

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Экономика и инвестиции в электроэнергетике

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА (ВКЛЮЧАЯ ДПМ)**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.21</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>4 семестр – 5</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>180</b>
<b>Лекции</b>	<b>4 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>4 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>4 семестр – 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	
групповые	<b>4 семестр – 16 часов</b>
индивидуальные	<b>4 семестр – 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4 семестр – 75,7 часа</b>
включая:	
курсовые проекты/работы	<b>4 семестр – 51,7 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
экзамен	<b>4 семестр – 2,5 часа</b>
защита курсового проекта/работы	<b>4 семестр – 0,3 часа</b>
<b>Контроль:</b>	
экзамен	<b>4 семестр – 33,5 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры ФД, к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

В.Н. Тышкевич  
(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ФД  
(название кафедры)

(подпись)

Н.Г. Ходырева  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Экономика и инвестиции в электроэнергетике

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой  
Энергетики  
(название кафедры)

(подпись)

М.С. Иваницкий  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** состоит в изучении методов расчёта элементов конструкций на прочность и жёсткость при статическом и динамическом нагружении, основ расчёта и конструирования деталей и сборочных единиц механизмов и машин общего назначения, энергетического оборудования.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных моделей прикладной механики и границ их применения (модели материала, формы, сил, отказов), механических характеристик прочности и пластичности материалов;
- изучение методов расчёта элементов конструкций на прочность и жёсткость при статическом и динамическом нагружении;
- изучение основных видов механизмов, их достоинства и особенности; видов соединений деталей; требований, предъявляемых при разработке изделий;
- изучение основ проектирования и конструирования типовых элементов энергетического оборудования с учетом основных критериев работоспособности;
- формирование умения проведения проверочных и проектировочных расчетов изделий и элементов энергетического оборудования по критериям работоспособности; обрабатывать экспериментальные данные; разрабатывать конструкции типовых изделий; выбирать рациональный вид соединений деталей в конструкции; оформлять документацию;
- формирование навыков проведения теоретических и экспериментальных исследований для решения инженерно-технических задач, связанных с оценкой прочности элементов энергетического оборудования; проектирования и конструирования типовых элементов энергетического оборудования.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1. Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных по заданной тематике, обосновывает выбор технологических решений	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные модели (модели материала, формы, сил, отказов) прикладной механики и границы их применения;</li><li>– методы расчета элементов конструкций на прочность и жёсткость при статическом и динамическом нагружении;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– рассчитывать на прочность и жёсткость элементы конструкций при статическом и динамическом нагружении;</li><li>– обрабатывать экспериментальные данные;</li></ul>
	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимо-	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные виды механизмов, их достоинства и особенности; виды соединений деталей; требования, предъявляемых при разработке изделий;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	связь с задачами эксплуатации	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основы проектирования и конструирования типовых элементов энергетического оборудования с учетом условий эксплуатации;</li> </ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать конструкции типовых изделий; выбирать рациональный вид соединений деталей в конструкции;</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Теоретическая механика»; «Электротехнические и конструкционные материалы»; «Инженерная и компьютерная графика», «Физика», «Высшая математика».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Проектирование, монтаж и эксплуатация энергетического оборудования», «Ремонт, модернизация и капитальные вложения в электроэнергетике», «Системы диагностики и надёжность оборудования» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Основные понятия механики. Расчеты на растяжение (сжатие). Основы механики конструкционных материалов. Основные понятия теории надежности машин и конструкций.	19	4	3	4	6	–	–	–	6	–	Изучение теоретического и практического материала и выполнение №1, 2, из КР. [1] стр. 146-176 [2] стр. 48-96 [6] стр. 3-21	
2	Расчеты на прочность и жёсткость при изгибе, кручении, сдвиге, сложном сопротивлении.	19	4	3	8	3	–	–	–	5	–	Изучение теоретического и практического материала и выполнение №3,4,5 из КР: [1] стр. 179-226, 233-236 [2] стр. 132-219 [5] стр. 22-26	
3	Расчет прочности при динамическом и переменном внешнем нагружении	6	4	2	2	-	-	-	-	2	-	Изучение теоретического и практического материала и выполнение № 6 из КР: [1] стр. 238-258 [2] стр. 470-481, 499-517	
4	Основные понятия, классификация деталей машин. Основы стандартизации и взаимозаменяемости элементов машин. Единая система допусков и посадок, основные определения. Отклонения размеров и формы. Соединения деталей машин	7	4	2	–	3	–	–	–	2	–	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 259-287 [3] стр. 1-66 [4] стр. 1-42 [6] стр. 1-50 [5] стр. 27-43 [7] стр. 5-33	
5	Общие сведения о механических передачах. Зубчатые передачи. Червячные передачи.	12	4	4	2	2	–	–	–	4	–	Изучение теоретического и практического материала: [4] стр. 1-42 [7] стр.127-233	

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СР	Контроль	
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
	Ременные и цепные передачи											Выполнение № 7из КР. [3] стр. 1-66 [6] стр. 1-50
6	Типовые детали машин и механизмов. Оси и валы, опоры и муфты	9	4	2	–	2	–	–	–	5	–	Изучение теоретического и практического материала: [4] стр. 1-42 [6] стр. 1-50 [7] стр.240-393
	Курсовая работа	72	4	–	–	–	16	4	0,3	51,7	–	Изучение теоретического и практического материала: [3] стр. 1-66 [6] стр. 1-50 [7] стр.355-399 [8] стр.50-79
	Экзамен	36	4	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетамсогласно программе экзамена
	Итого:	180	4	16	16	16	16	4	2,8	75,7	33,5	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2. Краткое содержание разделов

#### 4 семестр

##### 1. Основные понятия механики. Расчеты на растяжение (сжатие) Основы механики конструкционных материалов Основные понятия теории надежности машин и конструкций

Реальные конструкции и их расчетные схемы. Основные гипотезы и модели. Виды деформаций стержней. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Понятие о напряжениях. Растяжение и сжатие стержней. Принцип Сен-Венана. Понятие о концентрации напряжений. Деформации при растяжении (сжатии). Закон Гука. Расчет стержней и стержневых систем на прочность и жесткость. Виды расчетов. Статически неопределимые системы при растяжении (сжатии).

Механические характеристики прочности и пластичности материалов. Испытания на растяжение и сжатие. Особенности расчёта деталей машин. Выбор материала. Черные и цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.

Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений. Главные напряжения. Виды напряженных состояний. Напряжения на наклонных площадках при линейном напряженном состоянии. Плоское напряжённое состояние. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия изменения объема и формы. Задачи теорий прочности. Эквивалентные напряжения. Третья, четвертая, пятая теории прочности.

Требования к машинам и конструкциям при проектировании. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин. Основные понятия теории надежности конструкций. Отказы, дефекты, долговечность, ресурс машин и конструкций. Предельное состояние. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса и его статистическое обоснование. Эффективность работы технической системы.

##### 2. Расчеты на прочность и жёсткость при изгибе, кручении, сдвиге, сложном сопротивлении.

Плоский изгиб призматического стержня. Основные гипотезы. Классификация видов изгиба. Построение эпюр ВСФ при изгибе. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами при прямом изгибе. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Расчет на прочность. Рациональные формы поперечных сечений при изгибе. Геометрические характеристики поперечных сечений. Статический момент площади сечения, момент инерции сечения, момент сопротивления. Зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей, при повороте осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции.

Энергетические методы определения перемещений. Обобщённая сила. Обобщённое перемещение. Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения. Формула Максвелла – Мора. Порядок определения перемещений по методу Мора. Правило Верещагина.

Понятие о чистом сдвиге. Напряжения и деформации при сдвиге. Кручение. Напряжения и деформация. Условия прочности и жёсткости при кручении. Виды расчетов на прочность и жёсткость валов круглого поперечного сечения. Понятие о кручении стержней некругового поперечного сечения. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие). Сочетание изгиба с кручением. Расчет вала.

##### 3. Расчет прочности при динамическом и переменном внешнем нагружении

Понятие о динамическом нагружении. Расчет элементов конструкций при заданных ускорениях. Принцип Даламбера. Силы инерции. Расчет вращающегося вала. Техническая теория удара. Динамический коэффициент при ударе. Механические характеристики при ударе. Механизм усталостного разрушения деталей. Циклы напряжений. Кривая усталости и предел выносливости. Расчеты на выносливость при переменном нагружении.

##### 4. Основные понятия, классификация деталей машин. Основы стандартизации и взаимозаменяемости элементов машин. Единая система допусков и посадок, основные определения. Отклонение размеров и формы. Соединения деталей машин

Основные понятия и определения деталей машин. Основы стандартизации и взаимозаменяемости элементов машин. Допуски и посадки. Определение по назначенным посадкам ос-

новых и предельных отклонений. Поля допусков. Системы отверстия и вала. Посадки, классификация, обозначения на чертежах. Погрешности геометрической формы деталей. Шероховатость поверхностей элементов машин. Зависимость шероховатости от способов механической обработки. Соединения элементов машин. Назначение и классификация. Заклепочные соединения, их расчет. Сварные соединения и их расчет. Шпоночные и шлицевые соединения. Расчет призматических и сегментных шпонок. Резьбовые соединения. Стопорение резьбовых соединений. Расчет болтовых соединений.

#### 5. Общие сведения о механических передачах. Зубчатые передачи. Червячные передачи. Ременные и цепные передачи

Классификация передач и их назначение. Характеристики механических передач. Передаточное число. Зубчатые передачи. Общие сведения, классификация. Геометрические и конструктивные параметры прямозубой цилиндрической передачи. Кинематические параметры зубчатых передач. Условие работы зуба в зацеплении, силы действующие в прямозубой цилиндрической передаче. Критерии расчёта эвольвентных зубьев. Виды разрушения. Расчёт цилиндрических передач на прочность. Допускаемые контактные напряжения. Допускаемые напряжения изгиба. Особенности геометрии и расчета на прочность косозубых цилиндрических передач. Преимущества и недостатки косозубых цилиндрических передач. Особенности расчета и проектирования конического зубчатого зацепления. Червячные передачи, параметры, нагрузки, материалы. КПД, охлаждение и смазка червячных передач. Классификация, назначение, применение, материалы ременных передач. Кинематика передач, напряжения в ремне. Критерии работоспособности и расчета ременных передач. Цепные передачи, их расчет и компоновочные схемы.

#### 6. Типовые детали машин и механизмов. Оси и валы, опоры и муфты

Назначение, классификация валов и осей. Конструктивные элементы и материалы. Проектный и проверочный расчет валов. Расчет валов на жесткость. Упругие элементы машин. Виды пружин. Расчет пружин. Подшипники скольжения и качения, классификация, материалы, виды разрушений. Подбор и расчет подшипников. Изучение конструкций подшипников качения. Муфты, назначение и классификация. Подбор и проверка прочности элементов муфт.

### **3.3. Темы практических занятий**

#### **4 семестр**

1. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии). (2 часа).
2. Статически неопределимые системы при растяжении (сжатии) (2 часа).
3. Расчеты на прочность при изгибе балок. (4 часа).
4. Определение перемещений при изгибе. (2 часа).
5. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Совместное действие изгиба и растяжения. (2 часа)
6. Расчеты на прочность при динамическом нагружении (2 часа)
7. Кинематический, энергетический расчет привода. Расчёт на прочность цилиндрической зубчатой передачи (2 часа)

### **3.4. Темы лабораторных работ**

#### **4 семестр**

1. Определение механических характеристик прочности и пластичности материала при растяжении (3 часа)
2. Определение механических характеристик прочности и пластичности материала при сжатии (3 часа)
3. Определение прогиба балки (3 часа)
4. Изучение основных видов деталей машин общего назначения (3 часа)
5. Изучение конструкции зубчатого многоступенчатого цилиндрического редуктора и его деталей (2 часа)
6. Изучение конструкций подшипников (2 часа)



### 3.5. РГР

РГР учебным планом не предусмотрены.

### 3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 4 семестр

Курсовая работа: Расчеты на прочность и жёсткость элементов конструкций энергетического оборудования при статическом и динамическом нагружении.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

1. Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении (сжатии) ступенчатого стержня
2. Расчёт на прочность статически неопределимые системы при растяжении (сжатии) с учётом температурных деформаций
3. Расчёт на прочность балки при изгибе
4. Проектировочный расчёт на прочность вала при изгибе с кручением
5. Динамическое нагружение. Расчет на удар.
6. Расчет на прочность зубчатой передачи, энергетический и кинематический расчет привода.

**График выполнения курсовой работы:**

Учебная неделя	1		2		3		4
Раздел курсовой работы	1	2	3	4	5	6	Защита курсовой работы
Объем раздела, %	10	15	20	15	10	20	—
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	30	60	70	80	100	—

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы
1	Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении (сжатии) ступенчатого стержня
2	Расчёт на прочность статически неопределимые системы при растяжении (сжатии) с учётом температурных деформаций
3	Расчет на прочность балки при изгибе
4	Проектировочный расчет на прочность вала при изгибе с кручением
5	Динамическое нагружение. Расчет на удар.
6	Расчет на прочность зубчатой передачи, энергетический и кинематический расчет привода.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) 4 семестр						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
основные модели(модели материала, формы, сил, отказов) прикладной механики и границы их применения	ПК-1.1	X						Тест «Механические характеристики, Растяжение-сжатие, кручение» Тест «Геометрические характеристики поперечных сечений»
методы расчёта элементов конструкций на прочность и жёсткость при статическом и динамическом нагружении;	ПК-1.1	X	X	X				Тест «Статически неопределимые стержневые системы» Тест «Построение эпюр ВСФ при изгибе балок» Тест «Расчет на прочность балок при изгибе»
основные видов механизмов, их достоинства и особенности; виды соединений деталей; требования, предъявляемых при разработке изделий	ПК-1.2				X	X		Тест «Соединения. Классификация механизмов, узлов и деталей» Выполнение и отчет лабораторной работы №4
основы проектирования и конструирования типовых элементов энергетического оборудования с учетом условий эксплуатации	ПК-1.2					X	X	Тест «Передачи. Валы и оси» Выполнение и отчет лабораторной работы №6
<b>Уметь:</b>								
рассчитывать на прочность и жесткость элементы конструкций при статическом и динамическом нагружении	ПК-1.1	X	X	X				Выполнение курсовой работы (разделы 1-5)
обрабатывать экспериментальные данные	ПК-1.1			X	X	X		Выполнение и отчет лабораторной работы №3
разрабатывать конструкции типовых изделий; выбирать рациональный вид соединений деталей в конструкции	ПК-1.2					X	X	Выполнение курсовой работы (раздел 6) Выполнение и отчет лабораторной работы № 5

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

#### **4 семестр**

– тестирование:

1. Тест «Механические характеристики, Растяжение-сжатие, кручение»
2. Тест «Статически неопределимые стержневые системы»
3. Тест «Геометрические характеристики поперечных сечений»
4. Тест «Построение эпюр ВСФ при изгибе балок»
5. Тест «Расчет на прочность балок при изгибе»
6. Тест «Соединения. Классификация механизмов, узлов и деталей»
7. Тест «Передачи. Валы и оси»

– выполнение и защита курсовой работы

– защита лабораторных работ.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

#### **4 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском на основании результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

В приложение к диплому выносятся оценка за 4 семестр и за курсовую работу.

**Примечание:**Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Печатные и электронные издания:**

1. **Иосилевич, Г. Б.** Прикладная механика [Электронный ресурс]: для студентов вузов / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. – Электрон.текстовые дан. – М.: Машиностроение, 2012. – 576 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/5794/#1>
2. **Александров, А. В., Потапов, В. Д., Державин, Б. П.** Сопротивление материалов. – 4-е изд., испр.: учебник для студентов вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. – М.: Высшая школа, 2004. – 560 с. – ISBN 5-06-003732-0 – 38 экз.
3. **Гусева Ю.В.** Прикладная механика. Курсовое проектирование: учебно-метод. пособие по выполнению и оформлению курсовой работы по прикладной механике / Ю. В. Гусева. – Волжский: Филиал ФГБОУ ВО НИУ МЭИ в г. Волжском, 2018. – 66 с. – 43 экз.
4. **Строков В.Л.** Лабораторные работы по прикладной механике: Методические указания. – 2-е издание, исправленное. – Волжский: ВФ МЭИ, 2003. – 42 с. – 49 экз.
5. **Тышкевич, В.Н.** Лабораторные работы по дисциплине «Прикладная механика(включая ДПМ)»: учебно-методическое пособие / В.Н. Тышкевич, Ю.В.Гусева – Волжский: Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2020. – 58 с. – 33 экз.

6. **Горчаков, А. М.** Конструирование гладких цилиндрических соединений деталей энергетического оборудования. Ч. 1. Конструирование изделий на основе методологии системного подхода. Основные положения единой системы допусков и посадок для гладких цилиндрических соединений : учеб.пособие / А. М. Горчаков, Е. А. Маликов, Д. В. Самитова. – Волжский: Филиал "МЭИ (ТУ)" в г. Волжском, 2008. – 81 с. – 80 экз.
7. **Чернилевский, Д. В.** Детали машин и основы конструирования [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Д. В. Чернилевский. – 2-е изд., испр. и доп. – Электрон.текстовые дан. – М.: Машиностроение, 2012. – 672 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/5806/#1>
8. **Шейнблит А.Е.** Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Калининград: Янтар сказ, 2005. – 456 с. – 50 экз.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Windows/Операционные системы семейства Linux, Office/Российский пакет офисных программ, Компас 3D.

## **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
ЭБС Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com>  
ЭБС «Университетская библиотека Online» <https://biblioclub.ru/>  
Электронная библиотека НТБ МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>  
ЭБС «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель/проектор, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Прикладной механики, оборудованной:

- Мотор-редукторы (2 шт.)
- Лабораторная установка СМ4А (Определение прогибов и углов поворота сечения для балки на двух опорах)
- Червячные редукторы (2 шт.)

- Цилиндрический прямозубый редуктор одноступенчатый
- Цилиндрический косозубый редуктор двухступенчатый
- Набор деталей машин общего назначения (валы, оси, детали резьбовых соединений, подшипники качения, скольжения, и т.п.)
- Штангенциркули (5 шт.)
- Индикаторы линейных размеров часового типа (3 шт.)
- Комплект стендов-плакатов



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Прикладная механика (включая ДПМ)

(название дисциплины)

### 4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 соблюдение графика выполнения КР

КМ-2 соблюдение графика выполнения КР и качество оформления КР

Трудоемкость КР = 2 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
1	Расчет на прочность и жесткость при растяжении (сжатии) ступенчатого бруса		+	+
2	Статически неопределимые системы при растяжении (сжатии)		+	+
3	Расчет на прочность балки при изгибе		+	+
4	Проектировочный расчет на прочность вала при изгибе с кручением		+	+
5	Динамическое нагружение. Расчет на удар		+	+
6	Расчет зубчатой передачи		+	+
		Минимальный балл за КМ	55	5
		Максимальный балл за КМ	90	10

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Экономика и инвестиции в электроэнергетике**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.В.21 ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА (ВКЛЮЧАЯ ДПМ)**

**Волжский 2023**



Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотносенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
основные модели (модели материала, формы, сил, отказов) прикладной механики и границы их применения;	ПК-1.1	Тест «Механические характеристики, Растяжение-сжатие, кручение» Тест «Геометрические характеристики поперечных сечений»
методы расчёта элементов конструкций на прочность и жёсткость при статическом и динамическом нагружении;	ПК-1.1	Тест «Статически неопределимые стержневые системы» Тест «Построение эпюр ВСФ при изгибе балок» Тест «Расчет на прочность балок при изгибе»
основные видов механизмов, их достоинства и особенности; виды соединений деталей; требования, предъявляемых при разработке изделий;	ПК-1.2	Тест «Соединения. Классификация механизмов, узлов и деталей» Выполнение и отчет лабораторной работы №4
основы проектирования и конструирования типовых элементов энергетического оборудования с учетом условий эксплуатации;	ПК-1.2	Тест «Передачи. Валы и оси» Выполнение и отчет лабораторной работы №6
<b>Уметь:</b>		
рассчитывать на прочность и жёсткость элементы конструкций при статическом и динамическом нагружении	ПК-1.1	Выполнение и защита курсовой работы (разделы 1-5)
обрабатывать экспериментальные данные;	ПК-1.1	Выполнение и отчет лабораторной работы №3
разрабатывать конструкции типовых изделий; выбирать рациональный вид соединений деталей в конструкции;	ПК-1.2	Выполнение и защита курсовой работы (раздел 6) Выполнение и отчет лабораторной работы № 5

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

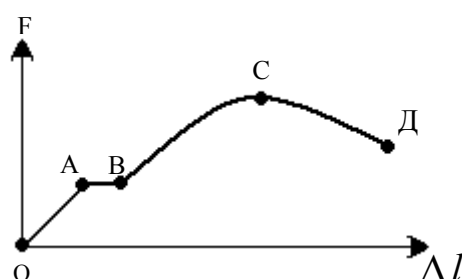
#### Тест «Механические характеристики, Растяжение-сжатие, кручение»

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. Какой участок диаграммы растяжения является зоной упрочнения материала?

- 1) участок ОА;
- 2) участок АВ;
- 3) участок СД;
- 4) участок ВС.



2. Как называется напряжение, при котором деформация образца происходит при постоянном растягивающем усилии?

- 1) предел прочности(временное сопротивление); 2) предел упругости;  
3) предел пропорциональности; 4) предел текучести.

3. Условие прочности при растяжении – сжатии имеет вид:

1)  $\sigma = \frac{N}{A}$ ; 2)  $\sigma = E\varepsilon$ ; 3)  $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$ ; 4)  $\Delta l = \frac{Nl}{EA} \leq [\Delta l]$

4. Растягиваемый стержень заменили другим с площадью поперечного сечения в два раза большей. В каком из вариантов напряжения останутся неизменными:

- 1) силу увеличили в 4 раза; 2) силу уменьшили в 2 раза;  
3) силу увеличили в 2 раза; 4) силу уменьшили в 4 раза.

5. Как называется напряжение, соответствующее максимальной силе, которую выдерживает стандартный образец при растяжении?

- 1) предел прочности (временное сопротивление); 2) предел упругости;  
3) предел пропорциональности; 4) предел текучести.

6. Два вала одинаковой длины и диаметра, но из разных материалов ( $G_2 = 2G_1$ ), скручиваются одинаковыми

моментами. Каково отношение углов закручивания  $\phi_1 : \phi_2$  ?

- 1) 2; 2) 1; 3) 0,25; 4) 0,5.

7. Какие свойства материала характеризует коэффициент Пуассона?

- 1) остаточные; 2) пластические; 3) упругие; 4) прочность.

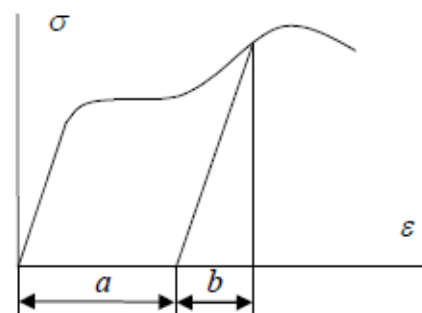
8. Указать на диаграмме растяжения стали пластическую деформацию

1) a;

2) b;

3) a+b;

4) нет правильного ответа.



9. В каких единицах измеряются нормальные и касательные напряжения?

- 1) Н/м<sup>3</sup>; 2) МПа; 3) 3) кН/м; 4) Н\*м.

10. Расположите в порядке возрастания значения предела пропорциональности  $\sigma_{\text{пц}}$ , предела текучести  $\sigma_{\text{т}}$  и предела прочности  $\sigma_{\text{в}}$  материала:

- 1)  $\sigma_{\text{в}}$ ;  $\sigma_{\text{пц}}$ ;  $\sigma_{\text{т}}$  2)  $\sigma_{\text{пц}}$ ;  $\sigma_{\text{т}}$ ;  $\sigma_{\text{в}}$  3)  $\sigma_{\text{т}}$ ;  $\sigma_{\text{в}}$ ;  $\sigma_{\text{п}}$  4)  $\sigma_{\text{в}}$ ;  $\sigma_{\text{т}}$ ;  $\sigma_{\text{пц}}$

По результатам тестирования выставляется:

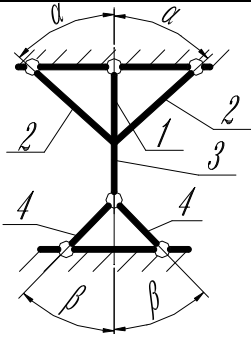
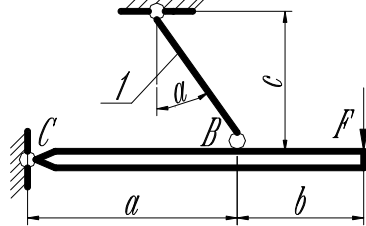
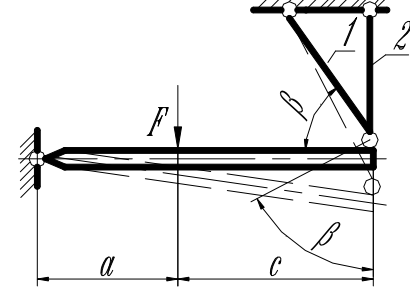
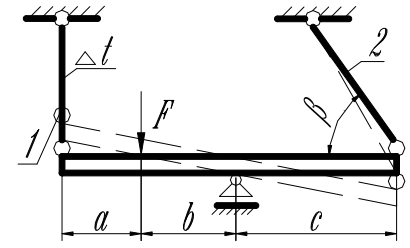
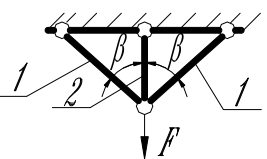
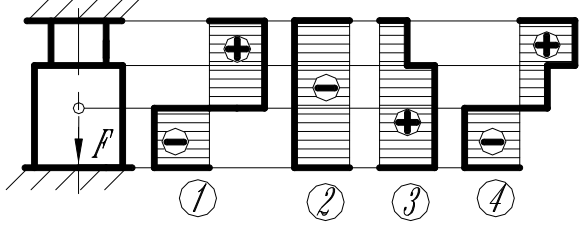
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 3 балла, если правильно выполнено не менее 60% заданий;

### Тест «Статически неопределимые стержневые системы»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

#### Статически неопределимые системы

1. Определить степень статической неопределимости системы.		1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
2. Указать рациональное уравнение статики для определения внутреннего усилия $N_1$ .		1. $\sum M_A = 0$ 2. $\sum M_B = 0$ 3. $\sum M_C = 0$ 4. $\sum Y = 0$
3. Указать правильное геометрическое соотношение между деформациями стержней 1 и 2.		1. $\Delta l_1 = \Delta l_2$ 2. $\Delta l_1 + \Delta l_2 = 0$ 3. $\Delta l_1 = \Delta l_2 \sin \beta$ 4. $\Delta l_1 = \Delta l_2 / \sin \beta$
4. Указать правильное уравнение для первого стержня при решении физической стороны задачи, если дано: $l_1$ , $A_1$ , $\Delta t_1$ , $\alpha_1$ , $E_1$ , $\Delta t_1$ -изменение температуры.		1. $-\Delta l_1 = N_1 l_1 / E_1 A_1 + \alpha_1 \Delta t_1 l_1$ 2. $\Delta l_1 = N_1 l_1 / E_1 A_1 + \alpha_1 \Delta t_1 l_1$ 3. $\Delta l_1 = \alpha_1 \Delta t_1 l_1$ 4. $\Delta l_1 = N_1 l_1 / E_1 A_1$
5. К какой величине стремится $N_1$ , если $A_2$ стремится к нулю.		1. $\rightarrow 0$ 2. $\rightarrow F / 2 \cos \beta$ 3. $\rightarrow F$ 4. $\rightarrow \infty$
6. Какая эпюра N соответствует данной расчетной схеме.		1. 1 2. 2 3. 3 4. 4

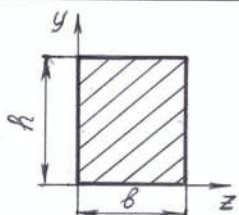
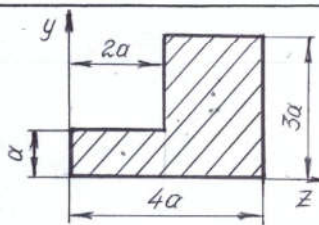
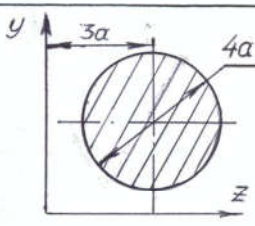
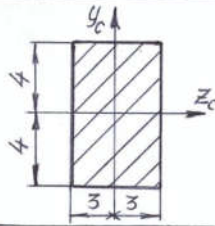
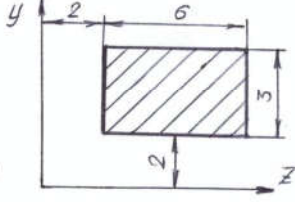
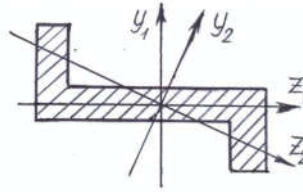
По результатам тестирования выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 4 заданий.
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 5 заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 6 заданий.

### Тест «Геометрические характеристики поперечных сечений»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ		Вариант 1	
1. Указать правильную формулу для определения статического момента относительно оси $y$		1	$\frac{bh^2}{2}$
		2	$\frac{bh^2}{4}$
		3	$\frac{bh^2}{6}$
		4	$\frac{bh^2}{8}$
2. Определить координаты центра тяжести площади плоской фигуры в указанной системе координат $zOy$		1	$y_c = \frac{5}{2}a; z_c = \frac{5}{4}a$
		2	$y_c = \frac{5}{4}a; z_c = \frac{5}{2}a$
		3	$y_c = a; z_c = \frac{5}{2}a$
		4	$y_c = \frac{5}{3}a; z_c = 2a$
3. Вычислить момент инерции сечения относительно оси $y$		1	$40\pi a^4$
		2	$30\pi a^4$
		3	$36\pi a^4$
		4	$42\pi a^4$
4. Вычислить момент инерции сечения относительно оси $y_c$		1	140
		2	256
		3	144
		4	64
5. Определить центробежный момент инерции площади сечения относительно осей $zy$		1	72
		2	270
		3	200
		4	315
6. Определить относительно какой из четырех осей момент инерции имеет наибольшее значение		1	$y_1$
		2	$y_2$
		3	$z_1$
		4	$z_2$

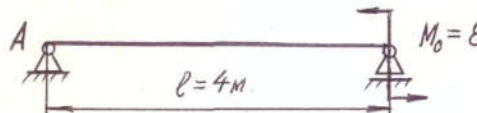
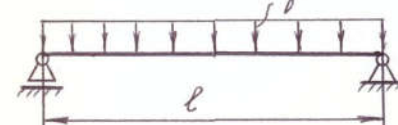
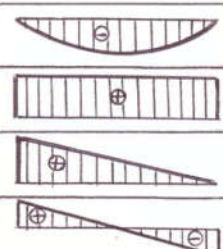
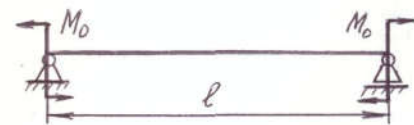
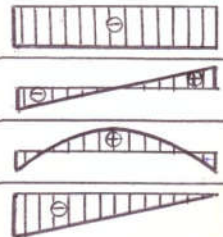

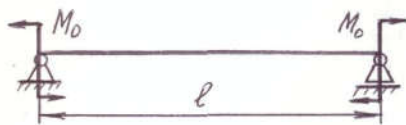
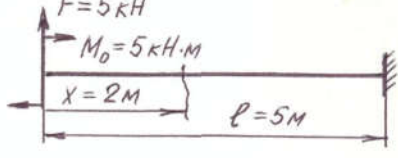
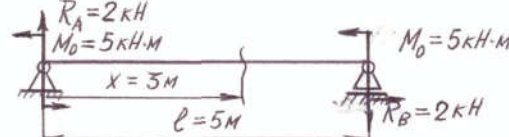
По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если получены правильные ответы на 6 вопросов;
- 4 балла, если получены правильные ответы на 5 вопросов;
- 3 балла, если получены правильные ответы на 3 вопроса.

### Тест «Построение эюр ВСФ»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

<p>1) Определить реакцию <math>R_A</math></p> 	<p>1 2 3 4</p>	<p>0 1 кН 2 кН 8 кН</p>
<p>2) Какая эюра <math>Q</math> соответствует данной балке?</p> 	<p>1 2 3 4</p>	
<p>3) Какая эюра <math>M</math> соответствует данной балке?</p> 	<p>1 2 3 4</p>	
<p>4) Какой балке соответствует данная эюра <math>M</math>?</p> 	<p>1 2 3 4</p>	
<p>5) Определите значение момента в указанном сечении балки <math>F=5 \text{ кН}</math> <math>M_0=5 \text{ кН·м}</math> <math>x=2 \text{ м}</math> <math>l=5 \text{ м}</math></p> 	<p>1 2 3 4</p>	<p>5 кН·м 10 кН·м 15 кН·м 20 кН·м</p>
<p>6) Определите значение поперезывающей силы <math>Q</math> в указанном сечении балки <math>R_A=2 \text{ кН}</math> <math>M_0=5 \text{ кН·м}</math> <math>x=3 \text{ м}</math> <math>l=5 \text{ м}</math></p> 	<p>1 2 3 4</p>	<p>-2 кН 2 кН 6 кН 7 кН</p>

По результатам тестирования выставляется:

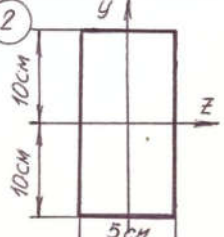
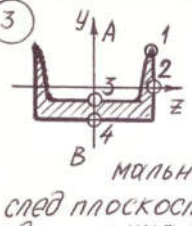
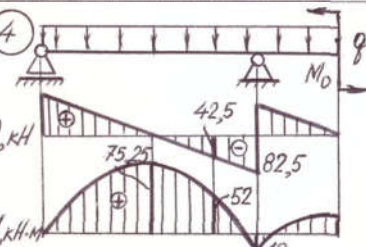
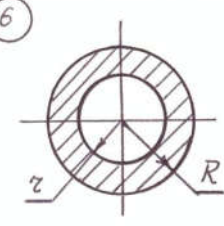


- 5 баллов, если получены правильные ответы на 6 вопросов;
- 4 балла, если получены правильные ответы на 5 вопросов;
- 3 балла, если получены правильные ответы на 3 вопроса.

### Тест «Расчет на прочность балок при изгибе»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1	В точках поперечного сечения балки, лежащих на нейтральной оси, касательные напряжения равны 20 МПа. Определите величину главного нормального напряжения $\sigma_3$ .	1	- 40 МПа	
		2	- 20 МПа	
		3	0	
		4	20 МПа	
2	 В поперечном сечении балки надо определить $\tau_{\max}$ . Чему равен член $S_z^*$ в формуле $\tau_{\max}$ ?	1	200 см <sup>3</sup>	
		2	225 см <sup>3</sup>	
		3	250 см <sup>3</sup>	
		4	300 см <sup>3</sup>	
3	 В какой точке поперечного сечения прямого бруса при изгибе возникают максимальные по абсолютной величине нормальные напряжения, если АВ - след плоскости действия нагрузок (силовая линия)?	1	1	
		2	2	
		3	3	
		4	4	
4	 По каким значениям Q и M надо производить проверку прочности балки по теориям прочности (по главным напряжениям)?	1	Q, кН 0	M, кН·м 75,25
		2	- 42,5	52
		3	- 82,5	- 10
		4	- 82,5	75,25
5	Укажите условие прочности при расчёте балки при изгибе по теории наибольших касательных напряжений (III-я теория)	1	$(\sigma_1, -\mu\sigma_3) \leq [\sigma]$	
		2	$\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$	
		3	$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]$	
		4	$ \sigma_{1,3}  \leq [\sigma_{\pm}]$	
6	 Укажите правильную формулу для определения осевого момента сопротивления сечения (W)	1	$\frac{\pi R^3}{4}$	
		2	$\frac{\pi z^3}{4}$	
		3	$\frac{\pi R^3}{4} [1 - (\frac{z}{R})^4]$	
		4	$\frac{\pi R^4}{4} [1 - (\frac{z}{R})^4]$	

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если получены правильные ответы на 6 вопросов;
- 4 балла, если получены правильные ответы на 5 вопросов;
- 3 балла, если получены правильные ответы на 3 вопроса.

### Тест «Соединения. Классификация механизмов, узлов и деталей»

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 15 минут.

#### Пример варианта теста:

##### 1. Тема: Классификация механизмов, узлов и деталей

К деталям машин общемашиностроительного назначения относятся ...

1. Болты 2. поршни 3. лопасти 4. крюки

##### 2. Тема: Критерии работоспособности, влияющие на них факторы

Жесткость изображенной на рисунке детали может быть повышена ...

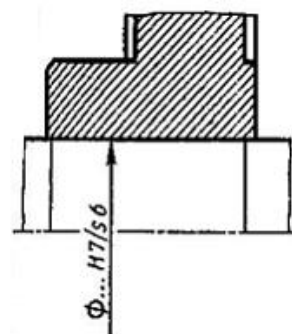


1. добавлением ребер жесткости
2. применением более прочного материала
3. увеличением диаметра
4. высверливанием

##### 3. Тема: Соединения с натягом

Одним из средств увеличения нагрузочной способности соединения вал – ступица с натягом является ...

1. уменьшение коэффициента трения
2. повышение коэффициента трения
3. увеличение наружного диаметра ступицы
4. уменьшение шероховатости вала



---

##### 4. Тема: Требования к деталям

Изображенная на рисунке резиновая манжета должна обладать ...

1. износостойкостью
2. виброустойчивостью
3. жесткостью
4. твердостью



---

##### 5. Тема: Уплотнительные устройства

Подтекание без каплеобразования является одной из характеристик эффективности работы ...

1. уплотнений 2. подшипников 3. муфт 4. редукторов
-

## 6. Тема: Классификация механизмов, узлов и деталей

Составные части машин, изготовленные без использования сборочных операций, называются ...

1. Агрегатами 2. деталями 3. соединениями 4. механизмами
- 

## 7. Тема: Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения

Наибольшее применение имеют шпонки ...



1. ромбические и трапецеидальные                      2. призматические и сегментные  
3. круглые и сферические  
4. клиновые и конусные

## 8. Тема: Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения

Передача вращающего момента изображенной на рисунке детали предусмотрена с помощью ...

1. шлицев  
2. призматической или сегментной шпонки  
3. цилиндрической шпонки  
4. посадки с гарантированным натягом



---

## 9. Тема: Классификация механизмов, узлов и деталей

Изображенная на рисунке конструкция является ...

1. редуктором  
2. передачей  
3. деталью  
4. соединением

а) 10. Подберите определение к понятию износостойкость детали – это:

1. способность деталей сопротивляться любой деформации;  
2. способность детали работать в нужном диапазоне рабочих частот;  
3. способность детали сохранять первоначальную форму, сопротивляясь износу;  
4. способность детали сохранять свои эксплуатационные показания в течение заданной наработки без вынужденных перерывов.

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если получены правильные ответы на 10 вопросов;
- 4 балла, если получены правильные ответы на 8 вопросов;
- 3 балла, если получены правильные ответы на 6 вопросов.



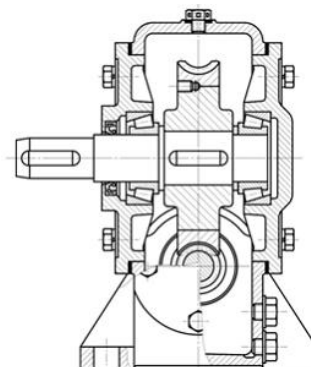
## Тест «Передачи. Валы и оси»

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример теста:

**1. Тема: Передачи червячные** В червячных передачах материал БрО10Ф1 рекомендуется использовать для ...

1. ступицы червячного колеса
2. венца червячного колеса
3. червяка
4. изготовления червячного колеса целиком



---

### 2. Тема: Валы и оси.

Расчет на прочность валов выполняют для ...

1. мест концентрации напряжений и наибольших нагрузок
2. гладких участков между опорами
3. наибольших нагрузок на гладких участках
4. концевых участков валов

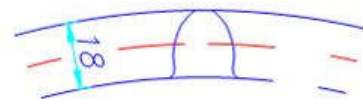
**3.** В основном расчете валов на прочность определяют ...

1. запас сопротивления усталости
2. предел текучести
3. допускаемые напряжения
4. запас статической прочности

---

**4.** Передаточное число червячной передачи редуктора не должно быть меньше ...

1. 7    2. 14    3. 30    4. 100



---

### 5. Тема: Цилиндрические зубчатые передачи

Полная высота зуба эвольвентного стандартного зубчатого колеса, изготовленного без смещения, составляет 18 мм. Модуль зацепления равен \_\_\_\_ мм.

1. 8
2. 9
3. 6
4. 18

---

**6.** Передаточное число с помощью тригонометрической функции тангенса рассчитывается для \_\_\_\_\_ передачи.

1. червячной
2. цилиндрической
3. конической
4. планетарной

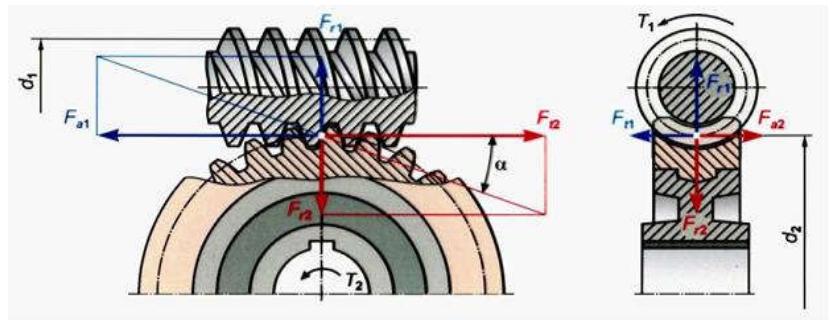
---

### 7. Тема: Передачи червячные

В червячной передаче осевая сила  $F_{a2}$  на червячном колесе равна ...

1.  $F_{a2} = \frac{2 \cdot T_1}{d_1}$

2.  $F_{a2} = \frac{d_1}{2 \cdot T_1}$
3.  $F_{a2} = \frac{T_1}{2 \cdot d_1}$
4.  $F_{a2} = 2 \cdot T_1 \cdot d_1$



## 8. Тема: Конические зубчатые передачи

Расчет на прочность по напряжениям изгиба для конических зубчатых передач выполняют по ...

1. аналогии с цилиндрическими передачами
2. оригинальным зависимостям
3. аналогии с передачей винт – гайка
4. аналогии с ременными передачами

## 9. Тема: Механические передачи

При прочих равных условиях передачи зацеплением по сравнению с передачами трением имеют ...

1. большие размеры, меньший шум, простоту конструкции
2. меньшие размеры, большую точность движения, надёжность
3. меньшие вибрации, большие скорости, не требуют смазки
4. большую плавность, меньшую долговечность, экологичность

## 10. Тема: Валы и оси. Расчеты на прочность и жесткость

Проверочный расчет валов на статическую прочность выполняют по ...

1. эквивалентным напряжениям
2. сопротивлению усталости
3. напряжениям растяжения
4. пределу выносливости

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если получены правильные ответы на 10 вопросов;
- 4 балла, если получены правильные ответы на 8 вопросов;
- 3 балла, если получены правильные ответы на 6 вопросов.

## Выполнение и защита Лабораторных работ

### Темы лабораторных работ

1. Определение механических характеристик прочности и пластичности материала при растяжении (3 часа)

#### Контрольные вопросы

1. Какими механическими характеристиками оценивается прочность материала, а какими - пластичность?
2. В какой момент растяжения образца на диаграмме начинает образовываться местное сужение - шейка?
3. Какую форму поперечного сечения имеют стандартные образцы?

4. Какое соотношение продольных и поперечных размеров образцов рекомендует ГОСТ?
5. Дайте определение рабочей и расчетной длины образца. В чем отличие между ними и чем оно обусловлено?
6. Для каких конструкционных материалов диаграмма растяжения может иметь площадку текучести?
7. В пределах какого участка диаграммы растяжения сохраняет силу закон Гука?
8. Сформулируйте закон Гука.
9. Хрупкое разрушение отличается от пластичного разрушения отсутствием шейки. Покажите, как, по вашему мнению, выглядит диаграмма растяжения образца с хрупким характером разрушения?
10. Что понимается под прочностью материала?
11. Дайте определение физическому пределу текучести. Укажите размерность.
12. Дайте определение условному пределу текучести. Укажите размерность.
13. Опишите последовательность процедур, выполняемых при определении условного предела текучести.
14. В каком случае на машинной диаграмме растяжения определяется физический предел текучести, а в каком – условный?
15. Какая из характеристик прочности имеет большее значение, предел упругости или условный предел текучести? Ответ сопроводите рисунком и комментарием.
16. Дайте определение временному сопротивлению. Укажите размерность.
17. Какая из характеристик прочности имеет большее значение; временное сопротивление или истинное сопротивление разрыву? Ответ сопроводите рисунком и комментарием.
18. Что называется пределом пропорциональности? Укажите размерность. Какова последовательность операций при его определении?
19. Как будет изменяться разность между временным сопротивлением и истинным сопротивлением разрыву с уменьшением пластичности материала? Ответ сопроводите рисунком и пояснением.
20. Назовите ориентировочные значения характеристик прочности и пластичности конструкционных сталей, применяемых в общем машиностроении.
21. Что называется пластичностью материала?
22. Приведите формулы, по которым вычисляются характеристики пластичности, укажите их размерность.
23. В чем заключается явление наклепа материала? Каковы последствия наклепа?

## **2. Определение механических характеристик прочности и пластичности материала при сжатии (3 часа)**

### ***Контрольные вопросы***

1. Какими характеристиками оценивается прочность материала и какими - пластичность?
2. Хрупкие материалы прочнее при растяжении или сжатии?
3. Укажите особенности поведения при растяжении и сжатии хрупких пластичных и хрупкопластичных материалов.
4. Для каких материалов и почему нельзя определить физический предел текучести (предел прочности) при сжатии?
5. Нарисуйте характерный вид диаграммы сжатия для хрупкого и пластичного материала (сталь, чугун, дерево).
6. Какой характер деформации и разрушения для пластичного и хрупкого материала? Нарисуйте вид образцов до сжатия и после разрушения.
7. Как определяется величина абсолютной остаточной деформации (относительной деформации), отвечающая физическому и условному пределу текучести (пределу прочности) при испытаниях на сжатие?

8. Приведите примеры изотропных и анизотропных материалов. Что такое коэффициент анизотропии прочности и как он определяется?
9. Приведите примерные величины характеристик прочности и пластичности для некоторых марок стали, а также дерева и бетона.
10. Чем объясняется возникновение бочкообразной формы образца при сжатии?
11. Какие материалы называются анизотропными?
12. Какова величина коэффициента анизотропии прочности дерева?
13. Чем объясняется разрушение хрупких материалов по наклонным площадкам, ориентация которых с осью образца составляет  $45^\circ$ .

### **3. Определение прогиба балки (3 часа)**

1. Дать определение прямого плоского изгиба.
2. Чем чистый изгиб отличается от поперечного изгиба?
3. Какие перемещения получают точки оси балки при изгибе, в том числе на опорах разного вида?
4. Какая зависимость между прогибами и углами поворота сечений при изгибе?
5. Какие методы определения перемещений вы знаете?
6. Как влияют упругие свойства материала на перемещения при изгибе балки?
7. Как влияют размеры и форма поперечного сечения балки на перемещения при изгибе?
8. Запишите интеграл Максвелла-Мора и объясните смысл всех его элементов.
9. Какие состояния упругой системы необходимо рассмотреть для определения перемещений методом Максвелла-Мора?
10. Какие внутренние усилия учитываются в случае определения перемещений по методу Максвелла-Мора при изгибе балок?
11. При определении перемещений методом Мора в каком случае нужно прикладывать единичную силу, а в каком – единичный момент?
12. Как устроен стрелочный индикатор?
13. Какие получились зависимости прогибов и углов поворота сечений от величины и места приложения нагрузок для каждого положения индикаторов?
14. Что означает знак «минус», полученный в результате расчета перемещений методом Мора?

### **4. Изучение основных видов деталей машин общего назначения (3 часа)**

#### ***Контрольные вопросы***

1. В чем отличие детали от сборочной единицы?
2. Какие типы соединений используют в машиностроении?
3. Какие соединения относят к разъемным (неразъемным)?
4. Какие детали используются в резьбовых соединениях и их назначение?
5. Каковы достоинства резьбовых соединений?
6. Какие соединения используют для передачи вращающего момента?
7. Какие виды шпонок Вы знаете?
8. Каковы достоинства и недостатки шпоночных соединений?
9. Какой профиль могут иметь зубья шлицевого соединения?
10. Почему некоторые виды соединений называют неразъемными?
11. Какими достоинствами обладают заклепочные соединения?
12. Каковы преимущества и недостатки сварных соединений?
13. Каковы основные виды сварных соединений?
14. Какое устройство называют механической передачей?
15. За счет чего передаётся движение в механических передачах?
16. Как называются детали зубчатых передач?
17. Какие передачи используют для преобразования параметров движения между параллельными валами (непараллельными валами)?
18. В чём заключается особенности работы планетарной передачи и её

преимущества и недостатки?

19. Какими достоинствами обладают зубчатые передачи?

20. Каковы достоинства червячных передач?

21. Какие передачи используют гибкую связь?

22. Какие разновидности ременных передач существуют?

23. В чем заключаются преимущества ременных передач перед цепными?

24. Какие передачи за счет сил трения Вы знаете?

25. Для чего предназначены валы и оси, и в чем их отличие?

26. Каким силовым воздействиям подвержены валы, а каким оси?

27. Какие виды валов бывают в зависимости от формы геометрической оси?

28. Что называют опорой, а что представляет собой подшипник?

29. Из каких деталей состоит подшипник скольжения?

30. Каковы достоинства подшипников скольжения?

31. Из каких деталей состоят подшипники качения?

32. Почему подшипник скольжения используются реже подшипников качения?

33. Чем принципиально отличаются подшипники скольжения от подшипников качения?

34. Из каких элементов состоит механическая муфта?

35. С какой целью используют механические муфты?

## **5. Изучение конструкции зубчатого многоступенчатого цилиндрического редуктора и его деталей (2 часа)**

### ***Контрольные вопросы***

Вопросы формулируются по представленным в отчете рассчитанным параметрам редуктора

## **6. Изучение конструкций подшипников (2 часа)**

### ***Контрольные вопросы***

Вопросы формулируются по представленным в отчете параметрам подшипника

## **За выполнение Лабораторных работ выставляется:**

- 3 балла (4 баллов за первую лабораторную работу), если все задания выполнены верно, но студент не может объяснить хода и содержание работы, не дает ответы на все вопросы при защите;
- 4 балла (5 баллов за первую лабораторную работу), если все задания выполнены верно и студент отвечает на все вопросы при защите.

## **Промежуточная аттестация**

### **4 семестр**

#### **Экзамен**

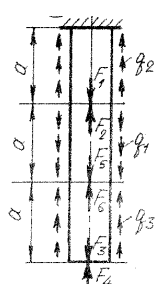
Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и два практических задания.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Основные понятия расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость (прочность, жёсткость, устойчивость, усталость, выносливость, надёжность, долговечность).
2. Понятие о расчётной схеме (модели). Моделирование материала, нагрузок, опор, формы.
3. Внутренние силы. Метод сечений. Эпюры внутренних силовых факторов (пример эпюры продольных усилий).
4. Понятие напряжения. Напряжения нормальные и касательные.
5. Напряжения и деформации при осевом растяжении-сжатии. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
6. Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении и сжатии. Виды расчётов. Коэффициент запаса прочности.
7. Принцип Сен-Венана. Понятие о концентрации напряжений.

8. Статически неопределимые системы. Степень статической неопределимости. Порядок расчёта.
9. Напряжённое состояние в точке тела. Понятие о тензоре напряжений, тензоре деформаций.

Пример практических заданий:



1. Для стержня, нагруженного продольной нагрузкой (рис. 1), построить эпюру продольных усилий ( $N$ ) и подобрать площадь поперечного сечения  $A$  из условия прочности, принимая допускаемые напряжения  $[\sigma] = 100$  МПа.  
 $q_1 = 100$  кН/м;  $q_2 = q_3 = 0$ ;  $F_1 = 60$  кН;  $F_4 = 160$  кН;  $F_6 = 100$  кН;  $F_2 = F_3 = F_5 = 0$ .  
 Размер  $a = 1$  м.

рис. 1

2. Для консольной балки (рис. 2) построить эпюры поперечных сил ( $Q$ ) и изгибающих моментов ( $M_{изг}$ ). Подобрать номер двутавра из условия прочности по максимальному изгибающему моменту, принимая допускаемые напряжения  $[\sigma] = 100$  МПа.  
 $q_1 = 100$  кН/м;  $q_2 = q_3 = 0$ ;  $F_1 = 60$  кН;  $F_2 = F_3 = F_4 = 0$ . Размеры  $a = 1$  м;  $b = 1$  м;  $c = 2$  м.  
 $M_1 = 60$  кН/м;  $M_2 = M_3 = M_4 = 0$ .

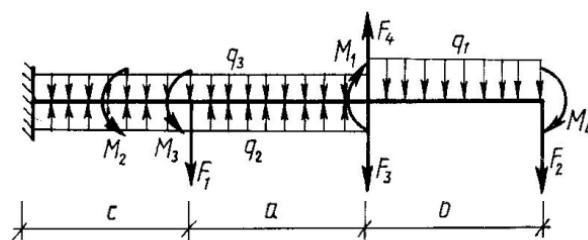


Рис. 2

Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов

## Курсовая работа

Обучающемуся выдается индивидуальное задание.

Содержание курсовой работы

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы
1	Расчет на прочность и жесткость при растяжении (сжатии) ступенчатого бруса
2	Расчёт на прочность статически неопределимой системы при растяжении (сжатии) с учётом температурных деформаций
3	Расчет на прочность балки при изгибе
4	Проектировочный расчет на прочность вала при изгибе с кручением
5	Динамическое нагружение. Расчет на удар
6	Расчет зубчатой передачи

### Раздел 1:

Ступенчатый стержень находится под действием продольных сил  $F$ , приложенных по концам соответствующего участка стержня. Материал стержня – сталь с напряжением  $\sigma_T = 200$  МПа, модуль продольной упругости  $E = 2 \times 10^5$  МПа.

Требуется:

1. построить эпюры: продольных усилий, напряжений;
2. проверить прочность стержня;
3. выполнить проектировочный расчёт, подбирая площади поперечных сечений участков стержня из условия прочности по пределу текучести материала с коэффициентом запаса прочности  $[n_T] = 2$ ;
4. определить удлинения каждого из участков и построить эпюру перемещений.

Схемы для расчета приведены на рис. 1.1, числовые данные – в табл. 1.1.

При выборе индивидуального варианта расчётная схема выбирается по предпоследней цифре номера зачётной книжки, а числовые данные – по последней цифре.

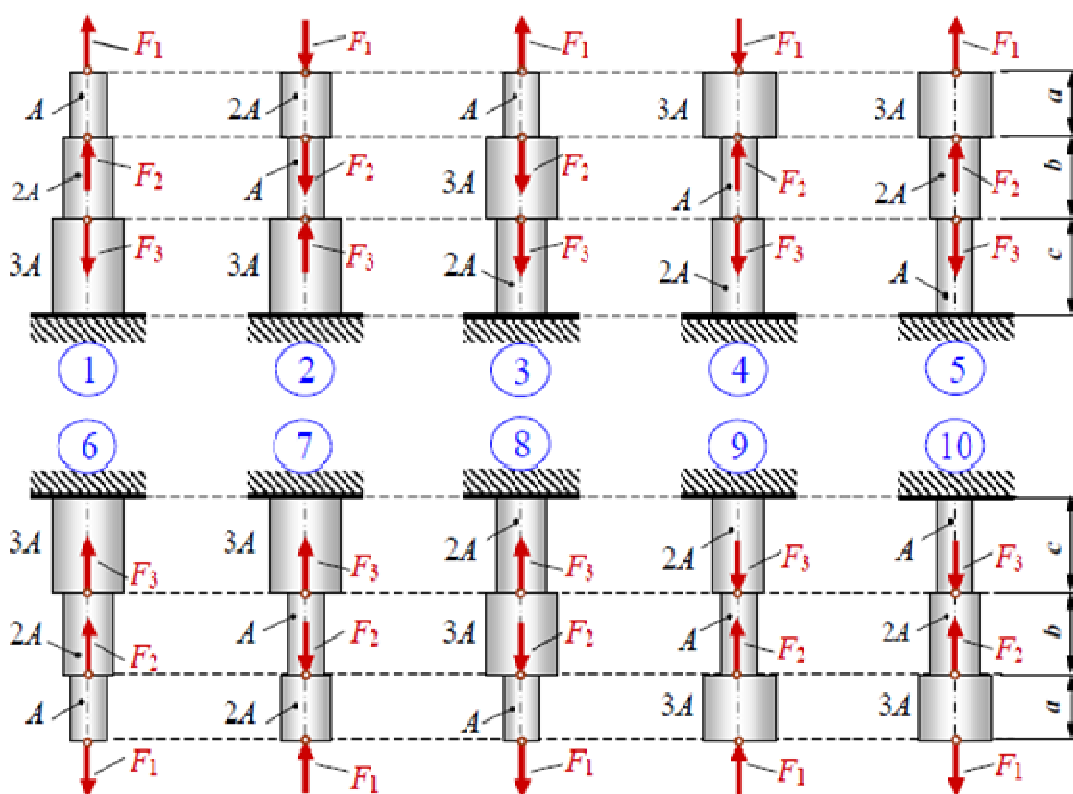


Рис. 1.1. Расчетные схемы

Таблица 1.1. Численные данные

Номер варианта	Длина участка, м			Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>	Нагрузка, кН		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		<i>F</i> <sub>1</sub>	<i>F</i> <sub>2</sub>	<i>F</i> <sub>3</sub>
1	40	80	50	8	60	180	160
2	50	46	70	10	120	80	200
3	80	40	30	14	80	140	160
4	42	60	80	12	100	140	100
5	52	42	62	12	60	120	160
6	78	50	60	8	120	80	140
7	30	80	42	10	80	100	120
8	42	62	50	6	120	140	100
9	60	30	48	10	140	80	60
0	70	50	60	6	100	120	100

## Раздел 2.

### Расчёт на прочность статически неопределимой системы при растяжении (сжатии) с учётом температурных деформаций

Статически неопределимая стержневая система нагружена внешней нагрузкой (рис. 2.1, вариант выбирается по последней цифре номера зачетной книжки). Первый стержень нагревается на  $\Delta t = 100^\circ \text{C}$ ,

а второй - изготовлен короче номинального размера на  $\delta_2 = 0,25 \text{ мм}$ .

Требуется:

Определить усилия в стержнях, учитывая, что первый стержень стальной (модуль продольной упругости  $E_1 = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$ ; коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha_t = 1,25 \times 10^{-5}$ );

а второй – медный (модуль продольной упругости  $E_2 = 10^5 \text{ МПа}$ ).

Определить напряжения в стержнях и проверить их прочность, принимая допускаемые напряжения:

для стального стержня -  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ,

для медного -  $[\sigma] = 80 \text{ МПа}$ .

Из условия прочности для наиболее нагруженного стержня определить допускаемую нагрузку  $[F]$ .

Числовые данные – в таблице 2.1 (вариант выбирается по предпоследней цифре номера зачётной книжки).

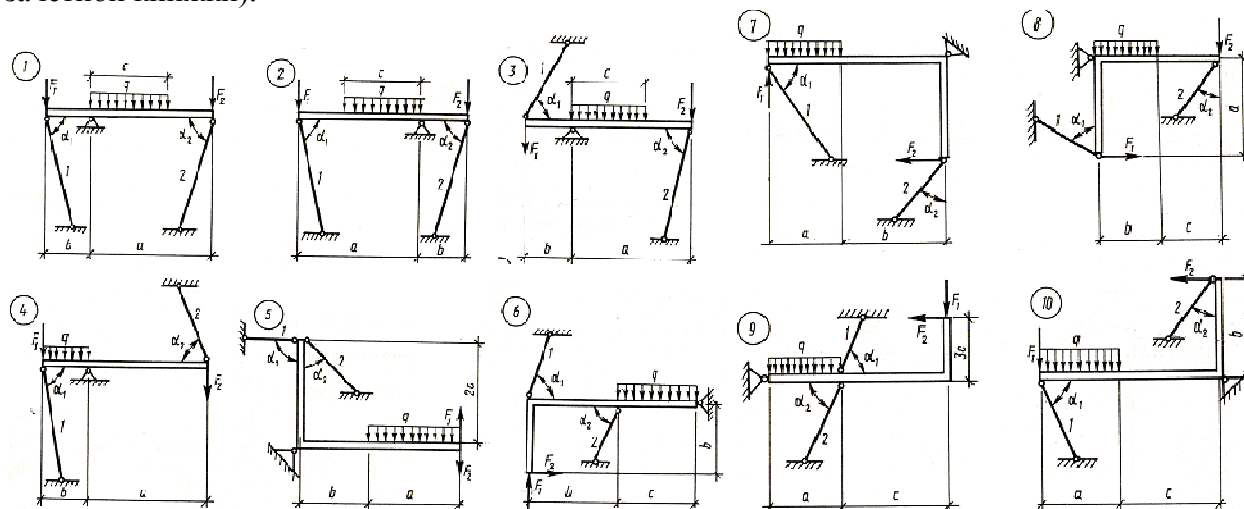




Таблица 2.1.

Номер варианта	Нагрузка			Длина участков элемента и стержней, м					Площадь сечения, см <sup>2</sup>		Угол, град.	
	<i>F</i> <sub>1</sub> , кН	<i>F</i> <sub>2</sub> , кН	<i>q</i> , кН/м	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>A</i> <sub>1</sub>	<i>A</i> <sub>2</sub>	<i>α</i> <sub>1</sub>	<i>α</i> <sub>2</sub>
1	-	60	-	5,4	2,6	0,8	1,0	1,2	6	12	90	45
2	30	-	-	4,8	2,8	1,2	1,4	1,0	8	10	45	90
3	20	-	-	4,6	2,4	1,4	1,0	1,4	6	8	90	30
4	-	-	8	4,4	2,8	0,8	1,4	1,2	6	6	60	90
5	-	25	-	4,8	2,6	0,6	1,4	1,0	10	8	90	120
6	-	20	-	4,6	2,6	1,4	1,6	1,4	6	10	135	90
7	50	-	-	5,2	2,4	1,0	1,4	1,2	8	12	90	135
8	-	-	12	4,8	3,2	0,8	1,0	1,4	6	6	60	90
9	-	-	10	4,8	2,6	1,4	1,2	1,6	8	8	90	30
0	-	40	-	4,6	2,4	1,2	1,2	1,0	12	8	30	90

### Раздел 3:

Для балки на двух опорах построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, подобрать номер двутавра (таблица приложения), приняв допустимое напряжение  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ . Проверить прочность балки по касательным и главным напряжениям.

Схемы для расчета приведены на рис. 3.1, б (вариант по последней цифре номера зачетки), числовые данные – в табл. 3.1 (вариант по предпоследней цифре номера зачетки).

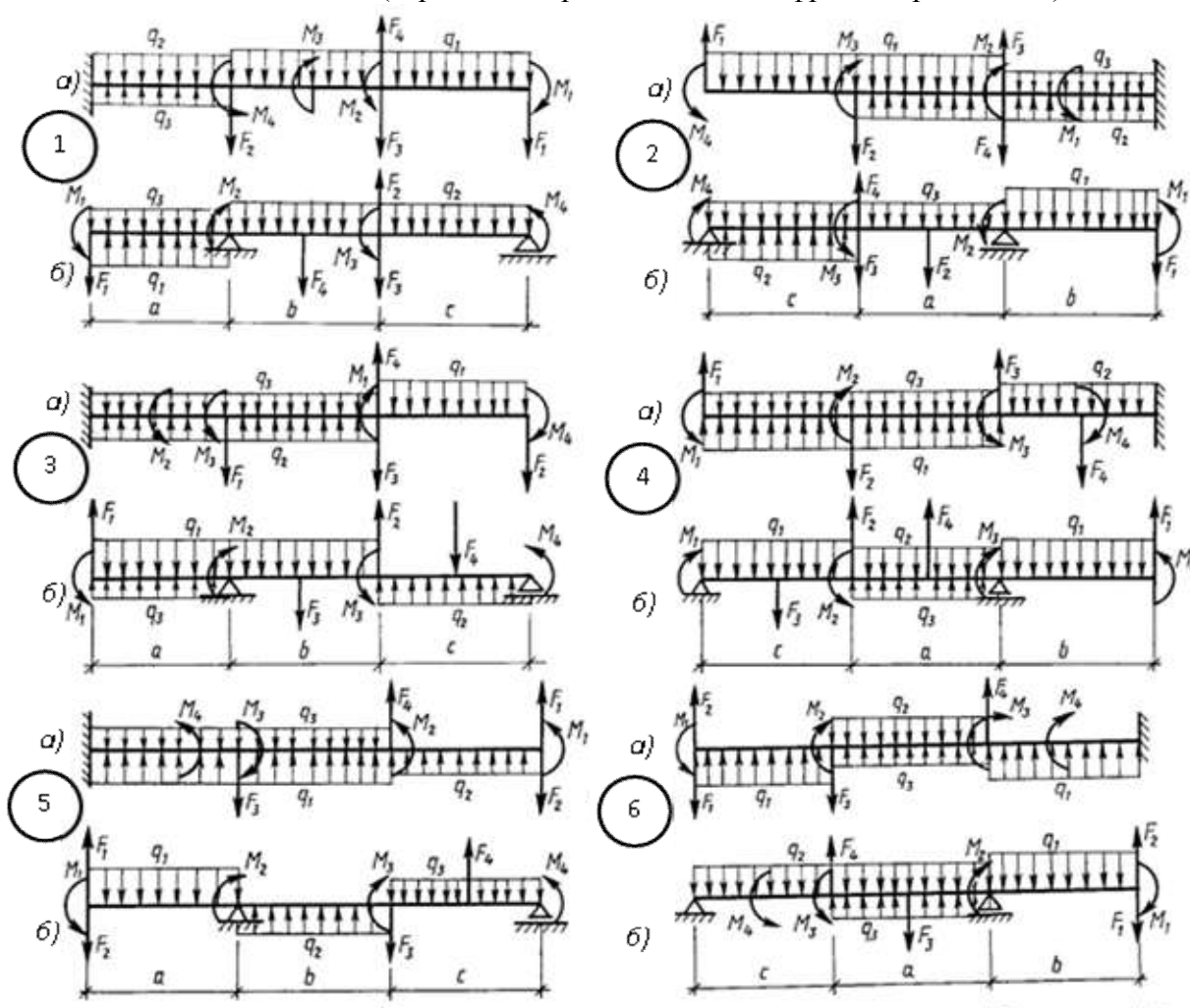


Рис. 3.1

Таблица 3.1. Численные данные

№ варианта	Длины, м			Нагрузки			Индекс нагрузки		
	а	в	с	Р, кН	М, кНм	q, кН/м	Р	М	q
1	1,0	1,5	1,3	20	30	10	2	3	1
2	1,1	1,4	1,2	30	20	20	3	2	3
3	1,2	1,3	1,1	40	30	20	4	3	2
4	1,3	1,2	1,4	10	30	20	1	2	3
5	1,4	1,1	1,5	30	10	20	1	3	1
6	1,5	1,0	1,4	20	30	10	2	4	3
7	1,4	1,1	1,3	10	20	30	3	1	2
8	1,3	1,2	1,2	30	20	10	4	2	1
9	1,2	1,3	1,1	20	10	30	4	3	3
0	1,1	1,4	1,0	10	30	20	1	4	3

**Раздел 4:**

Шкив с диаметром  $D_1$  и с углом наклона ветвей ремня к горизонту  $\alpha_1$  делает  $n$  оборотов в минуту и передает мощность  $P$  кВт. Два других шкива имеют одинаковый диаметр  $D_2$  и одинаковые углы наклона ветвей ремня к горизонту  $\alpha_2$ , и каждый из них передает мощность  $P/2$ .

Требуется:

- 1) определить моменты, приложенные к шкивам, по заданным  $P$  и  $n$ ;
- 2) построить эпюру крутящих моментов  $M_{кр}$ ;
- 3) определить окружные усилия  $t_1$  и  $t_2$ , действующие на шкивы, по найденным моментам и заданным диаметрам шкивов  $D_1$  и  $D_2$ ;
- 4) определить усилия давления на вал, принимая их равными трем окружным усилиям;
- 5) определить силы, изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях (вес шкивов и вала не учитывать);
- 6) построить эпюры изгибающих моментов от горизонтальных сил  $M_{гор}$  и от вертикальных сил  $M_{верт}$ ;
- 7) построить эпюру суммарных изгибающих моментов, пользуясь формулой  $M_{изг} = \sqrt{M_{гор}^2 + M_{верт}^2}$ ;
- 8) (для каждого поперечного сечения вала имеется своя плоскость действия суммарного изгибающего момента, но для круглого сечения можно совместить плоскости  $M_{изг}$  всех поперечных сечений и построить суммарную эпюру в плоскости чертежа; при построении эпюры надо учесть, что для некоторых участков вала она не будет прямолинейной);
- 9) по третьей теории прочности подобрать диаметр вала при  $[\sigma] = 70$  МПа, округляя его до большего значения из стандартного ряда.

Схемы вала приведены на рис. 4.1, индивидуальный вариант схемы выбирается по последней цифре зачётной книжки.

Числовые данные приведены в табл. 4.1, индивидуальный вариант выбирается по предпоследней цифре зачётной книжки.

Таблица 4.1

№ вариант а	Мощност Р, кВт	Число оборотов, n, об/мин	Угол наклона, $\alpha_1$ , град	Угол наклона, $\alpha_2$ , град	Размер, м				
					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>
1	10	1000	10	80	1,0	1,9	1,8	1,7	0,6
2	20	900	70	20	1,2	1,7	1,8	1,6	0,7
3	30	800	30	60	1,1	1,8	1,9	1,5	0,8
4	40	700	50	40	1,3	1,6	1,5	1,4	0,9
5	50	600	40	50	1,4	1,5	1,7	1,3	1,0
6	60	500	60	30	1,5	1,4	1,6	1,2	0,9
7	70	400	20	70	1,6	1,3	1,5	1,1	0,8
8	80	300	80	10	1,7	1,2	1,4	1,0	0,7
9	90	200	90	10	1,8	1,1	1,3	0,9	0,6
10	100	100	10	70	1,9	1,0	1,2	0,8	0,5

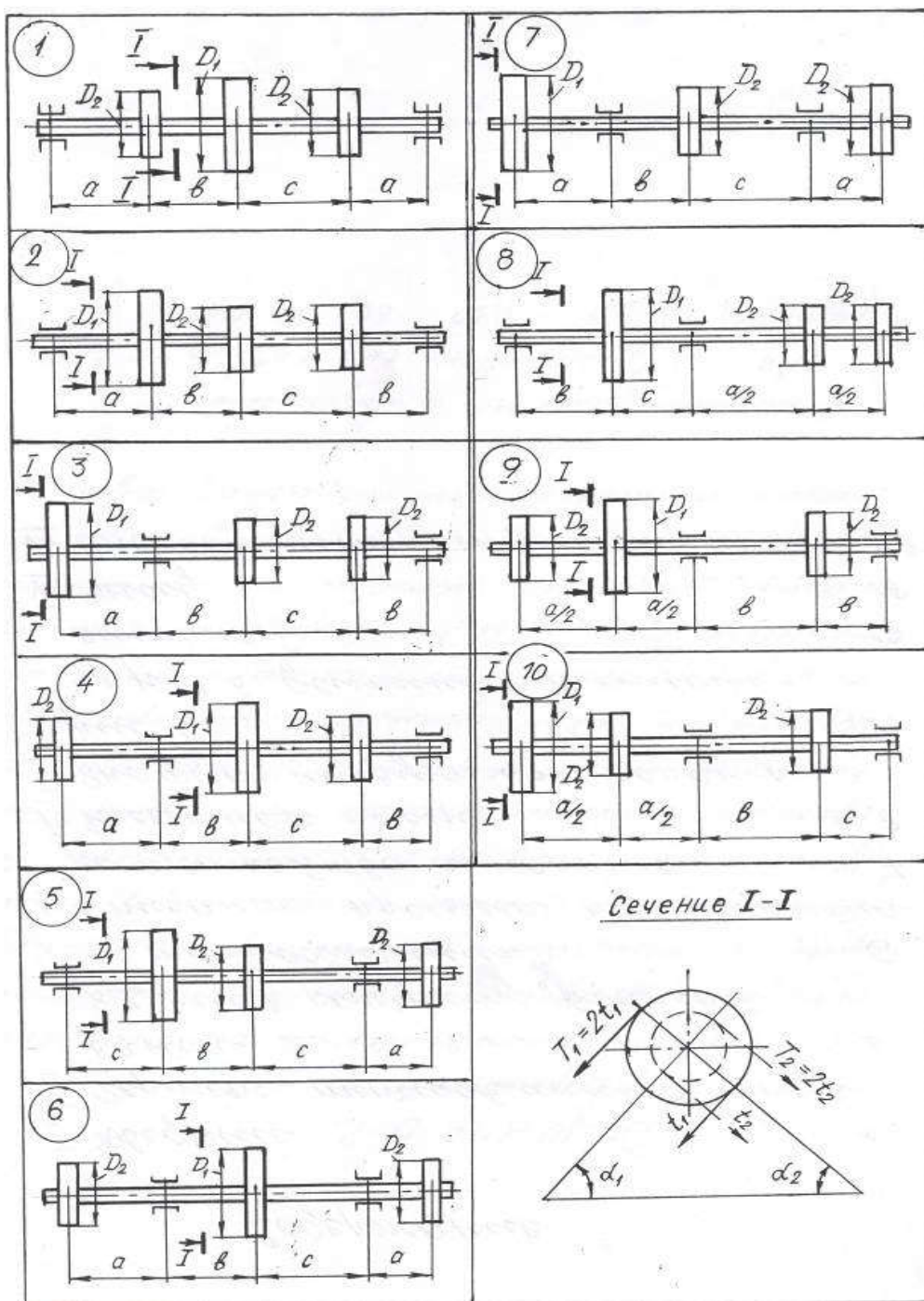


Рис. 4.1. Расчетные схемы

### Раздел №5 «Динамическое нагружение. Расчет на удар»

На незагруженную внешними силами упругую балку (рис. 5.1) с высоты  $H$  падает груз весом  $G$ . Проверить прочность балки при допускаемых напряжениях  $[\sigma] = 160$  МПа. Определить динамический прогиб в точке удара. Балка изготовлена из двутавра. Массу упругой системы не учитывать.

Расчетная схема выбирается по рис. 5.1, исходные данные из табл. 5.1.

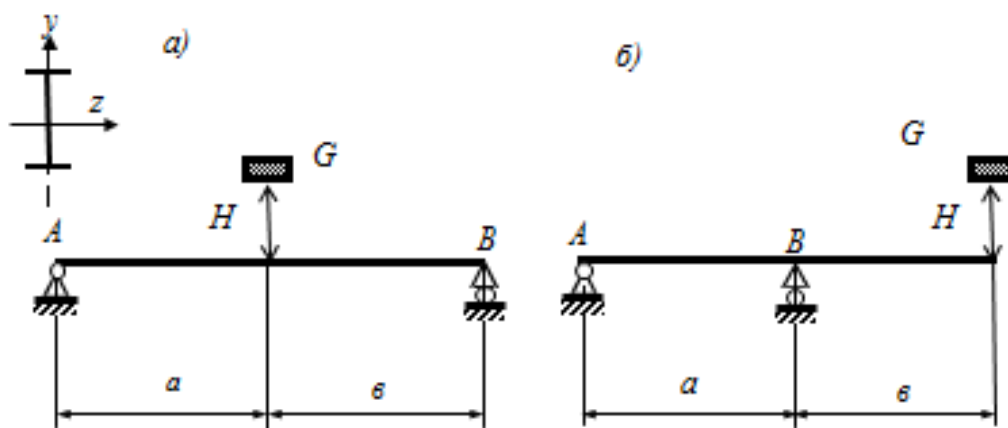


Рис. 5.1

Таблица 5.1

№ варианта (предпоследняя цифра номера)	$G$ , Н	$a$ , м	$б$ , м	$h$ , см	№ варианта (последняя цифра номера)	Номер двугавра	Схема по рис. 5.1
1	100	1	1,5	2	1	18	<i>a</i>
2	50	2	1	3	2	20	<i>б</i>
3	60	1	0,5	1	3	16	<i>a</i>
4	70	1	1,5	2	4	22	<i>б</i>
5	80	2	0,5	3	5	14	<i>a</i>
6	90	1	1	2	6	12	<i>б</i>
7	120	1	1,5	3	7	14	<i>б</i>
8	110	2	1	1	8	18	<i>б</i>
9	100	1	0,5	2	9	10	<i>a</i>
0	50	1	1,5	3	0	16	<i>б</i>

## Раздел 6.

Рассчитать зубчатую передачу редуктора привода конвейера (рис. 6.1) по следующим исходным данным:

Полезное усилие на ленте конвейера  $F$ , кН.

Скорость ленты конвейера  $V$ , м/с.

Диаметр ведущего барабана конвейера  $D$ , м.

Срок службы привода  $L$ , лет.

Коэффициент использования механизма в году  $K_{\text{год}}$ .

Коэффициент использования механизма в сутках  $K_{\text{сут}}$ .

Тип редуктора: одноступенчатый цилиндрических горизонтальный, прямозубое зацепление.

Численные данные выбираются по варианту из таблицы 6.1.

Вариант выбирается по двум последним цифрам номера зачётной книжки. Количество вариантов 20, поэтому предпоследняя цифра номера зачётной книжки заменяется на 0, если она чётная и на 1, если она – нечётная, чтобы получаемый номер варианта не превышал 20.

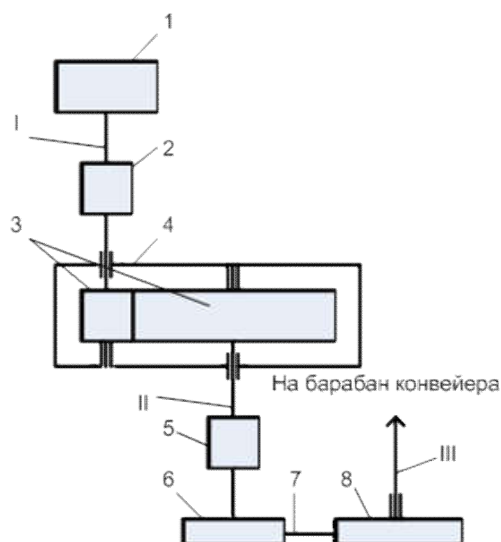


Рис. 6.1.

Таблица 6.1. Таблица расчетных данных

№ варианта	$F$ , кН	$V$ , м/с	$D$ , м	$L$ , лет	$K_{\text{год}}$	$K_{\text{сут}}$
1	4,0	1,0	0,450	7,0	0,5	0,5
2	4,5	1,2	0,500	6,5	0,6	0,6
3	3,0	1,1	0,400	8,0	0,7	0,7
4	3,5	1,5	0,475	6,5	0,8	0,8
5	3,8	1,2	0,375	7,0	0,5	0,5
6	3,5	1,6	0,280	7,5	0,6	0,6
7	4,0	1,2	0,350	6,0	0,7	0,7
8	4,2	1,5	0,400	8,5	0,8	0,8
9	4,5	2,0	0,450	6,0	0,5	0,5
10	5,0	1,0	0,320	6,5	0,6	0,6
11	5,4	1,1	0,300	7,0	0,6	0,6
12	4,2	1,5	0,350	8,5	0,7	0,7
13	4,0	2,0	0,250	7,0	0,7	0,7
14	2,5	1,8	0,300	6,5	0,8	0,5
15	2,8	1,0	0,250	5,0	0,8	0,6
16	3,2	1,2	0,350	6,5	0,5	0,7
17	4,6	1,1	0,400	7,0	0,5	0,8
18	5,0	1,2	0,280	8,5	0,6	0,5
19	5,2	1,1	0,320	8,0	0,7	0,6
20	5,5	1,0	0,300	4,5	0,8	0,7

На защите курсовой работы обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по представленной расчетно-пояснительной записке и графическому материалу.

За выполнение курсовой работы выставляется:

- 5 («отлично») баллов, если все задачи курсовой работы выполнены верно, на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
- 4 («хорошо»), если либо в расчете присутствуют ошибки в заключительных действиях, которые не влияют на последующие расчеты; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;
- 3 («удовлетворительно»), если в расчеты присутствуют ошибки, искажающие результат или исправления грубых ошибок выполнены не с первой попытки; если не менее

чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.