

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)**

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНА  
протоколом заседания  
методической комиссии факультета  
№ 4 от 19 мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Сопротивление материалов»**

Направление подготовки / специальность	<b>35.03.06 Агроинженерия</b>
Направленность (профиль)	<b>Технический сервис в агропромышленном комплексе Технические системы в агробизнесе Экономика и менеджмент в агроинженерии</b>
Уровень образовательной программы	<b>Бакалавриат</b>
Форма(ы) обучения	<b>Очная, Заочная, Очно-заочная</b>
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	<b>6</b>
Трудоемкость дисциплины, час.	<b>216</b>

Разработчик:

Доцент кафедры технического сервиса и механики

В.В. Колобова  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой технического сервиса и механики

В.В. Терентьев  
(подпись)

Иваново 2023

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка специалиста, способного решать основные задачи расчета простейших конструкций на прочность, жесткость и устойчивость и умеющего оценить работоспособность и практическую пригодность рассматриваемой конструкции.

Задачи дисциплины – заложить основы инженерного мышления для последующего изучения специальных дисциплин. Решение задач курса сопротивления материалов дают возможность для оценки надежности конструкции, используя знания теории напряженного состояния материала при любых видах сопротивления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным  
планом дисциплина относится к

обязательной части образовательной программы

Статус дисциплины

базовая

Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины

математика, физика, теоретическая механика

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины

детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины, технология ремонта машин, машины и оборудование в животноводстве

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номера разделов дисциплины, отвечающих за формирование данного индикатора компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	1-6
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	1-6

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 4.1. Содержание дисциплины

### 4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
<b>1. Простое сопротивление</b>							
1.1.	Введение. Основные понятия и допущения.	1	-	-	2	УО, Т, Э	
1.2.	Растяжение и сжатие	2	8	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
1.3.	Теория напряженного состояния	2	4	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
1.4.	Сдвиг	2	4	-	4	УО, Т, Э	Решение задач
1.5.	Геометрические характеристики плоских сечений	2	4	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
1.6.	Кручение	2	4	-	16	УО, Т, Э	Решение задач
1.7.	Прямой изгиб	4	10	-	20	УО, Т, Э	Решение задач
1.8.	Теории прочности	2	2	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
<b>2. Сложное сопротивление</b>							
2.1.	Косой изгиб	2	3	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
2.2.	Внецентренное растяжение и сжатие	2	3	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
2.3.	Изгиб с кручением брусев круглого сечения	1	4	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
2.4.	Пространственные стержни с ломаной осью	1	4	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
<b>3. Упругие перемещения и статически неопределимые системы</b>							
3.1.	Работа упругих сил и определение перемещений	2	4	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
3.2.	Расчет простейших статически неопределимых систем	1	4	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
<b>4. Устойчивость упругих систем</b>							
4.1.	Продольный изгиб	1	2	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
4.2.	Продольно-поперечный изгиб	1	2	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
5.	Динамическая нагрузка	2	4	-	16	УО, Т, Э	Решение задач
6.	Напряжения, переменные во времени	2	2	-	8	УО, Т, Э	Решение задач

### 4.1.2. Очно-заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
<b>1. Простое сопротивление</b>							
1.1.	Введение. Основные понятия и допущения.	1	-	-	2	УО, Т, Э	

1.2.	Растяжение и сжатие	2	2	-	20	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.3.	Теория напряженного состояния	2	2	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
1.4.	Сдвиг	2	2	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
1.5.	Геометрические характеристики плоских сечений	1	2	-	12	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.6.	Кручение	2	2	-	12	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.7.	Прямой изгиб	4	4	-	20	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.8.	Теории прочности	2	2	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
2. Сложное сопротивление							
2.1.	Косой изгиб	2	2	-	6	УО, Т, КР, Э	Решение задач
2.2.	Внецентренное растяжение и сжатие	2	2	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
2.3.	Изгиб с кручением брусьев круглого сечения	2	2	-	14	УО, Т, КР, Э	Решение задач
2.4.	Пространственные стержни с ломаной осью	2	2	-	10	УО, Т, Э	Решение задач
3. Упругие перемещения и статически неопределимые системы							
3.1.	Работа упругих сил и определение перемещений	2	2	-	16	УО, Т, Э	Решение задач
3.2.	Расчет простейших статически неопределимых систем	2	2	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
4. Устойчивость упругих систем							
4.1.	Продольный изгиб	2	2	-	10	УО, Т, КР, Э	Решение задач
4.2.	Продольно-поперечный изгиб	2	2	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
5.	Динамическая нагрузка	2	2	-	12	УО, Т, КР, Э	Решение задач
6.	Напряжения, переменные во времени	2	2	-	8	УО, Т, Э	Решение задач

#### 4.1.3. Заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
1. Простое сопротивление							
1.1.	Введение. Основные понятия и допущения.	0,5	-	-	2	УО, Т, Э	
1.2.	Растяжение и сжатие	1	1	-	14	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.3.	Теория напряженного состояния	1	0,5	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
1.4.	Сдвиг	0,5	0,5	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
1.5.	Геометрические характеристики плоских сечений	-	-	-	12	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.6.	Кручение	0,5	0,5	-	12	УО, Т, КР, Э	Решение задач
1.7.	Прямой изгиб	2	1	-	20	УО, Т, КР, Э	Решение задач

1.8.	Теории прочности	-	-	-	4	УО, Т, Э	Решение задач
2. Сложное сопротивление							
2.1.	Косой изгиб	0,5	0,5	-	6	УО, Т, КР, Э	Решение задач
2.2.	Внецентренное растяжение и сжатие	0,5	0,5	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
2.3.	Изгиб с кручением брусев круглого сечения	-	0,5	-	14	УО, Т, КР, Э	Решение задач
2.4.	Пространственные стержни с ломаной осью	0,5	0,5	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
3. Упругие перемещения и статически неопределимые системы							
3.1.	Работа упругих сил и определение перемещений	1	0,5	-	8	УО, Т, Э	Решение задач
3.2.	Расчет простейших статически неопределимых систем	-	0,5	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
4. Устойчивость упругих систем							
4.1.	Продольный изгиб	0,5	-	-	10	УО, Т, КР, Э	Решение задач
4.2.	Продольно-поперечный изгиб	0,5	0,5	-	6	УО, Т, Э	Решение задач
5.	Динамическая нагрузка	0,5	0,5	-	12	УО, Т, КР, Э	Решение задач
6.	Напряжения, переменные во времени	0,5	0,5	-	8	УО, Т, Э	Решение задач

\* Форма контроля: УО – устный опрос, Т – тестирование, КР – контрольная работа, Э – экзамен, З – зачет.

#### 4.2. Распределение часов дисциплины по видам работы и форма контроля\*

\* Э – экзамен, З – зачет, ЗаО – зачет с оценкой, КП – курсовой проект, КР – курсовая работа, К – контрольная работа.

##### 4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лекции	-	-	14	18	-	-	-	-	-	-
Лабораторные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические	-	-	30	36	-	-	-	-	-	-
Итого контактной работы	-	-	44	54	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	-	-	28	90	-	-	-	-	-	-
Форма контроля	-	-	3	Э	-	-	-	-	-	-

##### 4.2.2. Очно-заочная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лекции	-	-	18	18	-	-	-	-	-	-
Лабораторные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические	-	-	18	18	-	-	-	-	-	-
Итого контактной работы	-	-	36	36	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	-	-	36	108	-	-	-	-	-	-
Форма контроля	-	-	3	Э	-	-	-	-	-	-

##### 4.2.3. Заочная форма:

Вид занятий	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс	6 курс
Лекции	-	10	-	-	-	-
Лабораторные	-	-	-	-	-	-
Практические	-	8	-	-	-	-

Итого контактной работы	-	18	-	-	-	-
Самостоятельная работа	-	198	-	-	-	-
Форма контроля	-	К, Э	-	-	-	-

## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

#### 5.1.1. Очная форма:

- Темы индивидуальных заданий:
  - Расчет стержневой системы при растяжении (сжатии).
  - Геометрические характеристики плоских сечений.
  - Кручение бруса круглого сечения.
  - Прямой изгиб.
  - Внецентренное сжатие.
  - Расчет вала на совместное действие изгиба и кручения.
  - Расчет коленчатого бруса на изгиб и кручение.
  - Расчеты на прочность при ударе.
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Исследование плоского напряженного состояния с помощью круга Мора.
  - Потенциальная энергия деформации.
  - Теория прочности Мора.
  - Правило Верещагина.
- Темы курсовых проектов/работ:
  - Не планируется
- Другое:
  - Не планируется

#### 5.1.2. Очно-заочная форма:

- Темы индивидуальных заданий:
  - Расчет стержневой системы при растяжении (сжатии).
  - Геометрические характеристики плоских сечений.
  - Кручение бруса круглого сечения.
  - Прямой изгиб.
  - Внецентренное сжатие.
  - Расчет вала на совместное действие изгиба и кручения.
  - Расчет коленчатого бруса на изгиб и кручение.
  - Расчеты на прочность при ударе.
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Исследование плоского напряженного состояния с помощью круга Мора.
  - Потенциальная энергия деформации.
  - Теория прочности Мора.
  - Правило Верещагина.
- Темы курсовых проектов/работ:
  - Не планируется
- Другое:
  - Не планируется

#### 5.1.3. Заочная форма:

- Темы индивидуальных заданий:
  - Расчет стержневой системы при растяжении (сжатии).

- Геометрические характеристики плоских сечений.
- Кручение бруса круглого сечения.
- Прямой изгиб.
- Косой изгиб.
- Совместное действие изгиба с кручением.
- Продольный изгиб прямого стержня.
- Динамическая нагрузка.
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Геометрические характеристики плоских сечений
  - Исследование плоского напряженного состояния с помощью круга Мора.
  - Потенциальная энергия деформации.
  - Теории прочности.
  - Правило Верещагина.
  - Изгиб с кручением брусьев круглого сечения.
  - Расчет простейших статически неопределимых систем.
- Темы курсовых проектов/работ:
  - Не планируется
- Другое:
  - Не планируется

### **5.2. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Устный опрос.
- Тестирование.
- Проверка решений индивидуальных заданий.
- Собеседование по решению индивидуальных заданий.

### **5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- Методические указания.
  - Основную и дополнительную учебную литературу.
- Рекомендуемые онлайн-источники и интернет ресурсы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

- 1) Жуков, В.Г. Механика. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 415 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3721](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3721) — Загл. с экрана.
- 2) Феодосьев В.Н. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 512 с. **43 экз**
- 3) Миролюбов, И.Н. Сопротивление материалов. Пособие по решению задач. [Электронный ресурс] / И.Н. Миролюбов, Ф.З. Алмаметов, Н.А. Курицин, И.Н. Изотов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 512 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/39150> — Загл. с экрана.
- 4) Молотников, В.Я. Курс сопротивления материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71756> — Загл. с экрана.
- 5) Павлов, П.А. Сопротивление материалов. [Электронный ресурс] / П.А. Павлов, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 556 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90853> — Загл. с экрана.

### **6.2. Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

- 1) Сопротивление материалов : учеб. пособие для студ. вузов / Павлов П.А. и др. ; под ред. Б.Е.Мельникова. - 2-е изд.,испр. и доп. - СПб. : Лань, 2007. - 560с. : ил. **19 экз**
- 2) Введение в сопротивление материалов : учеб. пособие / под ред. Б.Е. Мельникова. - 2-е изд.,испр. - СПб. : Лань, 2002. - 160с. **11 экз**
- 3) Сопротивление материалов.Пособие по решению задач : учеб. пособие для вузов / Миролюбов И.Н. и др. - 8-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2009. - 512с. : ил. **25 экз**
- 4) Долинский Д.В., Михайлов М.Н. Краткий курс сопротивления материалов. – М.: Выс.шк., 1988. – 432 с. **24 экз**
- 5) Кудрявцев, С.Г. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] / С.Г. Кудрявцев, В.Н. Сердюков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5247> — Загл. с экрана.

### **6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

- 1) Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU / Точка доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 2) ЭБС издательства «Лань» / Точка доступа: <https://e.lanbook.com>
- 3) Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам». Электронная библиотека / Точка доступа: <http://window.edu.ru>

### **6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

- 1) Сопротивление материалов. Приемы построения эпюр поперечных сил и изгибающих материалов : метод.указан. для студ. / сост. В.Б.Лапшин. - Иваново : ИГСХА, 2008. - 20с.
- 2) Сопротивление материалов : метод.указан. и контр. задания для студ. мех. / сост. В.Б.Лапшин. - Иваново: ИГСХА, 2008. - 34с.
- 3) Сопротивление материалов. Примеры решения задач : метод. пособие / сост. В.Б. Лапшин,А.Н. Воскресенский. - Иваново: ИГСХА, 2008. - 60с.
- 4) Методические указания к лабораторным работам по сопротивлению материалов / сост. В.Б.Лапшин, В.В.Колобова. – Иваново: ИГСХА, 1994. – 40 с.

### **6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (при необходимости)**

- 1) ЭБС «Консультант студента» / Точка доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
- 2) Информационно-правовой портал «Консультант» / Точка доступа: <http://www.consultant.ru>

### **6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (при необходимости)**

- Операционная система типа Windows
- Интернет-браузеры
- Microsoft Office, Open Office.

### **6.7. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) Не используются

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.



№ п/п	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Краткий перечень основного оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3.	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
4.	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
5.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
6.	Учебная аудитория для проведения практических занятий	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
7.	Лаборатория сопротивления материалов и деталей машин	Машина разрывная, Машина кручения Мельница лабораторная, Комплект измерительный, Прибор для определения коэффициента трения, Прибор для измерения цементирующих образований, Фотометр, Частотомер.

**Приложение № 1**  
к рабочей программе по дисциплине  
**Сопротивление материалов**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Сопротивление материалов»**

**1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе**

**1.1. Очная форма:**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции/ планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	3	4	5
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Т  З  Э	Комплект тестовых заданий  Вопросы к зачету  Вопросы к экзаменационным билетам
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Т  З  Э	Комплект тестовых заданий  Вопросы к зачету  Комплект экзаменационных билетов

**1.2. Очно-заочная форма:**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции/ планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	3	4	5
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Т  З  Э	Комплект тестовых заданий  Вопросы к зачету  Вопросы к экзаменационным билетам

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Т	Комплект тестовых заданий
		З	Вопросы к зачету
		Э	Комплект экзаменационных билетов

### 1.3. Заочная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции/ планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	3	4	5
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Т  КР  Э	Комплект тестовых заданий  Темы индивидуальных заданий  Комплект экзаменационных билетов
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Т  КР  Э	Комплект тестовых заданий  Темы индивидуальных заданий  Комплект экзаменационных билетов

\* Форма контроля: Т – тестирование, КР – контрольная работа, З – зачет, Э – экзамен.

## 2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

Показатели	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

\* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

## 3. Оценочные средства

### 3.1. Комплект тестовых заданий

#### 3.1.1. Вопросы для проведения тестирования

1. Расчет на жесткость при деформации растяжение – сжатие заключается с целью ограничить:

- 1) перемещения и деформации определенными пределами;
- 2) нормальные напряжения определенными пределами;

3) касательные напряжения определенными пределами

Ответ: 1

**2. Напряжения в поперечных сечениях растянутого стержня определяются по формуле:**

$$1) \tau = \frac{Q}{A}; \quad 2) \sigma = \frac{F}{A}; \quad 3) \tau = \frac{M_K}{W}$$

Ответ: 2

**3. Конструкционные материалы делятся на пластичные и хрупкие в зависимости от величины:**

- 1) остаточного удлинения;
- 2) коэффициента Пуассона;
- 3) предела текучести

Ответ: 1

**4. Какие величины характеризуют прочность материала?**

- 1) относительное остаточное удлинение и относительное остаточное сужение;
- 2) остаточная деформация в продольном и поперечном направлениях;
- 3) предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности

Ответ: 3

**5. Условие прочности при растяжении – сжатии записывается в виде:**

$$1) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]; \quad 3) \tau_{max} = \frac{Q_{max}}{A} \leq [\tau]$$

Ответ: 1

**6. На какой вид деформации хрупкие материалы работают лучше?**

- 1) растяжение;
- 2) сжатие;
- 3) растяжение и сжатие одинаково.

Ответ: 2

**7. Размеры поперечного сечения стержня при растяжении – сжатии определяются из условия**

- 1) прочности;
- 2) жесткости;
- 3) прочности и жесткости.

Ответ: 3

**8. Опасным напряжением при растяжении пластических материалов является предел:**

- 1) прочности;
- 2) текучести;
- 3) упругости.

Ответ: 2

**9. Выберите формулу для определения диаметра вала при кручении**

$$1) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]; \quad 3) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_\rho} \leq [\tau]$$

Ответ: 3

**10. Какая величина характеризует жесткость материала при растяжении – сжатии?**

- 1) модуль упругости первого рода или модуль Юнга;
- 2) модуль упругости второго рода или модуль упругости при сдвиге;
- 3) коэффициент Пуассона

Ответ: 1

**11. Условие жесткости при кручении записывается в виде:**

$$1) \Delta S = \frac{Q \cdot a}{GA} \leq [\Delta S]; \quad 2) \theta = \frac{M}{GI_\rho} \leq [\theta]; \quad 3) \Delta \ell = \frac{F \ell}{EA} \leq [\Delta \ell]$$

Ответ: 2

**12. Наибольшие касательные напряжения при кручении определяются по формуле:**

$$1) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_p}; \quad 2) \tau_{max} = \frac{Q}{A}; \quad 3) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_x}.$$

Ответ: 1

**13. При деформации кручение выгоднее использовать**

- 1) сплошной круглый вал; 2) полый вал (трубчатый вал); 3) квадратный вал.

Ответ: 2

**14. Какая величина характеризует жесткость поперечного сечения вала при кручении**

- 1)  $E \cdot A$ ; 2)  $G \cdot J_p$ ; 3)  $E \cdot J_x$ .

Ответ: 2

**15. Условие прочности при изгибе записывается в виде:**

$$1) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]; \quad 3) \tau_{max} = \frac{Q_{max}}{A} \leq [\tau].$$

Ответ: 2

**16. На деформацию изгиба лучше работает балка**

- 1) круглого поперечного сечения; 2) двутаврового поперечного сечения;  
3) прямоугольного поперечного сечения.

Ответ: 2

**17. Размеры поперечного сечения балки при изгибе определяются из условия:**

- 1) прочности; 2) жесткости; 3) прочности и жесткости.

Ответ: 3

**18. Какие силовые факторы возникают в поперечных сечениях балки в общем случае изгиба?**

- 1) изгибающий момент и поперечная сила;  
2) только изгибающий момент;  
3) только поперечная сила.

Ответ: 1

**19. Какая величина характеризует жесткость поперечного сечения балки при изгибе?**

- 1)  $E \cdot A$ ; 2)  $G \cdot J_p$ ; 3)  $E \cdot J_x$ .

Ответ: 3

**20. Выберите необходимую формулу для проверки прочности растянутого образца:**

$$1) \tau_{max} = \frac{T_{max}}{W_p} \leq [\tau]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 3) F_k = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu \ell)^2}.$$

Ответ: 2

**21. Выберите необходимую формулу для определения наибольшей сжимающей силы**

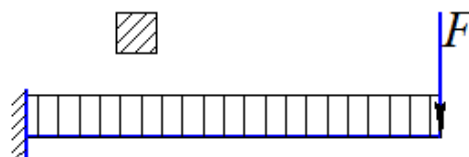
$$1) \tau_{max} = \frac{M_{max}}{W_p} \leq [\tau]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 3) \Delta \ell = \frac{F \ell}{EA} \leq [\Delta \ell]$$

Ответ: 2

**22. Выберите необходимую формулу для определения изгибающей силы F**

$$1) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma];$$

$$2) F_k = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu \ell)^2};$$



$$3) \sigma_{max} = \frac{F\ell}{W_x} \leq [\sigma]$$

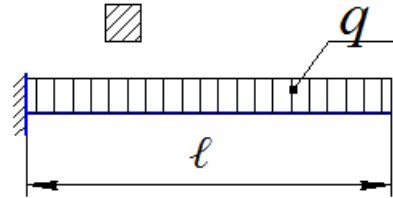
Ответ: 3

23. Выберите необходимую формулу для нахождения распределенной нагрузки [q]

$$1) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_p} \leq [\tau];$$

$$2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma];$$

$$3) \tau_{max} = \frac{Q_{max}}{A} \leq [\tau]$$



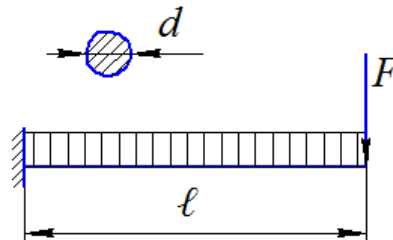
Ответ: 2

24. Выберите необходимую формулу для определения поперечного сечения балки

$$1) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_p} \leq [\tau];$$

$$2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma];$$

$$3) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]$$



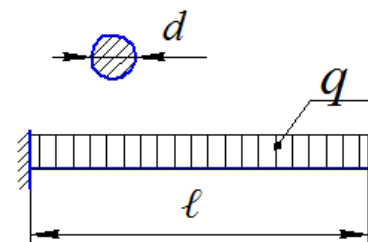
Ответ: 2

25. Выберите необходимую формулу для определения поперечного сечения бруса

$$1) \tau_{max} = \frac{4Q_{max}}{\pi d^2} \leq [\tau];$$

$$2) \sigma_{max} = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} \leq [\sigma];$$

$$3) \tau_{max} = \frac{16M_{Kmax}}{\pi d^3} \leq [\tau]$$



Ответ: 2

26. Выберите формулу для определения размеров толкателя системы газораспределения из условия жесткости:

$$1) y = \int \frac{M_x \cdot M_x^0}{EI_y}; \quad 2) \Delta\ell = \frac{F \cdot \ell}{EA} \leq [\Delta\ell]; \quad 3) \Delta S_{max} = \frac{Q \cdot a}{GA} \leq [\Delta S]$$

Ответ: 2.

27. Выберите формулу для определения диаметра вала при кручении

$$1) \tau_{max} = \frac{4Q_{max}}{\pi d^2} \leq [\tau]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} \leq [\sigma]; \quad 3) \tau_{max} = \frac{16M_{Kmax}}{\pi d^3} \leq [\tau]$$

Ответ: 3

28. Выберите необходимую формулу для проверки жесткости распределительного вала механизма газораспределения:

$$1) \Delta S_{max} = \frac{Q \cdot a}{GA} \leq [\Delta S]; \quad 2) \varphi_{max} = \frac{M_k \cdot \ell}{GI_p} \leq [\varphi]; \quad 3) \Delta \ell_{max} = \frac{F \cdot \ell}{EA} \leq [\Delta \ell]$$

Ответ: 2

29. Выберите формулу для определения наибольшего крутящего момента из условия жесткости:

$$1) \Delta S_{max} = \frac{Q \cdot a}{GA} \leq [\Delta S]; \quad 2) \varphi_{max} = \frac{M_k \cdot \ell}{GI_p} \leq [\varphi]; \quad 3) \Delta \ell_{max} = \frac{F \cdot \ell}{EA} \leq [\Delta \ell]$$

Ответ: 2

30. Выберите необходимую формулу для определения наибольшего усилия на поршень двигателя:

$$1) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 3) \Delta \ell_{max} = \frac{F \cdot \ell}{EA} \leq [\Delta \ell]$$

Ответ: 2

31. Выберите необходимую формулу для определения диаметра каждого из двух болтов головки шатуна:

$$1) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]; \quad 2) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma]; \quad 3) F_k = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu \ell)^2}$$

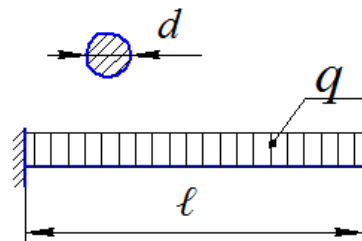
Ответ: 2

32. По какой формуле можно произвести проверку прочности балки

$$1) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma];$$

$$2) \tau_{max} = \frac{M_{kmax}}{W_p} \leq [\tau];$$

$$3) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]$$



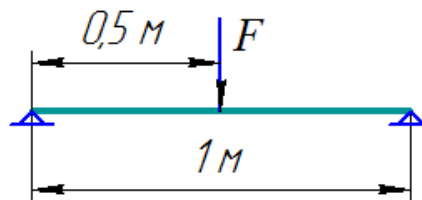
Ответ: 3

33. Выберите формулу для определения жесткости балки:

$$1) y = \frac{F \ell^3}{48 EI_x};$$

$$2) \Delta \ell = \frac{F \ell}{EA};$$

$$3) \varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$



Ответ: 1

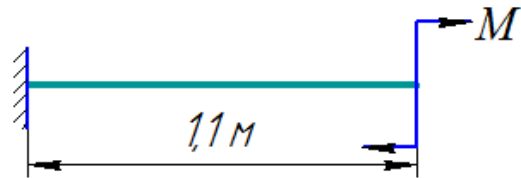
34. Выберите необходимую формулу для определения величины изгибающего момента:



$$1) \Delta \ell_{max} = \frac{F \ell}{EA} \leq [\Delta \ell];$$

$$2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma];$$

$$3) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_p} \leq [\tau]$$



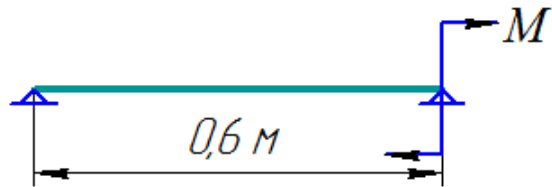
Ответ: 2

35. Выберите необходимую формулу для нахождения величины момента, приложенного к балке:

$$1) \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A} \leq [\sigma];$$

$$2) \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma];$$

$$3) \tau_{max} = \frac{M_{Kmax}}{W_p} \leq [\tau];$$



Ответ: 2

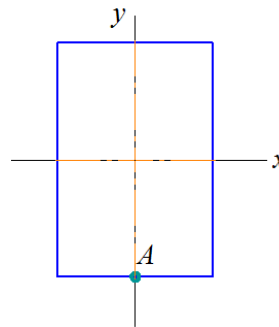
36. В сечении, представленном на чертеже, действует изгибающий момент  $M_x = 4M$ . Тогда нормальное напряжение  $\sigma_A$ , действующее в точке А сечения, равно:

$$1) \sigma_A = \frac{|\sigma_{max}|}{2};$$

$$2) \sigma_A = \frac{|\sigma_{max}|}{8};$$

$$3) \sigma_A = 0;$$

$$4) \sigma_A = |\sigma_{max}|$$



Ответ: 4

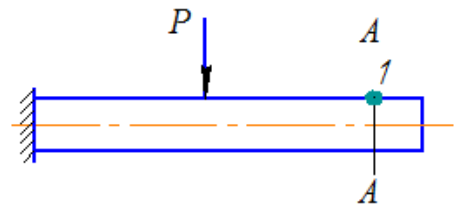
37. В точке 1 поперечного сечения А-А балки...

1) нет напряжений

2) действуют касательные напряжения  $\tau$ ;

3) действуют нормальные напряжения  $\sigma$ ;

4) действуют нормальные  $\sigma$  и касательные  $\tau$  напряжения.



Ответ: 1

38. Закон Гука при чистом сдвиге выражается формулой:

$$1) \Delta \varphi = \frac{M_K \ell}{GI_p}; \quad 2) \Delta \ell = \frac{N \ell}{EA}; \quad 3) \sigma = \varepsilon \cdot E; \quad 4) \tau = \gamma \cdot G$$

Ответ: 4

39. Способность твердого тела сопротивляться изменению геометрических размеров и формы (способность сопротивляться деформированию) называется....

- 1) жесткостью; 2) прочностью; 3) выносливостью; 4) устойчивостью.

Ответ: 1

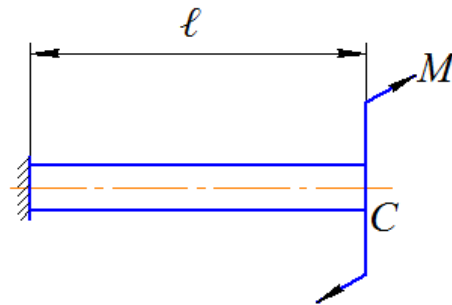
40. Пусть  $[\varphi]_c$  – допустимый угол поворота сечения  $C$ ,  $GI_\rho$  – жесткость поперечного сечения при кручении. Тогда допустимая величина момента  $M$  удовлетворяет неравенству:

1)  $M \leq \frac{3GI_\rho[\varphi]_c}{\ell}$

2)  $M \leq \frac{GI_\rho[\varphi]_c}{\ell}$

3)  $M \leq \frac{GI_\rho[\varphi]_c}{2\ell}$

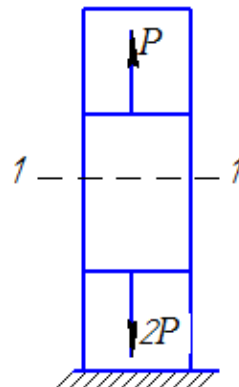
4)  $M \leq GI_\rho[\varphi]_c$



Ответ: 4

41. Для стержня, схема которого изображена на рисунке, деформации, возникающие в сечении 1-1, будут...

- 1) сжимающими;  
2) растягивающими;  
3) равными нулю;  
4) растягивающими и сжимающими.



Ответ: 2

42. Совокупность представлений, зависимостей, условий, ограничений, описывающих поведение элемента конструкции под внешним воздействием называется...

- 1) методом определения внутренних сил;  
2) методом расчета на прочность и жесткость;  
3) основным принципом расчета на прочность;  
4) моделью.

Ответ: 2

43. Пусть заданы:  $[\sigma]$  – допустимое напряжение;  $W$  – осевой момент сопротивления стержня;  $\ell$  – длина стержня. Тогда величина силы  $F$  из условий прочности

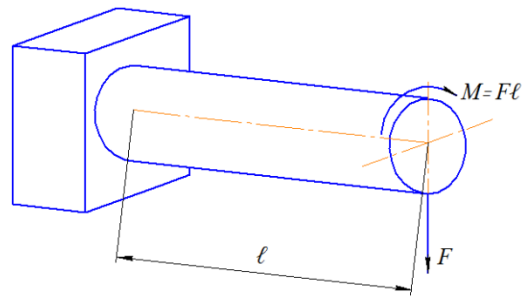
$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{1}{W} \sqrt{M^2 + M_k^2} \leq [\sigma]$  будет удовлетворять неравенству:

$$1) F \leq \frac{2W[\sigma]}{\ell\sqrt{2}};$$

$$2) F \leq \frac{W[\sigma]}{\ell};$$

$$3) F \leq \frac{W[\sigma]}{2\ell\sqrt{2}};$$

$$4) F \leq \frac{W[\sigma]}{\ell\sqrt{2}}$$



Ответ: 4

**44. По известным скручивающему моменту  $M$  и допускаемому напряжению  $[\tau]$  можно определить...**

- 1) мощность, передаваемую валом;
- 2) диаметр вала;
- 3) частоту вращения вала;
- 4) максимальные касательные напряжения в сечении вала

Ответ: 2

**45. Составляющие главного вектора  $R$  и главного момента  $M$  внутренних сил в координатных осях называют...**

- 1) внутренними силовыми факторами или внутренними усилиями в сечении стержня;
- 2) нормальными и касательными напряжениями;
- 3) напряженным состоянием в точке;
- 4) тензором напряжений.

Ответ: 1

**46. Перемещение точки деформированного тела из одного положения в положение, бесконечно близкое к нему, называется...**

- 1) деформацией;
- 2) линейным перемещением;
- 3) деформированным состоянием;
- 4) угловым перемещением.

Ответ: 1

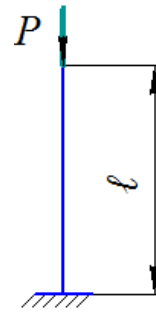
**47. Формулу Ясинского можно использовать при расчете...**

- 1) сжатых стержней на устойчивость до предела пропорциональности;
- 2) на прочность;
- 3) сжатых стержней на устойчивость за пределом пропорциональности;
- 4) на жесткость.

Ответ: 3

**48. Под гибкостью  $\lambda$  сжатого стержня, изображенного на рисунке, понимается...**

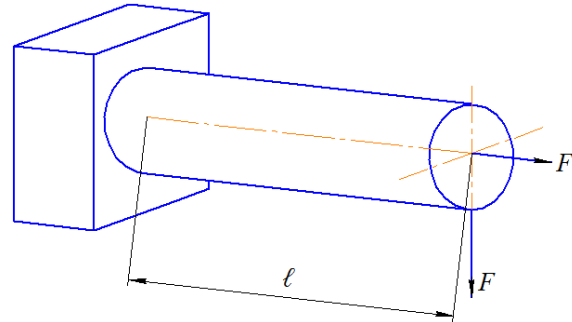
- 1) отношение нагрузки  $P$  к длине  $\ell$  стержня;
- 2) отношение нагрузки  $P$  к площади поперечного сечения стержня;
- 3) приведенная длина стержня  $\ell_{пр} = \mu \cdot \ell$ ;
- 4) отношение приведенной длины  $\ell_{пр}$  к радиусу инерции  $i_{min}$  поперечного сечения.



Ответ: 4

49. Условия прочности для стержня, изображенного на рисунке, имеет вид...

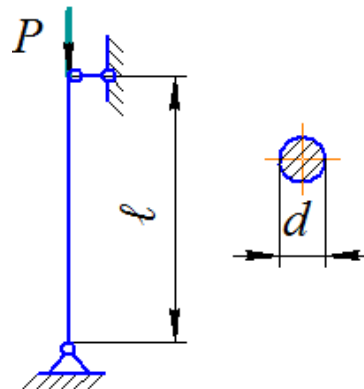
- 1)  $\frac{F\ell}{W} \leq [\sigma]$ ;
- 2)  $\frac{F}{A} \leq [\sigma]$ ;
- 3)  $\frac{F}{A} + \frac{F\ell}{W} \leq [\sigma]$ ;
- 4)  $\frac{F}{A} - \frac{F\ell}{W} \leq [\sigma]$



Ответ: 3

50. Если известны модуль упругости  $E$  материала, диаметр  $d$  и длина  $\ell$ , то величина критической силы  $P_{кр} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{\ell^2}$  равна...

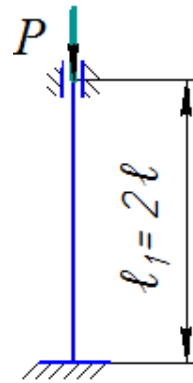
- 1)  $\frac{\pi^3 E d^4}{8 \ell^2}$ ;
- 2)  $\frac{\pi^3 E d^4}{32 \ell^2}$ ;
- 3)  $\frac{\pi^3 E d^4}{64 \ell^2}$ ;
- 4)  $\frac{\pi^3 E d^4}{16 \ell^2}$



Ответ: 3

51. При определении критической силы  $P_{кр}$  в формулу входит расчетная длина  $\ell_{расч} = \mu \cdot \ell_1$ , зависящая от условий закрепления концов стержня. Для стержня, представленного на рисунке  $\ell_{расч}$  равна.....

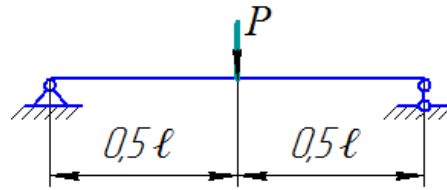
- 1)  $0,5 \ell$ ;
- 2)  $\ell$ ;
- 3)  $4 \ell$ ;
- 4)  $1,5 \ell$ ;



Ответ: 1

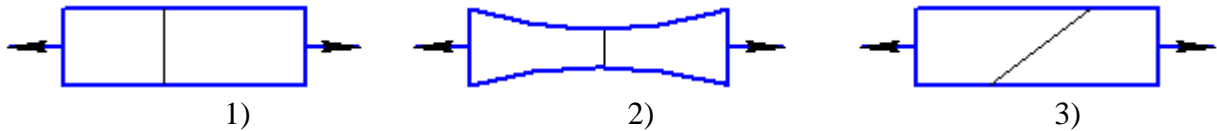
52. Сечение 1-1 балки имеет перемещения:

- 1) угол поворота;
- 2) прогиб;
- 3) нет перемещений;
- 4) угол поворота и прогиб



Ответ: 4

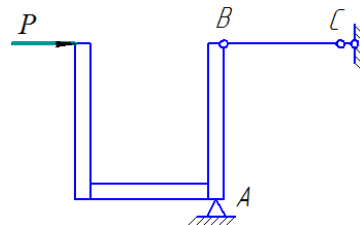
53. Образец из малоуглеродистой стали при испытании на растяжение разрушается по форме...



Ответ: 2

54. Пусть  $[\Delta]_p$ ,  $[\Delta]_{сж}$  – допускаемые перемещения при растяжении и сжатии соответственно,  $\Delta \ell_{BC}$  – абсолютная деформация стержня BC. Тогда проверку на жесткость стержня BC проводят из условия:

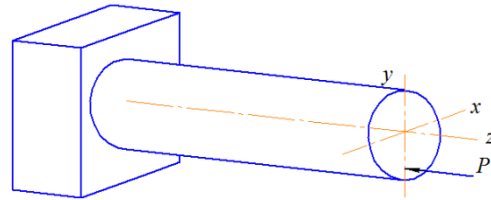
- 1)  $\Delta \ell_{BC} \leq [\Delta]_{сж}$ ;
- 2)  $\Delta \ell_{BC} \leq \Delta \ell_{max}$ ;
- 3)  $\Delta \ell_{BC} \geq \Delta \ell_{max}$ ;
- 4)  $\Delta \ell_{BC} \geq [\Delta]_p$



Ответ: 1

55. Для стержня, изображенного на рисунке, вид сложного сопротивления...

- 1) общий случай сложного сопротивления;
- 2) внецентренное сжатие;
- 3) кривой изгиб;
- 4) изгиб с кручением



Ответ: 2

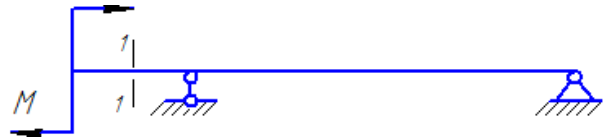
**56. Если предел пропорциональности материала и соответствующая ему деформация равны  $\sigma_{\text{пц}}=100$  МПа,  $\varepsilon_{\text{пц}}=0,0014$ , тогда величина модуля упругости равна...**

- 1) 65822 МПа;
- 2) 83110 МПа;
- 3) 55782 МПа;
- 4) 71429 МПа.

Ответ: 4

**57. В сечении 1-1 балки действуют внутренние силы:**

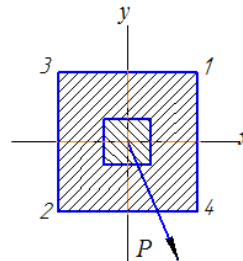
- 1) только изгибающий момент;
- 2) поперечная сила и изгибающий момент;
- 3) нет внутренних усилий;
- 4) только поперечная сила



Ответ: 1

**58. В сечении А-А наиболее опасными являются точки...**

- 1) 1 и 2;
- 2) 2 и 4;
- 3) 1 и 3;
- 4) 3 и 4.



Ответ: 4

**59. Принцип утверждающий, что результат действия внешних сил не зависит от порядка их приложения, называется...**

- 1) гипотеза Бернулли;
- 2) принципом независимости действия сил;
- 3) принципом Сен-Венана;
- 4) принципом начальных размеров.

Ответ: 2

**60. Допущение, что свойства материала по всем направлениям одинаковы, называется:**

- 1) однородностью;
- 2) сплошностью;
- 3) изотропностью;
- 4) анизотропностью.

Ответ: 3

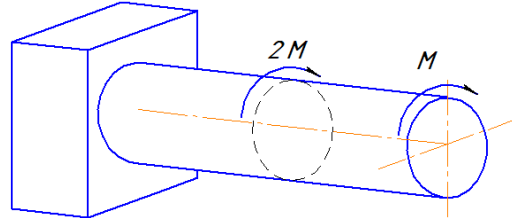
61. Формулу Эйлера можно использовать когда...

- 1) критическое напряжение больше предела пропорциональности;
- 2) критическое напряжение меньше предела пропорциональности;
- 3) гибкость сжатого стержня меньше предельной гибкости;
- 4) касательное напряжение больше предела текучести

Ответ: 2

62. Условие прочности для стержня, показанного на рисунке, имеет вид:

- 1)  $\tau = \frac{2M}{W_p} \leq [\tau]$ ;
- 2)  $\tau = \frac{M}{W_p} \leq [\tau]$ ;
- 3)  $\tau = \frac{3Md}{I_p} \leq [\tau]$ ;
- 4)  $\tau = \frac{3M}{W_p} \leq [\tau]$



Ответ: 4

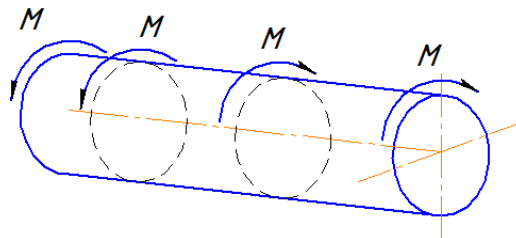
63. Чугун и сталь – материалы...

- 1) неоднородные; 2) вязкоупругие; 3) изотропные; 4) анизотропные.

Ответ: 3

64. Для вала, показанного на рисунке, максимальный относительный угол закручивания равен:

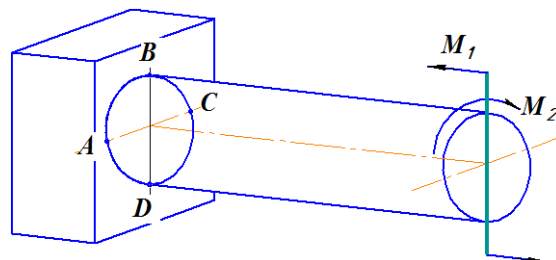
- 1)  $\varphi = \frac{2M}{GI_p}$ ;
- 2)  $\varphi = \frac{M}{GI_p}$ ;
- 3)  $\varphi = \frac{M}{4GI_p}$ ;
- 4)  $\varphi = \frac{4M}{GI_p}$



Ответ: 1

65. Опасными точками в указанном сечении являются:

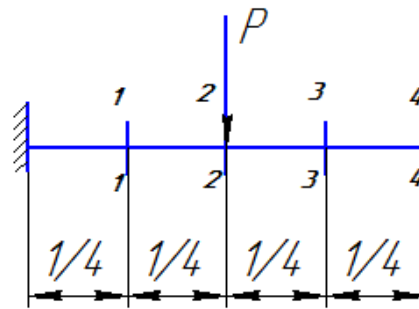
- 1) A и C;
- 2) B и D;
- 3) B и C;
- 4) A и D



Ответ: 2

66. Максимальная величина прогиба возникает в сечении:

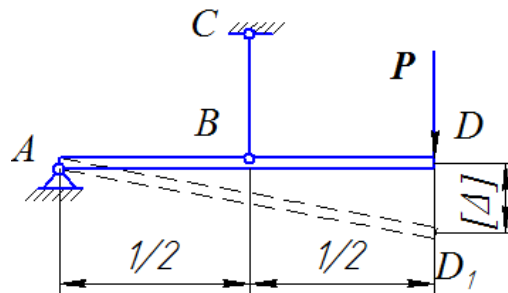
- 1) 1-1;
- 2) 2-2;
- 3) 3-3;
- 4) 4-4



Ответ: 4

67. Если стержень ВС одинаково работает на растяжение и сжатие, то проверку на жесткость проводят из условий...

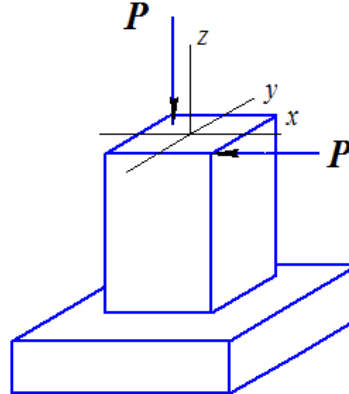
- 1)  $\Delta l_{BC} \leq [\Delta]$ ;
- 2)  $\Delta l_{BC} \leq 0,5 [\Delta]$ ;
- 3)  $\Delta l_{BC} \leq 0,25 [\Delta]$



Ответ: 1

68. Для стержня, изображенного на рисунке, вид сложного сопротивления:

- 1) внецентренное сжатие;
- 2) общий случай сложного сопротивления;
- 3) косой изгиб;
- 4) изгиб с кручением.



Ответ: 2

69. Суммарный момент всех внутренних сил, действующих в поперечном сечении стержня относительно его оси, называется...

- 1) крутящим моментом;
- 2) моментом силы относительно оси;
- 3) изгибающим моментом;
- 4) моментом силы относительно точки

Ответ: 1

70. Механические характеристики прочности при испытаниях на растяжение и сжатие определяются по формуле...

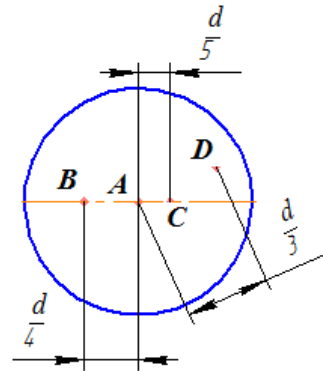
$$1) \tau = \frac{M_K \cdot \rho}{I_\rho}; \quad 2) \varphi = \frac{M_K \cdot \ell}{G I_\rho}; \quad 3) \sigma = \frac{M}{W_x}; \quad 4) \sigma = \frac{N}{A}$$



Ответ: 4

71. Максимальные касательные напряжения в поперечном сечении стержня, работающего на кручение, действуют:

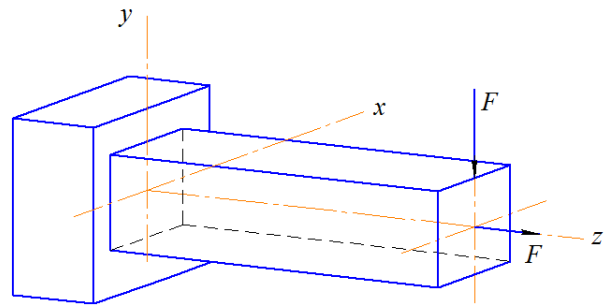
- 1) в точке *A*;
- 2) в точке *D*;
- 3) во всех точках у поверхности сечения;
- 4) в точках *B* и *C*



Ответ: 3

72. Максимальные нормальные напряжения в опасном сечении бруса вычисляются по формуле:

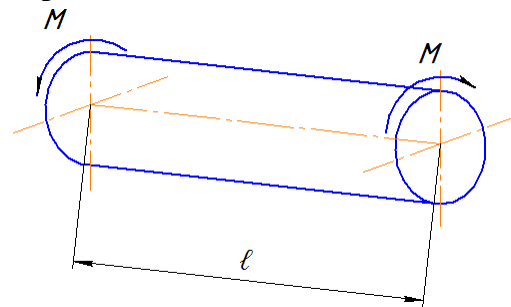
- 1)  $\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x$ ;
- 2)  $\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$ ;
- 3)  $\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x}$ ;
- 4)  $\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y}$



Ответ: 3

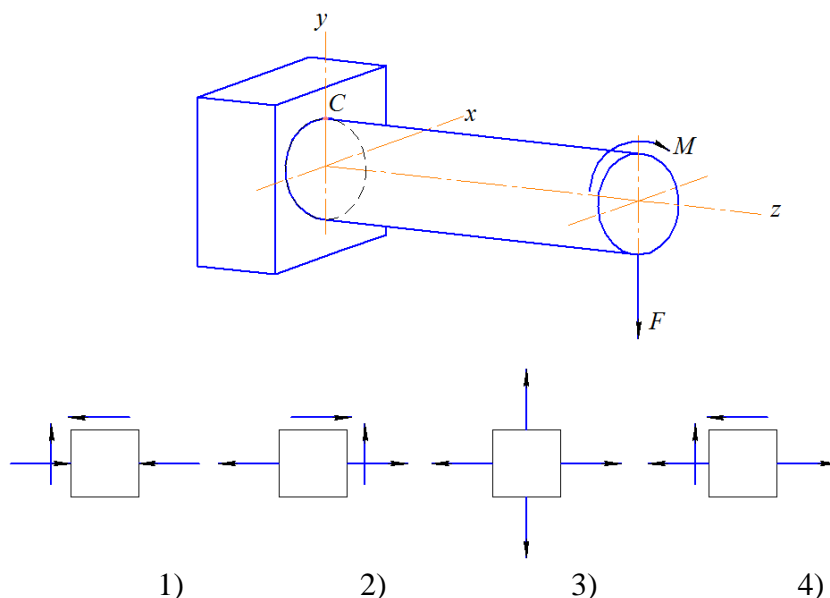
73. Абсолютный угол закручивания стержня равен...

- 1)  $\frac{M}{GI_\rho}$ ;
- 2)  $\frac{2M}{GI_\rho}$ ;
- 3)  $\frac{2M\ell}{GI_\rho}$ ;
- 4)  $\frac{M\ell}{GI_\rho}$



Ответ: 4

74. Напряженное состояние, возникающее в точке *C* опасного сечения имеет вид...



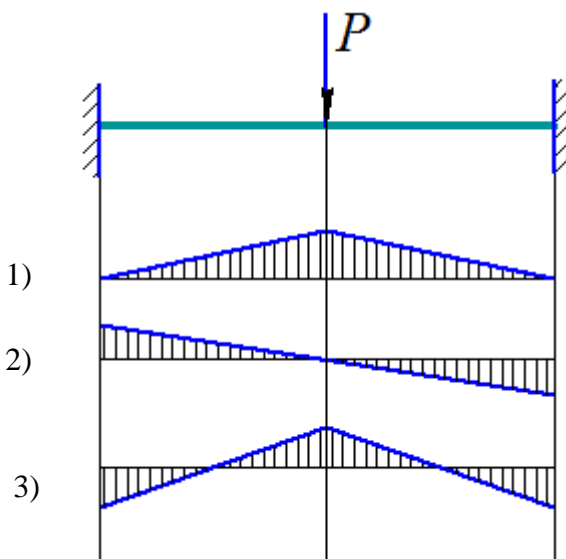
Ответ: 4

75. Основными видами испытания материалов являются...

- 1) испытания на твердость и ударную вязкость;
- 2) испытания на ползучесть и длительную прочность;
- 3) испытание на кручение;
- 4) испытание на растяжение и сжатие.

Ответ: 4

76. Эпюра изгибающих моментов для статически неопределимой балки, показанной на рисунке, имеет вид:



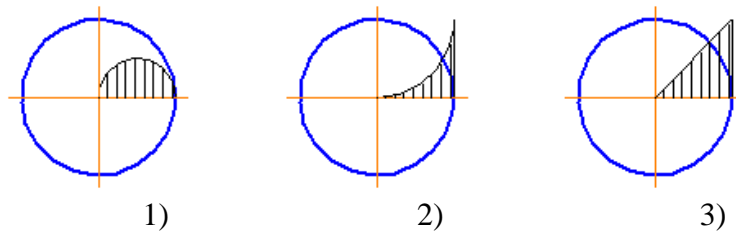
Ответ: 1

77. Отношение абсолютного удлинения (укорочения)  $\Delta l$  стержня к первоначальной длине  $l$  называется...

- 1) относительным изменением объема;
- 2) относительной линейной деформацией;
- 3) деформацией стержня;
- 4) изменением формы стержня.

Ответ: 2

78. Изменение касательных напряжений вдоль радиуса поперечного сечения круглого стержня при кручении соответствует рисунку...



Ответ: 3

79. Формула Ясинского применима, если...

- 1) сечение сжатого стержня квадратной формы;
- 2) гибкость сжатого стержня меньше предельной гибкости;
- 3) когда критическое напряжение меньше предела пропорциональности;
- 4) когда сечение сжатого стержня круглой формы

Ответ: 2

80. Свойство твердых тел сохранять остаточную деформацию называется...

- 1) жесткостью;
- 2) прочностью;
- 3) пластичностью;
- 4) выносливостью

Ответ: 3

81. В чем существенное отличие динамического расчета от статического?

- 1) необходимо учитывать силы инерции и возникающее движение масс системы;
- 2) необходимо учитывать скорость движения точек рассматриваемой системы;
- 3) необходимо учитывать направление перемещения рассчитываемой системы

Ответ: 1

82. Известно, что под усталостью понимают процесс постепенного накопления повреждений в материале под действием переменных напряжений, приводящих к разрушению. А как называется свойство материала противостоять усталости?

- 1) прочность;
- 2) выносливость;
- 3) устойчивость

Ответ: 2

83. Неравенство  $\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]$  представляет собой условие прочности в соответствии:

- 1) с первой теорией прочности;
- 2) со второй теорией прочности;
- 3) с теорией наибольших касательных напряжений;
- 4) с энергетической теорией прочности

Ответ: 2

84. Ядро сечения определяют в случае:

- 1) косоугольного изгиба;
- 2) совместного действия изгиба с кручением;
- 3) внецентренного сжатия;
- 4) продольного изгиба

Ответ: 3

85. Критическое напряжение при продольном изгибе определяется по формуле:

1)  $\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{A}$ ; 2)  $\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{\lambda}$ ; 3)  $\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{E}$ ; 4)  $\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{W_{\rho}}$

Ответ: 1

86. Для стержня, показанного на рисунке, условие прочности имеет вид:

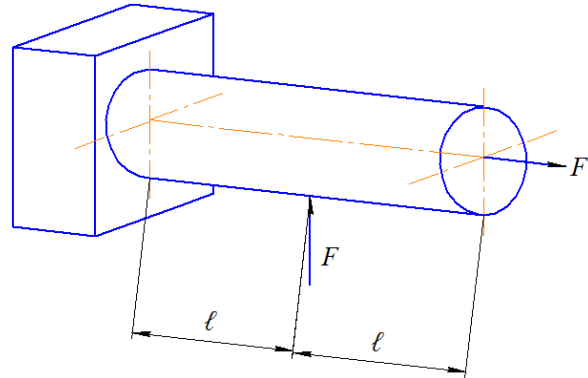
$\pm \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} \leq [\sigma]$ . Тогда допускаемая нагрузка может быть определена по формуле:

1)  $F \leq \frac{[\sigma] \cdot W}{\ell}$ ;

2)  $F \leq \frac{[\sigma]}{1/A - \ell/W}$ ;

3)  $F \leq A \cdot [\sigma]$ ;

4)  $F \leq \frac{[\sigma]}{1/A + \ell/W}$



Ответ: 4

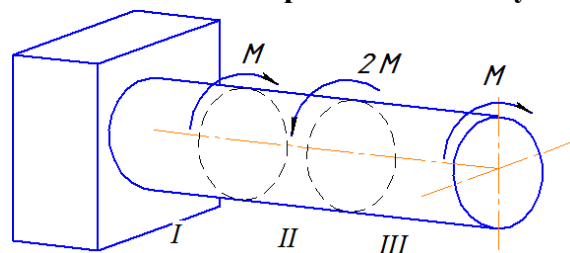
87. Положение нейтральной оси не определяют в случае...

- 1) центрального растяжения;
- 2) прямого поперечного изгиба;
- 3) внецентренного сжатия;
- 4) косоугольного изгиба

Ответ: 1

88. В скручиваемом стержне максимальные касательные напряжения действуют...

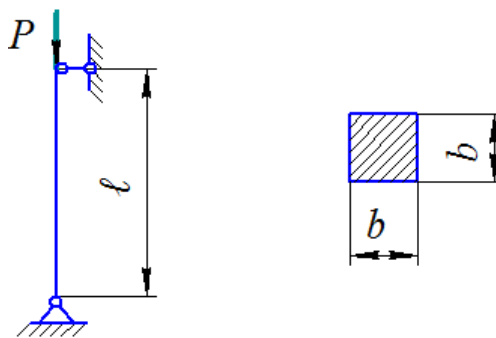
- 1) на I и II участках;
- 2) на III участке;
- 3) на I и III участках;
- 4) на II и III участках



Ответ: 4

89. Для стержня квадратного поперечного сечения, показанного на рисунке, величина критической силы  $P_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{\ell^2}$  равна:

- 1)  $\frac{\pi^2 E b^4}{4 \ell^2}$ ;
- 2)  $\frac{\pi^2 E b^4}{2 \ell^2}$ ;
- 3)  $\frac{\pi^2 E b^4}{6 \ell^2}$ ;
- 4)  $\frac{\pi^2 E b^4}{12 \ell^2}$



Ответ: 4

**90. Косой изгиб не может испытывать брус:**

- 1) прямоугольного поперечного сечения;
- 2) круглого поперечного сечения;
- 3) поперечного сечения в форме двутавра;
- 4) треугольного поперечного сечения

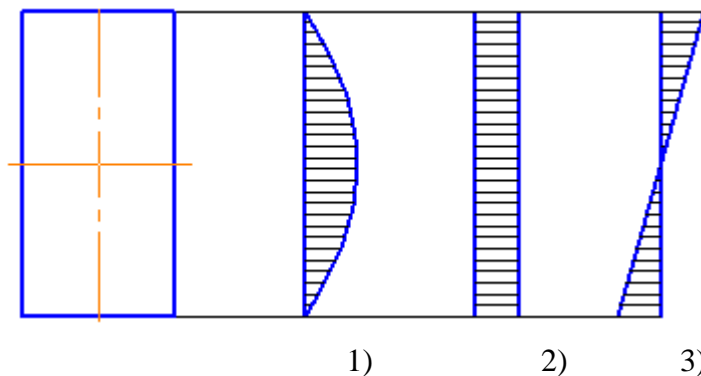
Ответ: 2

**91. Главными напряжениями называются:**

- 1) максимальные нормальные напряжения;
- 2) максимальные касательные напряжения;
- 3) максимальные и минимальные нормальные напряжения;
- 4) максимальные и минимальные касательные напряжения

Ответ: 3

**92. Эпюра касательных напряжений при изгибе бруса прямоугольного поперечного сечения имеет вид:**



Ответ: 1

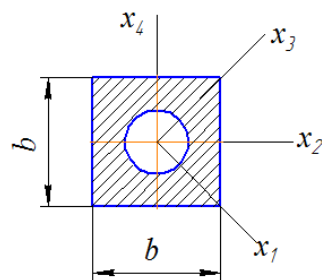
**93. Если точку приложения силы (полос) при внецентренном сжатии вынести за пределы ядра сечения, то...**

- 1) появятся касательные напряжения;
- 2) появятся растягивающие нормальные напряжения;
- 3) появится изгибающий момент;
- 4) появятся сжимающие нормальные напряжения

Ответ: 2

**94. Из указанных центральных осей главными осями инерции сечения являются:**

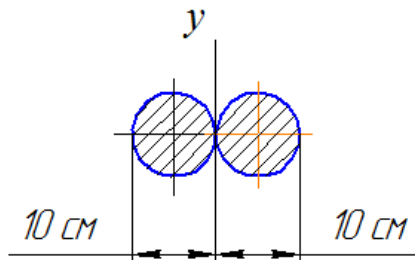
- 1)  $x_1, x_2$ ;
- 2)  $x_1, x_3$ ;
- 3)  $x_1, x_2, x_3, x_4$ ;
- 4)  $x_1, x_4$



Ответ: 3

95. Момент инерции фигуры относительно оси  $y$  равен...

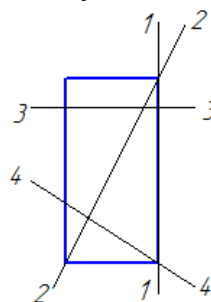
- 1)  $5888 \text{ см}^4$ ;
- 2)  $981 \text{ см}^4$ ;
- 3)  $1766 \text{ см}^4$ ;
- 4)  $4906 \text{ см}^4$



Ответ: 4

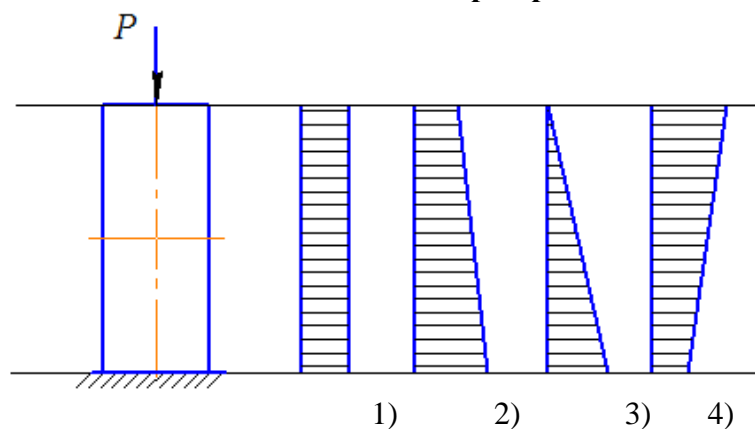
96. Статический момент прямоугольника равен нулю относительно оси:

- 1) 2-2;
- 2) 3-3;
- 3) 1-1;
- 4) 4-4



Ответ: 1

97. Колонна, показанная на рисунке, находится под действием силы, приложенной в центре тяжести сечения и собственного веса. Эпюра продольной силы имеет вид:



Ответ: 2

98. Если к системе, движущейся ускоренно, кроме активных и реактивных сил приложить силы инерции, то получим уравновешенную систему сил, которая удовлетворяет уравнениям равновесия статики. Данное положение называется принципом...

- 1) суперпозиции;
- 2) начальных параметров;
- 3) Сен-Венана;
- 4) Даламбера

Ответ: 4

**99. Коэффициенты  $a$  и  $b$  в формуле Ясинского  $\sigma_{кр} = a - b\lambda$  имеют размерность...**

- 1) длины;
- 2) площади;
- 3) силы;
- 4) напряжения

Ответ: 4

**100. Обобщенный закон Гука для линейно-упругого материала устанавливает связь между...**

- 1) относительным изменением объема и нормальными напряжениями на его гранях;
- 2) касательными напряжениями и угловыми деформациями элементарного объема;
- 3) компонентами напряженного и деформированного состояния;
- 4) нормальными напряжениями и линейными деформациями элементарного объема

Ответ: 4

### 3.1.2. Методические материалы

В течение семестра проводится два рубежных тестирования (через 2 месяца после начала обучения и в конце семестра), согласно календарному плану.

Рубежное тестирование включает 15 вопросов. Тестирование проводится в электронном виде на платформе Moodle. По окончании тестирования на сайте появляется ведомость с оценками.

Тест считается выполненным, если обучающийся дал 60 и более процентов правильных ответов.

При неудовлетворительном результате обучающийся имеет право пересдать тест, однако максимальный балл будет снижен.

## 3.2. Контрольная работа

### 3.2.1. Темы индивидуальных заданий к контрольной работе

- 1) Расчет стержневой системы при растяжении (сжатии).
- 2) Геометрические характеристики плоских сечений.
- 3) Кручение бруса круглого сечения.
- 4) Прямой изгиб.
- 5) Косой изгиб.
- 6) Совместное действие изгиба с кручением.
- 7) Продольный изгиб прямого стержня.
- 8) Динамическая нагрузка.

### 3.2.2. Вопросы к собеседованию по контрольной работе

- продольная сила;
- эпюра нормальных напряжений;
- продольные и поперечные деформации;
- моменты инерции сечений;
- изменение моментов инерции при параллельном переносе осей;
- изменение моментов инерции при повороте осей;
- главные оси инерции;

- крутящий момент;
- напряжения при кручении;
- деформации и перемещения при кручении;
- построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;
- нормальные и касательные напряжения при изгибе;
- деформации и перемещения при изгибе;
- положение нейтральной оси;
- нормальные напряжения при косом изгибе;
- деформации и перемещения при косом изгибе;
- расчет валов при совместном действии изгиба с кручением;
- определение эквивалентного момента;
- устойчивость равновесия упругих систем;
- критическая нагрузка и критическое напряжение;
- формула Эйлера;
- формула Ясинского
- ударные нагрузки;
- динамический коэффициент.

### **3.2.3. Методические материалы**

Проведение собеседования по выполненной контрольной работе проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

За каждый ответ на поставленный вопрос обучающийся может получить от 0 до 2 баллов. При получении обучающимся на собеседовании 36 и более баллов работа считается защищенной.

Выполненная и защищенная контрольная работа является допуском к экзамену.

## **3.3. Зачет**

### **3.3.1. Вопросы к зачету**

#### *1. «Введение. Основные понятия и допущения»*

- расчетная схема;
- метод сечений;
- напряжения;
- деформации.

#### *2. «Растяжение и сжатие»:*

- продольная сила;
- эпюра нормальных напряжений;
- продольные и поперечные деформации;
- диаграммы растяжения и сжатия;
- \_ перемещения поперечных сечений брусьев;
- потенциальная энергия деформации.

#### *3. «Теория напряженного состояния»:*

- виды напряженного состояния;
- главные напряжения, главные площадки;
- круг Мора;
- обобщенный закон Гука;
- потенциальная энергия деформации.

#### *4. «Сдвиг»:*

- чистый сдвиг;
- закон Гука при сдвиге;
- объемная деформация и потенциальная энергия при чистом сдвиге.

#### *5. «Геометрические характеристики плоских сечений»:*

- статические моменты сечений;



- моменты инерции сечений;
- изменение моментов инерции при параллельном переносе осей;
- изменение моментов инерции при повороте осей;
- главные оси инерции.

6. «Кручение»:

- крутящий момент;
- напряжения при кручении;
- деформации и перемещения при кручении;
- кручение брусьев круглого сечения.

7. «Прямой изгиб»:

- прямой чистый изгиб;
- построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;
- нормальные и касательные напряжения при изгибе;
- деформации и перемещения при изгибе;
- расчеты на прочность и жесткость при изгибе.

### 3.3.2. Методические материалы

Условия и порядок проведения зачета даны в Приложении № 2 к положению ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

Зачет проводится в 3 семестре в письменной форме. Для проверки уровня знаний, обучающемуся задаются два вопроса и задача, на которые он дает ответ в письменной форме. Для подготовки ответа отводится один астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. Для того, чтобы получить допуск к зачету обучающийся должен набрать не менее 36 баллов в течение семестра, т.е. не менее 60% баллов от максимально возможного количества за работу в течение семестра. Обучающиеся, набравшие в течение семестра более 60 баллов, могут быть освобождены от зачета. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать на зачете – 40 баллов. Обучающийся считается прошедшим промежуточную аттестацию, если он набрал не менее 24 баллов при сдаче зачета. Далее баллы, набранные обучающимся в течение семестра, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (зачета) и выводится итоговый результат с оценкой «зачтено» или «не зачтено». При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- обучающийся набрал менее 60 баллов – оценка «не зачтено»;
- обучающийся набрал свыше 60 баллов – оценка «зачтено».

## 3.4. Экзамен

### 3.4.1. Комплект экзаменационных билетов

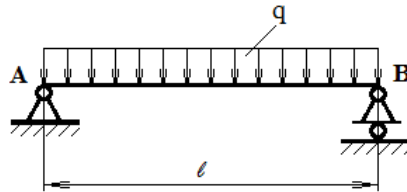
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Соппротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

#### Экзаменационный билет № 1

1. Продольные силы и их эпюры. Напряжения при растяжении и сжатии.
2. Изгиб с кручением. Расчеты с использованием гипотезы прочности Мора.

3. Задача.

Определить углы поворота опорных сечений балки двутаврового сечения при следующих данных:  $q = 30 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ ,  $\ell = 2\text{м}$ ,  $I_x = 5010 \text{ см}^4$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

Факультет

Кафедра

Специальность  
(направление)

Дисциплина

Форма обучения

Инженерно-экономический

технического сервиса и механики

35.03.06 Агроинженерия

Сопротивление материалов

Очная

Курс

2

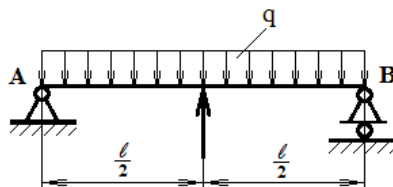
Семестр

4

Экзаменационный билет № 2

1. Закон Гука при растяжении (сжатии). Продольные и поперечные деформации. Коэффициент Пуассона.
2. Главные площадки. Главные напряжения. Закон парности касательных напряжений.
3. Задача.

Деревянная балка прямоугольного поперечного сечения пролетом  $\ell = 6\text{м}$ , нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q = 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$  и сосредоточенной силой  $P = 20 \text{ кН}$ , приложенной посередине пролета. Размеры сечения балки:  $b = 0,12\text{м}$ ,  $h = 0,20\text{м}$ . Определить величину наибольших нормальных напряжений в опасном сечении балки.



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

Факультет

Кафедра

Специальность

Инженерно-экономический

технического сервиса и механики

35.03.06 Агроинженерия

(направление)

Дисциплина

Сопротивление материалов

Форма обучения

Очная

Курс

2

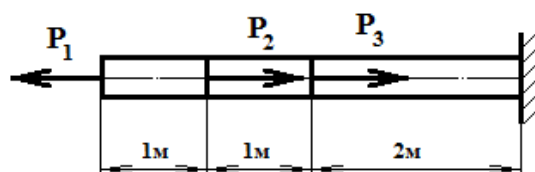
Семестр

4

### Экзаменационный билет № 3

1. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
2. Ядро сечения.
3. Задача.

Построить эпюру нормальных напряжений представленного на рисунке стального стержня при следующих данных:  $P_1 = 40$  кН,  $P_2 = 40$  кН,  $P_3 = 40$  кН,  $F = 5$  см<sup>2</sup>.



Утверждаю:

Зав. кафедрой

В.В. Терентьев

(подпись)

Факультет

Инженерно-экономический

Кафедра

технического сервиса и механики

Специальность  
(направление)

35.03.06 Агроинженерия

Дисциплина

Сопротивление материалов

Форма обучения

Очная

Курс

2

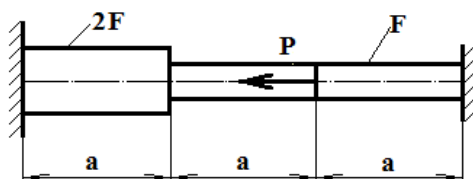
Семестр

4

### Экзаменационный билет № 4

1. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали. Механические характеристики стали.
2. Совместное действие изгиба с кручением. Расчеты по четвертой гипотезе прочности.
3. Задача.

Определить напряжения в сечениях стержня, жестко защемленного обоими концами. Принять:  $a = 0,5$  м,  $P = 1500$  кН,  $F = 100$  см<sup>2</sup>.



Утверждаю:

Зав. кафедрой

В.В. Терентьев

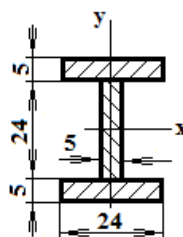
(подпись)

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

### Экзаменационный билет № 5

1. Учет собственного веса стержня при растяжении (сжатии).
2. Совместное действие изгиба с кручением. Расчеты по третьей гипотезе прочности.
3. Задача.

Деревянная балка составлена из трех одинаковых досок, склеенных между собой в виде двутавра. Определить величину главных центральных моментов инерции и моментов сопротивления площади двутавра, если размеры сечения каждой доски  $5 \times 24$  см. Размеры на рисунке показаны в сантиметрах.



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

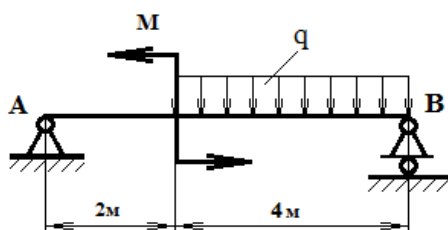
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

### Экзаменационный билет № 6

1. Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии.
2. Определение гибкости стержней.
3. Задача.

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки на двух опорах при

следующих данных:  $q = 20 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ ,  $M = 40 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

#### Экзаменационный билет № 7

1. Плоское напряженное состояние.
2. Внецентренное сжатие (растяжение). Определение положения нулевой линии.
3. Задача.

Сплошной стальной вал диаметром 10 сантиметров и длиной 6 метров закручен на угол

4°. Чему равно наибольшее касательное напряжение?

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

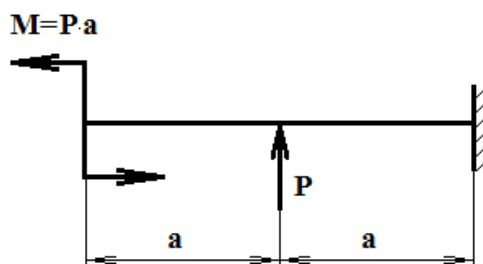
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

#### Экзаменационный билет № 8

1. Сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
2. Коэффициент приведения длины.
3. Задача.

Определить величину прогиба и угла поворота концевого сечения балки, изображенной на

схеме.



Утверждаю:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

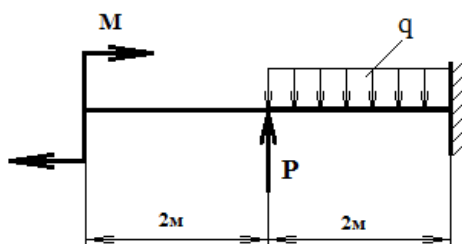
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический
Кафедра	технического сервиса и механики
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия
Дисциплина	Сопротивление материалов
Форма обучения	Очная Курс 2 Семестр 4

### Экзаменационный билет № 9

1. Расчет заклепочных и болтовых соединений.
2. Внецентренное сжатие (растяжение). Определение напряжений.
3. Задача.

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для консольной балки, на которую действуют: сила  $P = 20$  кН, распределенная нагрузка интенсивностью  $q = 20 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$  и парой сил с моментом  $M = 20$  кН·м.



Утверждаю:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

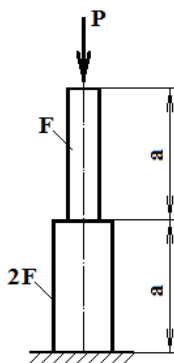
Факультет	Инженерно-экономический
-----------	-------------------------

Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

### Экзаменационный билет № 10

1. Моменты инерции плоских фигур. Основные понятия.
2. Вычисление прогибов при косом изгибе.
3. Задача.

Определить полное укорочение представленного на рисунке стержня с учетом его собственного веса, если известны объемный вес материала  $\gamma$  и модуль упругости  $E$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

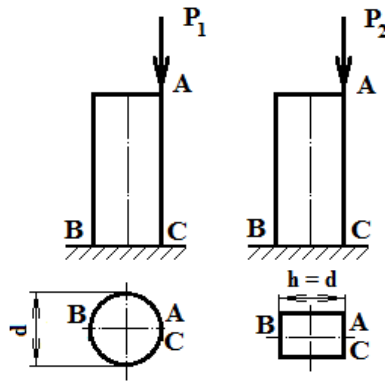
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

### Экзаменационный билет № 11

1. Внутренние силы при изгибе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
2. Гипотеза прочности Мора.
3. Задача.

В точках А двух колонн приложены сжимающие силы. При этом в точках С обеих колонн сжимающие напряжения оказались одинаковыми. Сравнить напряжения в точках В колонн.



Утверждаю:  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 (подпись)

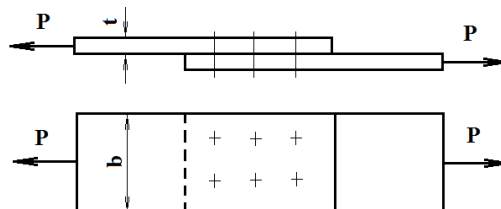
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

### Экзаменационный билет № 12

1. Статический момент плоского сечения. Нахождение центра тяжести сложного сечения.
2. Косой изгиб. Определения положения нулевой линии.
3. Задача.

Два листа толщиной  $t = 10 \text{ мм}$  соединены внахлестку шестью заклепками диаметром  $d = 20 \text{ мм}$ . Определить величину допускаемых растягивающих усилий  $P$  и необходимую ширину листа  $b$  при допускаемых напряжениях: на растяжение  $[\sigma] = 60 \text{ МПа}$ , на срез  $[\tau] = 120 \text{ МПа}$  и на смятие  $[\sigma_c] = 320 \text{ МПа}$ .



Утверждаю:  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 (подпись)

В.В. Терентьев

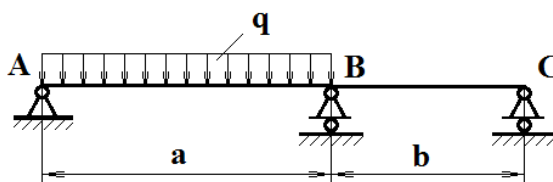


Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Сопротивление материалов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

### Экзаменационный билет № 13

1. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей.
2. Четвертая гипотеза прочности.
3. Задача.

Раскрыть статическую неопределенность и определить опорные реакции стальной балки при следующих данных:  $q = 10 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ ,  $a = 4 \text{ м}$ ,  $b = 3 \text{ м}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

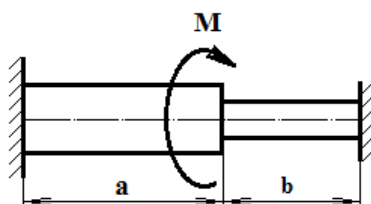
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Сопротивление материалов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

### Экзаменационный билет № 14

1. Определение нормальных напряжений при изгибе.
2. Косой изгиб. Определение напряжений.
3. Задача.

Диаметр левой части стержня, защемленного на концах, равен 6 см, а правой – 5 см. Общая длина стержня  $a + b = 3,3 \text{ м}$ . Определить размеры  $a$  и  $b$  из условия, чтобы крутящий момент, приложенный в месте изменения диаметра стержня, вызывал в каждой части стержня одинаковые наибольшие касательные напряжения.



Утверждаю:  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 (подпись)

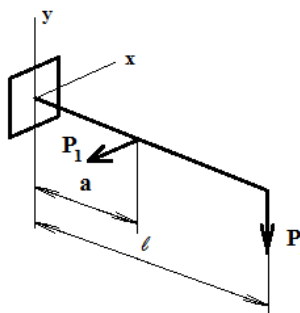
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 15**

1. Вычисление крутящих моментов и построение эпюр.
2. Учет способа закрепления стержней при расчетах на устойчивость.
3. Задача.

Для деревянной балки круглого сечения диаметром 16 мм определить величину наибольших нормальных напряжений в опасном сечении при следующих данных:  
 $l = 1,5 \text{ м}$ ,  $a = 1 \text{ м}$ ,  $P = 2 \text{ кН}$ ,  $P_1 = 0,6P$ .



Утверждаю:  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 (подпись)

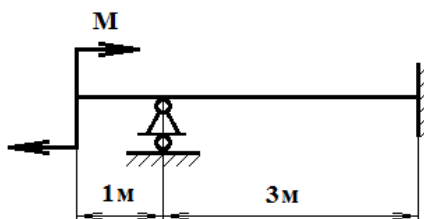
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Сопротивление материалов			

**Экзаменационный билет № 16**

1. Напряжения при кручении стержня с круглым поперечным сечением.
2. Продольный изгиб. Формула Эйлера.
3. Задача.

Раскрыть статическую неопределимость и определить опорные реакции балки, нагруженной парой сил с моментом  $M = 40 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

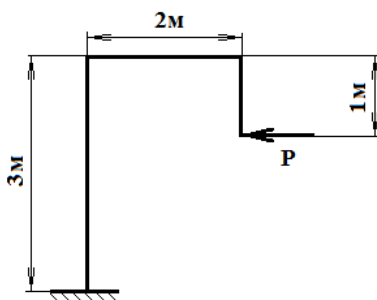
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический
Кафедра	технического сервиса и механики
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия
Дисциплина	Сопротивление материалов
Форма обучения	Очная Курс 2 Семестр 4

**Экзаменационный билет № 17**

1. Статически неопределимые задачи при кручении.
2. Первая и вторая гипотезы прочности.
3. Задача.

Построить эпюры продольных, поперечных сил и изгибающих моментов для рамы, нагруженной силой  $P = 40 \text{ кН}$ .



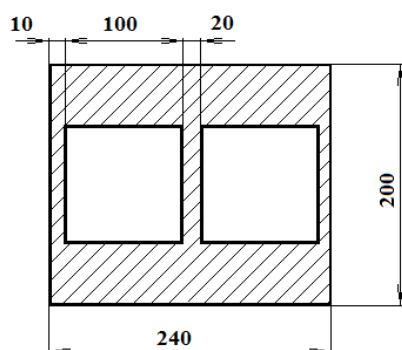
Утверждаю:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Сопротивление материалов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

### Экзаменационный билет № 18

1. Статически неопределимые задачи при изгибе.
2. Центральное растяжение с изгибом
3. Задача.

Вычислить главные центральные моменты инерции двухканальной трубы с двумя квадратными отверстиями размером  $10 \times 10$  см каждое. Размеры на схеме даны в сантиметрах.



Утверждаю:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Сопротивление материалов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

### Экзаменационный билет № 19

1. Чистый изгиб.
2. Построение эпюр для ломаных стержней.
3. Задача.

Трос растянут усилием 75 кН. Он состоит из проволок диаметром 2 мм. Допускаемое

напряжение для троса, учитывая наклон проволок в нем, равно  $[\sigma] = 300 \text{ МПа}$ . Определить число проволок в тросе.

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

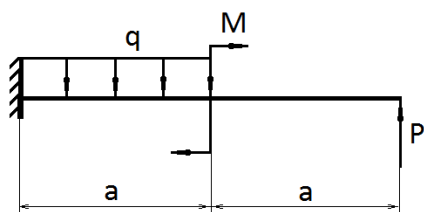
В.В. Терентьев

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Сопротивление материалов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

### Экзаменационный билет № 20

1. Удельная потенциальная энергия изменения формы.
2. Третья гипотеза прочности.
3. Задача.

Для жестко защемленного одним концом бруса построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов при следующих данных:  $P = 40 \text{ кН}$ ,  $M = 50 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $q = 20 \text{ кН/м}$ ;  $a = 2 \text{ м}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Терентьев

### 3.4.2. Проведение промежуточной аттестации

#### 3.4.2.1. Очная форма; очно-заочная форма:

Проведение промежуточной аттестации проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся». Экзамен проводится в конце 4 семестра в устной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Решение задачи при ответе на вопросы экзаменационного билета является обязательным. Если задача не решена, то считается, что промежуточный контроль не пройден. Для ответа на билет обучающемуся отводится один академический час. Для того, чтобы получить допуск к экзамену обучающийся должен набрать не менее 36 баллов в течение семестра, т.е. не менее 60% баллов от максимально возможного количества за работу в течение семестра.

Обучающиеся, набравшие в течение семестра более 60 баллов, могут быть освобождены от экзамена. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать на экзамене – 40 баллов. Обучающийся считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на экзамене он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные обучающимся в течение семестра, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (экзамена), и выводится итоговая оценка, которую обучающийся получает на экзамене. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- обучающийся набрал менее 60 баллов – оценка «неудовлетворительно»;
- обучающийся набрал 60 – 74 баллов – оценка «удовлетворительно»;
- обучающийся набрал 75 – 89 баллов – оценка «хорошо»;
- обучающийся набрал 90 – 100 баллов – оценка «отлично».

#### **3.4.2.2. Заочная форма:**

Проведение промежуточной аттестации проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся». Экзамен проводится после изучения дисциплины в период сессии в устной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Решение задачи при ответе на вопросы экзаменационного билета является обязательным. Если задача не решена, то считается, что промежуточный контроль не пройден. Для ответа на билет обучающемуся отводится один академический час. Для того, чтобы получить допуск к экзамену обучающийся должен набрать не менее 36 баллов в период изучения дисциплины, т.е. не менее 60% баллов от максимально возможного количества за работу. Обучающиеся, набравшие в период изучения дисциплины более 60 баллов, могут быть освобождены от экзамена. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать на экзамене – 40 баллов. Обучающийся считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на экзамене он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные обучающимся в период изучения дисциплины, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (экзамена), и выводится итоговая оценка, которую обучающийся получает на экзамене. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- обучающийся набрал менее 60 баллов – оценка «неудовлетворительно»;
- обучающийся набрал 60 – 74 баллов – оценка «удовлетворительно»;
- обучающийся набрал 75 – 89 баллов – оценка «хорошо»;
- обучающийся набрал 90 – 100 баллов – оценка «отлично».

#### **3.4.3. Пример экзаменационного билета**

##### **Экзаменационный билет**

1. Продольные силы и их эпюры. Напряжения при растяжении и сжатии.
2. Изгиб с кручением. Расчеты с использованием гипотезы прочности Мора.
3. Задача

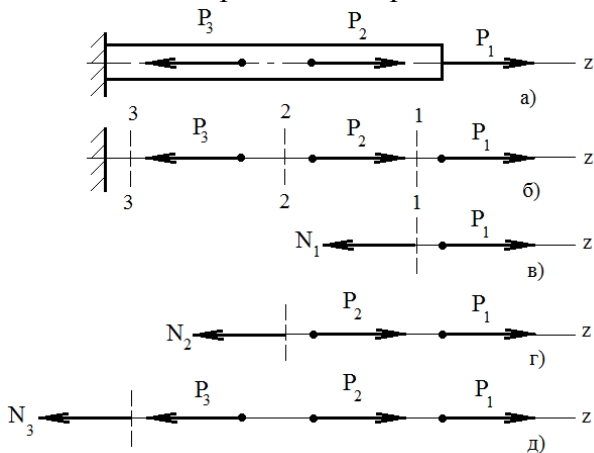
#### **3.4.4. Пример ответа на экзаменационный билет**

1. Продольные силы и их эпюры. Напряжения при растяжении и сжатии.

Центральным растяжением (или центральным сжатием) называется такой вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникает только продольная сила. Растя-

двигающие продольные силы принято считать положительными, сжимающие – отрицательными.

Метод определения продольных сил целесообразно рассмотреть на примере. Прямой



брус, закрепленный одним концом нагружен тремя сосредоточенными силами, параллельными его оси. Численные значения сил:  $P_1 = 10$  кН,  $P_2 = 20$  кН,  $P_3 = 40$  кН. Для определения продольных сил заменим брус расчетной схемой (рис. б) и воспользуемся методом сечений. Границами участков в данном случае являются сечения, в которых приложены внешние силы. Мысленно рассекаем брус в пределах первого со свободного конца бруса участка и рассмотрим равновесие отсеченной части (рис. в):

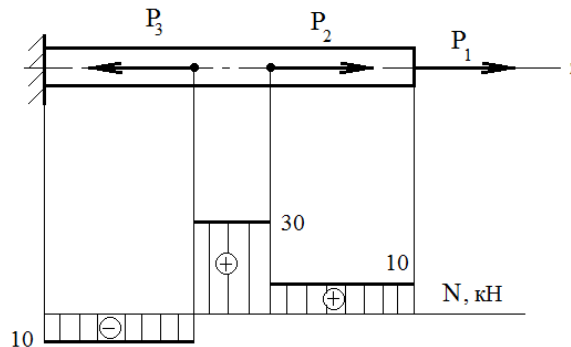
$$\sum F_{kz} = 0; \quad P_1 - N_1 = 0 \quad N_1 = P_1 = 10 \text{ кН}$$

Аналогично определим продольные силы на остальных участках (рис. г, д).

$$\sum F_{kz} = 0; \quad P_1 + P_2 - N_2 = 0 \quad N_2 = P_1 + P_2 = 10 + 20 = 30 \text{ кН}$$

$$\sum F_{kz} = 0; \quad P_1 + P_2 - P_3 - N_3 = 0 \quad N_3 = P_1 + P_2 - P_3 = -10 \text{ кН}$$

По полученным результатам можно построить эпюру продольных сил – график, показывающий изменение продольных сил вдоль оси бруса. В том сечении, где приложена внешняя сила, на эпюре продольных сил наблюдается скачок, численно равный значению внешней силы.



Продольная сила распределена по всему сечению бруса и связана с нормальными напряжениями зависимостью:  $\sigma = \frac{N}{F}$ , Па. Эпюра нормальных напряжений у бруса одинакового сечения повторяет эпюру продольных сил.

## 2. Изгиб с кручением. Расчеты с использованием гипотезы прочности Мора.

Сочетание изгиба и кручения брусев круглого поперечного сечения наиболее часто рассматривается при расчете валов. Опасное сечение вала устанавливается с помощью эпюр полных изгибающих моментов и крутящих моментов. В поперечном сечении бруса возникают нормальные напряжения от изгиба  $\sigma = \frac{M}{W}$  и касательные напряжения от кручения

$\tau = \frac{M_K}{W_0} = \frac{M_K}{2W}$ . В формулах:  $\sigma$  – нормальное напряжение, МПа;  $\tau$  – касательное напряжение,

МПа;  $M$  – изгибающий момент, Н·м;  $M_K$  – крутящий момент, Н·м;  $W, W_0$  – осевой и полярный моменты сопротивления поперечного сечения бруса, м<sup>3</sup>. Главные напряжения определяются по формулам:

$$\sigma_1 = \sigma_{max} = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}; \quad \sigma_2 = 0; \quad \sigma_3 = \sigma_{min} = \frac{\sigma}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

По теории прочности Мора имеем:

$$\sigma_1 - \frac{[\sigma]_p}{[\sigma]_c} \sigma_3 \leq [\sigma]_p$$

После подстановки значений главных напряжений и несложных преобразований получим:

$$\frac{1-k}{2} \sigma + \frac{1+k}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]_p, \text{ где } k = \frac{[\sigma]_p}{[\sigma]_c}$$

Учитывая значения нормальных и касательных напряжений, получим значение приведенного момента по теории прочности Мора:

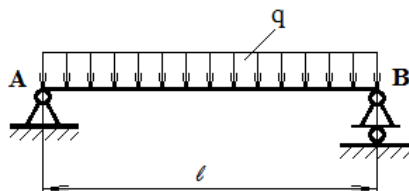
$$\frac{1-k}{2} \frac{M}{W} + \frac{1+k}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{W}\right)^2 + 4\left(\frac{M_K}{2W}\right)^2} \leq [\sigma]_p$$

$$\frac{1}{W} \left( \frac{1-k}{2} M + \frac{1+k}{2} \sqrt{M^2 + M_K^2} \right) = \frac{M_{прив}}{W} \leq [\sigma]_p$$

где:  $M_{прив}$  – приведенный момента по теории прочности Мора:

### 3. Задача.

Определить углы поворота опорных сечений балки двутаврового сечения при следующих данных:  $q = 30 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ ,  $\ell = 2\text{м}$ ,  $I_x = 5010 \text{ см}^4$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .



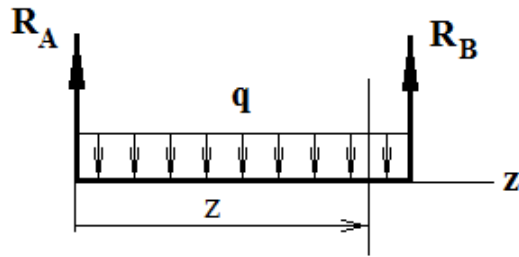
### Решение

Освобождаем балку от опор и определяем опорные реакции:  $R_A = R_B = \frac{q\ell}{2}$ .

Выбираем начало координат в точке А и для наиболее удаленного сечения составляем дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и дважды его интегрируем:

$$EI_x \ddot{y} = R_A z - \frac{qz^2}{2}; \quad EI_x \dot{y} = R_A \frac{z^2}{2} - \frac{qz^3}{6} + C; \quad EI_x y = R_A \frac{z^3}{6} - \frac{qz^4}{24} + Cz + D$$





При  $z = 0$   $y_A = 0 \rightarrow D = 0$

При  $z = l$   $y_B = 0 \rightarrow 0 = \frac{q l^5}{2 \cdot 6} - \frac{q l^4}{24} + C l \rightarrow C = -\frac{q l^3}{24}$

Определяем углы поворота опорных сечений балки:

При  $z = 0$   $\theta_A = \dot{y}_A = \frac{C}{EI_x} = -\frac{30 \cdot 10^3 \cdot 2^3}{24 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 5010 \cdot 10^{-8}} = -10^{-3}$  рад

При  $z = l$   $\theta_B = \dot{y}_B = \frac{1}{EI_x} \left( \frac{q l^5}{4} - \frac{q l^5}{6} - \frac{q l^5}{24} \right) = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 2^3}{24 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 5010 \cdot 10^{-8}} = 10^{-3}$  рад

Ответ:  $\theta_A = -10^{-3}$  рад,  $\theta_B = 10^{-3}$  рад.