

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

**ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ**

УТВЕРЖДЕНА  
протоколом заседания  
методической комиссии факультета  
№ 04 от «06»июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теория машин и механизмов»**

Направление подготовки / специальность	<b>35.03.06 Агроинженерия</b>
Направленность(и) (профиль(и))	<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>4</b>
Трудоемкость дисциплины, час.	<b>144</b>

Разработчик:

Доцент кафедры технического сервиса и механики

А.М. Абалихин  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой технического сервиса и механики

В.В. Терентьев  
(подпись)

Иваново 2024

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение обучающимися знаний об общих методах исследования и проектирования схем механизмов, необходимых для создания машин, установок, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающим современным требованиям эффективности, точности, надежности и экономичности.

Задачи дисциплины:

- 1) дать знания о строении основных видов механизмов, кинематических и динамических характеристиках механизмов с жесткими и упругими звеньями и управляемых кинематических цепей;
- 2) знания о методах определения параметров механизмов по требуемым условиям, методах виброзащиты человека и машины, знания об управлении движением систем механизмов и машин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом дисциплина относится к обязательной части

Статус дисциплины базовая

Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины, практики математика, физика, начертательная геометрия, инженерная графика, теоретическая механика

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины, практики 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	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	1, 2, 3, 4, 5, 6
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов	ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	1, 2, 3, 4, 5, 6

математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий		
--	--	--

#### 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		
1. Структурный анализ и классификация плоских шарнирно-рычажных механизмов							
1.1.	Введение в курс ТММ	2			1	Э	
1.2.	Структура и кинематика механизмов	2	2		3	Т, Э	Решение задач
1.3.	Классификация плоских механизмов	2	2		4	Т, ЗКП, Э	Решение задач
2. Кинематический анализ механизмов							
2.1.	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов	2	4		14	Т, ЗКП, Э	Решение задач
2.2.	Аналитическая кинематика рычажных механизмов	2	2		2	Т, Э	Решение задач
3. Силовой анализ рычажных механизмов							
3.1.	Силовой анализ рычажных механизмов	2	4		14	Т, ЗКП, Э	Решение задач
4. Кинематический анализ и синтез зубчатых механизмов							
4.1.	Кинематическое исследование зубчатых механизмов	2	4		4	Т, Э	Решение задач
4.2.	Исследование и проектирование плоских зубчатых механизмов	4	2		4	Т, Э	Решение задач
4.3.	Основные качественные показатели зацепления зубчатого	4	2		2	Т, Э	Решение задач
4.4.	Виды зубчатых передач	2	2		2	Т, Э	Решение задач
5. Динамика механизмов и машин							
5.1.	Исследование движения машинного агрегата с жесткими звеньями	2	2		4	Т, Э	Решение задач
5.2.	Основы теории регулирования движения механизмов и машин	2	2		4	Т, Э	Решение задач
5.3.	Трение в машинах	2	2		2	Т, Э	Решение задач
5.4.	Уравновешивание механизмов и	2	2		4	Т, Э	Решение задач

	машин						
6. исследование и проектирование плоских кулачковых механизмов							
6.1.	Кинематический анализ плоских кулачковых механизмов	2	2		4	Т, Э	Решение задач
6.2.	Синтез кулачковых механизмов	2	2		4	Т, Э	Решение задач

#### 4.1.2. 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. Структурный анализ и классификация плоских шарнирно-рычажных механизмов							
1.1.	Введение в курс ТММ	-	-	-	6	Э	
1.2.	Структура и кинематика механизмов	0,5	0,5	-	6	Т, Э	Решение задач
1.3.	Классификация плоских механизмов	0,5	0,5	-	6	Т, Э	Решение задач
2. Кинематический анализ механизмов							
2.1.	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов	1	1	-	15	Т, КП, ЗКП, Э	Решение задач
2.2.	Аналитическая кинематика рычажных механизмов	1	1	-	6	Т, Э	Решение задач
3. Силовой анализ рычажных механизмов							
3.1.	Силовой анализ рычажных механизмов	1	1	-	15	Т, КП, ЗКП, Э	Решение задач
4. Кинематический анализ и синтез зубчатых механизмов							
4.1.	Кинематическое исследование зубчатых механизмов	0,5	0,5	-	6	Т, Э	Решение задач
4.2.	Исследование и проектирование плоских зубчатых механизмов	0,5	0,5	2	10	Т, С, ВЛР, Э	Лабораторная работа
4.3.	Основные качественные показатели зацепления зубчатого	0,5	0,5	-	6	Т, Э	Решение задач
4.4.	Виды зубчатых передач	-		-	6	Т, Э	Решение задач
5. Динамика механизмов и машин							
5.1.	Исследование движения машинного агрегата с жесткими звеньями	0,5	0,5	-	15	Т, Э	Решение задач
5.2.	Основы теории регулирования движения механизмов и машин	0,5	0,5	-	10	Т, Э	Решение задач
5.3.	Трение в машинах	0,5	0,5	-	4	Т, Э	Решение задач
5.4.	Уравновешивание механизмов и машин	0,5	0,5	-	5	Т, Э	Решение задач
6. исследование и проектирование плоских кулачковых механизмов							

6.1.	Кинематический анализ плоских кулачковых механизмов	0,2 5	0,25	–	5	Т, Э	Решение задач
6.2.	Синтез кулачковых механизмов	0,2 5	0,25	–	5	Т, Э	Решение задач

#### 4.1.3. 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. Структурный анализ и классификация плоских шарнирно-рычажных механизмов</b>							
1.1.	Введение в курс ТММ	-	-	-	2	Э	
1.2.	Структура и кинематика механизмов	0,5	1	-	4	Т, Э	Решение задач
1.3.	Классификация плоских механизмов	1	2	-	4	Т, Э	Решение задач
<b>2. Кинематический анализ механизмов</b>							
2.1.	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов	1,5	2	-	16	Т, КП, ЗКП, Э	Решение задач
2.2.	Аналитическая кинематика рычажных механизмов	0,5	0,5	-	2	Т, Э	Решение задач
<b>3. Силовой анализ рычажных механизмов</b>							
3.1.	Силовой анализ рычажных механизмов	1	2	-	16	Т, КП, ЗКП, Э	Решение задач
<b>4. Кинематический анализ и синтез зубчатых механизмов</b>							
4.1.	Кинематическое исследование зубчатых механизмов	1	2	-	4	Т, Э	Решение задач
4.2.	Исследование и проектирование плоских зубчатых механизмов	1	2	-	10	Т, Э	Решение задач
4.3.	Основные качественные показатели зубчатого зацепления	1	2	-	4	Т, Э	Решение задач
4.4.	Виды зубчатых передач	-	2	-	8	Т, Э	Решение задач
<b>5. Динамика механизмов и машин</b>							
5.1.	Исследование движения машинного агрегата с жесткими звеньями	0,5	2	-	8	Т, Э	Решение задач
5.2.	Основы теории регулирования движения механизмов и машин	0,5	2	-	4	Т, Э	Решение задач
5.3.	Трение в машинах	0,5	0,5	-	4	Т, Э	Решение задач
5.4.	Уравновешивание механизмов и машин	1	2	-	4	Т, Э	Решение задач
<b>6. исследование и проектирование плоских кулачковых механизмов</b>							
6.1.	Кинематический анализ плоских кулачковых механизмов	1	2	-	4	Т, Э	Решение задач

6.2.	Синтез кулачковых механизмов	1	2	–	8	Т, Э	Решение задач
------	------------------------------	---	---	---	---	------	---------------

\* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача.

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

### 4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.
Лекции	–	–	–	36	–	–	–	–	–	–
Лабораторные	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Практические	–	–	–	36	–	–	–	–	–	–
Итого контактной работы	–	–	–	72	–	–	–	–	–	–
Самостоятельная работа	–	–	–	72	–	–	–	–	–	–
Форма контроля	–	–	–	КП, Э	–	–	–	–	–	–

### 4.2.2. Заочная форма:

Вид занятий	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс	6 курс
Лекции	–	8	–	–	–	–
Лабораторные	–	2	–	–	–	–
Практические	–	8	–	–	–	–
Итого контактной работы	–	18	–	–	–	–
Самостоятельная работа	–	126	–	–	–	–
Форма контроля	–	КП, Э	–	–	–	–

### 4.2.3. Очно-заочная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.
Лекции	–	–	–	–	12	–	–	–	–	–
Лабораторные	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Практические	–	–	–	–	26	–	–	–	–	–
Итого контактной работы	–	–	–	–	38	–	–	–	–	–
Самостоятельная работа	–	–	–	–	106	–	–	–	–	–
Форма контроля	–	–	–	–	КП, Э	–	–	–	–	–

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

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

### 5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

#### 5.1.1 Очная форма обучения

– Темы индивидуальных заданий:

Отсутствует

– Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Кинематическое исследование механизмов методом кинематических диаграмм.
- Виды зубчатых передач.
- Темы курсовых проектов:
  - Тема №1 Механизмы сеного прессы
  - Тема №2 Механизмы долбежного станка
  - Тема №3 Механизмы поперечно-строгального станка
  - Тема №4 Механизмы качающегося конвейера
  - Тема №5 Механизмы прошивного прессы
  - Тема №6 Механизмы плунжерного насоса
  - Тема №7 Кулисный механизм грохота
  - Тема №8 Механизмы вытяжного прессы
  - Тема №9 Механизмы поршневого насоса
  - Тема №10 Механизмы поперечно-строгального станка
  - Тема №11 Механизмы колесного трактора
  - Тема №12 Механизмы дизель-воздуходувной установки
  - Тема №13 Механизмы гусеничного трактора
  - Тема №14 Механизмы автомобиля-вездехода
- Другое: не запланировано

### 5.1.2 Заочная форма обучения

- Темы индивидуальных заданий:
  - Отсутствует
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Кинематическое исследование механизмов методом кинематических диаграмм.
  - Виды зубчатых передач.
  - Аналитическая кинематика рычажных механизмов.
  - Основные качественные показатели зубчатого зацепления.
  - Трение в машинах.
  - Синтез кулачковых механизмов
- Темы курсовых проектов:
  - Тема №1 Механизмы сеного прессы
  - Тема №2 Механизмы долбежного станка
  - Тема №3 Механизмы поперечно-строгального станка
  - Тема №4 Механизмы качающегося конвейера
  - Тема №5 Механизмы прошивного прессы
  - Тема №6 Механизмы плунжерного насоса
  - Тема №7 Кулисный механизм грохота
  - Тема №8 Механизмы вытяжного прессы
  - Тема №9 Механизмы поршневого насоса
  - Тема №10 Механизмы поперечно-строгального станка
  - Тема №11 Механизмы колесного трактора
  - Тема №12 Механизмы дизель-воздуходувной установки
  - Тема №13 Механизмы гусеничного трактора
  - Тема №14 Механизмы автомобиля-вездехода
- Другое: выполнение лабораторной работы по на тему:

- Лабораторная работа №1 «Построение эвольвентных профилей зубьев методом обката»

### **5.1.3 Очно-заочная форма обучения**

- Темы индивидуальных заданий:  
Отсутствует
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Кинематическое исследование механизмов методом кинематических диаграмм.
  - Виды зубчатых передач.
  - Аналитическая кинематика рычажных механизмов.
  - Основные качественные показатели зубчатого зацепления.
  - Трение в машинах.
  - Синтез кулачковых механизмов
- Темы курсовых проектов:
  - Тема №1 Механизмы сеного пресса
  - Тема №2 Механизмы долбежного станка
  - Тема №3 Механизмы поперечно-строгального станка
  - Тема №4 Механизмы качающегося конвейера
  - Тема №5 Механизмы прошивного пресса
  - Тема №6 Механизмы плунжерного насоса
  - Тема №7 Кулисный механизм грохота
  - Тема №8 Механизмы вытяжного пресса
  - Тема №9 Механизмы поршневого насоса
  - Тема №10 Механизмы поперечно-строгального станка
  - Тема №11 Механизмы колесного трактора
  - Тема №12 Механизмы дизель-воздуходувной установки
  - Тема №13 Механизмы гусеничного трактора
  - Тема №14 Механизмы автомобиля-вездехода
- Другое: не запланировано
- 

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

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Собеседование (по результатам выполнения лабораторных работ).
- Тестирование.
- Защита курсового проекта.
- Экзамен.

### **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) Лачуга Ю.Ф., Воскресенский А.Н., Чернов М.Ю. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет. – М.: Колос С, 2005. 276 экз



- 2) Лачуга Ю.Ф., Баусов А.М., Воскресенский А.Н., Абалихин А.М. Теория механизмов и машин. Анализ, синтез, расчет. – М.: Бибком, Транслог, 2015. – 416 с. **70 экз**
- 3) Лачуга, Ю. Ф. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет / Лачуга Ю. Ф., Воскресенский А. Н., Чернов М. Ю. - Москва: КолосС, 2013. - 304 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - ISBN 978-5-9532-0524-5. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953205245.html> (дата обращения: 27.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

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

- 1) Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988.– 640 с. **15 экз**
- 2) Фролов К.В., Попов С.А. Теория механизмов и машин. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с.: ил. **124 экз**
- 3) Закабунин, В. И. Структура механизмов: учебное пособие / В. И. Закабунин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 156 с. — ISBN 978-5-8114-3729-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206816> (дата обращения: 27.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 4) Тимофеев, Г.А. Теория механизмов и машин [учебник и практикум для студ. вузов бакалавр.] М., Юрайт - 2015. 429с. **10 экз**
- 5) Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин: учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-1222-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91896> (дата обращения: 27.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6) Курсовое проектирование по теории механизмов и машин : учеб. пособие для вузов. / С. А. Попов; под ред. К.В. Фролова. - Москва: Высшая школа, 1986. - 295с.: ил. **92 экз**

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

- 1) Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU / Точка доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 2) 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) Теория механизмов и машин. Структура, кинематика и силовой расчет рычажных механизмов. Регулирование хода машинных агрегатов. Примеры: учебное пособие / А.М. Абалихин, В.В. Колобова. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2019. – 136 с.
- 2) Теория механизмов и машин. Исследование кулачковых механизмов. Анализ и синтез зубчатых механизмов. Основы теории зацепления. Проектирование эвольвентной зубчатой передачи. Примеры: учебное пособие / А.М. Абалихин, В.В. Колобова. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2019. – 120 с.
- 3) Теория машин и механизмов: методические указания к выполнению лабораторных работ / А.М. Абалихин, В.В. Колобова, А.А. Конищев – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2021. – 39 с.

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

- 1) Электронно-библиотечная система «Лань»
- 2) ЭБС «Консультант студента» / Точка доступа: <http://www.studentlibrary.ru>

3) Информационно-правовой портал «Консультант» / Точка доступа:  
<http://www.consultant.ru>

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

- 1) Операционная система типа Windows.
- 2) Пакет программ общего пользования Microsoft Office.
- 3) Интернет-браузеры.
- 4) Графические редакторы (CAD-системы): Компас-3D.

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

№ П/П	Наименование специальных помещений* и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими средствами обучения (в том числе, переносными), служащие для представления учебной информации большой аудитории
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, переносными техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
3.	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

*\*Специальные помещения - учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.*

**Приложение № 1**  
**к рабочей программе по дисциплине**  
**Теория машин и механизмов**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Теория машин и механизмов»**

**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	2	3	4
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	Т	Комплект тестовых заданий
		КП	Комплект тем для курсовых проектов
		ЗКП	Комплект вопросов для защиты курсового проекта
		Э	Экзаменационные билеты
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
		КП	Комплект тем для курсовых проектов
		ЗКП	Комплект вопросов для защиты курсового проекта
		Э	Экзаменационные билеты

**1.2. Заочная форма:**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля	Оценочные средства
1	2	3	4

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	Т	Комплект тестовых заданий
		КП	Комплект тем для курсовых проектов
		ЗКП	Комплект вопросов для защиты курсового проекта
		Э	Экзаменационные билеты
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
		ВЛР	Комплект тем для выполнения лабораторных работ
		С	Вопросы к защите лабораторных работ
		КП	Комплект тем для курсовых проектов
		ЗКП	Комплект вопросов для защиты курсового проекта
		Э	Экзаменационные билеты

### 1.3. Очно-заочная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля	Оценочные средства
1	2	3	4
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	Т	Комплект тестовых заданий
		КП	Комплект тем для курсовых проектов
		ЗКП	Комплект вопросов для

		Э	защиты курсового проекта Экзаменационные билеты
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  КП  ЗКП  Э	Комплект тестовых заданий  Комплект тем для курсовых проектов  Комплект вопросов для защиты курсового проекта  Экзаменационные билеты

\* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВПР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

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

Показатель и	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 несущественными 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 компетенции	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

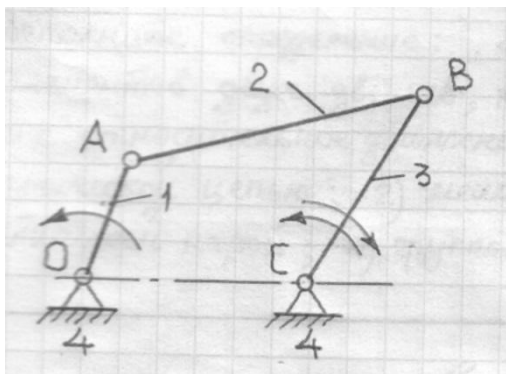
\* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

### 3. Оценочные средства

#### 3.1. Комплект тестовых заданий

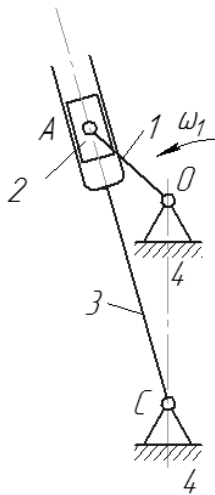
##### 3.1.1. Вопросы для проведения тестирования

##### 1. Что это за механизм:



- 1) двухкоромысловый;
- 2) двухкривошипный;
- 3) кривошипно ползунный;
- 4) кривошипно-коромысловый

##### 2. Какое движение совершает ползун:

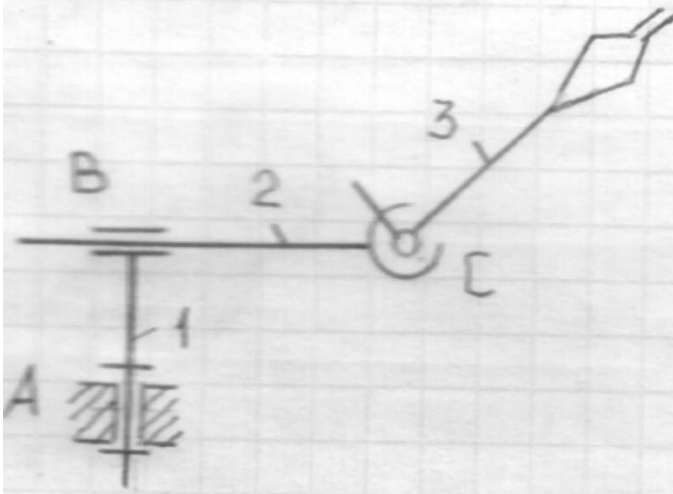


- 1) вращательное;
- 2) поступательное;
- 3) плоскопараллельное

**3. Дополните определение: «Подвижное соединение элементов двух звеньев, которое ограничивает их относительное движение, называется...»:**

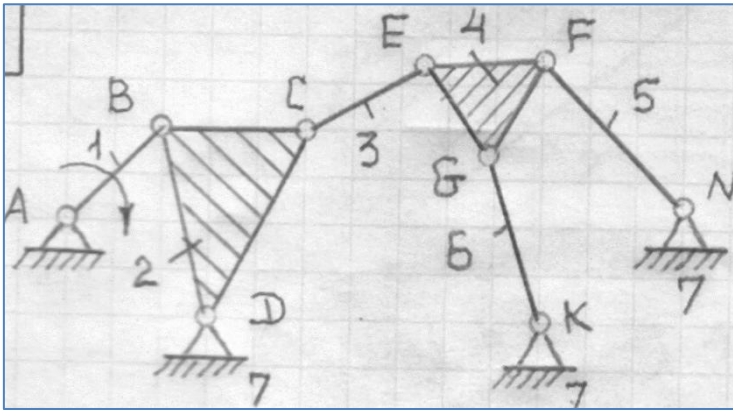
- 1) кинематической цепью;
- 2) механизмом;
- 3) кинематической парой;
- 4) группой Ассура

**4. Определите степень подвижности  $W$  относительно манипулятора М-22:**



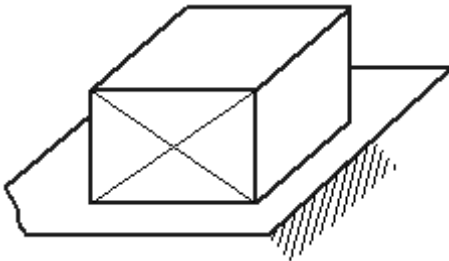
- 1)  $W=1$ ;
- 2)  $W=2$ ;
- 3)  $W=5$ ;
- 4)  $W=7$

**5. Что представляет данная механическая система:**



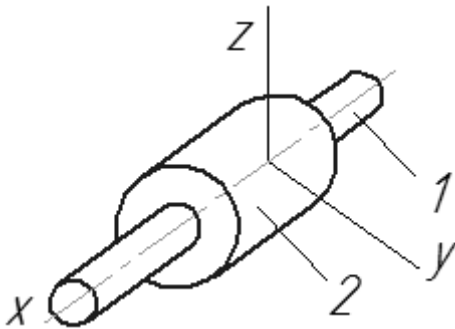
- 1) кинематическую цепь;
- 2) ферму;
- 3) механизм;
- 4) структурную группу

**6. Определите класс кинематической пары:**



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

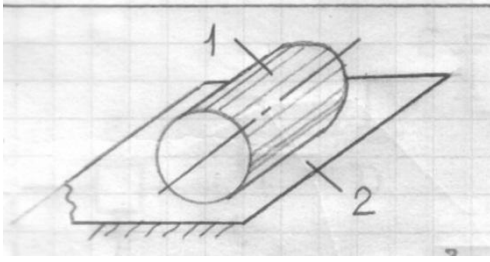
**7. Определите класс кинематической пары по классификации И.И. Артоболевского:**



- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4;
- 5) 5.

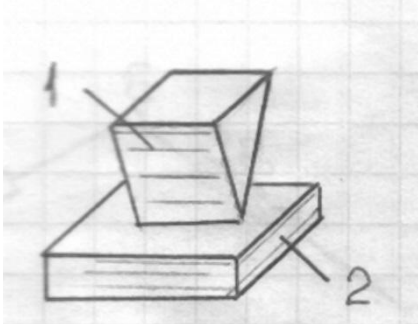
**8. Укажите класс кинематической пары:**





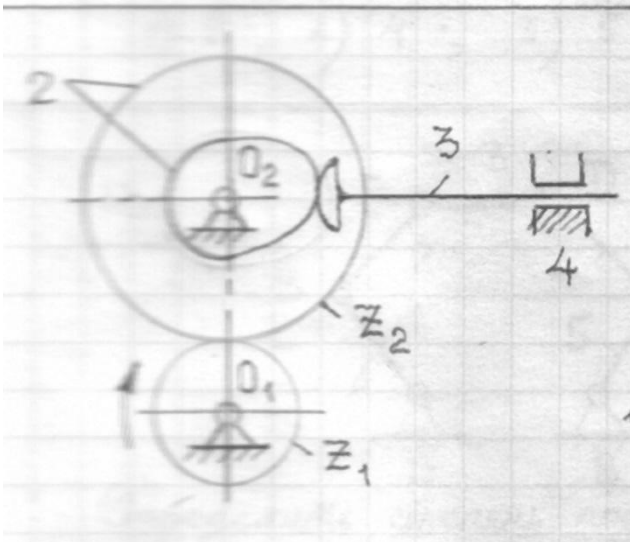
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

9. Определите класс кинематической пары:



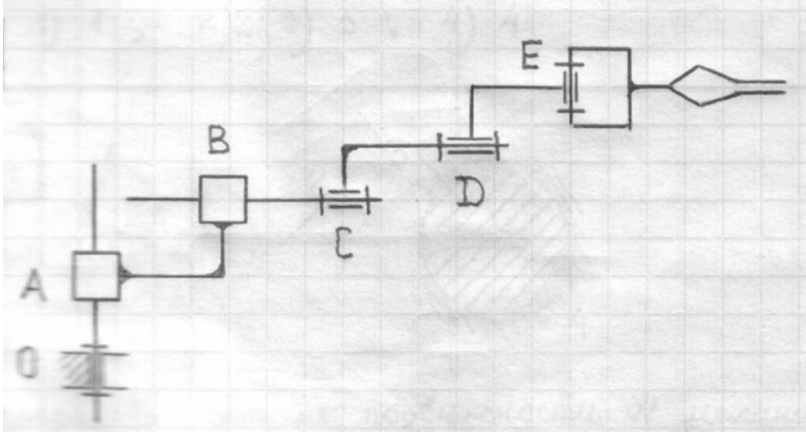
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 5

10. Определите степень подвижности механизма:



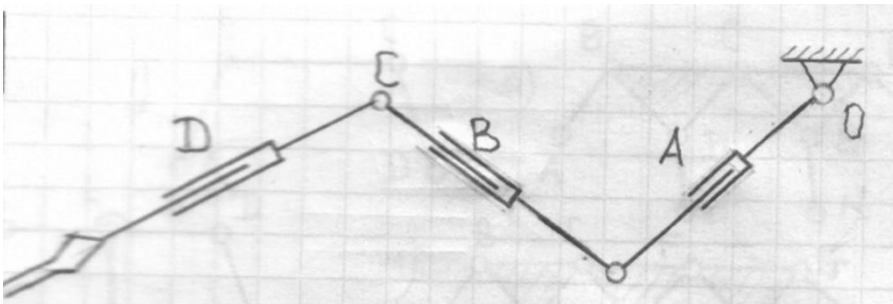
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

11. Определите степень подвижности  $W$  механизма манипулятора системы «Версатран»:



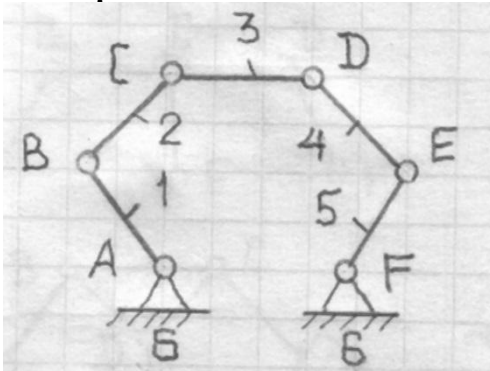
- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 5;
- 4) 7

12. Определить число степеней свободы  $W$  механизма манипулятора системы «Маскот»:



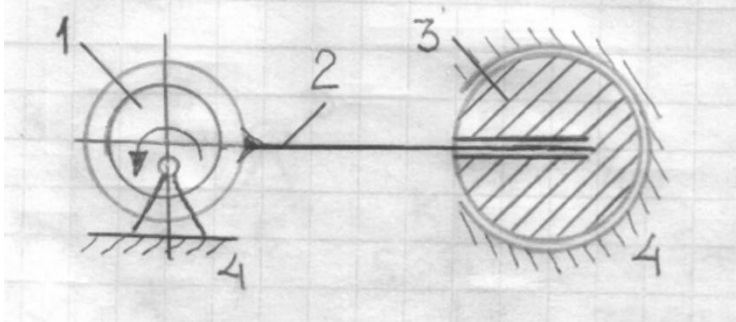
- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 6

13. Определить степень подвижности  $W$  плоской кинематической цепи:



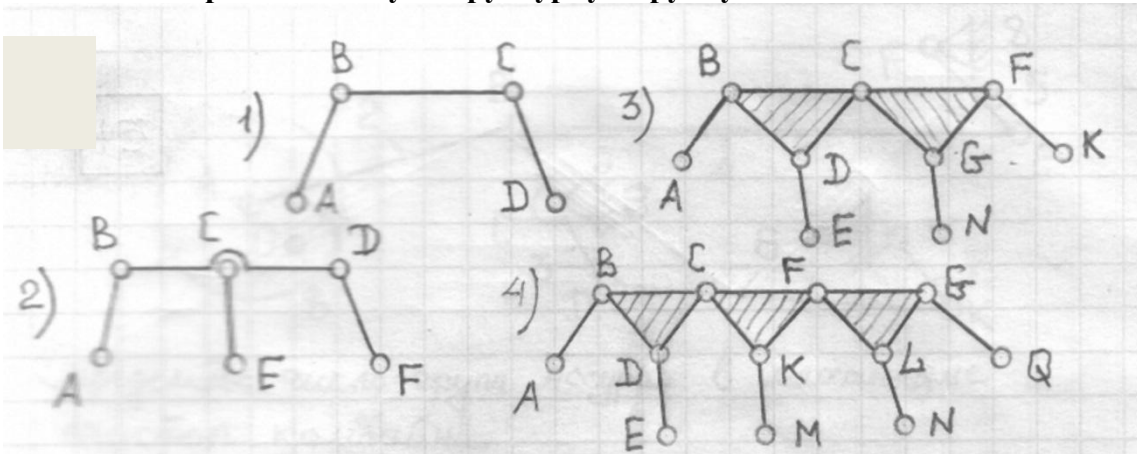
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

14. Определить степень подвижности  $W$  механизма маслонасоса



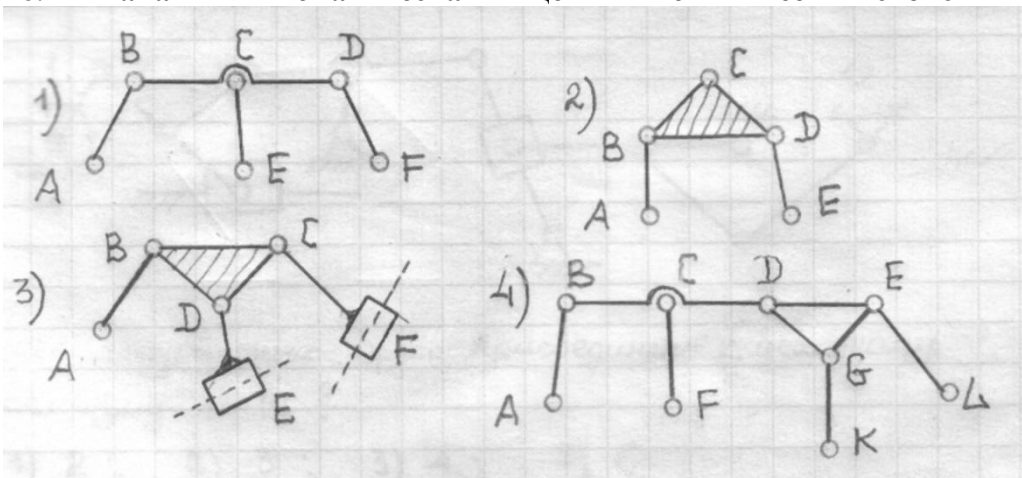
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

15. Укажите трёхповодковую структурную группу:



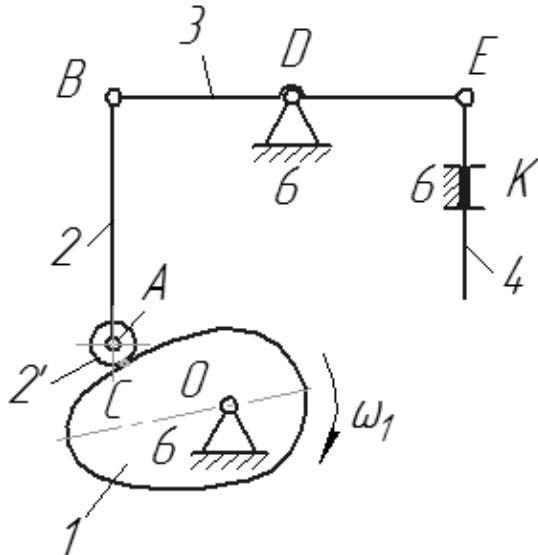
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

16. Какая кинематическая цепь не имеет свойств групп Асура:



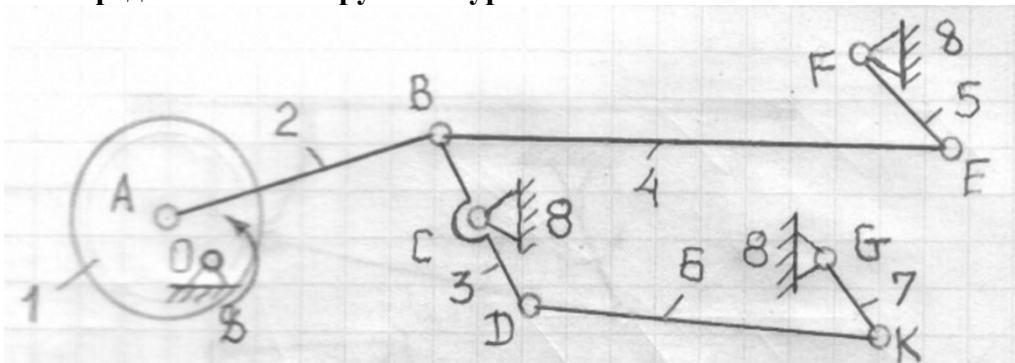
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

17. Что представляет собой изображённая механическая система:



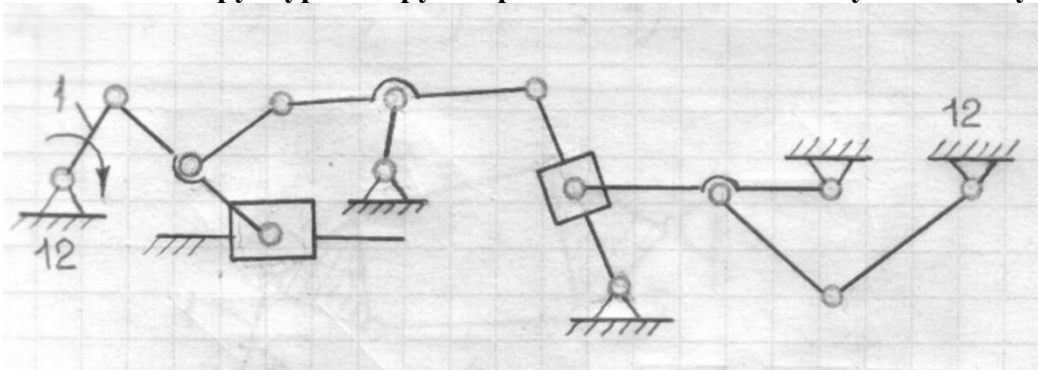
- 1) механизм;
- 2) ферму;
- 3) кинематическую цепь;
- 4) структурную группу

18. Определите число групп Ассра в механизме очистки комбайна:



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

19. Сколько структурных групп присоединено к исходному механизму 1-12:

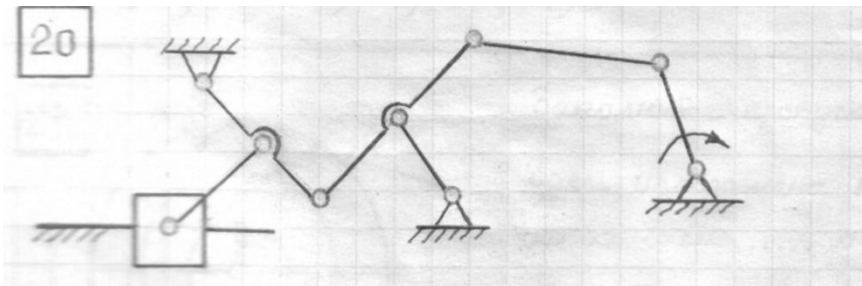


- 1) 2;
- 2) 3;

3) 4;

4) 6

20. Определите наиболее высокий порядок структурных групп, входящих в данный механизм:



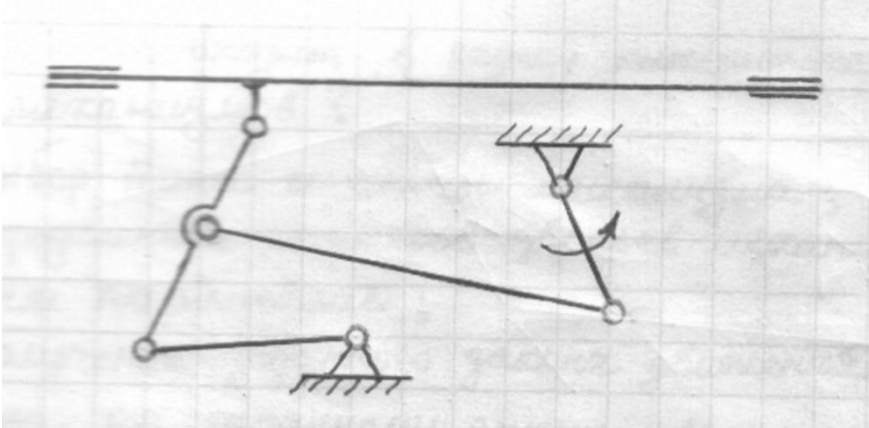
1) 2-й;

2) 3-й;

3) 4-й;

4) 5-й

21. Определите класс механизма по классификации Ассур-Артоболевского:



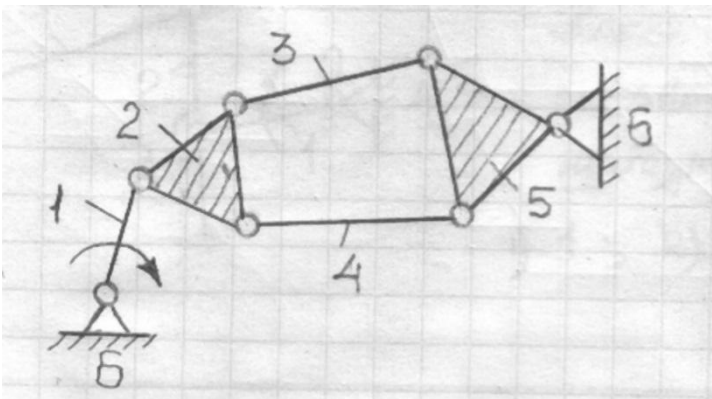
1) 1;

2) 2;

3) 3;

4) 4

22.



Определите класс механизма по классификации Ассур-Артоболевского.

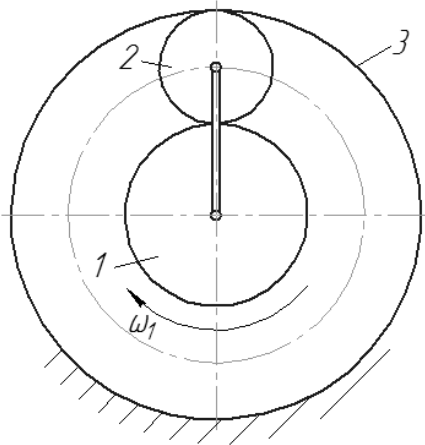
1) 1;

2) 2;

3) 3;

4) 4

**23. Заполните пропуск слов: «Здесь изображена кинематическая схема ... механизма»:**



1) планетарного;

2) дифференциального;

3) зубчатого с неподвижными геометрическими осями.

**24. Что не входит в задачу кинематического синтеза механизмов?**

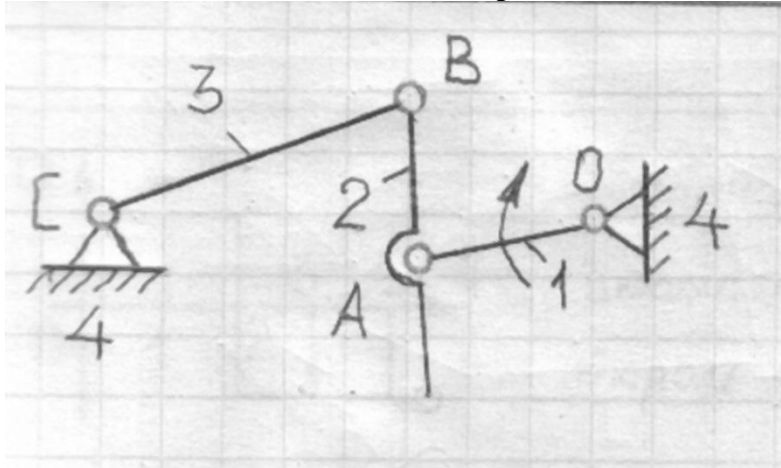
1) выбор типа и схема механизма;

2) определение размеров звеньев механизма по заданным параметрам;

3) получение заданного закона движения ведомого звена по заданному закону движения ведущего звена;

4) определение закона движения ведомого звена по заданному закону движения ведущего звена.

**25. Какое звено механизма сеноворошилки является шатуном:**

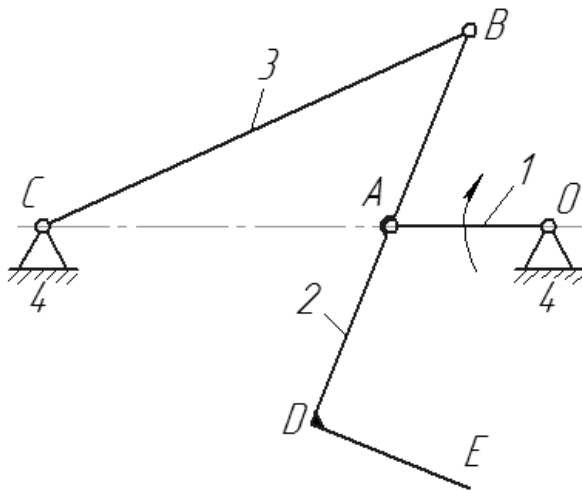


1) 1;

2) 2;

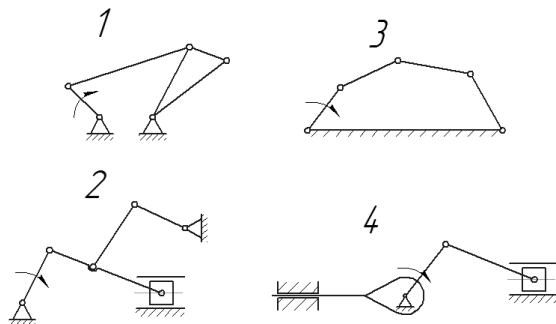
3) 3.

26. Какое движение совершает звено 2 механизма гребёнки машины для очистки головок льна:



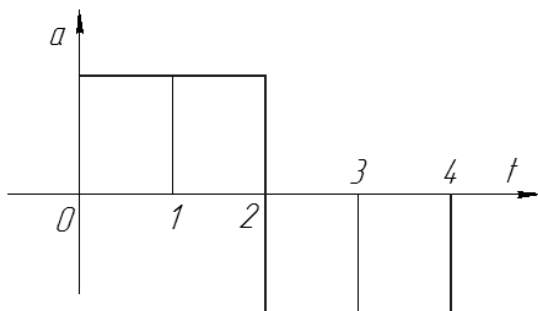
- 1) поступательное;
- 2) вращательное;
- 3) плоскопараллельное.

27. Покажите пятизвенный механизм. Ведущее звено обозначено круговой стрелкой:



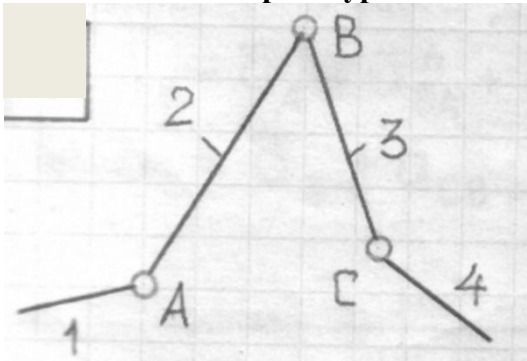
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

28. Задана диаграмма ускорения  $a=a(t)$ . Укажите номер положения, в котором скорость будет максимальной:



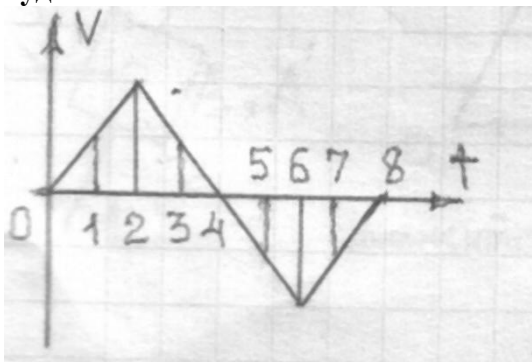
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

29. В каком векторном уравнении допущена ошибка:



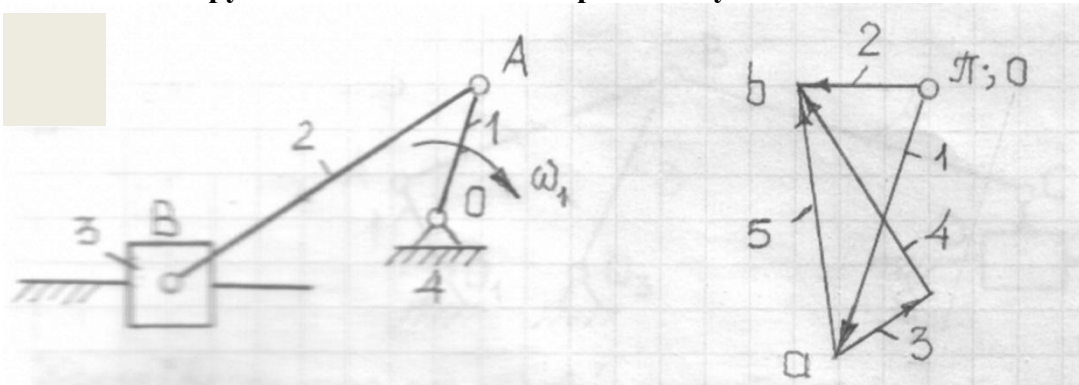
- 1)  $\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$ ;
- 2)  $V_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{BC}$ ;
- 3)  $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau$ ;
- 4)  $a_c = \vec{a}_A + \vec{a}_{CA}^n + \vec{a}_{CA}^\tau$

30. Задан график скорости ползуна  $V=V(t)$ . В каком положении перемещение ползуна будет максимальным?



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

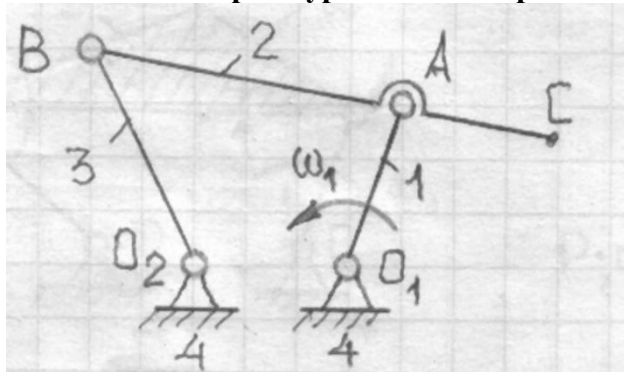
31. Укажите номер вектора касательного ускорения точки В во вращательном движении вокруг точки А. Угловая скорость ведущего звена:



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



32. Какое векторное уравнение неправильное:

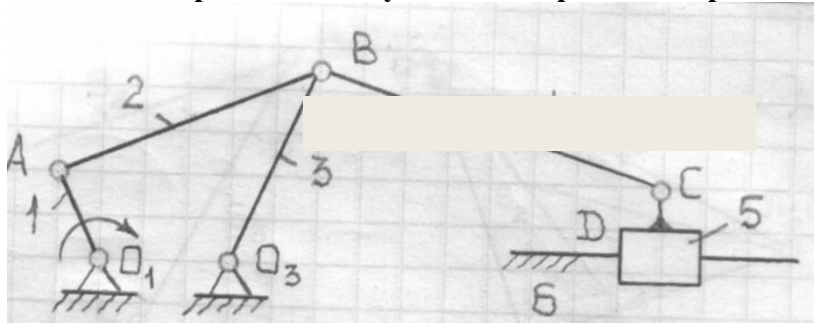


- 1)  $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau$
- 2)  $\vec{a}_B = \vec{a}_{O_2} + \vec{a}_{BO_2}^n + \vec{a}_{BO_2}^\tau$
- 3)  $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}$ ;
- 4)  $\vec{a}_C = \vec{a}_{O_1} + \vec{a}_{CO_1}$

33. Вставьте пропущенные слова: «Кинематическая цепь, все звенья которой совершают определенные движения при заданном движении одного или нескольких звеньев, называется...»:

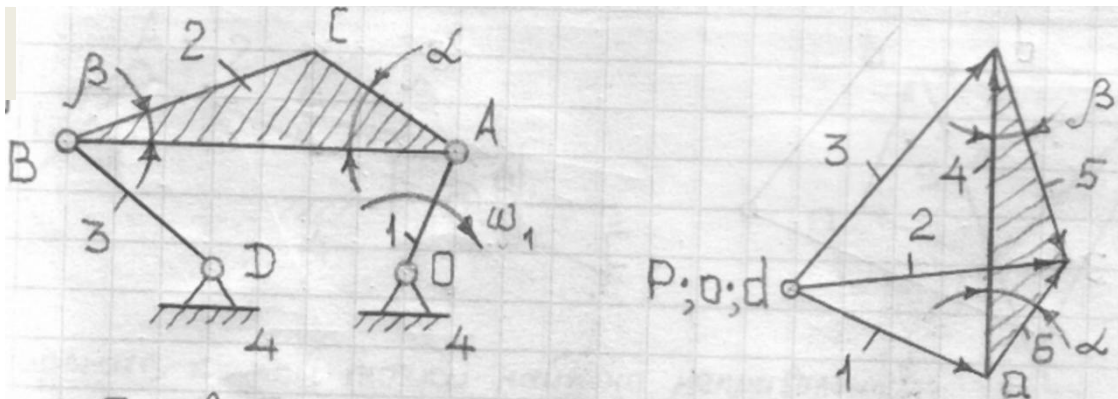
- 1) кинематической парой;
- 2) кинематической цепью;
- 3) механизмом;
- 4) группой Ассура.

34. Какое выражение для угловой скорости содержит ошибку:



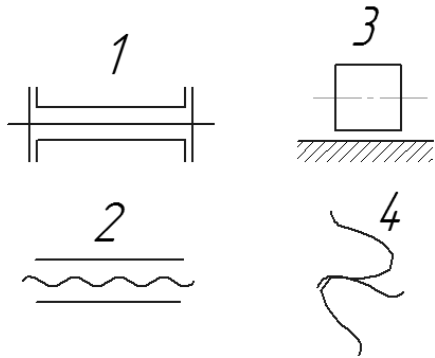
- 1)  $\omega_2 = \frac{V_{BA}}{AB}$ ;
- 2)  $\omega_3 = \frac{V_B}{O_3B}$ ;
- 3)  $\omega_4 = \frac{V_C}{BC}$ ;
- 4)  $\omega_5 = 0$

35. Укажите вектор скорости точки В во вращательном движении вокруг точки А. Ответ дайте по номеру вектора на плане скоростей:



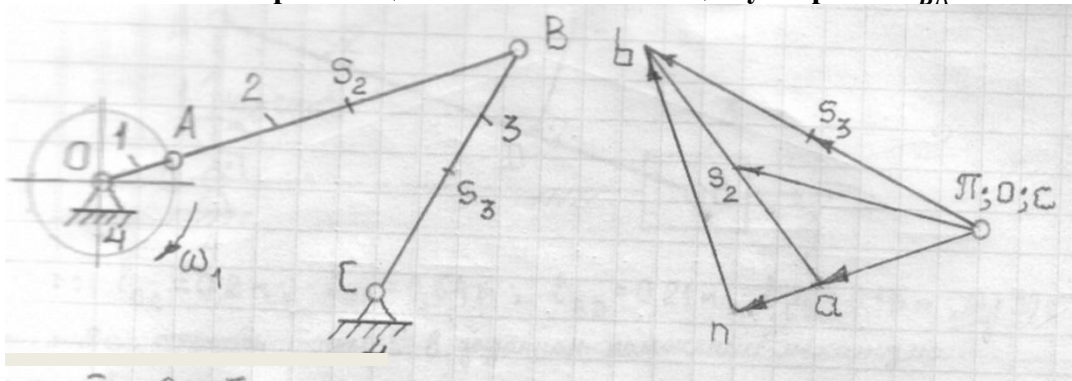
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

36. Укажите кинематическую пару 4-го класса:



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

37. Укажите вектор тангенциальной составляющей ускорения  $\vec{a}_{BA}^t$ :



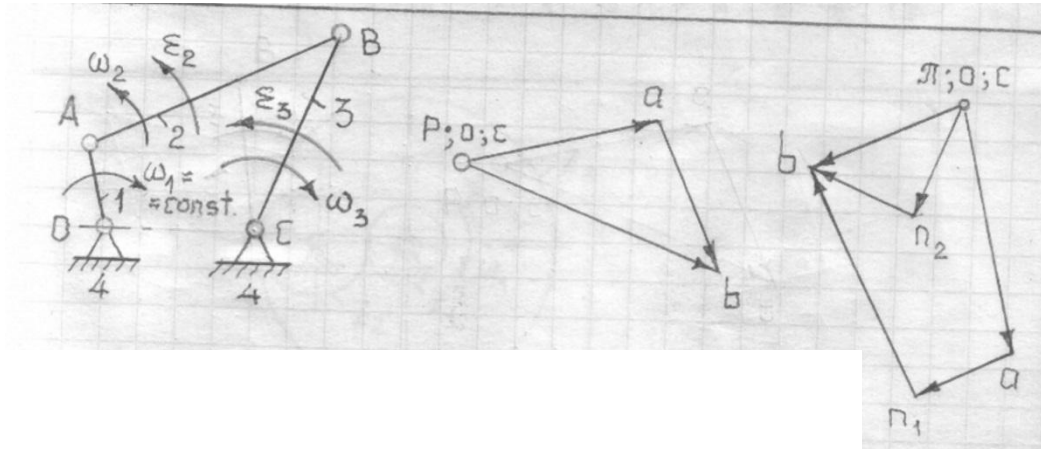
- 1)  $\vec{pa}$
- 2)  $\vec{an}$
- 3)  $\vec{nb}$
- 4)  $\vec{ab}$

38. Как определить передаточное отношение многоступенчатого зубчатого механизма с неподвижными осями:

- 1) произведением передаточного отношения отдельных ступеней;

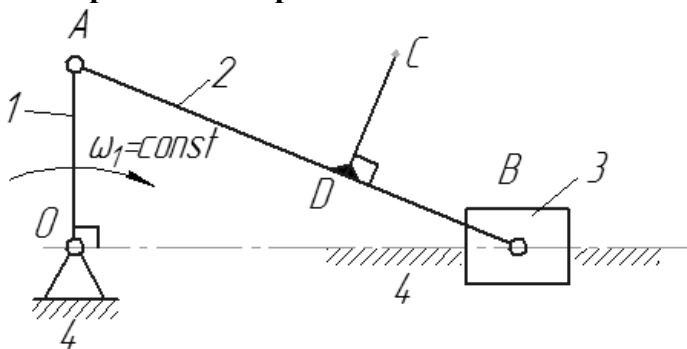
- 2) отношением угловых скоростей ведомого колеса к ведущему;
- 3) отношением числа зубьев ведомого колеса к ведущему;
- 4) по формуле Виллиса.

39. Укажите ошибку, допущенную при определении направлений угловых скоростей звеньев:



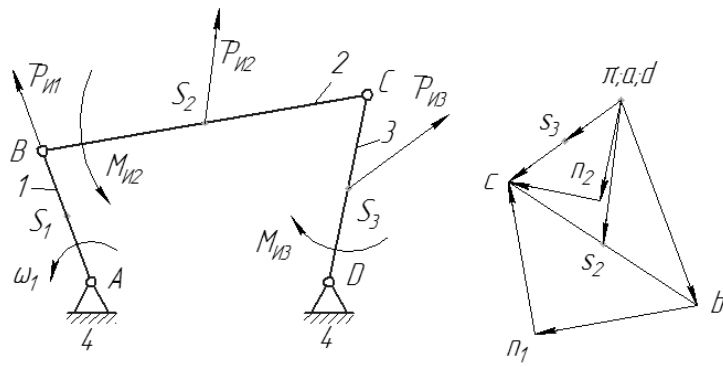
- 1)  $\omega_2$
- 2)  $\varepsilon_2$
- 3)  $\omega_3$
- 4)  $\varepsilon_3$

40. Дано:  $OA = 0,2\text{м}$ ;  $AB = 0,64\text{м}$ ;  $BD = 0,21\text{м}$ ;  $CD = 0,15\text{м}$ ;  $\omega_1 = 30\text{с}^{-1}$   
 Определите скорость точки С в заданном положении механизма.



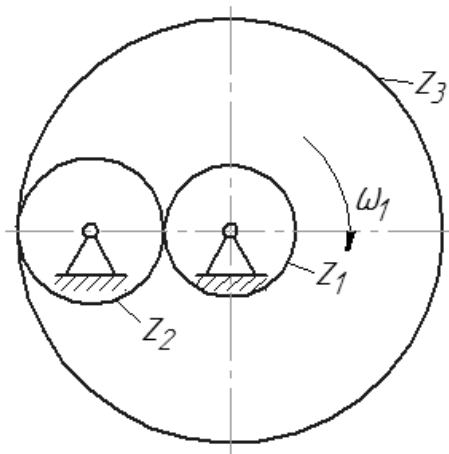
- 1) 4,5м/с;
- 2) 19,2м/с;
- 3) 6,0м/с;
- 4) 12,8м/с;

41. Укажите ошибку, допущенную при направлении сил и моментов сил инерции звеньев:



- 1)  $P_{И2}$ ;
- 2)  $M_{И2}$ ;
- 3)  $P_{И3}$ ;
- 4)  $M_{И3}$ .

42. Дано:  $Z_1 = 15$ ;  $Z_2 = 30$ ;  $Z_3 = 75$ . Найти  $U_{13}$ :

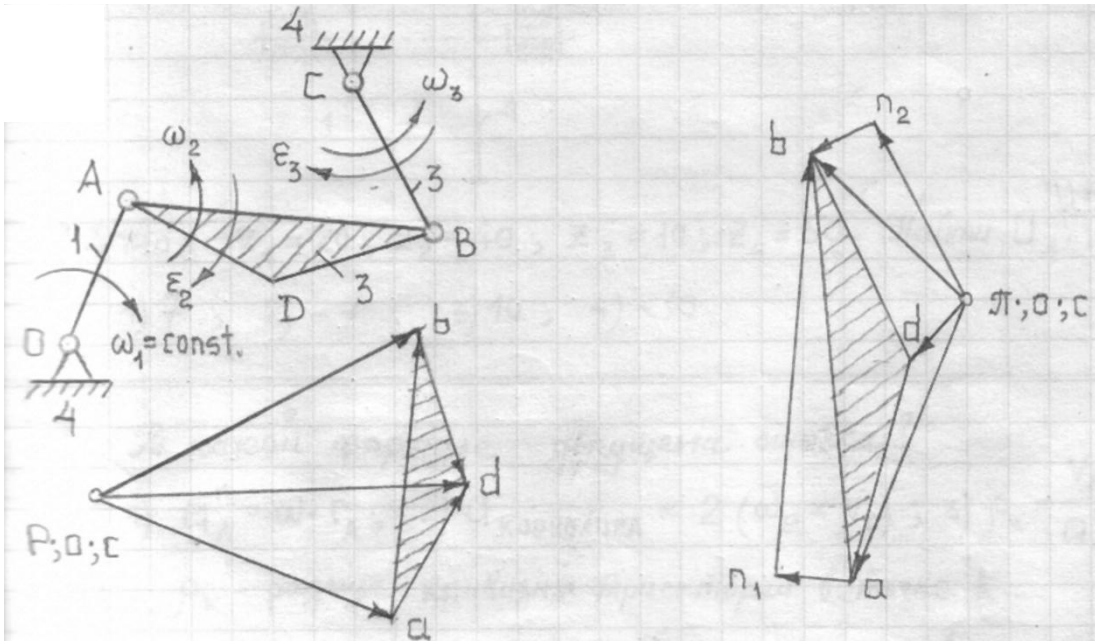


- 1) 5;
- 2) -5;
- 3) 4,5
- 4) -4,5

43. Как определяется класс механизма:

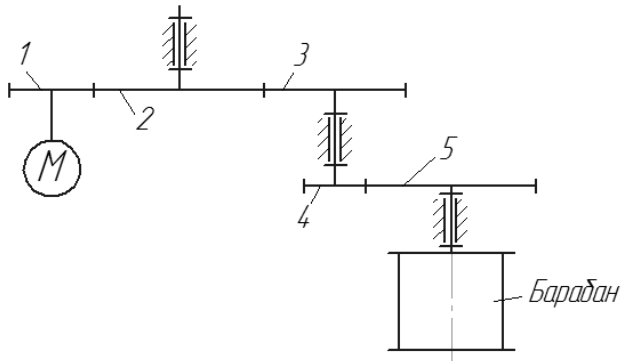
- 1) по формуле Чебышева  $W = 3n - 2P_5 - P_4$ , где  $n$  – число подвижных звеньев;  $P_5, P_4$  – число кинематических пар V и IV класса;
- 2) числом подвижных звеньев;
- 3) по наивысшему классу группы Ассура, входящей в состав механизма;
- 4) по наивысшему классу кинематической пары, входящей в состав механизма.

44. Укажите ошибку, допущенную при определении направлений угловых скоростей и ускорений:



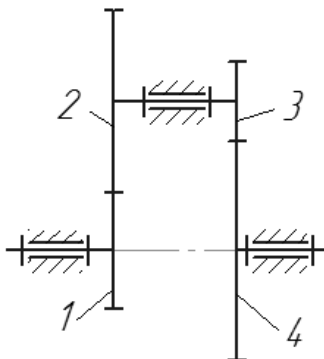
- 1)  $\omega_2$
- 2)  $\epsilon_2$
- 3)  $\omega_3$
- 4)  $\epsilon_3$

45. Дано:  $Z_1 = 15$ ;  $Z_2 = Z_3 = 45$ ;  $Z_4 = 20$ ;  $Z_5 = 80$ . Определите передаточное отношение  $U_{15}$ :



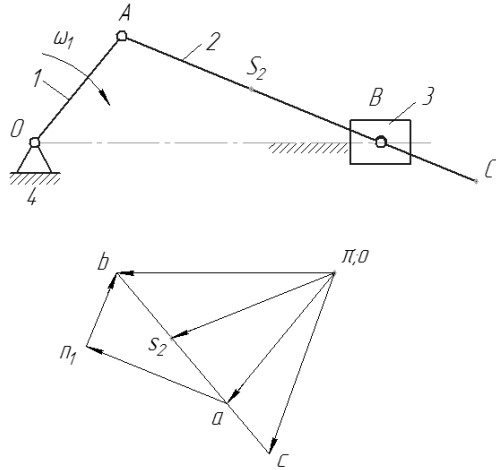
- 1) 10;
- 2) -10;
- 3) 12
- 4) -12

46. Дано:  $Z_1 = 20$ ;  $Z_2 = 40$ ;  $Z_3 = 10$ ;  $Z_4 = 50$ . Найти  $U_{14}$ :



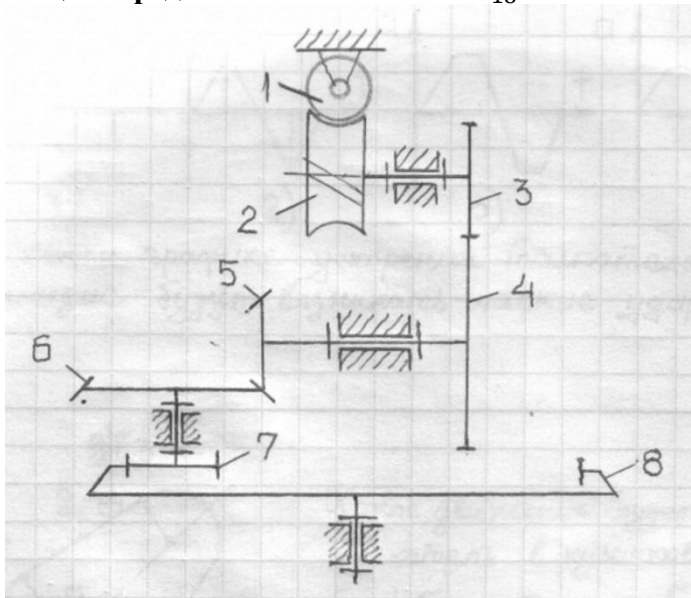
- 1) 7;
- 2) -7;
- 3) 10
- 4) -10

47. Ускорение какой точки найдено неправильно:



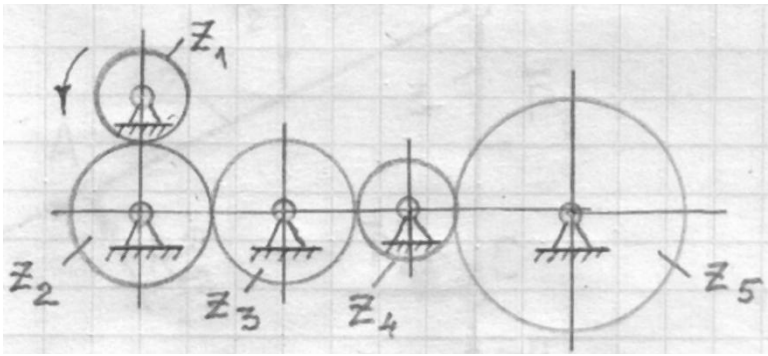
- 1) точки S;
- 2) точки C;
- 3) точки A;
- 4) точки b.

48. Дано:  $Z_1 = 4$ ;  $Z_2 = 40$ ;  $Z_3 = 20$ ;  $Z_4 = 40$ ;  $Z_5 = 18$ ;  $Z_6 = 36$ ;  $Z_7 = 25$ ;  $Z_8 = 100$ . Найти общее передаточное отношение  $U_{18}$ :



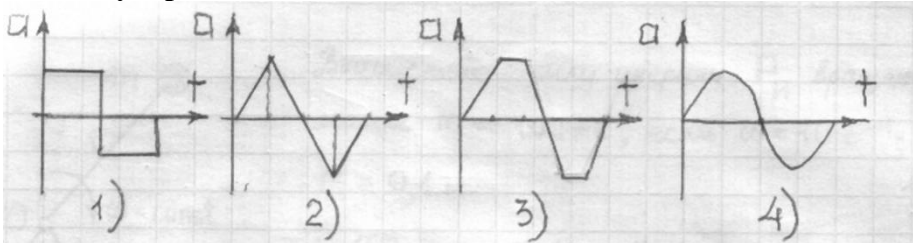
- 1) 140;
- 2) 40;
- 3) 160;
- 4) 18.

49. Укажите правильное выражение для определения передаточного отношения  $U_{15}$ :



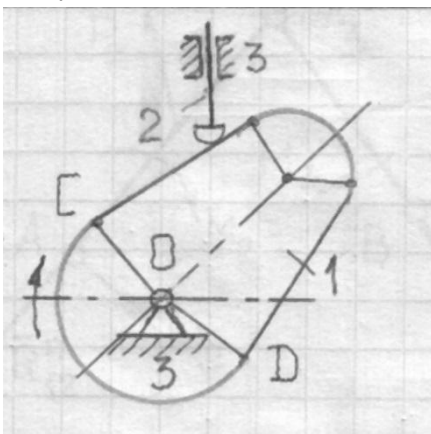
- 1)  $-\frac{z_5}{z_1}$ ;
- 2)  $-\frac{z_4}{z_1}$ ;
- 3)  $-\frac{z_2}{z_1}$ ;
- 4)  $\frac{z_5}{z_1}$ .

50. При каком графике ускорения толкателя кулачкового механизма будут возникать мягкие удары:



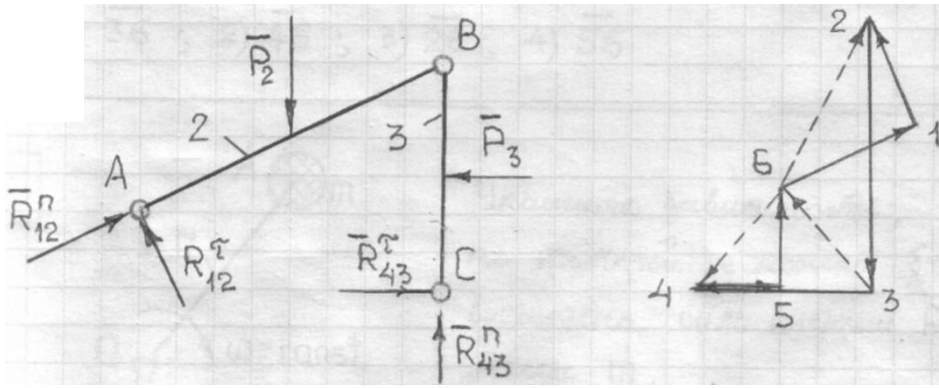
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4

51. Какое движение будет иметь толкатель в кулачковом механизме в особых точках C и D?



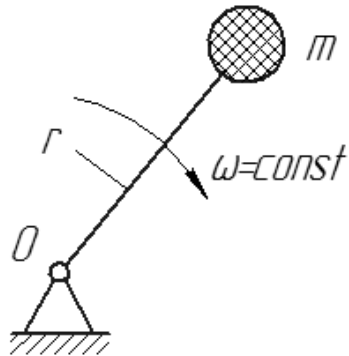
- 1) с жестким ударом;
- 2) с мягким ударом;
- 3) плавное.

52. Какими цифрами обозначена на плане сил внутренняя для структурной группы реакция  $\bar{R}_{32}$  шарнира B:



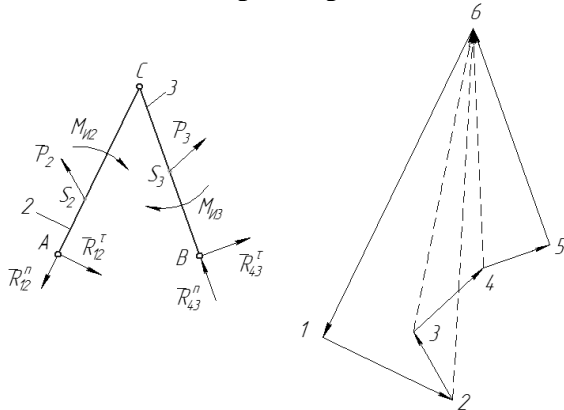
- 1)  $\overline{62}$ ;
- 2)  $\overline{36}$ ;
- 3)  $\overline{64}$ .

53. Вычислите силу инерции  $\bar{P}_и$  вращающейся массы  $m = 100$  кг, если  $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$ ;  $r = 0,1$  м:



- 1) 100Н;
- 2) 1000Н;
- 3) 500Н.

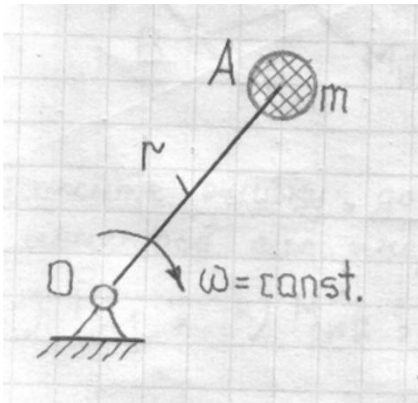
54. Какой вектор изображает на плане сил реакцию  $\bar{R}_{43}$ :



- 1)  $\overline{36}$ ;
- 2)  $\overline{46}$ ;
- 3)  $\overline{26}$ ;
- 4)  $\overline{56}$ .

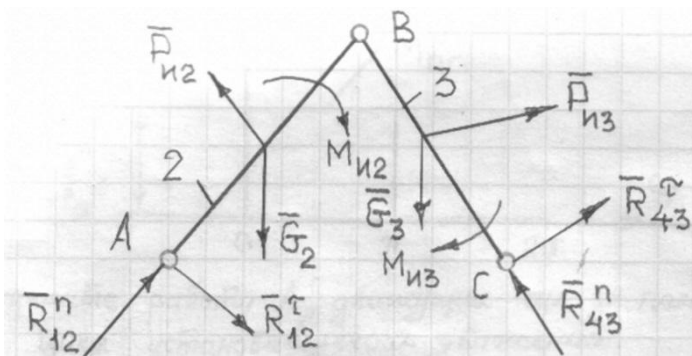


55. Укажите зависимость, по которой не может быть вычислена сила инерции  $\bar{P}_и$  массы  $m$ :



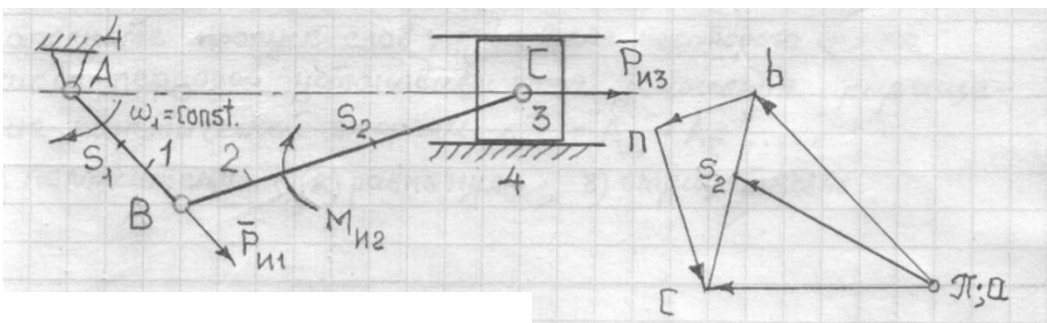
- 1)  $m\omega^2 \cdot r$ ;
- 2)  $m \cdot \frac{v_A^2}{r}$ ;
- 3)  $m \cdot r$ .

56. По какому уравнению определяют тангенциальную составляющую  $\bar{R}_{12}^τ$ :



- 1)  $\bar{R}_{12}^n + \bar{R}_{12}^τ + \bar{G}_2 + \bar{P}_{и2} + \bar{P}_{и3} + \bar{G}_3 + \bar{R}_{43}^τ + \bar{R}_{43}^n = 0$ ;
- 2)  $R_{12}^τ \cdot h_{12}^τ + G_2 \cdot h_2 - P_{и2} \cdot h_{и2} - M_{и2} = 0$ ;
- 3)  $R_{43}^τ \cdot h_{43}^τ + P_{и3} \cdot h_{и3} - G_3 \cdot h_3 - M_{и3} = 0$
- 4)  $\bar{R}_{43} + \bar{P}_{и3} + \bar{G}_3 + \bar{R}_{23} = 0$ .

57. Укажите ошибку, допущенную при определении сил и моментов сил инерции звеньев:

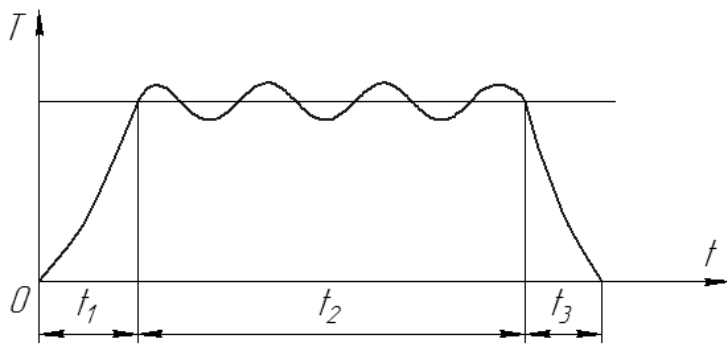


- 1)  $\bar{P}_{и1}$ ;
- 2)  $M_{и2}$ ;
- 3)  $P_{и2}$ ;
- 4)  $\bar{P}_{и3}$ .

58. Чем определяется порядок структурной группы Ассура:

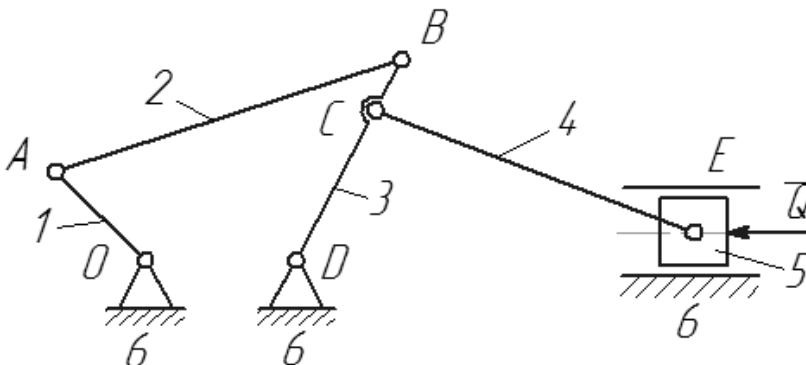
- 1) числом звеньев механизма;
- 2) числом кинематических пар, которыми они присоединяются к исходному механизму;
- 3) числом поводков;
- 4) числом кинематических пар наиболее сложного контура.

59. Заполните пропуск слов: «За время некоторого целого числа периодов установившегося движения приращение кинематической энергии  $\Delta T = A_D - A_C$ ...»:



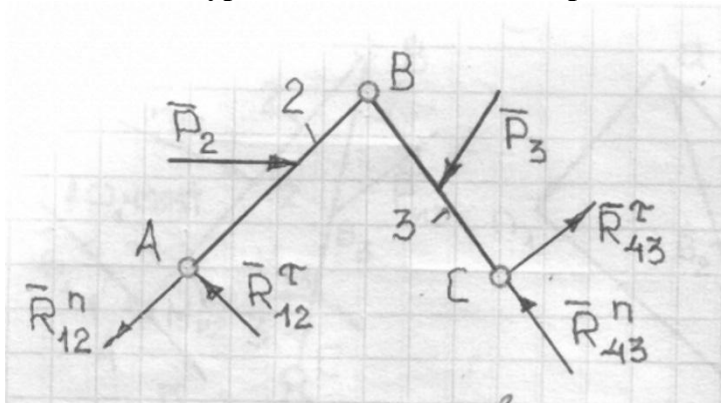
- 1) положительно;
- 2) равно нулю;
- 3) отрицательно.

60. С какой группы звеньев начинается силовой расчёт механизма:



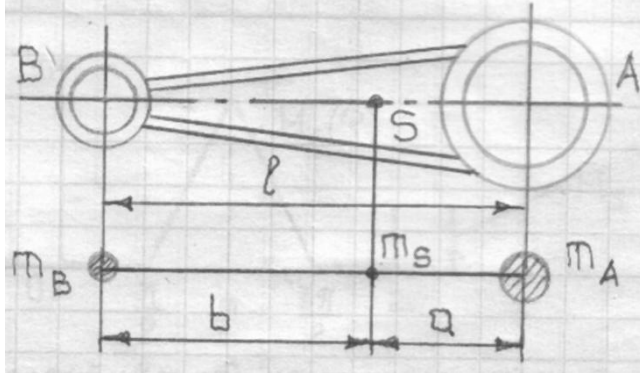
- 1) 2-3;
- 2) 6-1;
- 3) 4-5;
- 4) 6-5.

61. Из какого уравнения можно найти реакцию  $\bar{R}_{32}$ :



- 1)  $\sum M_B(\bar{F}_k) = 0$  для звена 2;
- 2)  $\sum m_B(\bar{F}_k) = 0$  для звена 3;
- 3)  $\sum \bar{F}_k = 0$  для звена 2 и 3;
- 4)  $\sum \bar{F}_k = 0$  для звена 2.

62. Укажите выражение момента инерции шатуна относительно оси, проходящей через центр тяжести S:

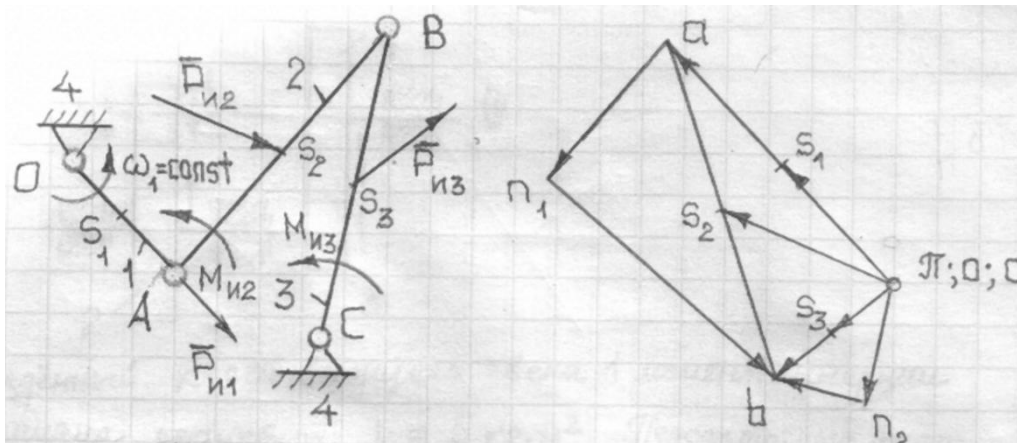


- 1)  $m_B + m_S + m_A = X_1$ ;
- 2)  $m_B \cdot b^2 + m_A \cdot a^2 = X_2$ ;
- 3)  $m_B \cdot b - m_A \cdot a = X_3$ ;
- 4)  $m_B \cdot b + m_A \cdot a = X_4$ .

63. Сколько уравновешивающих сил или пар сил необходимо определить, если механизм имеет две степени свободы:

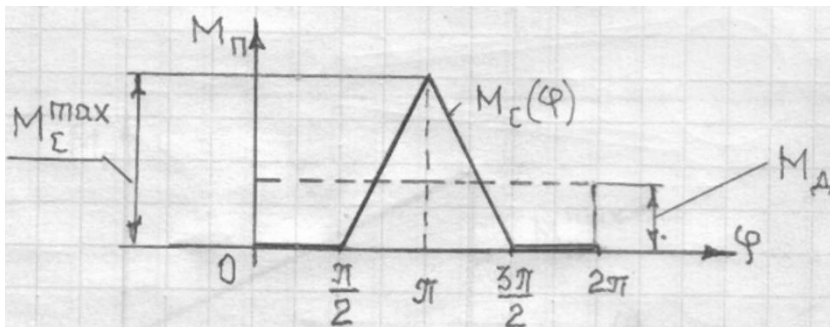
- 1) одну;
- 2) две;
- 3) четыре.

64. Укажите ошибку, допущенную при определении сил и моментов сил инерции звеньев:



- 1)  $\bar{P}_{и2}$ ;
- 2)  $M_{и2}$ ;
- 3)  $\bar{P}_{и3}$ ;
- 4)  $M_{и3}$ .

65. Момент сил сопротивлений машинного агрегата задан графиком  $M_C(\varphi)$ . Момент движущих сил  $M_D = const$ . Найти  $M_D$ , если  $M_C^{max} = 160$  Н·м, а движение агрегата установилось:

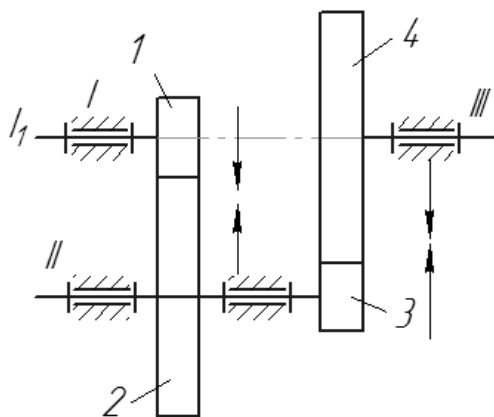


- 1) 80 Н·м;
- 2) 40 Н·м;
- 3) 20 Н·м;
- 4) 40л Н·м.

66. укажите минимум противовесов, которыми можно уравновесить любое число масс, вращающихся в одной плоскости:

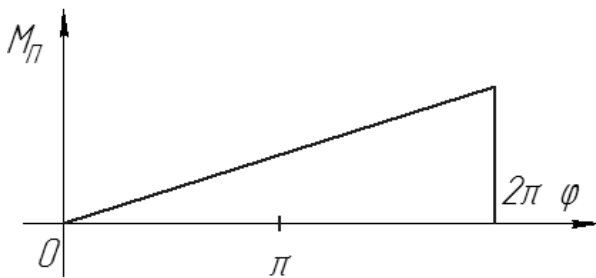
- 1) один;
- 2) два;
- 3) три;
- 4) n.

67. Приведённый к оси ведущего звена 1 момент инерции механизма редуктора  $I_1 = 5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . Передаточные числа  $U_{12} = 2,5$ ;  $U_{34} = 4$ . Найдите приведённый к валу III момент инерции  $I_{III}$ :



- 1)  $100 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;
- 2)  $400 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;
- 3)  $500 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;
- 4)  $250 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

68. Определите работу  $A$  приведённого момента за один оборот звена приведения, если  $M_{II}^{max} = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$ :

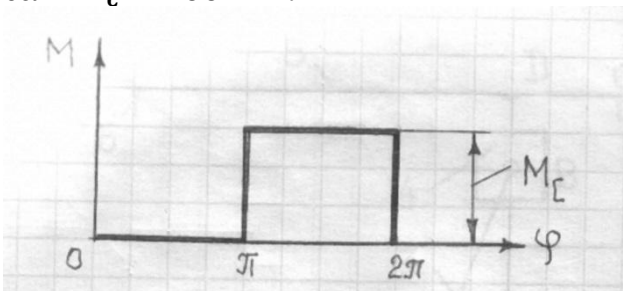


- 1)  $50\pi$  Дж;
- 2)  $100\pi$  Дж;
- 3)  $200\pi$  Дж;
- 4)  $150\pi$  Дж.

69. Что означает  $X$  в выражении  $X = 1,25m$ ? ( $m$  - модуль зубчатого колеса)?

- 1) толщину зуба;
- 2) высоту головки зуба;
- 3) шаг зубчатого колеса;
- 4) высоту ножки зуба.

70. Вычислите работу сил сопротивлений  $A_c$  в Дж за один оборот кривошипа ( $\varphi = 2\pi$ ), если  $M_c = 100\text{ Н} \cdot \text{м}$ .

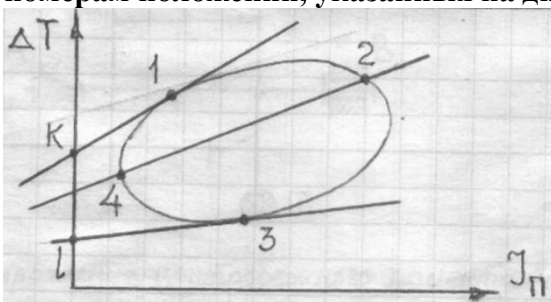


- 1)  $200\pi$ ;
- 2)  $100\pi$ ;
- 3)  $150\pi$ ;
- 4)  $50\pi$ .

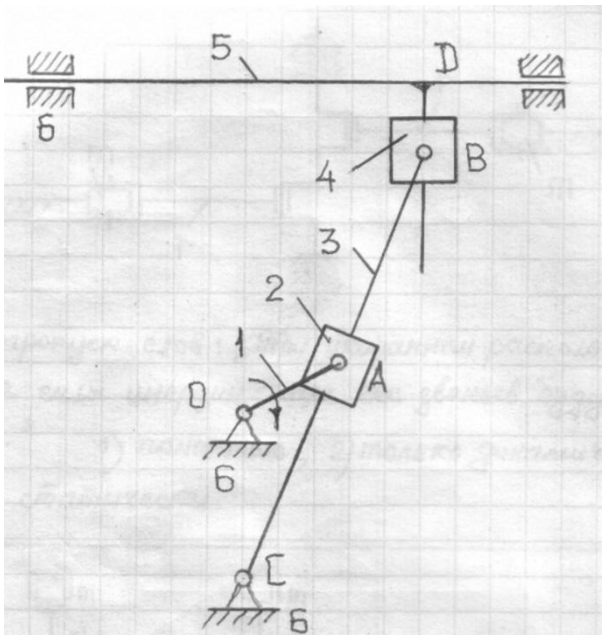
71. Общий КПД многоступенчатого привода равен:

- 1) сумме КПД всех ступеней;
- 2) произведению КПД всех ступеней;
- 3) КПД одной из ступеней;
- 4) среднему значению КПД всех ступеней.

72. Укажите положения, в которых скорости звена привода равны. Ответ дайте по номерам положений, указанных на диаграмме Виттенбауэра:

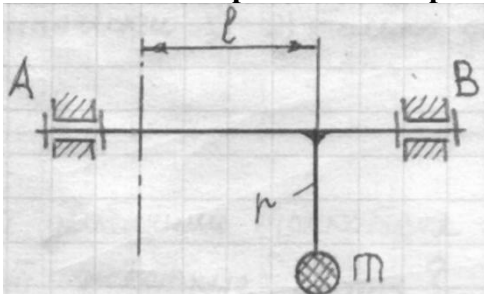


73. Укажите точное выражение приведённого к валу 0 момента инерции механизма строгального станка.



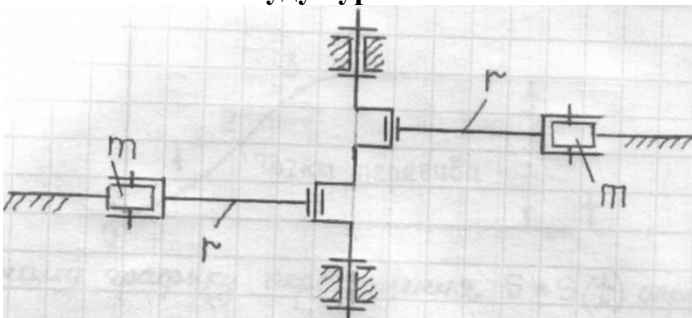
- 1)  $I_{\Pi} = I_0 + m_2 \cdot \left(\frac{v_A}{\omega_1}\right)^2 + I_{2A} \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + I_C \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + m_4 \cdot \left(\frac{v_B}{\omega_1}\right)^2 + m_5 \cdot \left(\frac{v_D}{\omega_1}\right)^2$ ;
- 2)  $I_{\Pi} = I_C \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + m_5 \cdot \left(\frac{v_D}{\omega_1}\right)^2$ ;
- 3)  $I_{\Pi} = I_0 + I_C \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + m_5 \cdot \left(\frac{v_D}{\omega_1}\right)^2$ .

74. Укажите выражение центробежного момента инерции массы  $m$ :



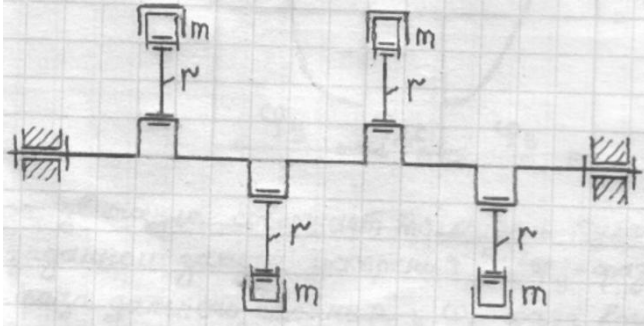
- 1)  $x_1 = m \cdot r$ ;
- 2)  $x_2 = m \cdot r \cdot \dot{\cdot}$ ;
- 3)  $x_3 = mr\omega^2 \cdot \dot{\cdot}$ ;
- 4)  $x_4 = I_r \cdot \omega^2$ .

75. Заполните пропуск слов: «При указанном расположении механизма силы инерции масс его звеньев будут уравновешены...»:



- 1) полностью;
- 2) только динамически;
- 3) только статически.

**76. Заполните пропуск слов: «При указанном положении рядного двигателя силы инерции звеньев уравновешены...»:**

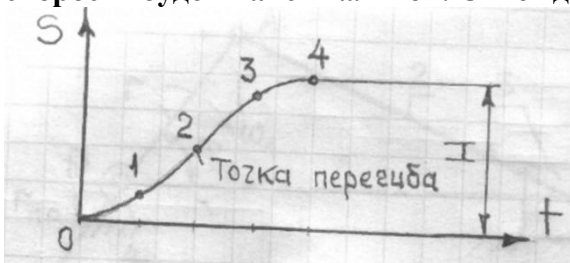


- 1) только статически;
- 2) только динамически;
- 3) полностью.

**77. При каком движении толкателя кулачкового механизма возникают жёсткие удары:**

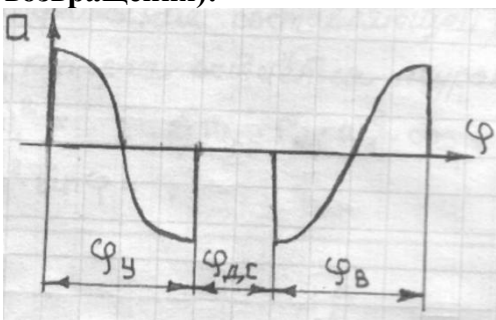
- 1) с постоянной скоростью;
- 2) с синусовым ускорением;
- 3) с косинусоидальным ускорением;
- 4) с постоянным ускорением.

**78. По заданному графику перемещения  $S = S(t)$  определите положение, при котором скорость будет максимальной. Ответ дайте по его номеру на графике.**



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

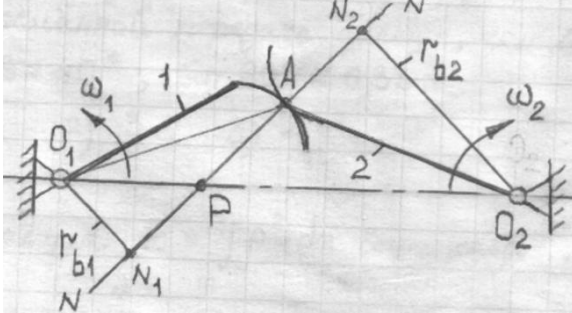
**79. Какое движение совершает толкатель кулачкового механизма при заданном законе ускорения? ( $\varphi_y$  – фаза возвращения;  $\varphi_{дс}$  – фаза данного стояния;  $\varphi_в$  – фаза возвращения):**



- 1) плавное;

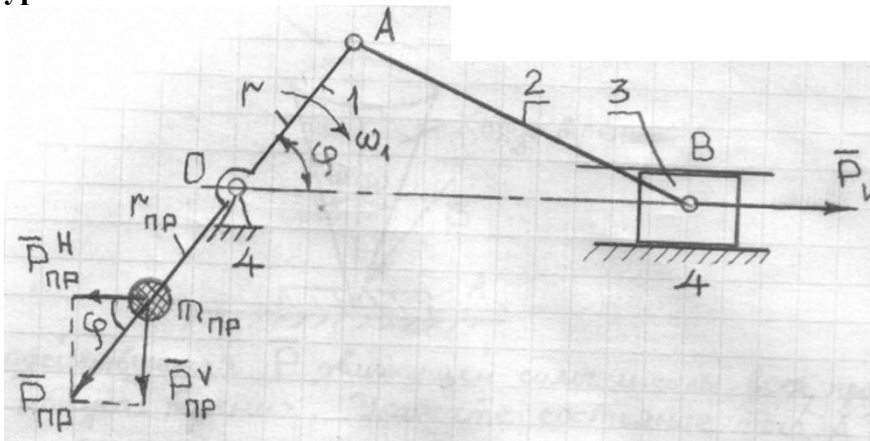
- 2) с мягкими ударами;
- 3) с жёсткими ударами.

80. Укажите условие безударной работы профилей 1 и 2:



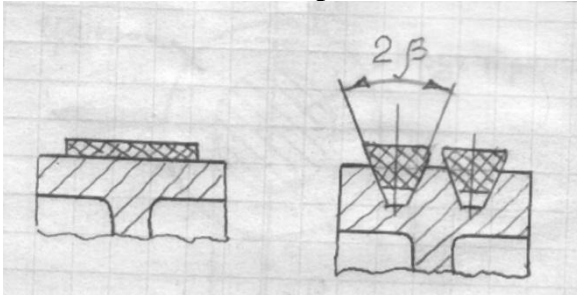
- 1)  $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$ ;
- 2)  $\vec{V}_{A_1}^n = \vec{V}_{A_2}^n$ ;
- 3)  $r_{b1} \cdot \omega_1 = r_{b2} \cdot \omega_2$ ;
- 4)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{O_2P}{O_1P}$ .

81. Укажите выражение составляющей силы инерции противовеса, которая остаётся не уравновешенной:



- 1)  $m_{пр} \cdot r_{пр} \cdot \omega_1^2 =$ ;
- 2)  $m_{пр} \cdot r_{пр} \cdot \omega_1^2 \cdot \cos \varphi =$ ;
- 3)  $m_{пр} \cdot r_{пр} \cdot \omega_2 \cdot \sin \varphi =$ .

82. Во сколько раз приведённый коэффициент трения в клиномерённой передаче больше, чем в плоскоремённой, если  $2\beta = 40^\circ$ ;  $\sin 20^\circ \approx 0,33$ :



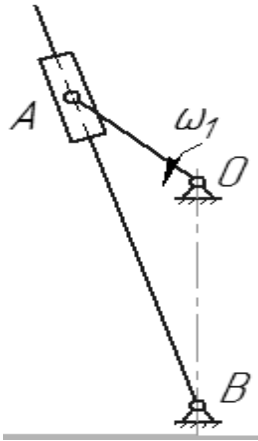
- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4.



**83. Система звеньев, связанных кинематическими парами, называется:**

- 1) механизмом;
- 2) кинематической цепью;
- 3) группой Ассура;
- 4) кинематической парой.

**84. Определите число низших кинематических пар механизма:**



- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4;
- 5) 5.

**85. Вращающий момент при помощи редуктора:**

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) не изменяется.

**86. Укажите минимальный угол передачи движения, допускаемый для кулачковых механизмов с коромысловым толкателем:**

- 1)  $\gamma = 30^\circ$ ;
- 2)  $\gamma = 60^\circ$ ;
- 3)  $\gamma = 90^\circ$ ;
- 4)  $\gamma = 0^\circ$ .

**87. Что является задачей анализа кулачкового механизма:**

- 1) построение профиля кулачка по заданному закону движения толкателя;
- 2) воспроизведение заданного закона движения ведомого звена;
- 3) определение закона движения толкателя по заданным размерам кулачкового механизма и закону движения кулачка.

**88. Заполните пропуск слов: «Чтобы получить движение механизма с заданной степенью неравномерности, маховик может быть установлен на тихоходном или быстроходном валу привода. При постановке маховика на тихоходном валу его момент инерции...»:**

- 1) должен быть больше;
- 2) должен быть меньше;
- 3) не зависит от места установки.

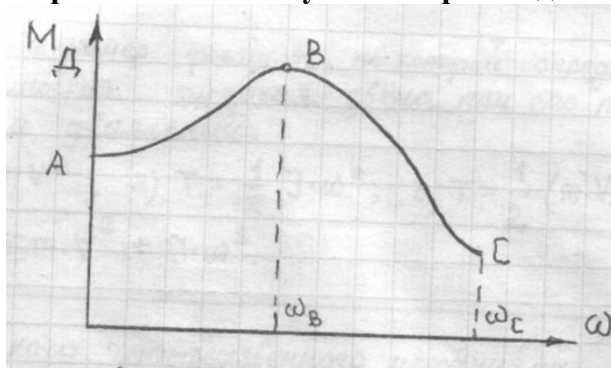
89. Какие участки сопряжённых профилей зубьев больше подвержены износу:

- 1) эвольвентные участки головок;
- 2) эвольвентные участки ножек;
- 3) прилежащие к полюсу зацепления участки профилей;
- 4) неэвольвентные участки профилей зубьев.

90. Укажите силы, работа которых может быть только отрицательной:

- 1) силы инерции поршня;
- 2) сила тяжести шатуна;
- 3) силы упругости пружин клапанов;
- 4) сила давления воды на поршень насоса.

91. На рисунке приведена механическая характеристика двигателя внутреннего сгорания. На каком участке кривой двигатель работает устойчиво:



- 1) АВ
- 2) ВС
- 3) АВС

92. Где приложена результирующая сила инерции звена, совершающего равномерное вращательное движение вокруг оси, не проходящей через центр тяжести:

- 1) в центре тяжести;
- 2) в центре качания звена;
- 3) на оси вращения.

93. Определите вес обода маховика в ньютонах по данным:  $I_{\text{обода}} \approx I_{\text{max}} = 50 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  $D_{\text{обода}} = 1 \text{ м}$ ;  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ . Какой ответ верный:

- 1) 2000Н;
- 2) 20000Н;
- 3) 2200Н;
- 4) 200Н.

94. Для какого четырёхзвенного механизма может быть записано следующее значение кинематической энергии?  $E = I_{O_1} \cdot \frac{\omega_1^2}{2} + I_{S_2} \cdot \frac{\omega_2^2}{2} + m_2 \cdot \frac{V_{S_2}^2}{2} + m_3 \cdot \frac{V_3^2}{2}$ :

- 1) кулисного;
- 2) зубчатого;
- 3) кривошипно-ползунного;
- 4) кривошипно-коромыслового.

**95. Укажите номер формулы, по которой определяется кинематическая энергия звена при его плоскопараллельном движении:**

- 1)  $T = \frac{1}{2} \cdot mv^2$ ;
- 2)  $T = \frac{1}{2} \cdot I\omega^2$ ;
- 3)  $T = \frac{1}{2} \cdot (mV_S^2 + I\omega^2)$ ;
- 4)  $E = 0,5 \sum m \cdot V^2 + I \cdot \omega^2$

**96. Для какого четырёхвенного механизма может быть записано следующее уравнение кинематической энергии?  $T = I_{O_1} \cdot \frac{\omega_1^2}{2} + I_{O_2} \cdot \frac{\omega_2^2}{2} + I_{O_3} \cdot \frac{\omega_3^2}{2}$ :**

- 1) кривошипно-ползунного;
- 2) кулисного;
- 3) шарнирного четырёхвенника;
- 4) зубчатого.

**97. Укажите допустимые пределы изменения коэффициента неравномерности движения для сельскохозяйственных машин:**

- 1)  $\delta = \frac{1}{5} \dots \frac{1}{30}$ ;
- 2)  $\delta = \frac{1}{50} \dots \frac{1}{100}$ ;
- 3)  $\delta = \frac{1}{20} \dots \frac{1}{50}$ ;
- 4)  $\delta = \frac{1}{200}$  и менее.

**98. Укажите условия динамического уравновешивания вращающихся масс:**

- 1)  $m_i \cdot \vec{r}_i = 0, \vec{r}_s = 0$ ;
- 2)  $\sum m_i \cdot \vec{r}_i = 0; \sum m_i \cdot \vec{r}_i \cdot i = 0$ ;
- 3)  $m_1 \cdot \vec{r}_1 \cdot \omega^2 + m_2 \cdot \vec{r}_2 \cdot \omega^2 + \dots m_i \cdot \vec{r}_i \cdot \omega^2 = 0; \vec{r}_s = 0$ ;
- 4)  $m_1 \cdot \vec{r}_1 + m_2 \cdot \vec{r}_2 + \dots m_i \cdot \vec{r}_i = 0; \vec{r}_s = 0$ .

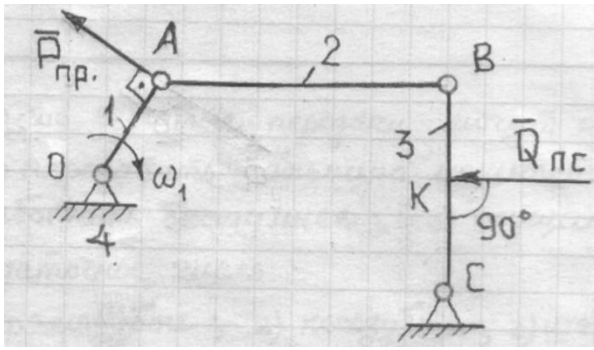
**99. Укажите минимум противовесов, которыми можно уравновесить любое количество масс, расположенных в параллельных плоскостях:**

- 1) один;
- 2) два;
- 3) четыре;
- 4) n.

**100. От чего не зависит соотношение между натяжениями гибкой ленты (ремня) в формуле Эйлера:**

- 1) от угла обхвата;
- 2) от материалов шкива и ремня;
- 3) от радиуса шкива.

**101. Укажите формулу мощности приведённого момента:**



- 1)  $P_{\text{пр}} \cdot ds_A = Q_{\text{пс}} \cdot ds_K$ ;
- 2)  $P_{\text{пр}} \cdot V_A = Q_{\text{пс}} \cdot V_K$ ;
- 3)  $P_{\text{пр}} \cdot OA = N$ ;
- 4)  $P_{\text{пр}} \cdot OA \cdot \omega_1 = N$ .

**102. Как изменяются радиусы начальных окружностей зубчатых колёс при равносмещённом зацеплении:**

- 1) увеличиваются;
- 2) уменьшаются;
- 3) остаются без изменения.

**103. По какой окружности нормального зубчатого колеса ширина впадины и толщина зуба равны между собой:**

- 1) по основной;
- 2) по делительной;
- 3) по окружности впадин;
- 4) по окружности вершин.

**104. заполните пропуск слов: «Геометрическое место точек зацепления сопряжённых профилей зубьев называют...»:**

- 1) дугой зацепления;
- 2) активным участком линии зацепления;
- 3) теоретической линией зацепления.

**105. Какие зубчатые передачи передавать большую мощность, работать бесшумнее и осуществлять большее передаточное число:**

- 1) прямозубые;
- 2) косозубые;
- 3) шевронные;
- 4) винтовые.

**106. Вычислите диаметр  $d_a$  окружности вершин нормального прямоугольного зубчатого колеса, имеющего число зубьев  $Z = 17$ , если диаметр делительной окружности  $d = 51$ мм:**

- 1) 45мм;
- 2) 54мм;
- 3) 57мм;
- 4) 54,7мм.

**107. Для какого зубчатого колеса формула  $S = 0,5p_t + 2x \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha$  соответствует толщине зуба по делительной окружности:**

- 1) нулевого;
- 2) отрицательного;
- 3) положительного.

**108. как изменяется коэффициент перекрытия зубчатой передачи с увеличением угла зацепления  $\alpha_w$ :**

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) остаётся без изменения.

**109. Укажите величину стандартного коэффициента радиального зазора для нормальной зубчатой передачи ( $m$  – модуль зубчатой передачи):**

- 1)  $C^* = 0,2m$ ;
- 2)  $C^* = 0,25m$ ;
- 3)  $C^* = 0,3m$ ;
- 4)  $C^* = 0,35m$ .

**110. Укажите формулу для определения толщины зуба по делительной окружности положительного зубчатого колеса:**

- 1)  $x = \pi \cdot m$ ;
- 2)  $x = \frac{\pi \cdot m}{2}$ ;
- 3)  $x = \frac{\pi \cdot z}{2}$ ;
- 4)  $x = \frac{\pi \cdot m}{2} + 2x \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha_w$ .

**111. Выберите формулу для определения диаметра окружности впадин нормального зубчатого колеса:**

- 1)  $x = m \cdot (z + 2)$ ;
- 2)  $x = m \cdot z$ ;
- 3)  $x = m \cdot (z - 2,5)$ ;
- 4)  $x = v \cdot \cos \alpha_w$ .

**112. К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего равномерное вращательное движение вокруг оси, не проходящей через центр тяжести звена:**

- 1) к главному вектору;
- 2) к главному моменту;
- 3) к главному вектору и главному моменту.

**113. Укажите уравнение движения машины при вращательном движении звеньев механизма:**

- 1)  $\sum \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) = \sum A_K$ ;
- 2)  $\frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) = 0$ ;
- 3)  $\frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) = A_d - A_{\text{пс}} - A_{\text{вс}}$ ;
- 4)  $\sum \frac{I}{2} (\omega_2^2 - \omega_1^2) = A_d - A_{\text{пс}} - A_{\text{вс}} \pm A_G \pm A_\delta$ .

( $A_{\text{пс}}$  и  $A_{\text{вс}}$  – работа сил полезных и вредных сопротивлений;  $A_G$  и  $A_\delta$  – работа сил тяжести звеньев и сил упругости пружин соответственно).

**114. Укажите силу (или момент), который не определяется с помощью рычага Жуковского:**

- 1) уравновешивающая сила;

- 2) уравнивающий момент;
- 3) усилие в какой-либо кинематической паре;
- 4) приведённая сила.

**115. Укажите максимальный допустимый угол давления для кулачковых механизмов с поступательно движущимся роликовым толкателем:**

- 1)  $\delta = 60^{\circ}$ ;
- 2)  $\delta = 30^{\circ}$ ;
- 3)  $\delta = 0^{\circ}$ ;
- 4)  $\delta = 90^{\circ}$ .

**116. В какой последовательности определяют усилия в кинематических парах механизма:**

- 1) в порядке присоединения групп Ассур к начальному (исходному) механизму;
- 2) начиная с группы, наиболее удалённой от ведущего звена;
- 3) с ведущего звена;
- 4) начиная со структурной группы, звенья (звено) которой нагружены силой полезного сопротивления.

**117. Какие из указанных сил, действующих на механизм, являются внутренними:**

- 1) силы полезных сопротивлений;
- 2) силы тяжести звеньев;
- 3) усилия в кинематических парах;
- 4) движущие силы.

**118. Выберите формулу для определения коэффициента смещения, исходя из условия устранения подреза зубьев:**

- 1)  $x = \frac{P_t}{\pi}$ ;
- 2)  $x = \frac{z_{зац}}{P_t}$ ;
- 3)  $x = \frac{z_{практ}}{P_t \cdot \cos \alpha_w}$ ;
- 4)  $x \geq \frac{17-z}{17}$ .

**119. Что является задачей синтеза кулачкового механизма:**

- 1) построение профиля кулачка по заданному закону движения толкателя;
- 2) воспроизведение заданного закона движения ведомого звена;
- 3) определение закона движения толкателя по заданным размерам кулачкового механизма и закону движения кулачка.

**120. К чему приводятся элементарные силы инерции материальных точек звена, совершающего неравномерное вращение, при совпадении центра тяжести звена с центром вращения:**

- 1) к главному вектору;
- 2) к главному моменту;
- 3) к главному вектору и главному моменту.

### 3.1.2. Методические материалы

Тест включает в себя десять вопросов, из числа вопросов, представленных выше. На ответы тестовых вопросов обучающемуся отводится до 10 минут (по одной минуте для ответа на один вопрос теста). За каждый правильный ответ тестового вопроса, обучающийся

получает 0,5 балла. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать при тестировании – 5 баллов.

## **3.2. Комплект тем для выполнения лабораторных работ**

### **3.2.1. Темы лабораторных работ**

- Лабораторная работа №1 «Построение эвольвентных профилей зубьев методом обката»

### **3.2.2. Методические материалы**

Для выполнения лабораторных работ обучающиеся делятся на группы по 3...4 человека. Выполнение лабораторной работы занимает до 2-х академических часов. По результатам выполнения работ, обучающиеся оформляют отчет по установленной форме. Отчет по лабораторным работам содержат следующие обязательные для выполнения пункты:

1. Цель работы;
2. Порядок выполнения (здесь дается описание проводимых опытов, исследований)
3. Описание полученных результатов (оформление таблиц, графиков с характеристикой полученных результатов)
4. Вывод о проделанной работе.

## **3.3. Вопросы к защите лабораторных работ**

### **3.3.1. Вопросы**

*Вопросы для защиты лабораторной работы*

1. Что называется эвольвентой и каковы ее основные свойства?
2. Охарактеризуйте принципиальные методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Что такое модульная и делительная прямые рейки?
3. В чем заключается явление подрезания зубьев и при какой условии оно возникает? Какие условия необходимо ввести при нарезании колеса, чтобы не наблюдалось подрезание зуба?
4. Что называется коэффициентом, коррекции? Назовите виды коррекции и укажите условия применимости их.
5. При каком виде коррекции производится обратный сдвиг рейки? Чему равен коэффициент обратного сдвига?
6. Как определить коэффициент наименьшей коррекции из условия отсутствия подрезания зубьев?
7. Объясните смысл основных характеристик эвольвентного зацепления: делительных основных окружностей полюса, линии, угла, дуги и шага зацепления практического профиля зуба и коэффициента перекрытия?
8. По каким формулам определяются основные размеры цилиндрических эвольвентных колес: толщина зуба и хордальная толщина по делительной окружности, диаметры основной, делительной, окружностей вершин и впадин зубьев, шаг зацепления?

### **3.3.2. Методические материалы**

Вопросы при защите лабораторных работ задаются в рамках собеседования, для того, чтобы выяснить уровень владения теоретическим материалом, необходимым для выполнения лабораторных работ, и для закрепления практических навыков, полученных в ходе выполнения работ.

Лабораторные работы считаются защищенными при условии выполненного обучающимся отчета и при ответе на поставленные вопросы преподавателем. Защищенная работа оценивается максимум в 7 баллов.

### **3.4. Комплект тем для курсовых проектов**

#### **3.4.1. Темы курсовых проектов**

- Тема №1 Механизмы сеного прессы
- Тема №2 Механизмы долбежного станка
- Тема №3 Механизмы поперечно-строгального станка
- Тема №4 Механизмы качающегося конвейера
- Тема №5 Механизмы прошивного прессы
- Тема №6 Механизмы плунжерного насоса
- Тема №7 Кулисный механизм грохота
- Тема №8 Механизмы вытяжного прессы
- Тема №9 Механизмы поршневого насоса
- Тема №10 Механизмы поперечно-строгального станка
- Тема №11 Механизмы колесного трактора
- Тема №12 Механизмы дизель-воздуходувной установки
- Тема №13 Механизмы гусеничного трактора
- Тема №14 Механизмы автомобиля-вездехода

#### **3.4.2. Методические материалы**

##### **3.4.2.1. Цели курсового проектирования**

Курсовое проектирование по теории механизмов и машин имеет следующие цели:

- 1) Ознакомить обучающихся с основными методами анализа и синтеза шарнирно-рычажных, кулачковых и зубчатых механизмов, имеющих широкое распространение в сельскохозяйственной технике.
- 2) Научить обучающихся самостоятельной работе при решении практических инженерных задач путем систематической, углублённой проработки основных разделов теоретического курса ТММ.
- 3) Выработать у обучающихся необходимые расчетные и графические навыки в проектировании механизмов и машин.

При решении задач, предусмотренных проектным заданием, могут быть использованы аналитические, численные и графические методы.

##### **3.4.2.2. Содержание курсового проекта**

Курсовой проект состоит из расчётно-пояснительной записки и графической части, которая включает два листа формата А1 (594x841).

Графическая часть проекта выполняется в карандаше (в электронном варианте) на ватмане в соответствии с требованиями машиностроительного черчения и с соблюдением всех требований государственных стандартов (размер листа, шрифт, условные обозначения и т.д.). Все графические построения должны иметь поясняющие надписи, на всех планах и диаграммах должны быть указаны масштабы, которые назначают так, чтобы на листе не оставалось неиспользованного места.

Все вспомогательные построения сохраняются. Работы, не отвечающие этим требованиям, возвращаются на доработку. Каждый чертёж должен иметь основную надпись, расположенную в правом нижнем углу формата. Форма, размер и содержание основных надписей определены ГОСТ 2.104-68.

Курсовой проект включает в себя 2 раздела.

- 1) Структурный и кинематический анализ рычажного механизма.
- 2) Силовой (кинетостатический) анализ рычажного механизма.



3.4.2.3. Общие требования к выполнению курсового проекта подробно изложены в литературе 1, 2, перечисленной в пунктах 6.1 и 6.2 настоящей рабочей программы.

### **3.5. Комплект вопросов для защиты курсового проекта**

#### **3.5.1. Вопросы**

*Вопросы к первому разделу «Структурный и кинематический анализ рычажного механизма»*

1. Каково назначение рычажного механизма? Назовите входящие в него звенья, дайте классификацию кинематических пар, определите число степеней свободы механизма?
2. Проведите структурный анализ механизма, запишите формулу строения механизма, определите его класс?
3. Определите последовательность кинематического синтеза механизма. Какие векторные уравнения связи между кинематическими параметрами были использованы?
4. Как определить величины и направления угловых скоростей и угловых ускорений звеньев механизма?
5. Что такое годограф скорости и как его построить?
6. Расскажите об исследовании движения какой-либо точки или звена методом кинематических диаграмм? Как проводится построение кинематических диаграмм?
7. Как определяют масштабные коэффициенты кинематических диаграмм?
8. Какова связь между дифференциальной и интегральной кривыми?

*Вопросы ко второму разделу «Силовой (кинетостатический) анализ рычажного механизма»*

1. В чём состоит задача силового анализа механизма? Как свести задачу динамики к задаче статики?
2. Каким образом определяются главные векторы и главные моменты сил инерции для каждого из звеньев рычажного механизма?
3. Дайте классификацию сил, действующих на звенья механизма. От каких факторов зависят действующие силы?
4. В какой последовательности выполняется силовой расчёт механизма?
5. В какой последовательности определяются реакции в кинематических парах структурных групп?
6. Напишите уравнения, которые использовались при расчёте структурных групп?
7. Объясните методику построения рычага Жуковского и что с помощью его можно определить. Как приводят моменты, действующие на звенья, к рычагу Жуковского?
8. В какой последовательности проводится силовой расчёт с учётом сил трения в кинематических парах? От каких факторов зависят силы трения в кинематических парах?
9. Как определить механический коэффициент полезного действия? Как определить работу сил трения в кинематических парах механизма?

#### **3.5.2. Методические материалы**

##### **3.5.2.1 Защита курсового проекта обучающихся очной формы обучения**

Проведение аттестации по результатам выполнения курсового проекта (текущий контроль) проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

Выполненный и защищенный курсовой проект является допуском к экзамену (промежуточная аттестация). Своевременное и качественное выполнение курсового проекта возможно лишь при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций,

расписание которых согласовывается с обучающимися. Работа обучающихся над курсовым проектом контролируется еженедельно.

Выполнение курсового проекта в семестре (без защиты) оценивается максимально в 60 баллов. Качественное и своевременное выполнение каждого раздела курсового проекта оценивается максимум в 20 баллов. К защите курсового проекта допускаются обучающиеся, набравшие не менее 36 баллов.

Максимальное число баллов, которое обучающийся получает при защите курсового проекта – 40 баллов. При получении обучающимся на защите 24 и более баллов работа считается защищенной. Итоговая балльно-рейтинговая оценка рассчитывается преподавателем путем суммирования баллов, полученных по результатам текущего контроля работы обучающегося над проектом в семестре, и баллов, полученных на защите.

При определении итоговой оценки по результатам выполнения и защиты курсового проекта 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».

### **3.5.2.2 Защита курсового проекта обучающихся заочной формы обучения**

Проведение аттестации по результатам выполнения курсового проекта (текущий контроль) проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

Выполненный и защищенный курсовой проект является допуском к экзамену (промежуточная аттестация). Своевременное и качественное выполнение курсового проекта возможно лишь при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций, расписание которых согласовывается с обучающимися.

Выполнение курсового проекта (без защиты) оценивается максимально в 60 баллов. Качественное и своевременное выполнение каждого раздела курсового проекта оценивается максимум в 30 баллов. К защите курсового проекта допускаются обучающиеся, набравшие не менее 36 баллов.

Максимальное число баллов, которое обучающийся получает при защите курсового проекта – 40 баллов. При получении обучающимся на защите 24 и более баллов работа считается защищенной. Итоговая балльно-рейтинговая оценка рассчитывается преподавателем путем суммирования баллов, полученных по результатам качественно выполненного курсового проекта, и баллов, полученных на защите.

При определении итоговой оценки по результатам выполнения и защиты курсового проекта 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».

### **3.5.2.3 Защита курсового проекта обучающихся очно-заочной формы обучения**

Проведение аттестации по результатам выполнения курсового проекта (текущий контроль) проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

Выполненный и защищенный курсовой проект является допуском к экзамену (промежуточная аттестация). Своевременное и качественное выполнение курсового проекта

возможно лишь при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций, расписание которых согласовывается с обучающимися.

Выполнение курсового проекта (без защиты) оценивается максимально в 60 баллов. Качественное и своевременное выполнение каждого раздела курсового проекта оценивается максимум в 30 баллов. К защите курсового проекта допускаются обучающиеся, набравшие не менее 36 баллов.

Максимальное число баллов, которое обучающийся получает при защите курсового проекта – 40 баллов. При получении обучающимся на защите 24 и более баллов работа считается защищенной. Итоговая балльно-рейтинговая оценка рассчитывается преподавателем путем суммирования баллов, полученных по результатам качественно выполненного курсового проекта, и баллов, полученных на защите.

При определении итоговой оценки по результатам выполнения и защиты курсового проекта 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».

### 3.6. Экзаменационные билеты

#### 3.6.1 Комплект экзаменационных билетов для обучающихся очной формы обучения

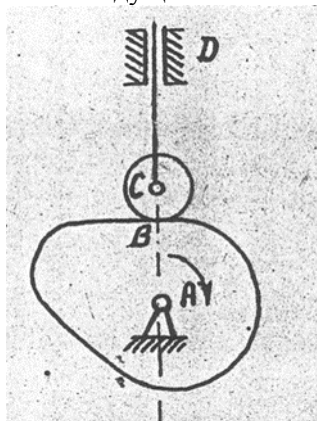
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

#### Экзаменационный билет № 1

- Общие сведения об аналогах скоростей и ускорений точек и звеньев механизмов. Метод векторной алгебры и координатный метод кинематического анализа рычажных механизмов.
- Трение скольжение. Законы трения скольжения. Трение на горизонтальной и наклонной плоскостях. Явление самоторможения. Трение в клинчатом желобе.
- Задача.

Определить степень подвижности механизма и найти его класс. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассур, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

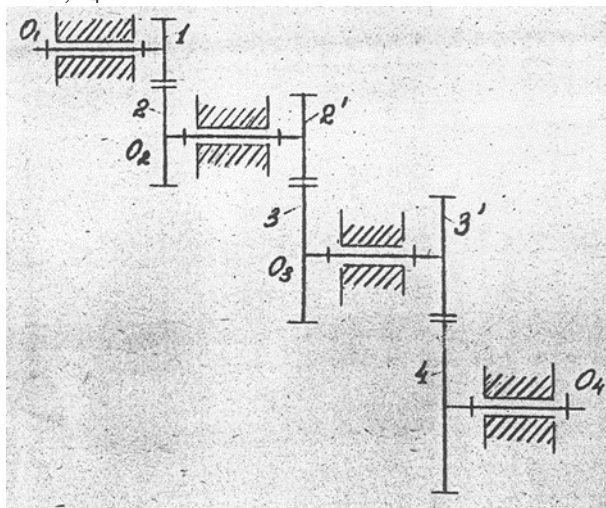
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 2**

1. Построение планов механизмов. Крайние положения рычажных механизмов. Примеры. Построение траекторий движения точек звеньев механизма.
2. Силовой анализ механизма шарнирного четырехзвенника. Пример расчета.
3. Задача.

Определить передаточное отношение  $U_{14}$  зубчатой передачи, если числа зубьев равны  $z_1 = 16$ ,  $z_2 = 48$ ,  $z_2' = 20$ ,  $z_3 = 40$ ,  $z_3' = 13$ ,  $z_4 = 26$



Утверждаю:

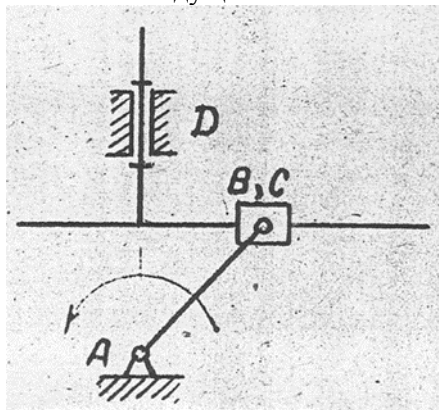
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 3**

1. Способы изготовления зубчатых колес. Корригирование, его назначение и виды. Выбор коэффициентов смещений и их влияние на качественные показатели зубчатого зацепления. Проверка передач на заострение зубьев и заклинивание.
2. Общие сведения об уравнивании плоских механизмов. Частичное уравнивание кривошипно-ползунного механизма.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. при наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

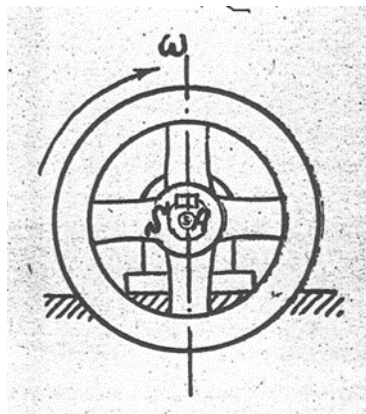
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 4**

1. Дуга зацепления и коэффициент перекрытия зубчатого зацепления. Пути увеличения коэффициента перекрытия. Выбор коэффициентов смещений и их влияние на качественные показатели зубчатого зацепления. Проверка передач на заострение зубьев и заклинивание.
2. Силовой расчет кривошипа. Определение уравновешивающей силы методом планов сил и методом профессора Н.Е. Жуковского. Пример.
3. Задача.

Определить инерционный момент махового колеса при разгоне, если величина угловой

скорости в начале разгона  $\omega_0 = 0$ , а в конце разгона  $\omega = 21$ , промежуток времени разгона  $t = 3$  сек. Угловая скорость во время разгона изменяется по закону прямой линии. Момент инерции махового колеса относительно его оси вращения равен . Центр масс колеса лежит на его оси вращения.



Утверждаю:

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

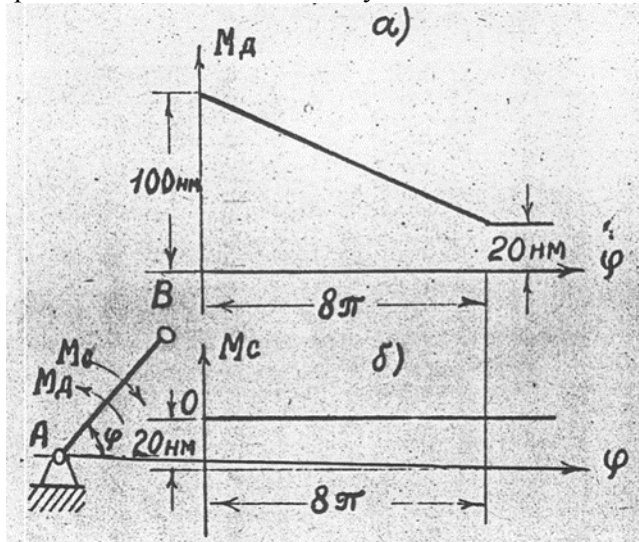
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 5**

1. Кинематический анализ механизмов методом кинематических диаграмм. Связь между дифференциальными и интегральными кривыми. Определение масштабных коэффициентов диаграмм.
2. Трение скольжения в цапфах. Круг трения. Трение в пяте.
3. Задача.

Силы и массы машины приведены к звену  $AB$ . Момент движущих сил изменяется согласно графику а), момент сил сопротивления – согласно графику б), приведенный момент инерции постоянен и равен  $I_{\Pi} = 0,314 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . При  $\varphi=0$  угловая скорость звена приведения  $\omega_0 = 0$ . Определить угловую скорость  $\omega_{\psi}$  этого звена в его установившемся движении.



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

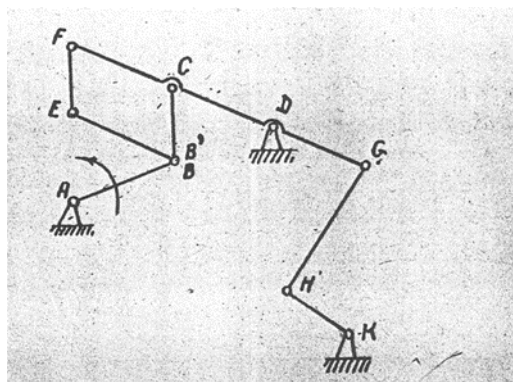
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 6**

1. Кинематический анализ рычажных механизмов методом планов скоростей и планов ускорений. Теорема подобия. Определение скоростей и ускорений звеньев. Пример.
2. Трение качения, его природа и законы. Перекатывание грузов на катках, колесах. Коэффициент тяги.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленить механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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



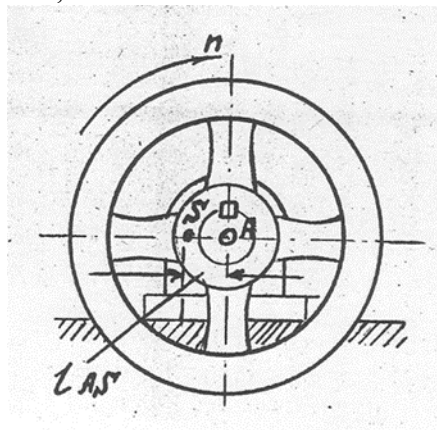
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 7**

1. Эвольвента окружности и ее построение. Основные свойства эвольвенты. Эвольвентное зацепление и его характеристика. Доказательство соответствия эвольвентного зацепления основной теореме зацепления (теореме Виллиса). Достоинства и недостатки эвольвентного зацепления.
2. Уравновешивание вращающихся масс, расположенных в одной и различных плоскостях. Определение величины расположения корректирующих масс (противовесов).
3. Задача.

Определить силу инерции  $P_{и}$  махового колеса, вращающегося равномерно со скоростью  $600 \text{ мин}^{-1}$ ; масса махового колеса равна  $m = 50 \text{ кг}$ , его центр масс  $S$  находится на расстоянии  $l_{AS} = 2 \text{ мм}$  от его оси вращения  $A$ . Принять  $\pi \approx 3,0$ .



Утверждаю:

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

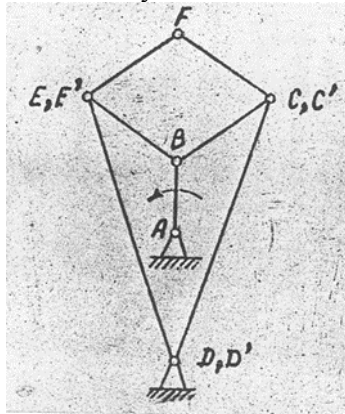
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 8**

1. Основная теорема зацепления (теорема Виллиса) с выводом. Конструкция цилиндрического нормального эвольвентного зубчатого колеса.
2. Общие сведения об уравновешивании механизмов и машин. Уравновешивание механизма шарнирного четырехзвенника различными способами.
3. Задача.

Определить степень подвижности механизма и найти его класс. при наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

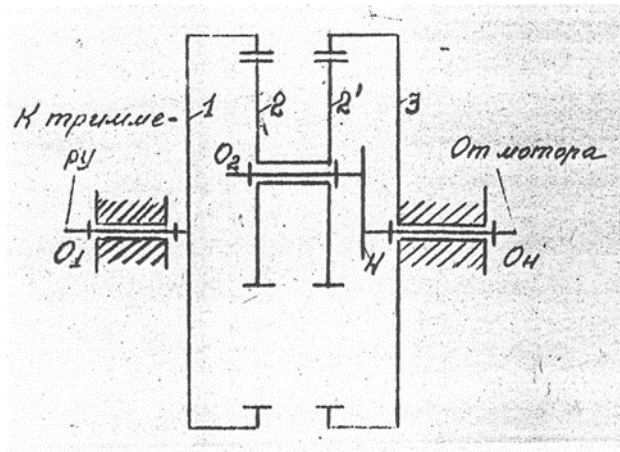
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 9**

1. Число степеней свободы пространственных и плоских механизмов. Обобщенные координаты. Примеры. Определение функции положения того или иного звена.
2. Силовой анализ механизма двигателя внутреннего сгорания. Определение уравновешивающей силы методом планов и методом профессора Н.Е. Жуковского.
3. Задача.  
Определить передаточное отношение  $U_{н1}$  редуктора Давида, если числа зубьев колёс равны  $z_1 = 65$ ,  $z_2 = 62$ ,  $z_2' = 63$ ,  $z_3 = 66$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 10**

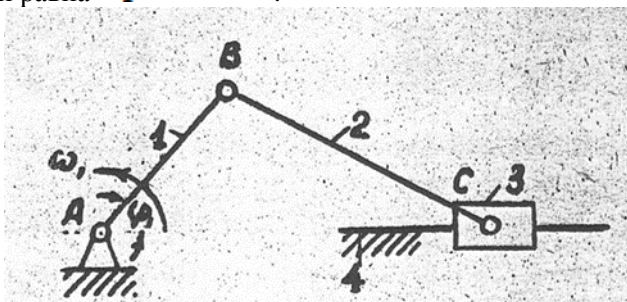
1. Кинематические пары и их классификация. Замена высших кинематических пар низшими. Примеры.
2. Задачи силового анализа механизмов и машин. Силовой расчет структурных групп II класса, 2 порядка, 1 вида.
3. Задача.

**$R_{и3}$**

Найти силу инерции ползуна кривошипно-ползунного механизма при положениях

**0**

его, когда угол  $\varphi_1$  принимает значение  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , если длина кривошипа равна  $l_{AB} = 50 \text{ мм}$ , длина шатуна  $l_{BC} = 200 \text{ мм}$ , масса ползуна  $m_3 = 2 \text{ кг}$ , угловая скорость кривошипа постоянна и равна  $\omega_1 = 300 \text{ с}^{-1}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

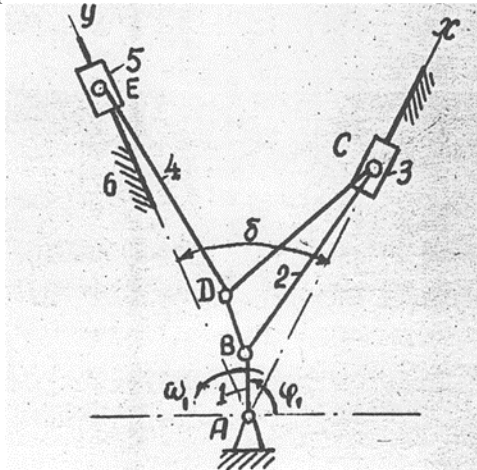
**Экзаменационный билет № 11**

1. Структурные группы и их классификация по Ассуру-Артоболовскому. Примеры.
2. Режимы движения машины. Причины неравномерности движения механизмов и машин. Коэффициенты неравномерности и динамичности. Анализ способов обеспечения заданного коэффициента неравномерности хода машины.
3. Задача.

У механизма двигателя внутреннего сгорания с прицепным шатуном найти абсолютные скорость и ускорение поршня 5 скорость и ускорение точки E.

Дано:  $l_{AB} = 0,06 \text{ м}$  ,  $l_{BC} = l_{DE} = 0,180 \text{ м}$  ,  $l_{BD} = 0,06 \text{ м}$   $\angle DBC = \beta = 60^\circ$  , угловая скорость

кривошипа АВ постоянна и равна



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

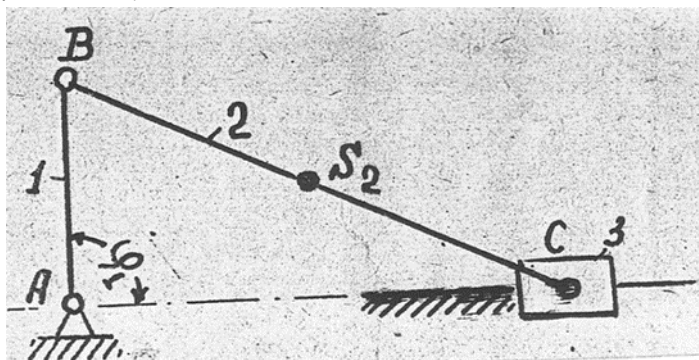
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 12**

1. Кинематические цепи и их классификация. Механизм и его определение с точки зрения его структуры и назначения в машине. Виды механизмов, рассматриваемых в курсе ТММ. Примеры.
2. Определение момента инерции маховика методом Виттенбауэра. Последовательность расчетов. Определение основных геометрических размеров маховика.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма определить приведённый к валу А звена АВ момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы шатуна ВС, если его масса  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ , центральный момент инерции  $I_{S_2} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , центр масс  $S_2$  делит расстояние ВС пополам,  $\ell_{AB} = 50 \text{ мм}$ ,  $\ell_{BC} = 400 \text{ мм}$ .

Рассмотреть случай:  $\varphi_1 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

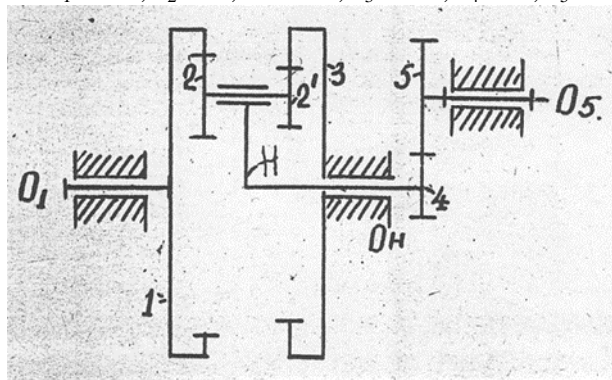
**Экзаменационный билет № 13**

1. Эпициклические механизмы, их устройство и область применения. Кинематический анализ планетарных механизмов аналитическим методом (методом Виллиса). Автомобильный дифференциал.
2. Общие сведения о конических, винтовых, гипоидных и червячных передачах. Определение коэффициентов удельных скольжений в прямозубом зубчатом зацеплении.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

1. Число степеней свободы;
2. Передаточное отношение механизма  $U_{15}$

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 120$ ,  $z_2 = 40$ ,  $z_2' = 50$ ,  $z_3 = 100$ ,  $z_4 = 25$ ,  $z_5 = 50$



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

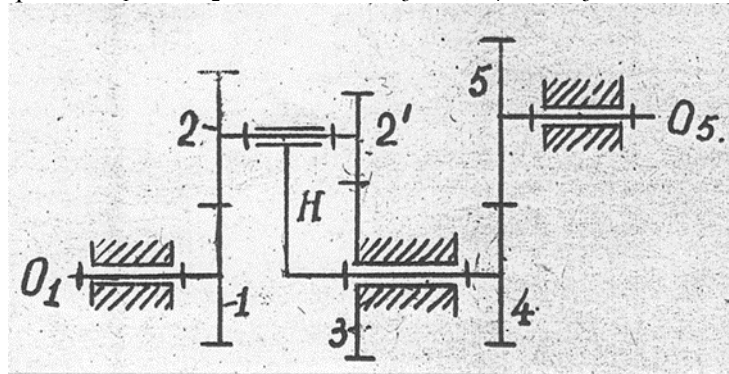
**Экзаменационный билет № 14**

1. Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма аналитическим методом (методом координат).
2. Коэффициент полезного действия механизмов при их последовательном и параллельном соединениях. Определение потерь на трение в кинематических парах механизмов и машин.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

1. Число степеней свободы;
2. Передаточное отношение механизма  $U_{15}$

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 20$ ,  $z_2 = 20$ ,  $z_2' = 15$ ,  $z_3 = 45$ ,  $z_4 = 27$ ,  $z_5 = 54$



Утверждаю:

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



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

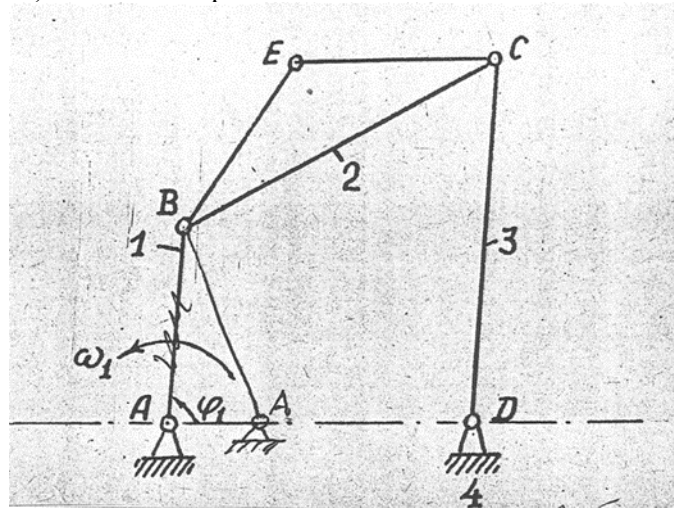
**Экзаменационный билет № 15**

1. Связь между скоростями и ускорениями точек звеньев во вращательных и поступательных кинематических парах. Примеры.
2. Трение гибких тел (вывод формулы Эйлера).
3. Задача.

Найти абсолютную скорость и ускорение точки E и угловые скорости и ускорение звена CD (звена 3) четырёхзвенного четырёх шарнирного механизма.

Дано:  $l_{AB} = 30 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = l_{AD} = 60 \text{ мм}$ ,  $l_{BE} = l_{CE} = 35 \text{ мм}$ ,  $\varphi_1 = 90^\circ$ , угловая скорость

кривошипа AB (звена 1) постоянна и равна



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

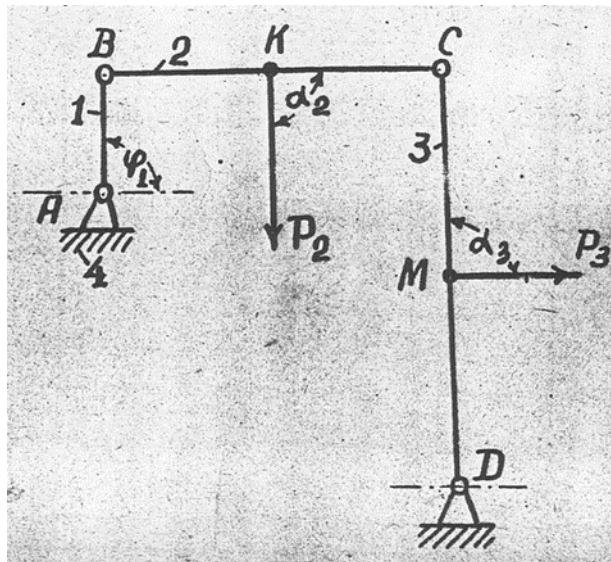
**Экзаменационный билет № 16**

1. Общие сведения о кулачковых механизмах. Типы и область применения. Кинематический анализ кулачковых механизмов методом кинематических диаграмм.
2. Задачи динамического исследования механизмов и машин. Уравнения движения машинного агрегата в форме кинетических энергий и в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения движения в случае, когда моменты сил движущих и сил сопротивлений являются функциями положения звена приведения.
3. Задача.

Определить реакции в кинематических парах А, В, С, D шарнирного четырёхзвенника и

величину необходимого уравновешивающего момента  $M$ , приложенного к звену АВ, от нагрузки, приложенной к звеньям ВС и CD, если  $l_{AB} = 50\text{мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 200\text{мм}$ , угол  $\varphi_1 = 90^\circ$ , ось звена ВС горизонтальна, а ось звена CD вертикальна. Силы приложенные в

точках К и М, делят меж шарнирные расстояния пополам, и равны  $P_2$  и  $P_3$ , углы  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  равны  $90^\circ$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

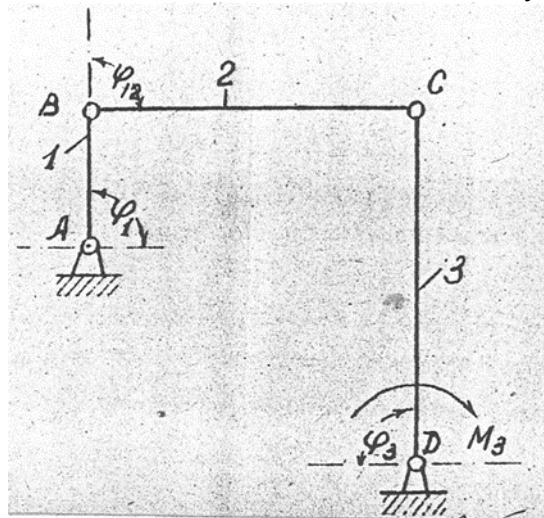
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

**Экзаменационный билет № 17**

1. Геометрические параметры зубчатых колес. Свойства эвольвентного зацепления. Линия зацепления, угол зацепления, дуга зацепления, коэффициент перекрытия.
2. Кинетическая энергия механизма. Приведенная масса и приведенный момент инерции механизма, и их определение на примерах рычажного и планетарного механизмов.
3. Задача.

Для четырёхзвенного шарнирного механизма определить приведённый к валу А звена АВ

момент  $M_3$  от момента  $M_3$ , приложенного к коромыслу 3, и приведённый момент инерции  $I_{п}$  от массы коромысла, если момент инерции коромысла, относительно оси D равен  $I_D = 0,016 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 400 \text{ мм}$ , углы  $\varphi_1 = \varphi_{12} = \varphi_3 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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

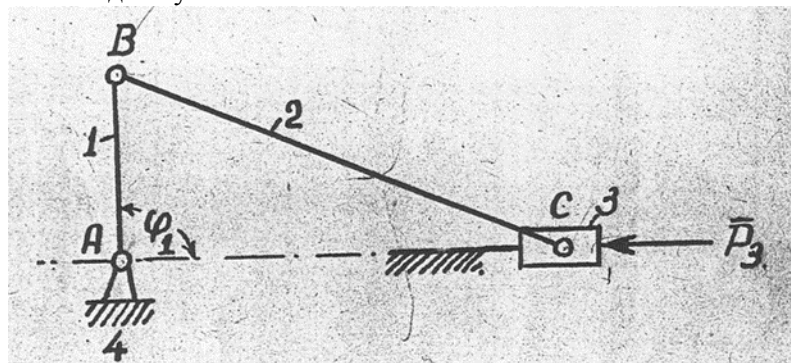
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 18**

1. Кинематический анализ простых зубчатых механизмов с неподвижными геометрическими осями. Многоступенчатые зубчатые передачи и их кинематический анализ. Примеры.
2. Кинетостатический расчет кулисного механизма с определением уравновешивающей силы методом планов сил и методом профессора Н.Е. Жуковского.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма найти величину уравновешивающей силы  $P_3$ , приложенной к оси шарнира В перпендикулярно линии АВ, и уравновешивающий момент  $M_1$ , приложенный к звену АВ, если к звену 3 приложена сила  $P_3$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$  и положение механизма задано углом  $\varphi_1 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

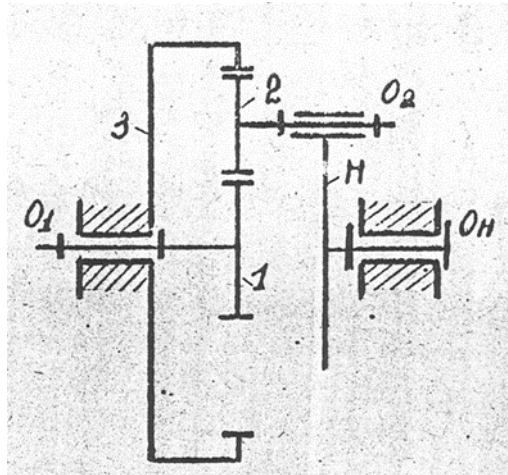
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 19**

1. Кинематический анализ кулачковых механизмов методом планов скоростей и планов ускорений по заданной схеме и по схеме замещающего механизма. Пример.
2. Определение инерционных нагрузок звеньев при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении.
3. Задача.

Для одноступенчатого планетарного редуктора определить приведённый к валу колеса 1

момента от момента , приложенного к водилу Н, если числа зубьев колес равны  $z_1 = z_2 = 20$ ,  $z_3 = 60$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

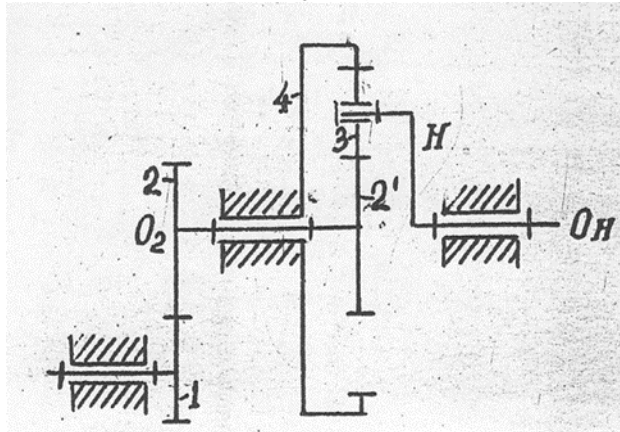
**Экзаменационный билет № 20**

1. Динамическое и кинематическое проектирование кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем, оснащенного роликом.
2. Задачи силового анализа механизмов. Силовой расчет структурных групп II класса, 2 порядка, 2 вида.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

- 1) Число степеней свободы;
- 2) Передаточное отношение механизма .

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 22$ ,  $z_2 = 44$ ,  $z_2' = z_3 = 20$ ,  $z_4 = 60$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

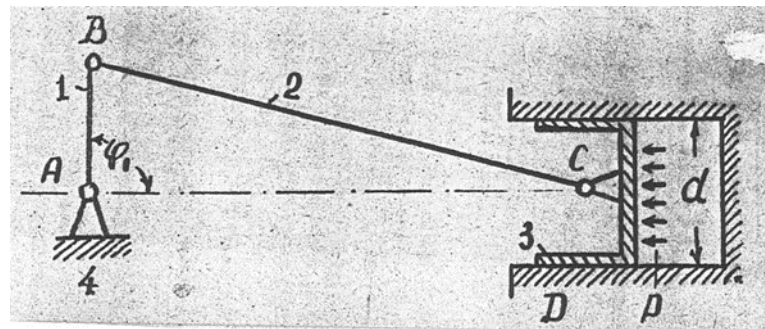
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

**Экзаменационный билет № 21**

1. Характеристика законов движения толкателей в кулачковых механизмах. Углы давления в кулачковых механизмах и их определение в любом положении толкателя.
2. Трение в резьбах. Жидкостное трение и его законы.
3. Задача.

Определить реакции в кинематических парах А, В, С и D кривошипно-ползунного механизма от

нагрузки, приложенной к днищу поршня 3, и уравновешивающий момент , приложенный к звену АВ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$  ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$  , угол  $\varphi_1 = 90^\circ$  , диаметр цилиндра  $d = 100 \text{ мм}$  , давление газа в цилиндре  $p = 2 \text{ МПа}$  .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

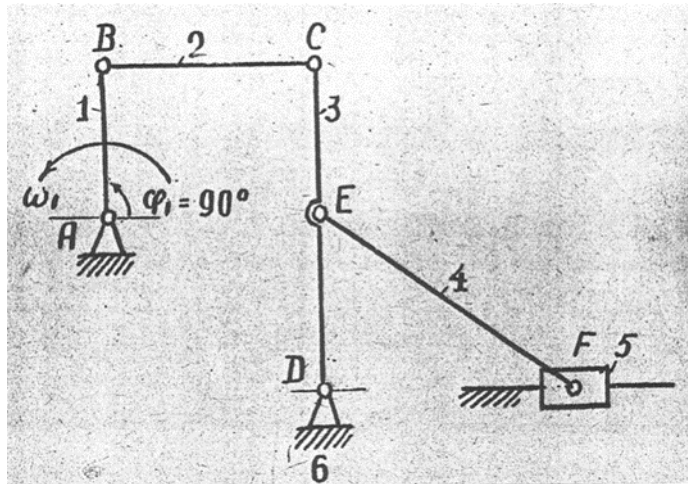
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 22**

1. Изложите методику графического дифференцирования и интегрирования. Примеры. Определение масштабных коэффициентов диаграмм.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся роторов.
3. Задача.

Для шестизвенного механизма найти скорость и ускорение точки F

Дано: угловая скорость кривошипа АВ постоянна и равна  $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 300 \text{ мм}$ ,  $l_{CD} = 200 \text{ мм}$ ,  $l_{CE} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{EF} = 200 \text{ мм}$  отрезки АВ и CD располагаются вертикально,  $\angle ABC = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

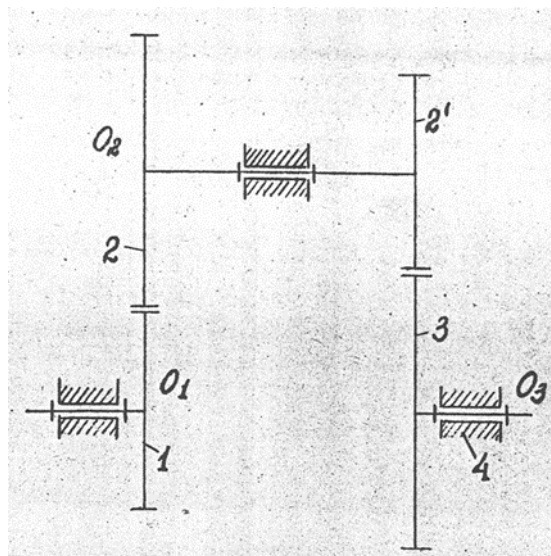
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр	4

**Экзаменационный билет № 23**

1. Кинематический анализ механизма шарнирного 4х-звенника методом векторной алгебры.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся масс.
3. Задача.

Для соосного редуктора определить приведённый к валу \_\_\_\_\_ колеса 1 момента \_\_\_\_\_ от

момента  $M = 4 \text{ Н} \cdot \text{м}$  , приложенного к валу \_\_\_\_\_ колеса 3, если числа зубьев колес равны  $z_1 = z_2 = 20$ ,  $z_2 = z_3 = 40$



Утверждаю:

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

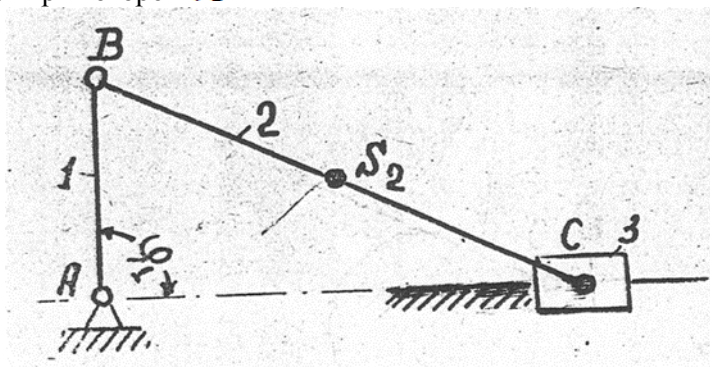
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

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

**Экзаменационный билет № 24**

1. Динамический и кинематический синтез кулачкового механизма с плоским толкателем.
2. Основные показатели зубчатого зацепления: коэффициент перекрытия, коэффициент удельного скольжения, коэффициент давления, коэффициент формы зуба.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма определить приведённый к валу А звена АВ момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы шатуна ВС, если его масса  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ , центральный момент инерции  $I_{S_2} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , центр масс  $S_2$  делит расстояние ВС пополам,  $\ell_{AB} = 50 \text{ мм}$ ,  $\ell_{BC} = 400 \text{ мм}$ ; рассмотреть случай при котором  $\varphi_1 = 90^\circ$



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

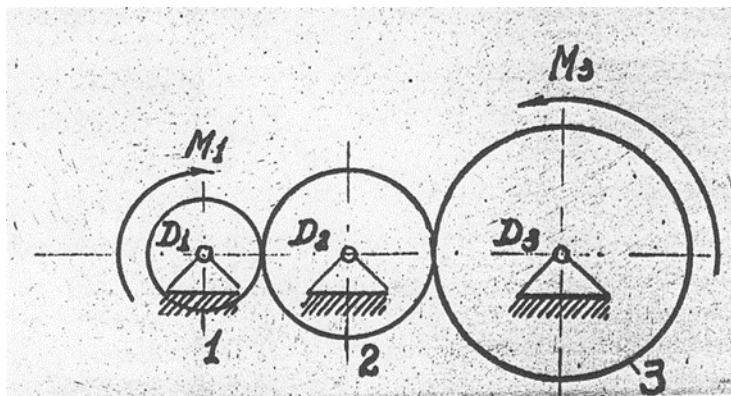
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 25**

1. Динамический и кинематический синтез кулачкового механизма с качающимся толкателем.
2. Режимы движения машинного агрегата с энергетической точки зрения. Механические характеристики электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания.
3. Задача.

Для рядного редуктора определить приведённый к валу колеса 1 момент от

моментов  $M_1$  и  $M_3$ , приложенного к колёсам 1 и 3, и приведённый момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы зубчатых колёс, если их моменты инерции равны  $I_1 = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_2 = 0,0225 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_3 = 0,04 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и числа зубьев колёс равны  $z_1 = 20$ ,  $z_2 = 30$ ,  $z_3 = 40$ .



Утверждаю:

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

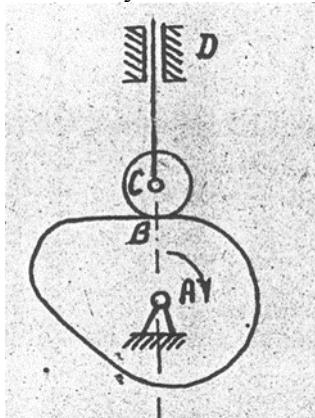
**3.6.2 Комплект экзаменационных билетов для обучающихся заочной формы обучения**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр	_____

**Экзаменационный билет № 1**

1. Общие сведения об аналогах скоростей и ускорений точек и звеньев механизмов. Метод векторной алгебры и координатный метод кинематического анализа рычажных механизмов.
2. Трение скольжение. Законы трения скольжения. Трение на горизонтальной и наклонной плоскостях. Явление самоторможения. Трение в клинчатом желобе.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

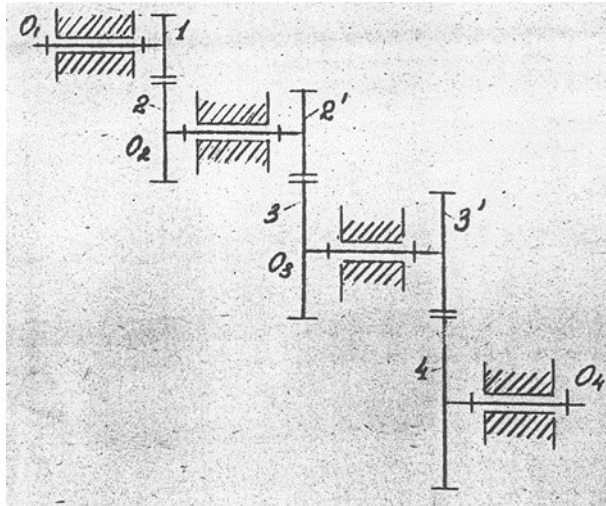
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 2**

1. Построение планов механизмов. Крайние положения рычажных механизмов. Примеры. Построение траекторий движения точек звеньев механизма.
2. Силовой анализ механизма шарнирного четырехзвенника. Пример расчета.
3. Задача.

Определить передаточное отношение  $U_{14}$  зубчатой передачи, если числа зубьев равны  $z_1 = 16$ ,  $z_2 = 48$ ,  $z_2' = 20$ ,  $z_3 = 40$ ,  $z_3' = 13$ ,  $z_4 = 26$



Утверждаю:

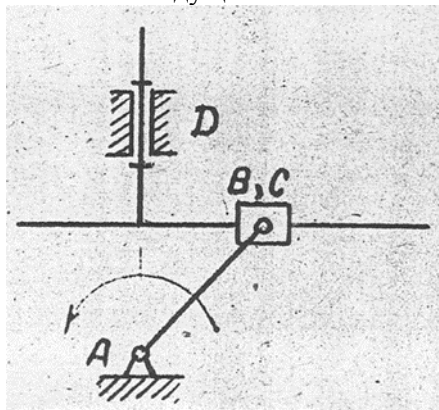
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 3**

1. Способы изготовления зубчатых колес. Корригирование, его назначение и виды. Выбор коэффициентов смещений и их влияние на качественные показатели зубчатого зацепления. Проверка передач на заострение зубьев и заклинивание.
2. Общие сведения об уравнивании плоских механизмов. Частичное уравнивание кривошипно-ползунного механизма.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. при наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленить механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

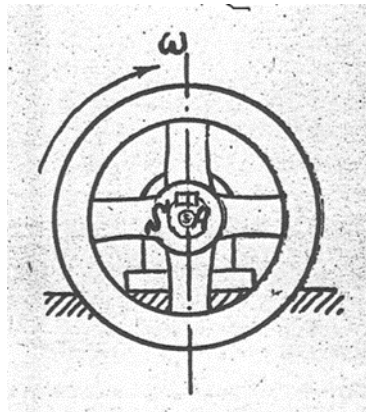
**Экзаменационный билет № 4**

1. Дуга зацепления и коэффициент перекрытия зубчатого зацепления. Пути увеличения коэффициента перекрытия. Выбор коэффициентов смещений и их влияние на качественные показатели зубчатого зацепления. Проверка передач на заострение зубьев и заклинивание.
2. Силовой расчет кривошипа. Определение уравновешивающей силы методом планов сил и методом профессора Н.Е. Жуковского. Пример.
3. Задача.

Определить инерционный момент махового колеса при разгоне, если величина угловой

скорости в начале разгона  $\omega_0 = 0$ , а в конце разгона  $\omega = 21$ , промежуток времени разгона  $t = 3$  сек. Угловая скорость во время разгона изменяется по закону прямой линии.

Момент инерции махового колеса относительно его оси вращения равен . Центр масс колеса лежит на его оси вращения.



Утверждаю:

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

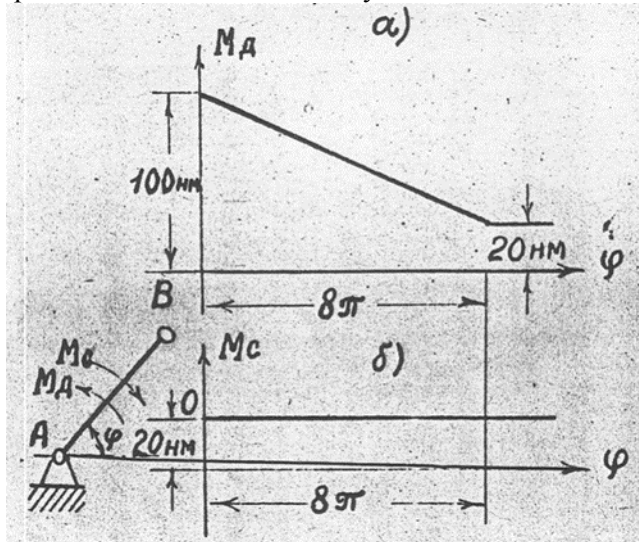
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 5**

1. Кинематический анализ механизмов методом кинематических диаграмм. Связь между дифференциальными и интегральными кривыми. Определение масштабных коэффициентов диаграмм.
2. Трение скольжения в цапфах. Круг трения. Трение в пяте.
3. Задача.

Силы и массы машины приведены к звену  $AB$ . Момент движущих сил изменяется согласно графику а), момент сил сопротивления – согласно графику б), приведенный момент инерции постоянен и равен  $I_{\Pi} = 0,314 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . При  $\varphi=0$  угловая скорость звена привода  $\omega_0 = 0$ . Определить угловую скорость  $\omega_{\psi}$  этого звена в его установившемся движении.



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

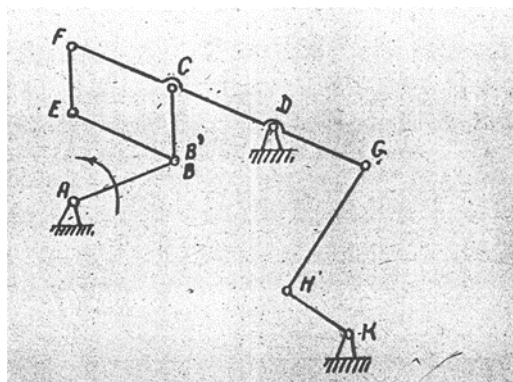


**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 6**

1. Кинематический анализ рычажных механизмов методом планов скоростей и планов ускорений. Теорема подобия. Определение скоростей и ускорений звеньев. Пример.
2. Трение качения, его природа и законы. Перекачивание грузов на катках, колесах. Коэффициент тяги.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

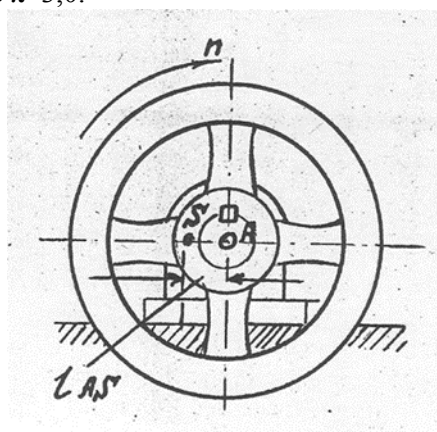
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 7**

1. Эвольвента окружности и ее построение. Основные свойства эвольвенты. Эвольвентное зацепление и его характеристика. Доказательство соответствия эвольвентного зацепления основной теореме зацепления (теореме Виллиса). Достоинства и недостатки эвольвентного зацепления.
2. Уравновешивание вращающихся масс, расположенных в одной и различных плоскостях. Определение величины расположения корректирующих масс (противовесов).
3. Задача.

Определить силу инерции  $P_{И}$  махового колеса, вращающегося равномерно со скоростью  $600 \text{ мин}^{-1}$ ; масса махового колеса равна  $m = 50 \text{ кг}$ , его центр масс  $S$  находится на расстоянии  $l_{AS} = 2 \text{ мм}$  от его оси вращения  $A$ . Принять  $\pi \approx 3,0$ .



Утверждаю:

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

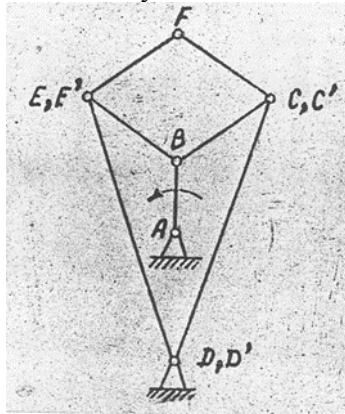
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 8**

1. Основная теорема зацепления (теорема Виллиса) с выводом. Конструкция цилиндрического нормального эвольвентного зубчатого колеса.
2. Общие сведения об уравнивании механизмов и машин. Уравнивание механизма шарнирного четырехзвенника различными способами.
3. Задача.

Определить степень подвижности механизма и найти его класс. при наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленить механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

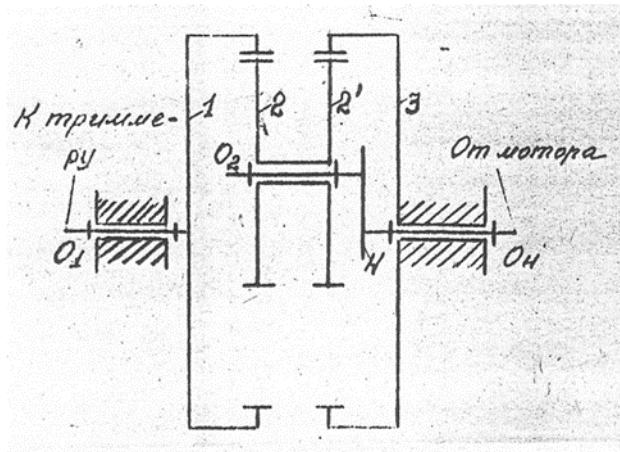
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 9**

1. Число степеней свободы пространственных и плоских механизмов. Обобщенные координаты. Примеры. Определение функции положения того или иного звена.
2. Силовой анализ механизма двигателя внутреннего сгорания. Определение уравновешивающей силы методом планов и методом профессора Н.Е. Жуковского.
3. Задача.  
Определить передаточное отношение  $U_{н1}$  редуктора Давида, если числа зубьев колёс равны  $z_1 = 65, z_2 = 62, z_2' = 63, z_3 = 66$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 10**

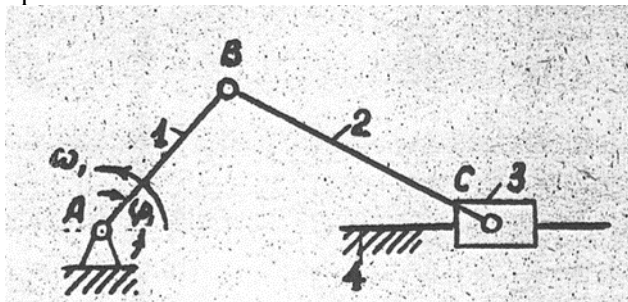
1. Кинематические пары и их классификация. Замена высших кинематических пар низшими. Примеры.
2. Задачи силового анализа механизмов и машин. Силовой расчет структурных групп II класса, 2 порядка, 1 вида.
3. Задача.

**$R_{и3}$**

Найти силу инерции ползуна кривошипно-ползунного механизма при положениях

**0**

его, когда угол  $\varphi_1$  принимает значение  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , если длина кривошипа равна  $l_{AB} = 50 \text{ мм}$ , длина шатуна  $l_{BC} = 200 \text{ мм}$ , масса ползуна  $m_3 = 2 \text{ кг}$ , угловая скорость кривошипа постоянна и равна  $\omega_1 = 300 \text{ с}^{-1}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

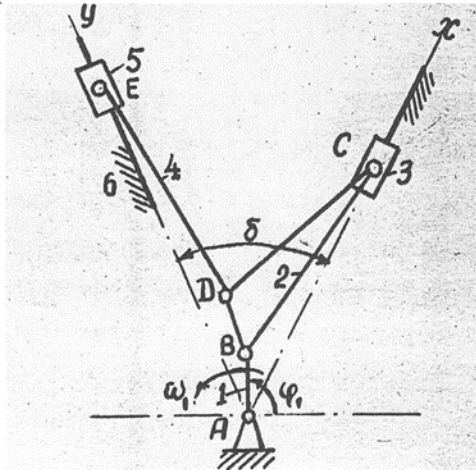
**Экзаменационный билет № 11**

1. Структурные группы и их классификация по Ассуру-Артоболовскому. Примеры.
2. Режимы движения машины. Причины неравномерности движения механизмов и машин. Коэффициенты неравномерности и динамичности. Анализ способов обеспечения заданного коэффициента неравномерности хода машины.
3. Задача.

У механизма двигателя внутреннего сгорания с прицепным шатуном найти абсолютные скорость и ускорение поршня 5 скорость и ускорение точки E.

Дано:  $l_{AB} = 0,06 \text{ м}$  ,  $l_{BC} = l_{DE} = 0,180 \text{ м}$  ,  $l_{BD} = 0,06 \text{ м}$   $\angle DBC = \beta = 60^\circ$  , угловая скорость

кривошипа АВ постоянна и равна



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

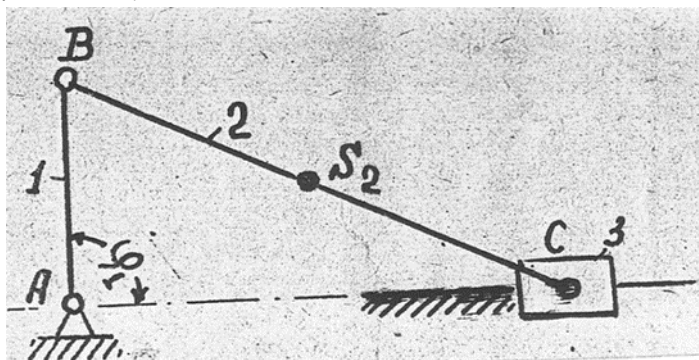
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 12**

1. Кинематические цепи и их классификация. Механизм и его определение с точки зрения его структуры и назначения в машине. Виды механизмов, рассматриваемых в курсе ТММ. Примеры.
2. Определение момента инерции маховика методом Виттенбауэра. Последовательность расчетов. Определение основных геометрических размеров маховика.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма определить приведённый к валу А звена АВ момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы шатуна ВС, если его масса  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ , центральный момент инерции  $I_{S_2} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , центр масс  $S_2$  делит расстояние ВС пополам,  $\ell_{AB} = 50 \text{ мм}$ ,  $\ell_{BC} = 400 \text{ мм}$ .

Рассмотреть случай:  $\varphi_1 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

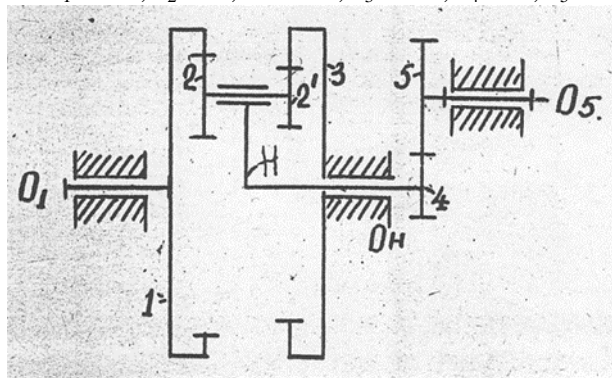
**Экзаменационный билет № 13**

1. Эпициклические механизмы, их устройство и область применения. Кинематический анализ планетарных механизмов аналитическим методом (методом Виллиса). Автомобильный дифференциал.
2. Общие сведения о конических, винтовых, гипоидных и червячных передачах. Определение коэффициентов удельных скольжений в прямозубом зубчатом зацеплении.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

1. Число степеней свободы;
2. Передаточное отношение механизма  $U_{15}$

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 120$ ,  $z_2 = 40$ ,  $z_2' = 50$ ,  $z_3 = 100$ ,  $z_4 = 25$ ,  $z_5 = 50$



Утверждаю:

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

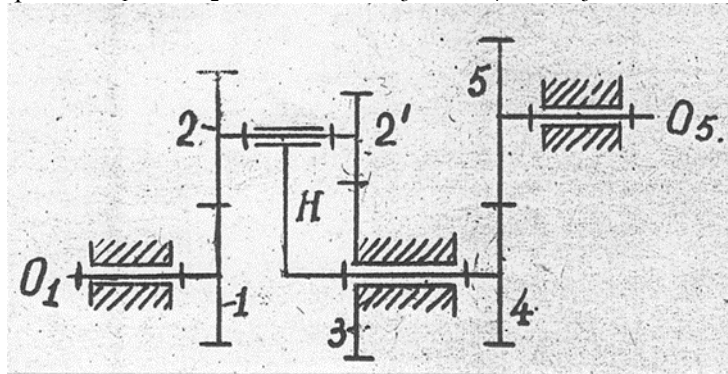


**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 14**

1. Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма аналитическим методом (методом координат).
2. Коэффициент полезного действия механизмов при их последовательном и параллельном соединениях. Определение потерь на трение в кинематических парах механизмов и машин.
3. Задача.  
Для зубчатого механизма определить:
  1. Число степеней свободы;
  2. Передаточное отношение механизма  $U_{15}$Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 20, z_2 = 20, z_2' = 15, z_3 = 45, z_4 = 27, z_5 = 54$



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

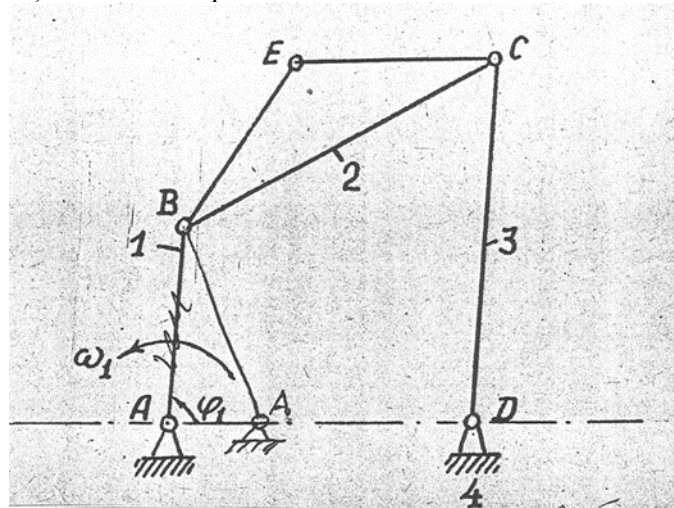
**Экзаменационный билет № 15**

1. Связь между скоростями и ускорениями точек звеньев во вращательных и поступательных кинематических парах. Примеры.
2. Трение гибких тел (вывод формулы Эйлера).
3. Задача.

Найти абсолютную скорость и ускорение точки E и угловые скорости и ускорение звена CD (звена 3) четырёхзвенного четырёх шарнирного механизма.

Дано:  $l_{AB} = 30 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = l_{AD} = 60 \text{ мм}$ ,  $l_{BE} = l_{CE} = 35 \text{ мм}$ ,  $\varphi_1 = 90^\circ$ , угловая скорость

кривошипа AB (звена 1) постоянна и равна



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

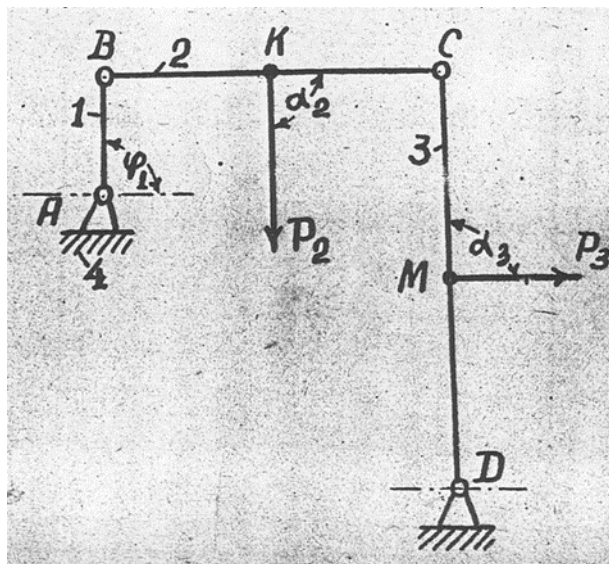
**Экзаменационный билет № 16**

- Общие сведения о кулачковых механизмах. Типы и область применения. Кинематический анализ кулачковых механизмов методом кинематических диаграмм.
- Задачи динамического исследования механизмов и машин. Уравнения движения машинного агрегата в форме кинетических энергий и в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения движения в случае, когда моменты сил движущих и сил сопротивлений являются функциями положения звена приведения.
- Задача.

Определить реакции в кинематических парах А, В, С, D шарнирного четырёхзвенника и

величину необходимого уравновешивающего момента  $M$ , приложенного к звену АВ, от нагрузки, приложенной к звеньям ВС и CD, если  $l_{AB} = 50\text{мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 200\text{мм}$ , угол  $\varphi_1 = 90^\circ$ , ось звена ВС горизонтальна, а ось звена CD вертикальна. Силы приложенные в

точках К и М, делят меж шарнирные расстояния пополам, и равны  $P_2$  и  $P_3$ , углы  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  равны  $90^\circ$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

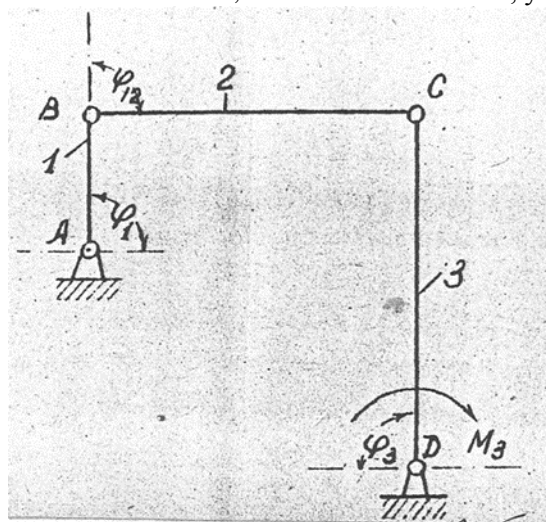
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 17**

1. Геометрические параметры зубчатых колес. Свойства эвольвентного зацепления. Линия зацепления, угол зацепления, дуга зацепления, коэффициент перекрытия.
2. Кинетическая энергия механизма. Приведенная масса и приведенный момент инерции механизма, и их определение на примерах рычажного и планетарного механизмов.
3. Задача.

Для четырёхзвенного шарнирного механизма определить приведённый к валу А звена АВ

момент  $M_3$  от момента  $M_3$ , приложенного к коромыслу 3, и приведённый момент инерции  $I_p$  от массы коромысла, если момент инерции коромысла, относительно оси D равен  $I_D = 0,016 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 400 \text{ мм}$ , углы  $\varphi_1 = \varphi_{12} = \varphi_3 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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

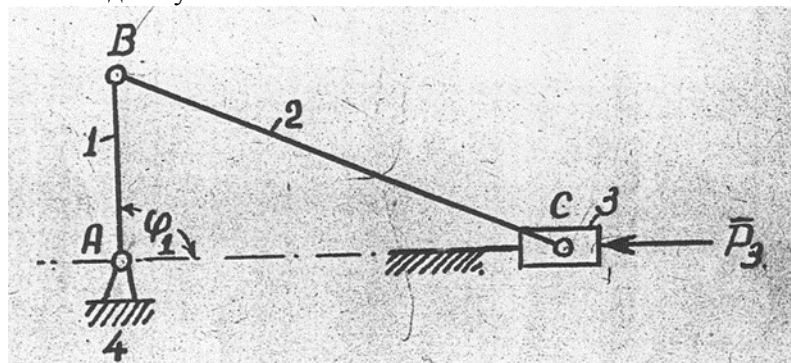
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр 4

**Экзаменационный билет № 18**

1. Кинематический анализ простых зубчатых механизмов с неподвижными геометрическими осями. Многоступенчатые зубчатые передачи и их кинематический анализ. Примеры.
2. Кинетостатический расчет кулисного механизма с определением уравновешивающей силы методом планов сил и методом профессора Н.Е. Жуковского.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма найти величину уравновешивающей силы  $P_3$ , приложенной к оси шарнира В перпендикулярно линии АВ, и уравновешивающий момент  $M_1$ , приложенный к звену АВ, если к звену 3 приложена сила  $P_3$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$  и положение механизма задано углом  $\varphi_1 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

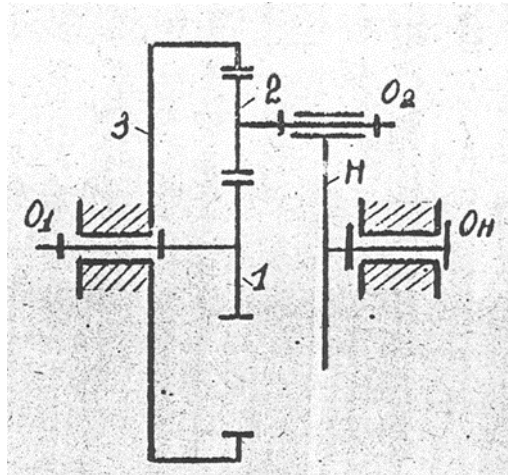
Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 19**

1. Кинематический анализ кулачковых механизмов методом планов скоростей и планов ускорений по заданной схеме и по схеме замещающего механизма. Пример.
2. Определение инерционных нагрузок звеньев при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении.
3. Задача.

Для одноступенчатого планетарного редуктора определить приведённый к валу колеса 1

момента от момента , приложенного к водилу Н, если числа зубьев колес равны  $z_1 = z_2 = 20$ ,  $z_3 = 60$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

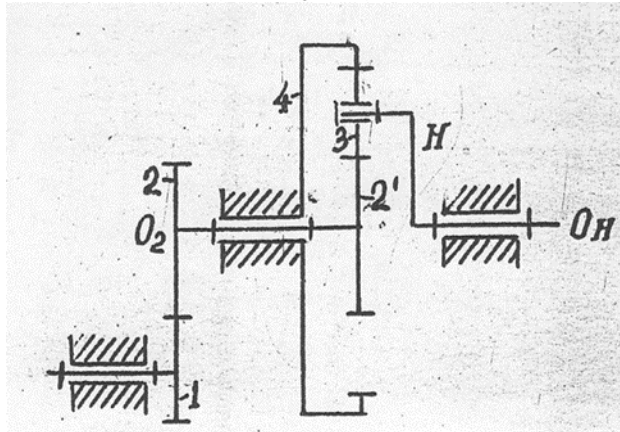
**Экзаменационный билет № 20**

1. Динамическое и кинематическое проектирование кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем, оснащенного роликом.
2. Задачи силового анализа механизмов. Силовой расчет структурных групп II класса, 2 порядка, 2 вида.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

- 1) Число степеней свободы;
- 2) Передаточное отношение механизма .

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 22$ ,  $z_2 = 44$ ,  $z_2' = z_3 = 20$ ,  $z_4 = 60$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

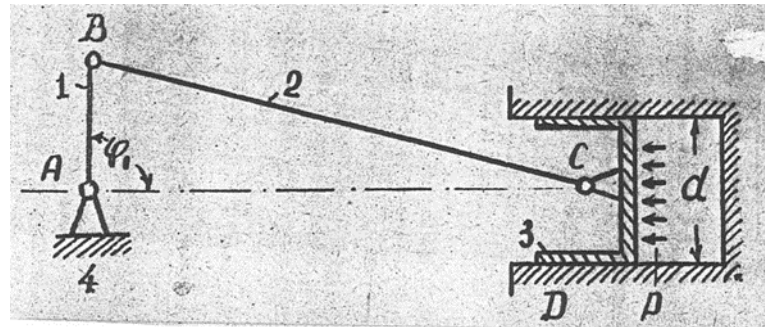
Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 21**

1. Характеристика законов движения толкателей в кулачковых механизмах. Углы давления в кулачковых механизмах и их определение в любом положении толкателя.
2. Трение в резьбах. Жидкостное трение и его законы.
3. Задача.

Определить реакции в кинематических парах А, В, С и D кривошипно-ползунного механизма от

нагрузки, приложенной к днищу поршня 3, и уравновешивающий момент  $M$ , приложенный к звену АВ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$ , угол  $\varphi_1 = 90^\circ$ , диаметр цилиндра  $d = 100 \text{ мм}$ , давление газа в цилиндре  $p = 2 \text{ МПа}$ .



Утверждаю:

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



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

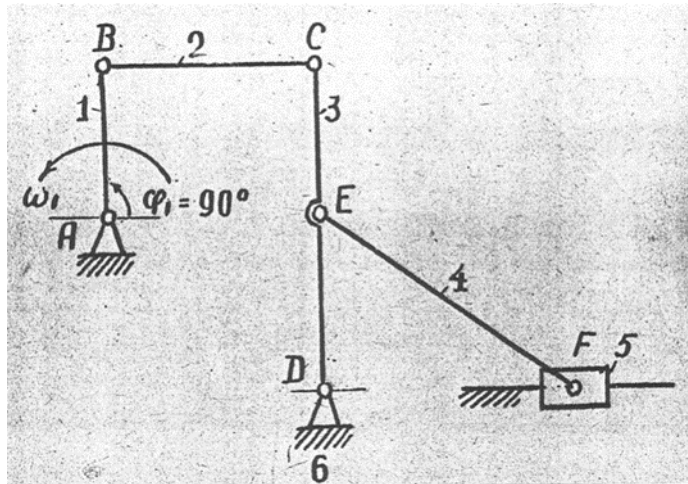
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 22**

1. Изложите методику графического дифференцирования и интегрирования. Примеры. Определение масштабных коэффициентов диаграмм.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся роторов.
3. Задача.

Для шестизвенного механизма найти скорость и ускорение точки F

Дано: угловая скорость кривошипа АВ постоянна и равна  $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 300 \text{ мм}$ ,  $l_{CD} = 200 \text{ мм}$ ,  $l_{CE} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{EF} = 200 \text{ мм}$  отрезки АВ и CD располагаются вертикально,  $\angle ABC = 90^\circ$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

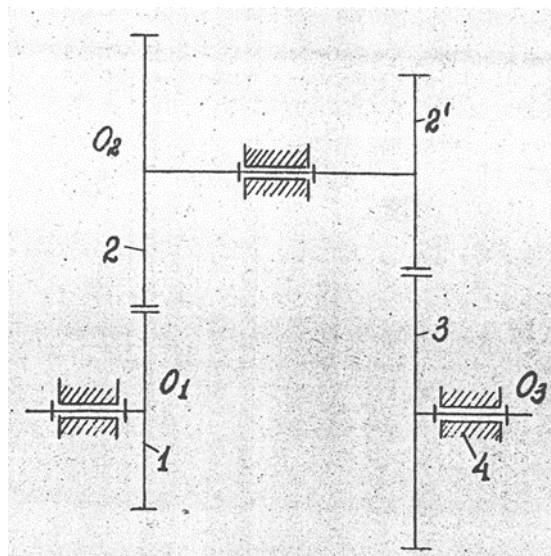
Факультет	Инженерно-экономический		
Кафедра	технического сервиса и механики		
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия		
Дисциплина	Теория машин и механизмов		
Форма обучения	Заочная	Курс	2 Семестр

**Экзаменационный билет № 23**

1. Кинематический анализ механизма шарнирного 4х-звенника методом векторной алгебры.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся масс.
3. Задача.

Для соосного редуктора определить приведённый к валу \_\_\_\_\_ колеса 1 момента \_\_\_\_\_ от

момента  $M = 4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , приложенного к валу \_\_\_\_\_ колеса 3, если числа зубьев колес равны  $z_1 = z_2 = 20$ ,  $z_2 = z_3 = 40$



Утверждаю:

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

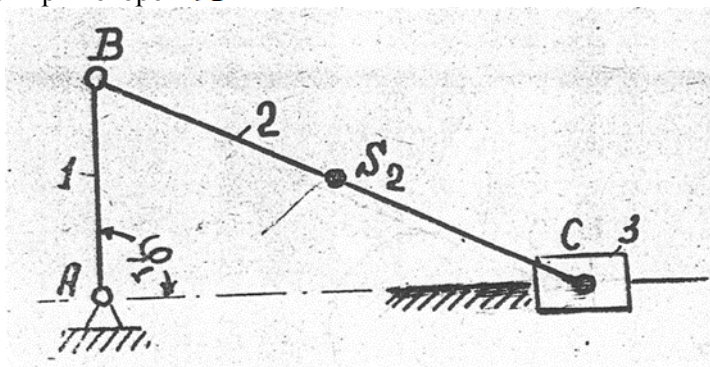
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 24**

1. Динамический и кинематический синтез кулачкового механизма с плоским толкателем.
2. Основные показатели зубчатого зацепления: коэффициент перекрытия, коэффициент удельного скольжения, коэффициент давления, коэффициент формы зуба.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма определить приведённый к валу А звена АВ момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы шатуна ВС, если его масса  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ , центральный момент инерции  $I_{S_2} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , центр масс  $S_2$  делит расстояние ВС пополам,  $\ell_{AB} = 50 \text{ мм}$ ,  $\ell_{BC} = 400 \text{ мм}$ ; рассмотреть случай при котором  $\varphi_1 = 90^\circ$



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

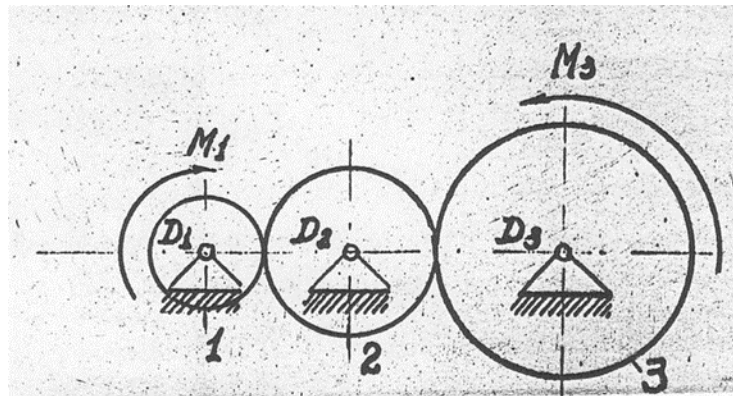
Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Заочная	Курс	2	Семестр

**Экзаменационный билет № 25**

1. Динамический и кинематический синтез кулачкового механизма с качающимся толкателем.
2. Режимы движения машинного агрегата с энергетической точки зрения. Механические характеристики электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания.
3. Задача.

Для рядного редуктора определить приведённый к валу \_\_\_\_\_ колеса 1 момент \_\_\_\_\_ от

моментов \_\_\_\_\_, и \_\_\_\_\_, приложенного к колёсам 1 и 3, и приведённый момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы зубчатых колёс, если их моменты инерции равны  $I_1 = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_2 = 0,0225 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_3 = 0,04 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и числа зубьев колёс равны  $z_1 = 20$ ,  $z_2 = 30$ ,  $z_3 = 40$ .



Утверждаю:

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

### 3.6.3 Комплект экзаменационных билетов для обучающихся очно-заочной формы обучения

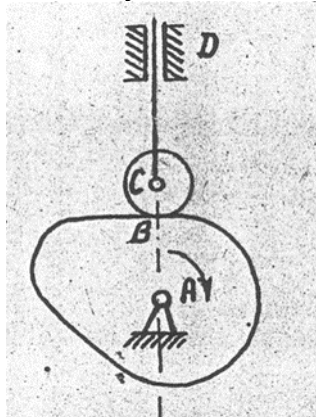
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

#### Экзаменационный билет № 1

1. Общие сведения об аналогах скоростей и ускорений точек и звеньев механизмов. Метод векторной алгебры и координатный метод кинематического анализа рычажных механизмов.
2. Трение скольжение. Законы трения скольжения. Трение на горизонтальной и наклонной плоскостях. Явление самоторможения. Трение в клинчатом желобе.
3. Задача.

Определить степень подвижности механизма и найти его класс. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

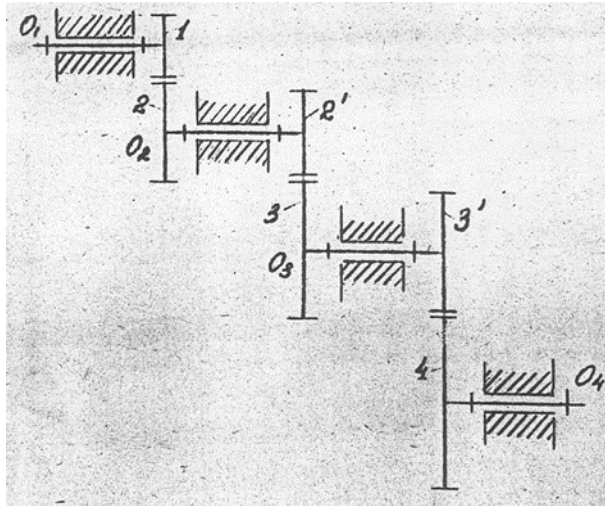
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

**Экзаменационный билет № 2**

1. Построение планов механизмов. Крайние положения рычажных механизмов. Примеры. Построение траекторий движения точек звеньев механизма.
2. Силовой анализ механизма шарнирного четырехзвенника. Пример расчета.
3. Задача.

Определить передаточное отношение  $U_{14}$  зубчатой передачи, если числа зубьев равны  $z_1 = 16$ ,  $z_2 = 48$ ,  $z_2' = 20$ ,  $z_3 = 40$ ,  $z_3' = 13$ ,  $z_4 = 26$



Утверждаю:

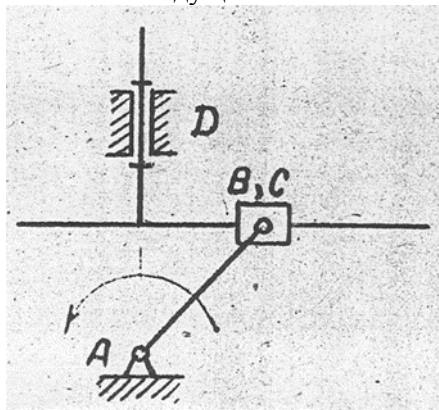
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

**Экзаменационный билет № 3**

1. Способы изготовления зубчатых колес. Корригирование, его назначение и виды. Выбор коэффициентов смещений и их влияние на качественные показатели зубчатого зацепления. Проверка передач на заострение зубьев и заклинивание.
2. Общие сведения об уравнивании плоских механизмов. Частичное уравнивание кривошипно-ползунного механизма.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. при наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленить механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

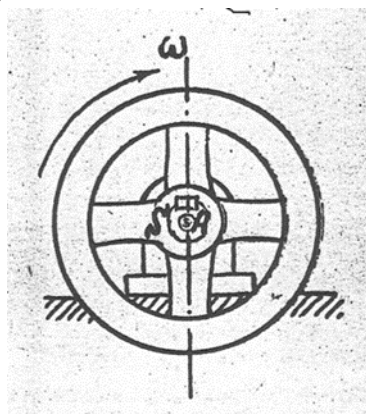
**Экзаменационный билет № 4**

1. Дуга зацепления и коэффициент перекрытия зубчатого зацепления. Пути увеличения коэффициента перекрытия. Выбор коэффициентов смещений и их влияние на качественные показатели зубчатого зацепления. Проверка передач на заострение зубьев и заклинивание.
2. Силовой расчет кривошипа. Определение уравновешивающей силы методом планов сил и методом профессора Н.Е. Жуковского. Пример.
3. Задача.

Определить инерционный момент махового колеса при разгоне, если величина угловой

скорости в начале разгона  $\omega_0 = 0$ , а в конце разгона  $\omega = 21$ , промежуток времени разгона  $t = 3$  сек. Угловая скорость во время разгона изменяется по закону прямой линии.

Момент инерции махового колеса относительно его оси вращения равен . Центр масс колеса лежит на его оси вращения.



Утверждаю:

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



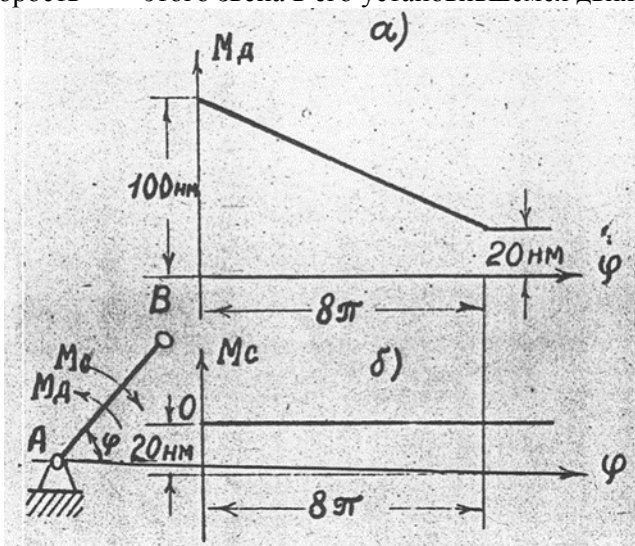
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 5**

1. Кинематический анализ механизмов методом кинематических диаграмм. Связь между дифференциальными и интегральными кривыми. Определение масштабных коэффициентов диаграмм.
2. Трение скольжения в цапфах. Круг трения. Трение в пяте.
3. Задача.

Силы и массы машины приведены к звену  $AB$ . Момент движущих сил изменяется согласно графику а), момент сил сопротивления – согласно графику б), приведенный момент инерции постоянен и равен  $I_{\Pi} = 0,314 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . При  $\varphi=0$  угловая скорость звена привода  $\omega_0 = 0$ . Определить угловую скорость  $\omega_{\psi}$  этого звена в его установившемся движении.



Утверждаю:

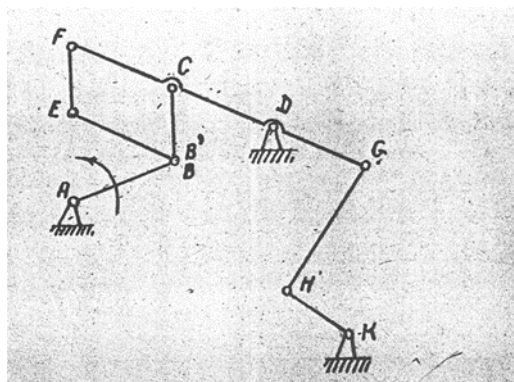
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

**Экзаменационный билет № 6**

1. Кинематический анализ рычажных механизмов методом планов скоростей и планов ускорений. Теорема подобия. Определение скоростей и ускорений звеньев. Пример.
2. Трение качения, его природа и законы. Перекатывание грузов на катках, колесах. Коэффициент тяги.
3. Задача.  
Определить степень подвижности механизма и найти его класс. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленить механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

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

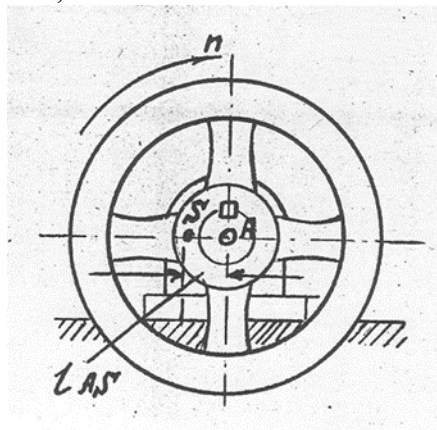
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

**Экзаменационный билет № 7**

1. Эвольвента окружности и ее построение. Основные свойства эвольвенты. Эвольвентное зацепление и его характеристика. Доказательство соответствия эвольвентного зацепления основной теореме зацепления (теореме Виллиса). Достоинства и недостатки эвольвентного зацепления.
2. Уравновешивание вращающихся масс, расположенных в одной и различных плоскостях. Определение величины расположения корректирующих масс (противовесов).
3. Задача.

Определить силу инерции  $P_{и}$  махового колеса, вращающегося равномерно со скоростью  $600 \text{ мин}^{-1}$ ; масса махового колеса равна  $m = 50 \text{ кг}$ , его центр масс  $S$  находится на расстоянии  $l_{AS} = 2 \text{ мм}$  от его оси вращения  $A$ . Принять  $\pi \approx 3,0$ .



Утверждаю:

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

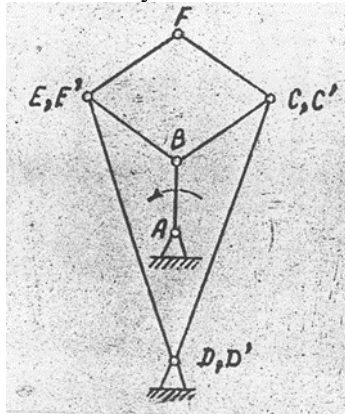
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 8**

1. Основная теорема зацепления (теорема Виллиса) с выводом. Конструкция цилиндрического нормального эвольвентного зубчатого колеса.
2. Общие сведения об уравновешивании механизмов и машин. Уравновешивание механизма шарнирного четырехзвенника различными способами.
3. Задача.

Определить степень подвижности механизма и найти его класс. при наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчёте степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару IV класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары V класса. Расчленив механизм на группы Ассура, написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками.



Утверждаю:

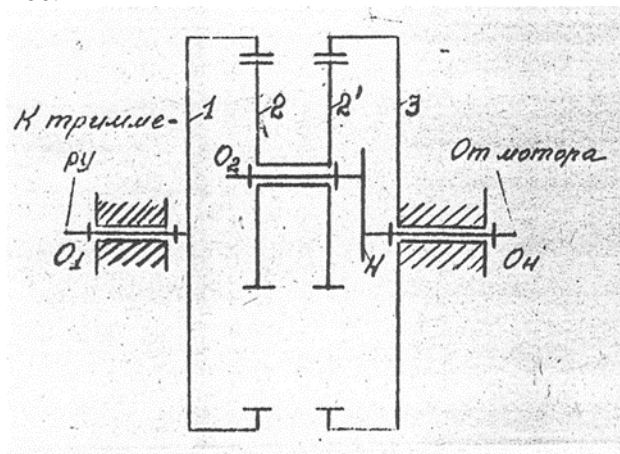
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

**Экзаменационный билет № 9**

1. Число степеней свободы пространственных и плоских механизмов. Обобщенные координаты. Примеры. Определение функции положения того или иного звена.
2. Силовой анализ механизма двигателя внутреннего сгорания. Определение уравновешивающей силы методом планов и методом профессора Н.Е. Жуковского.
3. Задача.  
Определить передаточное отношение  $U_{н1}$  редуктора Давида, если числа зубьев колёс равны  $z_1 = 65$ ,  $z_2 = 62$ ,  $z_2' = 63$ ,  $z_3 = 66$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

**Экзаменационный билет № 10**

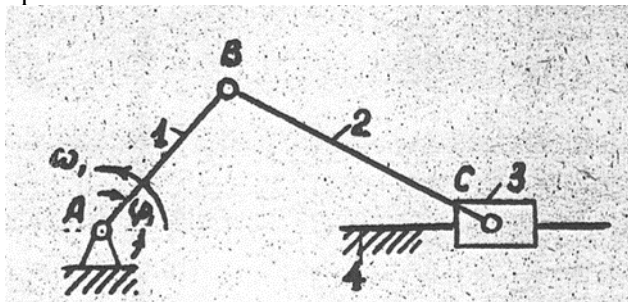
1. Кинематические пары и их классификация. Замена высших кинематических пар низшими. Примеры.
2. Задачи силового анализа механизмов и машин. Силовой расчет структурных групп II класса, 2 порядка, 1 вида.
3. Задача.

**$R_{и3}$**

Найти силу инерции ползуна кривошипно-ползунного механизма при положениях

**0**

его, когда угол  $\varphi_1$  принимает значение  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , если длина кривошипа равна  $l_{AB} = 50 \text{ мм}$ , длина шатуна  $l_{BC} = 200 \text{ мм}$ , масса ползуна  $m_3 = 2 \text{ кг}$ , угловая скорость кривошипа постоянна и равна  $\omega_1 = 300 \text{ с}^{-1}$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

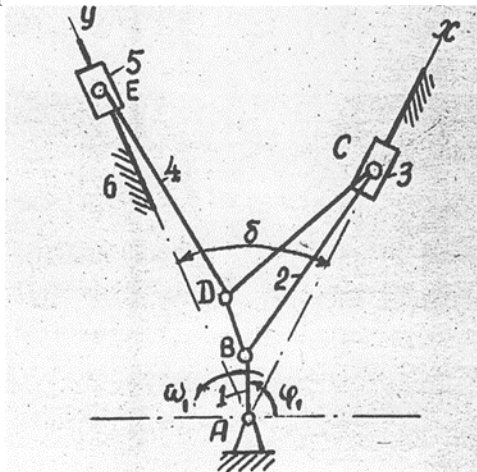
**Экзаменационный билет № 11**

1. Структурные группы и их классификация по Ассуру-Артоболовскому. Примеры.
2. Режимы движения машины. Причины неравномерности движения механизмов и машин. Коэффициенты неравномерности и динамичности. Анализ способов обеспечения заданного коэффициента неравномерности хода машины.
3. Задача.

У механизма двигателя внутреннего сгорания с прицепным шатуном найти абсолютные скорость и ускорение поршня 5 скорость и ускорение точки E.

Дано:  $l_{AB} = 0,06 \text{ м}$  ,  $l_{BC} = l_{DE} = 0,180 \text{ м}$  ,  $l_{BD} = 0,06 \text{ м}$   $\angle DBC = \beta = 60^\circ$  , угловая скорость

кривошипа АВ постоянна и равна



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

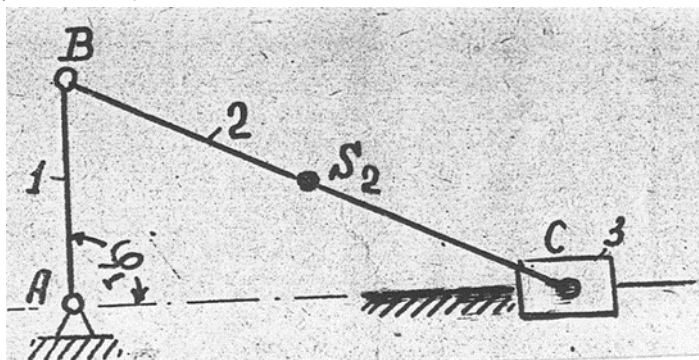
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 12**

1. Кинематические цепи и их классификация. Механизм и его определение с точки зрения его структуры и назначения в машине. Виды механизмов, рассматриваемых в курсе ТММ. Примеры.
2. Определение момента инерции маховика методом Виттенбауэра. Последовательность расчетов. Определение основных геометрических размеров маховика.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма определить приведённый к валу А звена АВ момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы шатуна ВС, если его масса  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ , центральный момент инерции  $I_{S_2} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , центр масс  $S_2$  делит расстояние ВС пополам,  $l_{AB} = 50 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$ .

Рассмотреть случай:  $\varphi_1 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

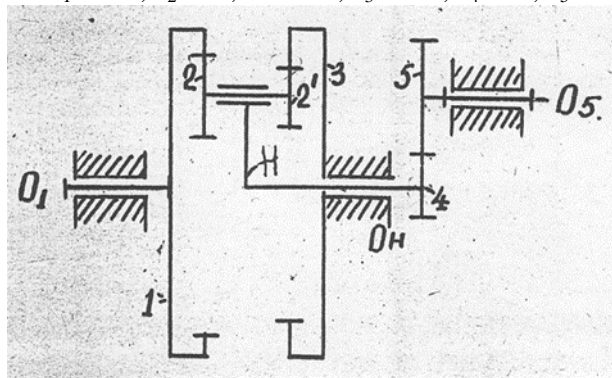
**Экзаменационный билет № 13**

1. Эпициклические механизмы, их устройство и область применения. Кинематический анализ планетарных механизмов аналитическим методом (методом Виллиса). Автомобильный дифференциал.
2. Общие сведения о конических, винтовых, гипоидных и червячных передачах. Определение коэффициентов удельных скольжений в прямозубом зубчатом зацеплении.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

3. Число степеней свободы;
4. Передаточное отношение механизма  $U_{15}$

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 120$ ,  $z_2 = 40$ ,  $z_2' = 50$ ,  $z_3 = 100$ ,  $z_4 = 25$ ,  $z_5 = 50$



Утверждаю:

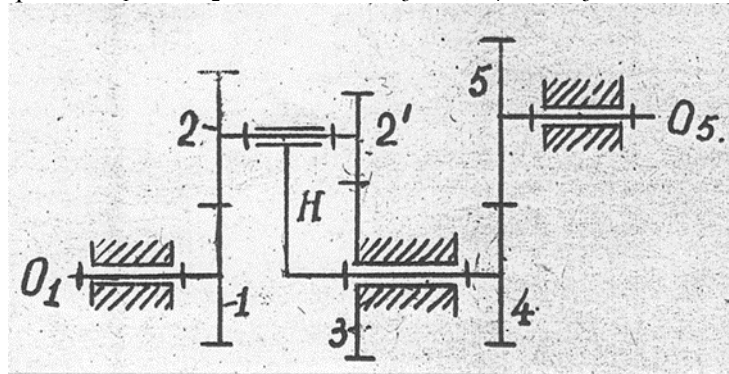
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 14**

1. Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма аналитическим методом (методом координат).
2. Коэффициент полезного действия механизмов при их последовательном и параллельном соединениях. Определение потерь на трение в кинематических парах механизмов и машин.
3. Задача.  
Для зубчатого механизма определить:
  1. Число степеней свободы;
  2. Передаточное отношение механизма  $U_{15}$Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 20, z_2 = 20, z_2' = 15, z_3 = 45, z_4 = 27, z_5 = 54$



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Теория машин и механизмов			
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр 5

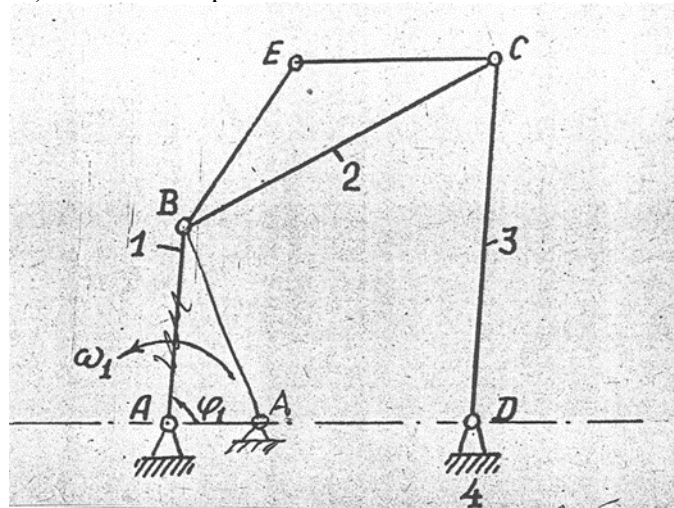
**Экзаменационный билет № 15**

1. Связь между скоростями и ускорениями точек звеньев во вращательных и поступательных кинематических парах. Примеры.
2. Трение гибких тел (вывод формулы Эйлера).
3. Задача.

Найти абсолютную скорость и ускорение точки E и угловые скорости и ускорение звена CD (звена 3) четырёхзвенного четырёх шарнирного механизма.

Дано:  $l_{AB} = 30 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = l_{AD} = 60 \text{ мм}$ ,  $l_{BE} = l_{CE} = 35 \text{ мм}$ ,  $\varphi_1 = 90^\circ$ , угловая скорость

кривошипа AB (звена 1) постоянна и равна



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

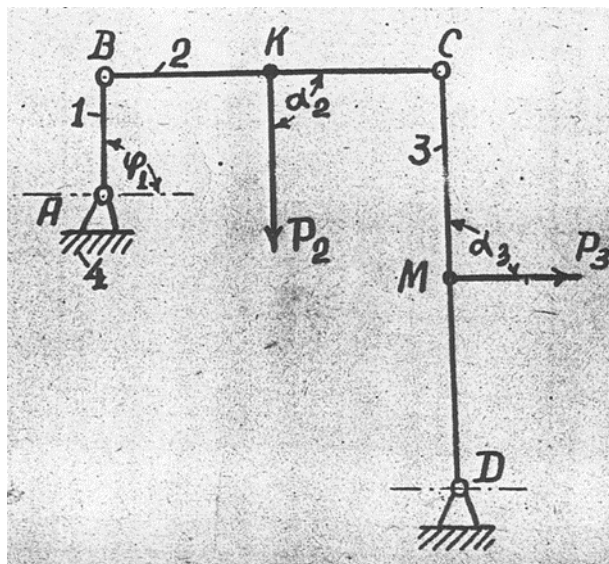
**Экзаменационный билет № 16**

- Общие сведения о кулачковых механизмах. Типы и область применения. Кинематический анализ кулачковых механизмов методом кинематических диаграмм.
- Задачи динамического исследования механизмов и машин. Уравнения движения машинного агрегата в форме кинетических энергий и в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения движения в случае, когда моменты сил движущих и сил сопротивлений являются функциями положения звена приведения.
- Задача.

Определить реакции в кинематических парах А, В, С, D шарнирного четырёхзвенника и

величину необходимого уравновешивающего момента  $M$ , приложенного к звену АВ, от нагрузки, приложенной к звеньям ВС и CD, если  $l_{AB} = 50\text{мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 200\text{мм}$ , угол  $\varphi_1 = 90^\circ$ , ось звена ВС горизонтальна, а ось звена CD вертикальна. Силы приложенные в

точках К и М, делят меж шарнирные расстояния пополам, и равны  $P_2$  и  $P_3$ , углы  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  равны  $90^\circ$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

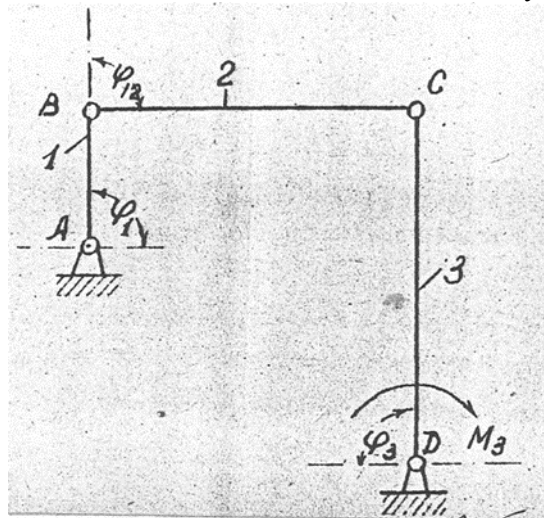
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 17**

1. Геометрические параметры зубчатых колес. Свойства эвольвентного зацепления. Линия зацепления, угол зацепления, дуга зацепления, коэффициент перекрытия.
2. Кинетическая энергия механизма. Приведенная масса и приведенный момент инерции механизма, и их определение на примерах рычажного и планетарного механизмов.
3. Задача.

Для четырёхзвенного шарнирного механизма определить приведённый к валу А звена АВ

момент  $M_3$  от момента  $M_3$ , приложенного к коромыслу 3, и приведённый момент инерции  $I_{п}$  от массы коромысла, если момент инерции коромысла, относительно оси D равен  $I_D = 0,016 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 400 \text{ мм}$ , углы  $\varphi_1 = \varphi_{12} = \varphi_3 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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

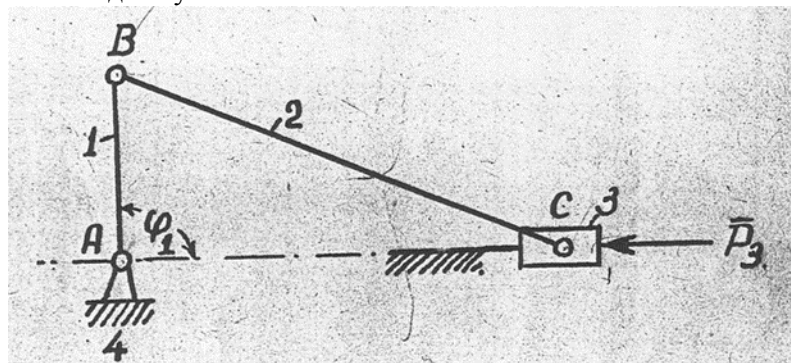
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 18**

1. Кинематический анализ простых зубчатых механизмов с неподвижными геометрическими осями. Многоступенчатые зубчатые передачи и их кинематический анализ. Примеры.
2. Кинетостатический расчет кулисного механизма с определением уравновешивающей силы методом планов сил и методом профессора Н.Е. Жуковского.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма найти величину уравновешивающей силы  $P_3$ , приложенной к оси шарнира В перпендикулярно линии АВ, и уравновешивающий момент  $M_1$ , приложенный к звену АВ, если к звену 3 приложена сила  $P_3$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$  и положение механизма задано углом  $\varphi_1 = 90^\circ$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

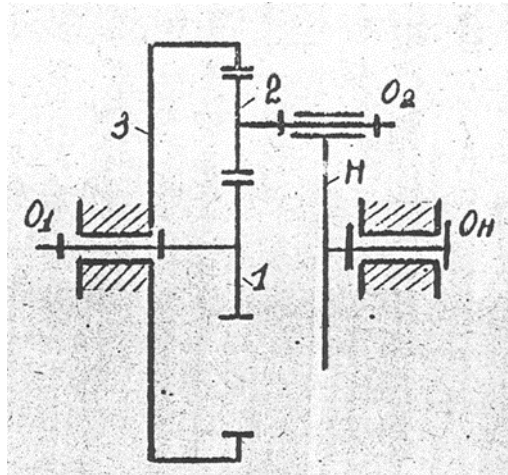
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 19**

1. Кинематический анализ кулачковых механизмов методом планов скоростей и планов ускорений по заданной схеме и по схеме замещающего механизма. Пример.
2. Определение инерционных нагрузок звеньев при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении.
3. Задача.

Для одноступенчатого планетарного редуктора определить приведённый к валу колеса 1

момента от момента, приложенного к водилу Н, если числа зубьев колес равны  $z_1 = z_2 = 20$ ,  $z_3 = 60$ .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

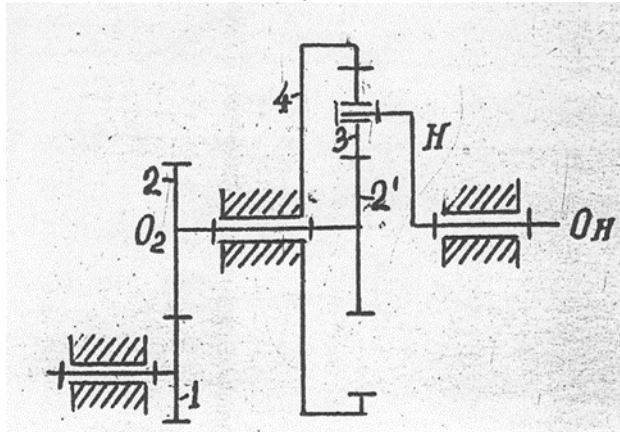
**Экзаменационный билет № 20**

1. Динамическое и кинематическое проектирование кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем, оснащенного роликом.
2. Задачи силового анализа механизмов. Силовой расчет структурных групп II класса, 2 порядка, 2 вида.
3. Задача.

Для зубчатого механизма определить:

- 1) Число степеней свободы;
- 2) Передаточное отношение механизма .

Числа зубьев колёс равны:  $z_1 = 22$ ,  $z_2 = 44$ ,  $z_2' = z_3 = 20$ ,  $z_4 = 60$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

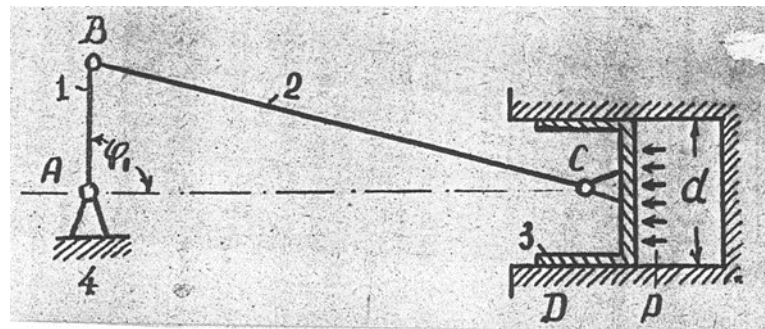
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 21**

1. Характеристика законов движения толкателей в кулачковых механизмах. Углы давления в кулачковых механизмах и их определение в любом положении толкателя.
2. Трение в резьбах. Жидкостное трение и его законы.
3. Задача.

Определить реакции в кинематических парах А, В, С и D кривошипно-ползунного механизма от

нагрузки, приложенной к днищу поршня 3, и уравновешивающий момент , приложенный к звену АВ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$  ,  $l_{BC} = 400 \text{ мм}$  , угол  $\varphi_1 = 90^\circ$  , диаметр цилиндра  $d = 100 \text{ мм}$  , давление газа в цилиндре  $p = 2 \text{ МПа}$  .



Утверждаю:

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

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

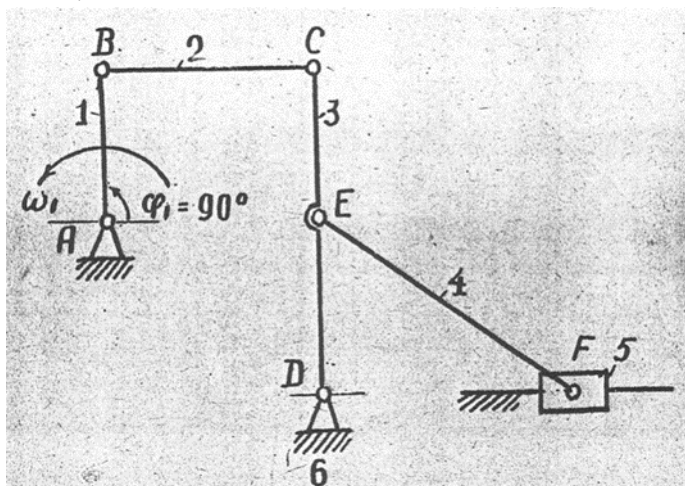
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 22**

1. Изложите методику графического дифференцирования и интегрирования. Примеры. Определение масштабных коэффициентов диаграмм.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся роторов.
3. Задача.

Для шестизвенного механизма найти скорость и ускорение точки F

Дано: угловая скорость кривошипа AB постоянна и равна  $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$ ,  $l_{AB} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 300 \text{ мм}$ ,  $l_{CD} = 200 \text{ мм}$ ,  $l_{CE} = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{EF} = 200 \text{ мм}$  отрезки AB и CD располагаются вертикально,  $\angle ABC = 90^\circ$ .



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

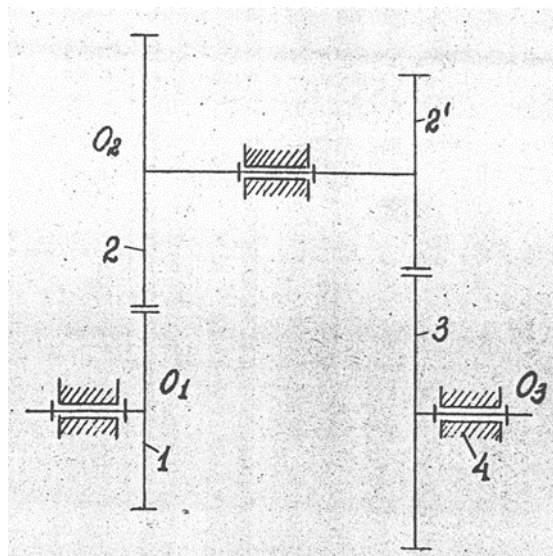
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 23**

1. Кинематический анализ механизма шарнирного 4х-звенника методом векторной алгебры.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся масс.
3. Задача.

Для соосного редуктора определить приведённый к валу \_\_\_\_\_ колеса 1 момента \_\_\_\_\_ от

момента  $M = 4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , приложенного к валу \_\_\_\_\_ колеса 3, если числа зубьев колес равны  $z_1 = z_2 = 20$ ,  $z_2 = z_3 = 40$



Утверждаю:

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

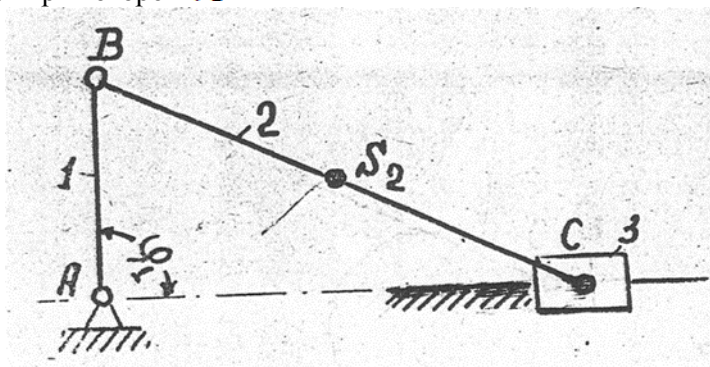
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 24**

1. Динамический и кинематический синтез кулачкового механизма с плоским толкателем.
2. Основные показатели зубчатого зацепления: коэффициент перекрытия, коэффициент удельного скольжения, коэффициент давления, коэффициент формы зуба.
3. Задача.

Для кривошипно-ползунного механизма определить приведённый к валу А звена АВ момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы шатуна ВС, если его масса  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ , центральный момент инерции  $I_{S_2} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , центр масс  $S_2$  делит расстояние ВС пополам,  $\ell_{AB} = 50 \text{ мм}$ ,  $\ell_{BC} = 400 \text{ мм}$ ; рассмотреть случай при котором  $\varphi_1 = 90^\circ$



Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев

(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

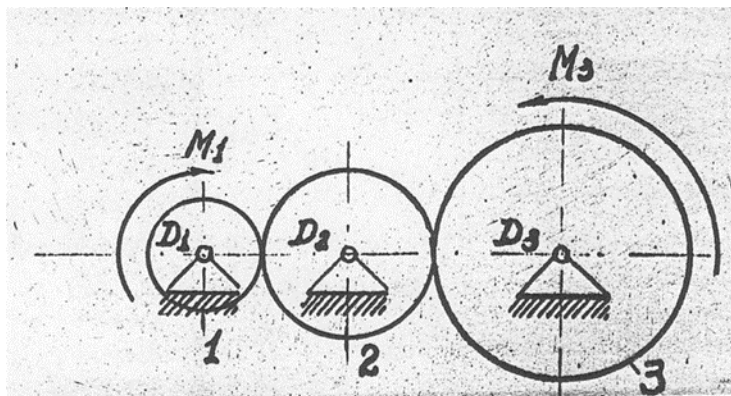
Факультет	Инженерно-экономический				
Кафедра	технического сервиса и механики				
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия				
Дисциплина	Теория машин и механизмов				
Форма обучения	Очно-заочная	Курс	3	Семестр	5

**Экзаменационный билет № 25**

1. Динамический и кинематический синтез кулачкового механизма с качающимся толкателем.
2. Режимы движения машинного агрегата с энергетической точки зрения. Механические характеристики электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания.
3. Задача.

Для рядного редуктора определить приведённый к валу колеса 1 момент от

моментов  $M_1$  и  $M_3$ , приложенного к колёсам 1 и 3, и приведённый момент инерции  $I_{\text{П}}$  от массы зубчатых колёс, если их моменты инерции равны  $I_1 = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_2 = 0,0225 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_3 = 0,04 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и числа зубьев колёс равны  $z_1 = 20$ ,  $z_2 = 30$ ,  $z_3 = 40$ .



Утверждаю:

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

### 3.6.3. Методические материалы

#### 3.6.3.1. Проведение промежуточной аттестации обучающихся очной формы обучения

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 семестра в

письменной 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 астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. 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».

### **3.6.3.2. Проведение промежуточной аттестации обучающихся заочной формы обучения**

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 письменной 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 астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. 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».

### **3.6.3.3. Проведение промежуточной аттестации обучающихся очно-заочной формы обучения**

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 письменной 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 астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. 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».

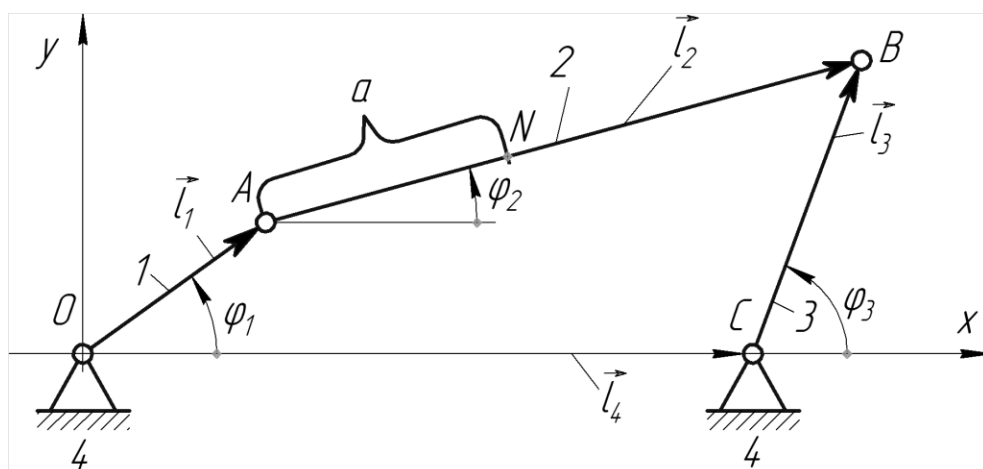
### 3.6.4. Пример экзаменационного билета

#### Экзаменационный билет

1. Кинематический анализ механизма шарнирного 4-х звенника методом векторной алгебры.
2. Статическая и динамическая балансировка вращающихся масс.
3. Задача.

### 3.6.5. Пример отличного ответа на экзаменационный билет

Ответ на первый вопрос билета.



Составляем векторное уравнение замкнутости контура OABC:

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_2 = \vec{l}_4 + \vec{l}_3$$

Проектируем векторы этого уравнения на оси Oх и Oу.

$$l_1 \cdot \cos \varphi_1 + l_2 \cdot \cos \varphi_2 = l_4 + l_3 \cdot \cos \varphi_3;$$

$$l_1 \cdot \sin \varphi_1 + l_2 \cdot \sin \varphi_2 = l_3 \cdot \sin \varphi_3,$$

где  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  – углы, образованные осями звеньев 1,2,3 с осью Ох.

Дифференцируем уравнения по обобщенной координате  $\varphi_1$ :

$$-l_1 \cdot \sin \varphi_1 - l_2 \cdot \sin \varphi_2 = -l_3 \cdot \frac{d\varphi_3}{d\varphi_1} \cdot \sin \varphi_3;$$

$$l_1 \cdot \cos \varphi_1 + l_2 \cdot \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} \cdot \cos \varphi_2 = l_3 \cdot \frac{d\varphi_3}{d\varphi_1} \cdot \cos \varphi_3.$$

В этих уравнениях  $\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} = u_{21}$  и  $\frac{d\varphi_3}{d\varphi_1} = u_{31}$  – аналоги угловых скоростей шатуна 2 и коромысла 3 соответственно. Получаем:

$$l_1 \cdot \sin \varphi_1 + u_{21} \cdot l_2 \cdot \sin \varphi_2 = u_{31} \cdot l_3 \cdot \sin \varphi_3,$$

$$l_1 \cdot \cos \varphi_1 + u_{21} \cdot l_2 \cdot \cos \varphi_2 = u_{31} \cdot l_3 \cdot \cos \varphi_3.$$

Из углов вычитаем угол  $\varphi_2$ , что соответствует повороту осей координат на общий угол  $\varphi_2$ .

Имеем:

$$l_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi_2) = u_{31} \cdot l_3 \cdot \sin(\varphi_3 - \varphi_2),$$

откуда получаем выражение аналога  $u_{31}$  угловой скорости  $\omega_3$ :

$$u_{31} = \frac{l_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi_2)}{l_3 \cdot \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}.$$

Аналогично, повернув оси координат на угол  $\varphi_3$ , из того же уравнения получаем аналог угловой скорости  $\omega_2$ .

$$l_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi_3) + u_{21} \cdot l_2 \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_3) = 0;$$

$$u_{21} = -\frac{l_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi_3)}{l_2 \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}.$$

Продифференцируем уравнения по обобщенной координате  $\varphi_1$ :

$$l_1 \cdot \cos \varphi_1 + u_{21}^2 \cdot l_2 \cdot \cos \varphi_2 + \dot{u}_{21} \cdot l_2 \cdot \sin \varphi_2 = u_{31}^2 \cdot l_3 \cdot \cos \varphi_3 + \dot{u}_{31} \cdot l_3 \cdot \sin \varphi_3;$$

$$l_1 \cdot \sin \varphi_1 - u_{21}^2 \cdot l_2 \cdot \sin \varphi_2 + \dot{u}_{21} \cdot l_2 \cdot \cos \varphi_2 = -u_{31}^2 \cdot l_3 \cdot \sin \varphi_3 + \dot{u}_{31} \cdot l_3 \cdot \cos \varphi_3$$

где  $u_{21}$  и  $u_{31}$  – аналоги угловых скоростей,

$\dot{u}_{21}$  и  $\dot{u}_{31}$  – аналоги угловых ускорений звеньев 2 и 3 соответственно.

Проведя преобразования координат, как показано выше, находим аналоги угловых ускорений шатуна  $\dot{u}_{21}$  и коромысла  $\dot{u}_{31}$ :

$$\dot{u}_{31} = \frac{l_1 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + u_{21}^2 \cdot l_2 - u_{31}^2 \cdot l_3 \cdot \cos(\varphi_3 - \varphi_2)}{l_3 \cdot \sin(\varphi_3 - \varphi_2)};$$

$$\dot{u}_{21} = \frac{u_{31}^2 \cdot l_3 - l_1 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_3) - u_{21}^2 \cdot l_2 \cdot \cos(\varphi_2 - \varphi_3)}{l_2 \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}.$$

Истинные значения угловых скоростей и угловых ускорений шатуна и коромысла находим при  $\omega_1 = const$ :

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot u_{21}; \omega_3 = \omega_1 \cdot u_{31};$$

$$\varepsilon_2 = \omega_1^2 \cdot \dot{u}_{21}; \quad \varepsilon_3 = \omega_1^2 \cdot \dot{u}_{31}.$$

Находим координаты, проекции аналогов скорости и ускорения точки N, закрепленной на шатуне (см. рис.).

Координаты точки N:

$$X_N = l_1 \cdot \cos \varphi_1 + a \cdot \cos \varphi_2,$$

$$y_N = l_1 \cdot \sin \varphi_1 + a \cdot \sin \varphi_2.$$

Проекции аналогов скоростей  $\dot{x}_N$  и  $\dot{y}_N$  находим, дифференцируя эти уравнения по обобщенной координате  $\varphi_1$ :

$$\dot{X}_N = -l_1 \cdot \sin \varphi_1 - u_{21} \cdot a \cdot \sin \varphi_2,$$

$$\dot{y}_N = l_1 \cdot \cos \varphi_1 + u_{21} \cdot a \cdot \cos \varphi_2.$$



Дифференцируем уравнения по обобщенной координате  $\varphi_1$ :

$$\begin{aligned}\ddot{X}_N &= -l_1 \cdot \cos \varphi_1 - \dot{u}_{21} \cdot a \cdot \sin \varphi_2 - u_{21}^2 \cdot a \cdot \sin \varphi_2, \\ \ddot{Y}_N &= -l_1 \cdot \sin \varphi_1 + \dot{u}_{21} \cdot a \cdot \cos \varphi_2 - u_{21}^2 \cdot a \cdot \sin \varphi_2.\end{aligned}$$

Проекция скорости точки N на оси координат при постоянной угловой скорости кривошипа  $\omega_1 = const$ :

$$V_{NX} = \omega_1 \cdot \bar{x}_N; V_{Ny} = \omega_1 \cdot \bar{y}_N.$$

Модуль скорости точки N:

$$V_N = \sqrt{V_{NX}^2 + V_{Ny}^2}$$

Проекция ускорения точки N на оси координат при  $\omega_1 = const$ :

$$a_{NX} = \omega_1^2 \cdot \bar{X}_N; \quad a_{Ny} = \omega_1^2 \cdot \bar{Y}_N.$$

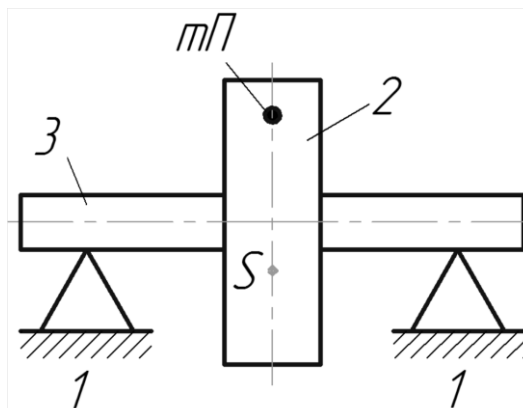
Модуль ускорения точки N:

$$a_N = \sqrt{a_{NX}^2 + a_{Ny}^2}$$

Ответ на второй вопрос билета.

Статическая балансировка

Балансировка осуществляется на балансировочных параллелях, представляющих собой две стальные закалённые призмы 1, установленные строго горизонтально и параллельно друг другу. На параллели кладётся балансируемая деталь 2, закреплённая на шлифованном валу 3.



Если деталь статически уравновешена, то на параллелях она будет находиться в безразличном положении. Если же деталь статически не уравновешена, она будет катиться по параллелям до тех пор, пока центр масс S не займёт на вертикале самое нижнее положение. Для устранения дисбаланса и его определения с противоположной стороны, т.е. сверху на той же вертикали прикрепляют кусочек мастики (пластилина) и выводят балансируемую деталь из равновесия, т.е. чтобы деталь на параллелях занимала безразличное положение.

Если деталь по-прежнему занимает устойчивое положение, то меняют количество пластилина или его положение, добиваясь того, чтобы деталь на параллелях заняла безразличное равновесие.

Затем взвешивают пластилин, определяя, таким образом, неуравновешенный дисбаланс и прикрепляют соответствующий противовес. Чаще высверливают «лишний» металл со стороны центра тяжести, вновь проводя выше рассмотренную процедуру.

Динамическая балансировка. Метод обхода грузом.

Динамическая балансировка осуществляется двумя противовесами, расположенными в двух произвольно выбранных плоскостях. Эти плоскости устанавливает конструктор.

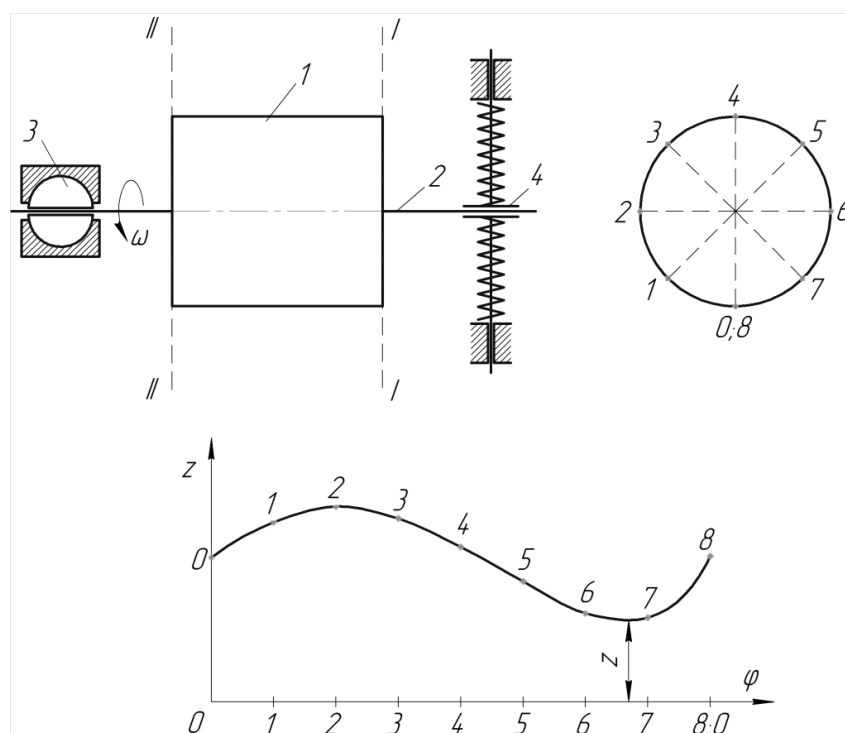
Балансируемый ротор 1 закрепляется на валу 2, который покоится в двух подшипниках, один из которых 3 может поворачиваться, а другой 4 может, будучи подпружинен, – перемещаться.

Во время разгона неуравновешенного ротора до некоторого числа оборотов в подшипниках, возникают вращающиеся с ротором реакции, и подшипник 4 начнёт колебаться. Максимальная амплитуда колебаний записывается специальным устройством.

На выбранной балансировочной плоскости I-I проводят так называемое балансировочное кольцо. Окружность делят на ряд (обычно 8) равных частей, намечают точки 1...8. Последовательно к каждой точке прикрепляют произвольную массу  $m$  и разгоняют ротор каждый раз до одного и того же числа оборотов, измеряя в каждом из восьми положений груз  $m$  максимальную амплитуду  $z$ .

Строят график изменения амплитуды  $z$ . По номинальной амплитуде  $z_{\min}$  определяют место прикрепления противовеса в плоскости I-I.

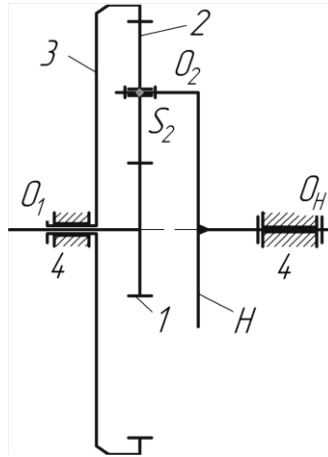
Подбирая массу противовеса, находят ту, при которой наблюдаются минимальные колебания ротора.



Меняя цапфы вала местами, таким же образом находят положение и величину второго противовеса в плоскости II- II.

### Задача.

Определить реакцию в подшипнике сателлита 2 от сил инерции его массы, если вал  $O_1$  вращается равномерно с частотой  $n_1 = 1440 \text{ мин}^{-1}$ , а числа зубьев на колесах соответственно равны  $z_1 = 20, z_2 = 40, z_3 = 100$ , модули всех колес равны  $m = 5 \text{ мм}$ , масса сателлита равна  $m_2 = 400 \text{ г}$ .



Дано:  $n_1 = 1440 \text{ мин}^{-1}$ ;  $z_1 = 20$ ;  $z_2 = 40$ ;  $z_3 = 100$ ;  $m = 5 \text{ мм}$ ;  $m_2 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$ .  
Найти реакцию в подшипнике сателлита 2.

Решение.

Реакция, возникающая в подшипнике сателлита численно равна силе инерции, возникающей, при его вращении вокруг оси водила  $O_H$ .

Используя формулу Виллиса, определим, сначала частоту вращения водила, затем его угловую скорость.

$$u_{1a}^H = \frac{n_1 - n_H}{n_2 - n_H} = \frac{z_2}{z_1}; \quad n_2 = 0; \quad -\frac{n_1}{n_H} + 1 = -\frac{z_2}{z_1};$$

$$\frac{n_1}{n_H} = 1 + \frac{z_2}{z_1} = 1 + \frac{100}{20} = 6; \quad n_H = \frac{n_1}{6} = \frac{1440}{6} = 240 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30} = \frac{\pi \cdot 240}{30} = 8\pi;$$

Определим радиус вращения оси сателлита вокруг оси водила, зная, что модули зубчатых колес одинаковы:

$$R = r_1 + r_2 = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} = \frac{5 \cdot 6}{2} 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$$

$$\left| P_{u_2} \right| = R_{S_2} = 0,4 \cdot (8\pi)^2 \cdot 0,15 = 37,9 \text{ Н}$$

Ответ: Реакция в подшипнике сателлита 2 равна  $R_{S_2} = 37,9 \text{ Н}$ .