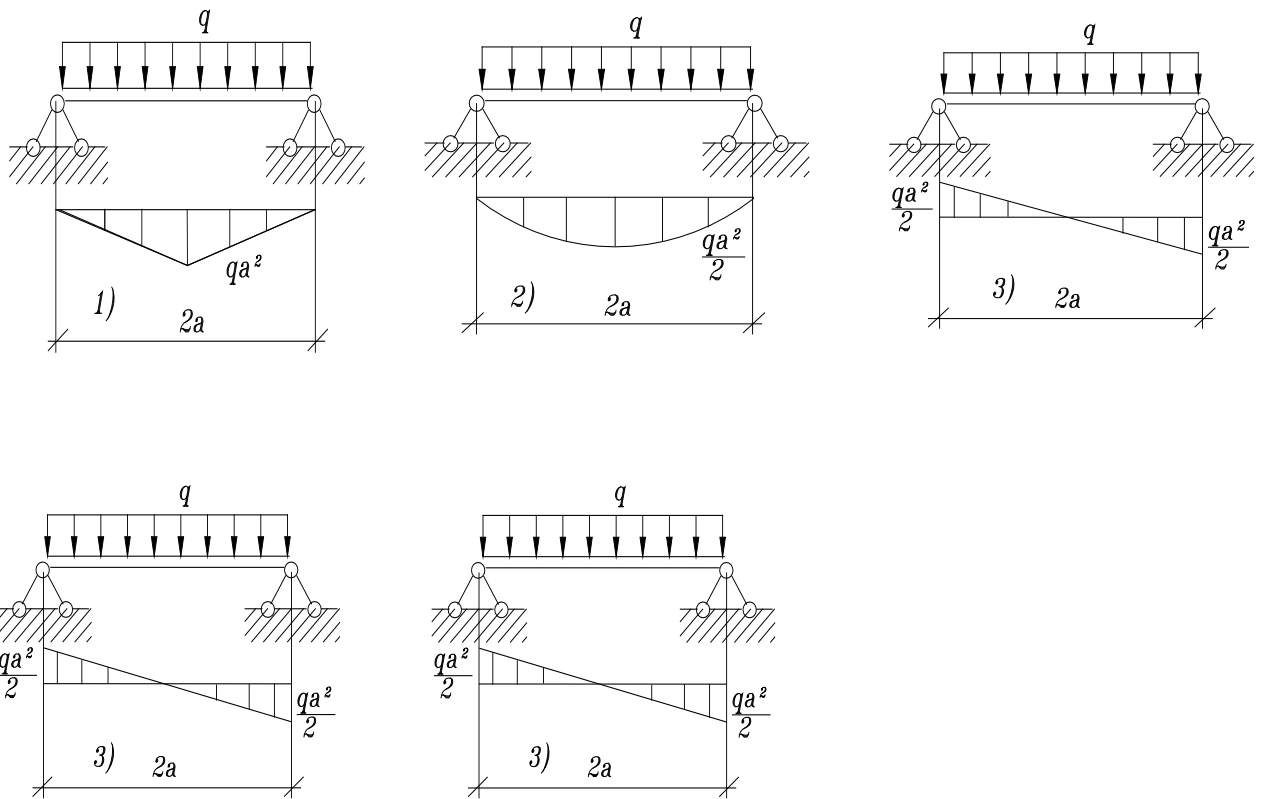
Указать неверное условие, т. е не подходящее ни для одного из типов

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)

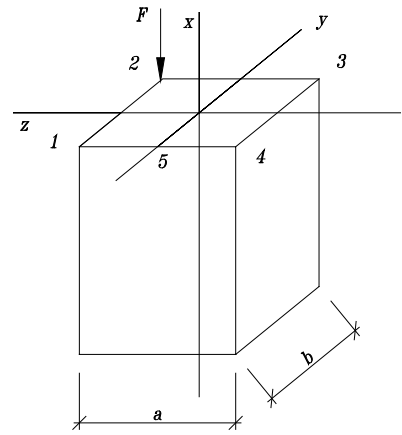
$y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h} z$ ;

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) косо́й изгиб;
- 3) внецентренное сжатие; 4) кручение;



47. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

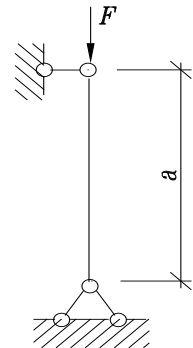
- 1) первой; 2) второй; 3) третьей; 4) четвертой;

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)  $\mu = 2$ ;



### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач 3-й семестр

#### *РГР №1 «Вычисление моментов инерции сложных фигур»*

- определение положения центра тяжести сложной фигуры;
- вычисление моментов инерции относительно центральных осей;
- вычисление главных моментов инерции и определение положения главных центральных осей;
- построение центрального эллипса инерции.

#### *РГР №2 «Расчёт прочности и жёсткости простой балки»*

- построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;
- подбор двутаврового сечения;
- расчёт прочности в заданном сечении;

- составление и решение дифференциального уравнения оси изогнутой балки;
- определение перемещений балки.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Введение: задачи, решаемые в сопротивлении материалов; объекты исследования; идеализация свойств материала; понятие о прочности и разрушении, условия разрушения и прочности; метод исследования внутренних усилий и уравнения, используемые при этом; понятия о напряжениях, среднем, истинном и составляющих напряжениях; напряженные состояния тела.
2. Теория напряжений. Условия возникновения плоского и объемного напряженных состояний: правила знаков для напряжений; формулировка и запись закона равновесия касательных сил; определение в произвольном сечении составляющих напряжения - нормального, касательного и по координатным осям; напряжения во взаимно перпендикулярных сечениях; главные сечения, их свойства и определение положений; формулы для вычисления главных напряжений и деформаций; экстремальные касательные напряжения и положение сечений, в которых они действуют.
3. Деформации. Закон Гука. Абсолютные и относительные линейные деформации. Закон Гука при центральном растяжении в абсолютных и относительных величинах. Упругие характеристики материала. Принципы, применяемые при выполнении расчетов. Обобщенный закон Гука. Относительное изменение объема упругого тела. Границы изменения коэффициента Пуассона.
4. Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения и сжатия и особенности свойств: стали, чугуна, древесины. Диаграммы условных и истинных напряжений малоуглеродистой стали. Вычисление и формулировки пределов: пропорциональности, упругости, текучести, прочности, длительного сопротивления. Упругость, пластичность, наклеп. Ползучесть и релаксация с графическими представлениями.
5. Нормативные и расчетные нагрузки и сопротивления. Коэффициенты надежности. Понятие о предельных состояниях.
6. Назначение теорий прочности. Допущения. Гипотезы: причины катастрофических состояний, их запись и формулировки. Приведенное напряжение, универсальная запись предельных состояний и условия прочности, действительный коэффициент запаса прочности.
7. Чистый плоский изгиб: определение напряжений, нейтральная линия, эпюра напряжений, деформации и кривизна оси изогнутого стержня, условие и признаки чистого плоского изгиба. Нечистый плоский изгиб.
8. Простые статически определимые балки, типы балок и опор, опорные реакции, понятие о поперечной силе  $Q_y$  и изгибающем моменте  $M_z$ , правило знаков для  $Q_y$  и  $M_z$ , дифференциальные зависимости между

- $Q_y$ ,  $M_z$  и  $q$ , их использование при построении эпюр  $Q_y$  и  $M_z$ .
9. Напряжения при поперечном плоском изгибе. Расчет прочности балок из хрупкого материала, момент сопротивления балок изгибу  $W_z$ , примеры вычисления  $W_z$ , то же для балок из пластичного материала, балка равного сопротивления.
  10. Сдвигающие усилия в продольных сечениях балок. Касательные напряжения в балках прямоугольного и двутаврового поперечных сечений, главные сечения, главные и приведенные напряжения, коэффициент запаса прочности, траектории главных напряжений при поперечном плоском изгибе балок.
  11. Точное и приближенное дифференциальное уравнения оси изогнутой балки; постоянные интегрирования и способы их выравнивания; примеры вычисления углов поворота сечений и прогибов.

### 7.2.5 Методика выставления оценки при проведении промежуточной и итоговой аттестаций

При проведении зачета, если в течение семестра студент решил стандартные задачи по всем пройденным темам, то проводится устный опрос по вопросам п.7.2.4. Для зачета должно быть не менее 60% верных ответов. Если имеются темы, по которым стандартные задачи по индивидуальным вариантам не решены, то эти задачи решаются до устного опроса.

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на выполнение заданий в экзаменационном билете. Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 7 задач по темам, которые обучаемые отчитывали в течение семестра в виде самостоятельного решения тестовых задач в аудитории, и 2 теоретических вопроса. Каждая задача и теоретический вопрос оценивается 1 баллом.

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.
2. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 5-6 баллов.
3. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент набрал 7-8 баллов.
4. Оценка «отлично» ставится в случае, если студент набрал 9 баллов.

### 7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в курс.	ОПК-1, ОПК-2, ПК -13	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, экзамен
2	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней	ОПК-1, ОПК-2, ПК -13	Решение тестовых задач, РГР, устный

			опрос, экзамен
3	Центральное растяжение и сжатие стержней	ОПК-1, ОПК-2, ПК -13	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, экзамен
4	Напряженное и деформированное состояние в точке тела	ОПК-1, ОПК-2, ПК -13	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, экзамен
5	Плоский прямой изгиб	ОПК-1, ОПК-2, ПК -13	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, экзамен

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Александров А.В. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Александров Анатолии Васильевич, Потапов Вадим Дмитриевич, Державин Борис Павлович; под ред. А.В. Александрова.- М.: Высш. Шк, 2004, 2003, 2001,2000 г.г. изд.
2. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2010.
3. Варданян Г.С, Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами строительной механики. М.:Инфра-М, 2011.

4. Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах, М.:Инфра-М, 2010.

5.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Электронный каталог библиотеки ВГТУ.
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>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

<b>№ п/п</b>	<b>Вид и наименование оборудования</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Краткая характеристика</b>
<b>1</b>	<b>IBM PC-совместимые персональные компьютеры.</b>	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
<b>2</b>	<b>Мультимедийные средства.</b>	Лекционные занятия.	Мультимедиа-проектор, компьютер, оснащенный программой PowerPoint и

			экран для демонстрации электронных презентаций.
3	<b>Учебно-наглядные пособия.</b>	Лекционные и практические занятия	Плакаты, наглядные пособия, иллюстрационный материал.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Техническая механика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета стержневых систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

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 лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому

	<p>усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>