

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для  
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Б1.В.13 ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

**Направление подготовки** 35.03.06 Агроинженерия

**Профиль подготовки** Технический сервис в АПК

**Форма обучения** очная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1.</b> Организация самостоятельной работы.....	3
<b>2.</b> Методические рекомендации по выполнению курсового проекта .....	4
2.1 Цели и задачи курсового проекта.....	4
2.2. Порядок и сроки выполнения курсового проекта.....	4
2.3 Структура курсового проекта.....	7
2.4 Требования к оформлению курсового проекта.....	8
2.5. Критерии оценки.....	11
2.6. Рекомендованная литература.....	11
<b>3.</b> Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопро- сов.....	13
<b>4.</b> Методические рекомендации по подготовке к заняти- ям.....	14

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## 1.1.Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		подготов-ка курсового про-екта	подготов-ка рефе-рата/эссе	индивидуаль-ные домашние задания (ИДЗ)	самостоятель-ное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Тема 1</b> Введение. Структурный синтез и анализ механизмов.	1	x			1
2	<b>Тема 2</b> Кинематический анализ шарнирно-рычажных механизмов методом планов скоростей и ускорений.	4	x			
3	<b>Тема 3</b> Кинематический анализ шарнирно-рычажных механизмов аналитическим методом.	2	x		1	2
4	<b>Тема 4</b> Кинематический анализ зубчатых механизмов.		x			2
5	<b>Тема 5</b> Синтез механизмов с низшими парами.		x		5	
6	<b>Тема 6</b> Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов.	4	x		2	2
7	<b>Тема 7</b> Проектирование эвольвентных прямозубых колес.	1	x		2	2
8	<b>Тема 8</b> Качественные параметры зацепления. Виды эвольвентных колес	1	x		2	2
9	<b>Тема 9</b> Силовой анализ механизмов.		x		2	
10	<b>Тема 10</b> Динамическая модель механизма.	2	x			
11	<b>Тема 11</b> Регулирование хода машин	4	x			2
12	<b>Тема 12</b> Механический коэффициент полезного действия.		x			
13	<b>Тема 13</b> Уравновешивание механизмов на фундаменте.		x			
14	<b>Тема 14</b> Уравновешивание вращающихся звеньев.		x		2	4
15	<b>Тема 15</b> Колебания в механизмах		x			
16	<b>Тема 16</b> Виброактивность и виброзащита механизмов и машин.		x		2	

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 2.1 Цели и задачи курсового проекта.

Основными целями при выполнении курсового проекта по теории механизмов и машин являются:

- изучение и освоение общих методов анализа и синтеза механизмов и машин;
- понимание принципов преобразования движения с помощью механизмов;
- применение системного подхода к проектированию машин и механизмов
- определение оптимальных параметров механизмов по известным (заданным) условиям работы.

Задачами данной работы являются проведение структурного и кинематического анализа и синтеза рычажного механизма, оптимального проектирования кулачкового механизма, расчет оптимальной геометрии и синтез зубчатого механизма, динамический анализ и синтез основного рычажного механизма.

### 2.2 Порядок и сроки выполнения курсового проекта

#### 2.2.1. Задание на курсовой проект

Предлагаемые задания состоят из кинематической схемы машины, в состав которой входят шарнирно-рычажный механизм, кулачковый механизм и зубчатый механизм.

На каждом листе задания приведены: структурная схема шарнирно-рычажного механизма и структурная схема кулачкового механизма. Структурная схема зубчатого механизма не изображена, так как он образован всего парой эвольвентных зубчатых прямозубых колёс с неподвижными осями.

В верхней таблице каждого задания приведены параметры шарнирно-рычажного механизма. В верхней строке таблицы приведены обозначения параметров и единицы измерения, а в остальных строках – числовые значения параметров для десяти вариантов.

В нижней таблице последние три столбца содержат параметры зубчатого механизма, а остальные параметры относятся к кулачковому механизму.

Номер задания и вариант, за которые студент расписывается в ведомости, выдаются преподавателем.

Размеры звеньев на кинематической схеме шарнирно-рычажного механизма заданы в виде расстояния между точками, расположенными на осях вращательных кинематических пар и характерными точками механизма.

В задании приняты следующие условные обозначения:

$\omega_1$  – угловая скорость ведущего звена,  $\text{с}^{-1}$ ;

$m_i$  – масса  $i$ -го звена, кг;

$F_c$  – сила полезного сопротивления, Н;

$\delta$  – коэффициент неравномерности хода машины;

$H$  – линейный ход толкателя, мм;

$\psi$  – угловой ход толкателя, град;

$e$  – дезаксиал (смещение оси поступательной кинематической пары относительно оси вращательной кинематической пары), мм;

$\ell$  – длина поводка толкателя в кулачковом механизме с качающимся толкателем;

- $\frac{d^2 S}{d\varphi^2}$  – тип диаграммы аналога линейного ускорения толкателя;
- $\frac{d^2 \beta}{d\varphi^2}$  – тип диаграммы аналога углового ускорения толкателя;
- $\varphi_y$  – фазовый угол удаления толкателя, град;
- $\varphi_d$  – фазовый угол дальнего стояния толкателя, град;
- $\varphi_B$  – фазовый угол возвращения толкателя, град;
- $\gamma_{\min}$  – минимально-допустимый угол передачи движения, при котором не происходит заклинивание толкателя, град;
- $m$  – модуль зацепления, мм;
- $z_1$  – число зубьев шестерни;
- $z_2$  – число зубьев зубчатого колеса.

### 2.2.2. Кинематическое исследование основного рычажного механизма

1) Провести структурный анализ и классификацию механизма по Ассуру, определить его степень подвижности, разбить на группы, указать порядок присоединения групп, класс, порядок и вид каждой группы, класс всего механизма.

2) Вычертить на листе формата А1 кинематическую схему механизма для 12 равноотстоящих положений ведущего звена, начиная с положения, определяемого поворотом ведущего звена (АО<sub>1</sub>) на 15° оси ОХ в сторону ОУ первой системы координат. На плане положений механизма построить траекторию движения центров тяжести шатунов или точки приложения технологической силы на шатуне.

3) Для двух расчетных положений механизма построить планы скоростей и планы ускорений.

4) Подготовить исходные данные для расчёта кинематических параметров на ЭВМ, в которые входят:

- а) вид группы и порядок их присоединения;
  - б) длины звеньев и их названия для каждой группы (ведущее звено, длина стойки, шатун, коромысло и т.д.);
  - в) начальный угол ведущего звена для первой присоединённой группы (как правило,  $\varphi_1^1 = 15^\circ$ );
  - г) приращение угла поворота ведущего звена (как правило,  $\Delta\varphi_1 = 30^\circ$ );
  - д) число расчётных положений (как правило,  $n = 12$ );
  - е) угловая скорость ведущего звена (для первой присоединённой группы);
  - ж) угловое ускорение ведущего звена;
  - з) уравнение связи угла поворота звена, входящего в разные замкнутые контуры;
  - е) номер звена, являющегося ведущим, для второй присоединённой группы.
- 5) Рассчитать кинематические параметры на ЭВМ.
- 6) По расчётным данным построить диаграммы кинематических параметров точки, лежащей на выходном звене.

7) Сравнить скорости и ускорения выходного звена, полученных графически (методом планов скоростей и ускорений) и аналитически (с помощью ЭВМ). Ошибка не должна превышать 3%.

8) По результатам кинематического исследования механизма написать вывод.

### 2.2.3. Проектирование кулачкового механизма

1) По заданным параметрам кулачкового механизма и типу закона движения толкателя, используя таблицы коэффициентов законов движения толкателя, аналитически определить кинематические параметры толкателя в зависимости от угла поворота кулачка. По результатам вычислений построить диаграммы кинематических параметров (перемещение, аналог скорости и аналог ускорения) толкателя.

2) Определить графически минимальный радиус кулачка из условия не заклинивания толкателя в направляющих или из условия копируемости профиля кулачка башмаком толкателя в зависимости от типа башмака толкателя.

3) Построить теоретический профиль кулачка, а затем конструктивный профиль.

4) Определить размеры башмака толкателя.

5) Указать все определённые конструктивные размеры кулачкового механизма.

#### 2.2.4. Проектирование зубчатого механизма

1) Определить по заданным числам зубьев  $z_1$  и  $z_2$  пары зубчатых колёс рекомендуемые коэффициенты смещения  $x_1$  и  $x_2$  (см. таблицу 2.1)

Таблица 2.1 – Рекомендуемые коэффициенты смещения у шестерни  $x_1$  и у колеса  $x_2$ , обеспечивающие наименьшее истирание профилей зубьев.

$Z_1$	$Z_2$	$x_1$	$x_2$	$\alpha_w$ , град
9	10	0,560	0,516	30,40
9	11	0,570	0,546	30,28
9	12	0,580	0,561	30,23
10	10	0,540	0,540	30,08
10	11	0,549	0,535	29,79
10	12	0,558	0,522	29,51
11	11	0,522	0,522	29,23
11	12	0,531	0,516	28,99
12	12	0,504	0,504	28,49

2) Вычислить на компьютере геометрические и качественные параметры зацепления, используя стандартные параметры зацепления и свои исходные данные.

3) Используя программу «Компас -3D» построить модели зубчатых колёс по своим исходным данным в формате «Деталь» по которым строится зацепление в формате «Чертеж» (формат А3). Положение одного колеса произвольное, а положение другого колеса должно обеспечить точечный контакт профилей зубьев.

4) На каждой проекции зубчатого колеса из центров колёс провести окружности всех вычисленных диаметров.

5) На чертеже показать рабочие участки профилей зубьев эквидистантной к профилю зуба линией, проставить все определённые размеры.

6) На чертеже в верхнем правом углу привести таблицу параметров зацепления по ГОСТ 2.403-75.

#### 2.2.5. Динамический анализ механизма. Определение момента инерции маховика по методу Н.И. Мерцалова

1) Используя метод замещающих масс, распределить массу звеньев механизма по точкам, скорости которых были определены при кинематическом исследовании механизма.

2) Определить проекции скоростей точек приложения сил полезного сопротивления на направление этих сил в каждом положении механизма.

3) Составить таблицу исходных данных для расчёта на ЭВМ динамических характеристик механизма и показать её преподавателю. Рассчитать динамические характеристики на ЭВМ.

4) По расчётным данным на листе формата А3 построить диаграммы приведённых моментов сил полезного сопротивления и сил движущих, работ сил полезного сопротивления и сил движущих, приращение кинетической энергии всего механизма, механизма без маховика и маховика.

5) Точками на оси ординат показать отрезок ( $KK_1$ ), выражающий в масштабе разность максимальной и минимальной кинетической энергии маховика.

6) Применяя метод Н.И. Мерцалова, по диаграмме приращения кинетической энергии маховика, определить разность между максимальной и минимальной величиной кинетической энергии маховика, а затем и момент инерции маховика.

Таблица 2.2 - Порядок и сроки выполнения курсового проекта по ТММ

Наименование этапа проекта	Объём работы в %	Срок сдачи (неделя)
4 семестр		
1.Получение задания. Общее ознакомление с механизмом и технологическим процессом.	5	1-2
2. Кинематическое исследование основного рычажного механизма (1 лист).	30	7-8
3. Проектирование кулачкового механизма (2 лист).	25	12
4. Проектирование зубчатой передачи (3 лист).	10	14
5 семестр		
5. Расчёт маховика (4 лист).	15	7
6. Окончательное оформление расчётно-пояснительной записки и чертежей.	15	9
7. Защита курсового проекта.		10-11

Примечание: Лист считается сданным после подписи его преподавателем.

### 2.3 Структура курсового проекта:

- титульный лист (Приложение А);
- содержание;
- задание;
- введение;
- основная часть:
  - 1) Кинематическое исследование шарнирно-рычажного механизма.
  - 2) Проектирование кулачкового механизма.
  - 3) Проектирование эвольвентного зубчатого зацепления.
  - 4) Расчет маховика по методу Н.И.Мерцалова.
- заключение;
- список использованной литературы;

## 2.4 Требования к оформлению курсового проекта.

Все графические построения выполняются на листах формате А1 с применением любого графического редактора (Компас - 3D, AUTOCAD) с обязательным соблюдением ЕСКД. построения выполняются тонкой линией и сохраняются на чертежах. Каждый лист должен быть снабжен в правом нижнем углу стандартной основной надписью (рисунок 1).

					КП.16.2506.К6			
					КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	лист	№ документа	Подпись	дата				1: 1
Проект.		Петров И.И.						
Консульт.		Иванов И.И.						
						Лист 1	Листов 4	
Н.контр.						ОГАУ-Т.серв.		
.								
Рук. пр		Иванов И.И.						

Рисунок 1. Пример заполнения основной надписи для первого листа.

В шифре документа основной надписи на листе разряды слева направо обозначают:  
КП – курсовой проект;

16 – год выполнения работы;

25 – номер задания (01 – первое задание, 13- тринадцатое задание и т.д.);

06 – номер варианта (шестой вариант);

К6 – кинематическая схема (1-ый лист, 2-ой лист и 3-ий лист). АГ - 4-ый лист. ПЗ – пояснительная записка;

Диаграммы на листах строятся в соответствии с ГОСТ 2.319 – 81. Пример построения диаграмм приведен на рисунке 2.

### 1.4. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

1. Все страницы записки должны быть одинакового размера 210x297мм (формат А4). Рукопись пишут на одной стороне листа чернилами или пастой аккуратно, разборчиво, по ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 7.32-81. Допускается использовать компьютер и принтер (шрифт Times New Roman № 14, междустрочный интервал – 1). Страницы должны иметь рамки и штампы (рисунок 3 и рисунок 4). Основная надпись на текстовых конструкторских документах выполняется по ГОСТ 2.104-68.



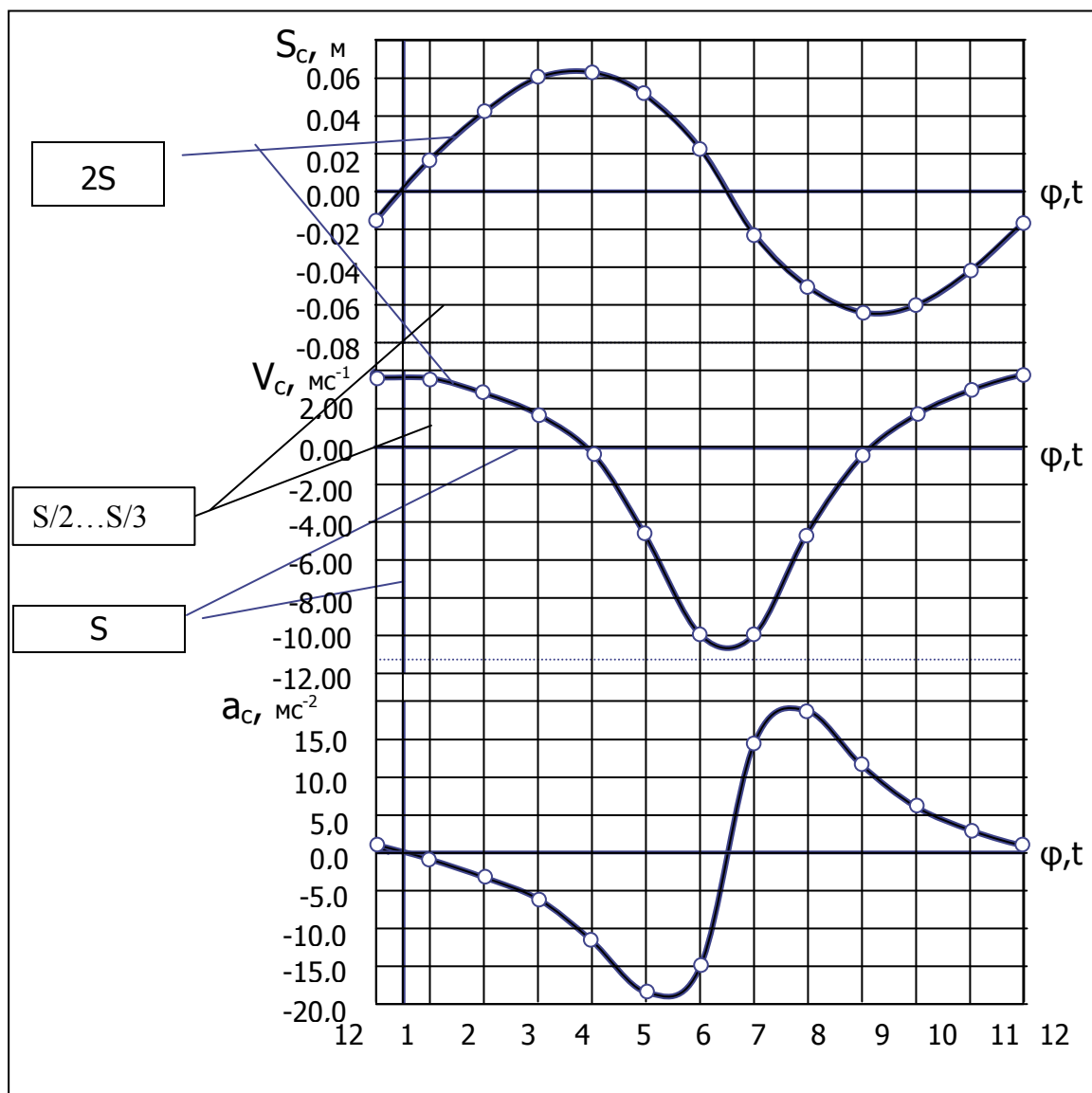


Рисунок 2. Диаграммы кинематических параметров выходного звена поперечно-строгального станка

					КП.16.2506.ПЗ		
Изм.	лист	№ документа	Подп.	дата	ДОЛБЁЖНЫЙ СТАНОК		
Проект.		Петров И.И.					
Консульт.		Иванов И.И.					
Н.контр.							
Рук. пр		Иванов И.И.					
					Лит.	лист	листов
						2	25
					ОГАУ – 31 М		

Рисунок 3. Пример заполнения основной надписи на первой странице расчетно-пояснительной записки

					КП.16.2506.ПЗ	Лист
Изм.	лист	№ документа	Подп.	дата		15

Рисунок 4. Пример заполнения основной надписи на всех страницах, кроме первой, расчетно-пояснительной записки

2. Основной текст записки должен быть технически грамотным, кратким, четким, но достаточным для точного и конкретного отражения содержания расчетов, графических построений и выводов по главам (Примерное содержание расчетно-пояснительной записки приведено в приложении Б). В тексте можно использовать общепринятые сокращения слов и словосочетаний по ГОСТ 7.12-77.

3. Титульный лист выполняется чертежным или печатным шрифтом. Пример заполнения титульного листа приведен в приложении Б.

4. План записки должен соответствовать последовательной работе над проектом. Заголовки разделов обозначаются арабскими цифрами. Подразделы должны иметь двузначную нумерацию. Подразделы могут иметь несколько пунктов.

5. Распечатки с ЭВМ должны соответствовать формату А4 и включаются в общую нумерацию страниц.

6. Математические формулы, если на них делаются ссылки в тексте, должны иметь сквозную нумерацию или нумерацию в пределах главы.

7. Цифровой и расчетный материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц. Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте. Пример выполнения и обозначения таблиц см. на рисунке 5 и рисунке 6.

Таблица \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
номер название таблицы В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки	Внутренний диаметр шайбы	Толщина шайбы					
		легкой		нормальной		тяжелой	
		a	b	a	b	a	b
2,0	2,1	0,5	0,8	0,5	0,5	-	-
2,5	2,6	0,6	0,8	0,6	0,6	-	-
3,0	3,1	0,8	1,0	0,8	0,8	1,0	1,2

Рисунок 5. Пример оформления таблицы

Таблица 2.2 - Кинематические параметры толкателя на фазовом угле удаления  
В миллиметрах

$\varphi/\varphi_y$	$S - S_0$	$dS/d\varphi$	$d^2S/d\varphi^2$	$S-S_0 + d^2S/d\varphi^2$
0	0,000	0,000	77,815	77,82
1/8	1,375	13,369	58,361	59,74
2/8	5,012	22,918	38,907	43,91
3/8	10,125	28,648	19,454	29,58
4/8	16,000	30,558	0,000	16,00
5/8	21,875	28,648	-19,454	2,43
6/8	27,000	22,918	-38,907	-11,91
7/8	30,625	13,369	-58,361	-27,73
1	32,000	0,000	-77,815	-45,81

Рисунок 6. Пример оформления таблицы

8. Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании, но лучше указывать порядковый номер по списку источников, выделенный в квадратные скобки.

9. Содержание включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов (если они имеют наименование) с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала разделов (подразделов, пунктов). Само слово «страница» не пишется.

10. Список литературы должен содержать перечень источников, использованных при выполнении курсового проекта. Сведения об источниках приводить по ГОСТ 7.1-84.

Например:

1. Теория механизмов и машин. Анализ, синтез, расчет [Текст]: учебник / Ю. Ф. Лачуга [и др.] ; ред. Ю. Ф. Лачуга . - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Бибком, Транслог, 2015. - 416 с. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
1. Коренько А.С. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин [Текст]: учебное пособие для вузов / А.С. Коренько, Кременштейн Л.И. [и др.]. 6-е изд. стер.- Москва; ООО «Медиа-Стар», 2006. – 332 с.

## **2.5. Критерии оценки:**

- соблюдение сроков сдачи работы;
- правильность оформления работы;
- грамотность структурирования работы;
- наличие иллюстрирующего/расчетного материала;
- использование современной литературы;
- использование зарубежной литературы;
- сбалансированность разделов работы;
- правильная формулировка целей и задач исследования;
- степень самостоятельности выполнения;
- использование современных компьютерных технологий;
- умение докладывать результаты и защищать свою точку зрения.

## **2.6. Рекомендованная литература.**

### **2.6.1 Основана литература:**

1. Теория механизмов и машин. Анализ, синтез, расчет [Текст]: учебник / Ю. Ф. Лачуга [и др.] ; ред. Ю. Ф. Лачуга . - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Бибком, Транслог, 2015. - 416 с. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
2. Коренько А.С. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин [Текст]: учебное пособие для вузов / А.С. Коренько, Кременштейн Л.И. [и др.]. 6-е изд. стер.- Москва; ООО «Медиа-Стар», 2006. – 332 с.

### **2.6.2 Дополнительная литература:**

1. Теория механизмов и машин [Текст]: учебник / К.В. Фролов [и др.]; ред. К.В.Фролов.- Москва: Высшая школа, 1987.- 496 с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин [Текст]: учебник / И.И. Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп.- Москва: Наука, 1988.-640 с.

3. Теория механизмов и машин: методические указания по курсовому проектированию для студентов инженерно-технических специальностей /М.А.Мазитов, В.В.Маликов, В.И.Сычев. – Оренбург: ГУ «РЦРО», 2007 – 44 с.
4. Полищук Ю.М. и др. Курсовое проектирование по ТММ с использованием персонального компьютера типа IBM PC.- Учеб. пособие для вузов.; Под общей ред. В.И. Сычёва.- Оренбург, Издат. центр ОГАУ, 1997 г.-82 с.: ил.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ**

#### **3.1 Кинематика механизмов с группами 4-го и 5-го видов.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на движение выходного звена, в каком порядке эти группы могут быть в составе механизма.

#### **3.2 Входные и выходные параметры синтеза и критерии оптимизации. Основные и дополнительные условия синтеза. Методы оптимизации.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на различия между входными и выходными параметрами синтеза, какой параметр или функция может быть критерием оптимизации.

Необходимо обратить так же внимание на то, какие условия синтеза могут быть дополнительными или основными. Обратите внимание на достоинства и недостатки методов оптимизации.

#### **3.3. Выбор закона движения выходного звена в кулачковом механизме. Профиль кулачка с качающимся коромыслом**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на что влияет выбранный закон движения толкателя, что называется ударом, когда удары возникают, достоинства и недостатки того или иного закона движения.

При профилировании кулачка с качающимся толкателем обратить внимание на направление вращения кулачка в зависимости от направления осей системы координат при определении минимального радиуса кулачка. Обратите внимание на особенности профилирования поверхности кулачка.

#### **3.4. Исходные контуры эвольвентных колес**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание что называется исходным контуром эвольвентных зубчатых колес и какие параметры контура являются стандартными.

#### **3.5. Выбор коэффициентов смещения**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на влияние коэффициентом смещения на качественные параметры зацепления, где можно подобрать нужные коэффициенты смещения для получения качественных параметров зацепления.

#### **3.6. Определение сил инерции звеньев**

При определении сил инерции и моментов сил инерции звеньев необходимо обратить внимание на расположения центра масс звеньев и на характер движения звена (вращается, движется поступательно, совершает сложное движение).

#### **3.7. Методы и устройства для балансировки роторов**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на различие статического и динамического уравнивания и статического и динамического метода балансировки. Уяснить принцип работы балансировочных станков и возможности автоматизации процесса балансировки.

#### **3.8. Влияние вибрации на механизмы и организм человека**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание, на что приводят вибрационные воздействия на механизмы и на человека. Какие есть способы защиты от вибрационных воздействий.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ**

### **4.1 Лабораторная работа № 1, 2.**

**Тема:** «Составление структурных и кинематических схем механизмов. Структурный анализ механизмов».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на условные обозначения звеньев и кинематических пар, на относительные движения звеньев в кинематических парах и на порядок структурного анализ.

### **4.2 Лекция № 4.**

**Тема:** «Кинематический анализ шарнирно-рычажных механизмов аналитическим методом»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на вопросы векторной алгебры, сложения векторов, на метод составления векторных уравнений замкнутости контура.

### **4.3 Лабораторная работа № 5.**

**Тема:** «Кинематический анализ зубчатых механизмов с подвижными осями колес».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на основные кинематические параметры зубчатых механизмов, чем отличается передаточное отношение от передаточного числа, на метод обращенного движения и особенности определения передаточных отношений в механизмах с подвижными осями колес.

### **4.4 Лекция № 6.**

**Тема:** «Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на графическое дифференцирование и интегрирование. Просмотреть виды кулачковых механизмов, и их использование в различных машинах.

### **4.5 Лабораторная работа № 7.**

**Тема:** «Построение эвольвентных зубьев методом обкатки».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на свойства эвольвентного зацепления, на основные качественные параметры зацепления и на стандартные параметры зацепления.

### **4.5 Лабораторная работа № 8.**

**Тема:** «Расшифровка зубчатых колес».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на стандартные параметры зубчатых колес и на порядок расчета геометрических параметров зубчатых колес.

#### **4.8 Лабораторная работа № 12.**

**Тема:** «Определение динамических характеристик механизма».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на подготовку исходных данных для расчета динамических характеристик своего механизма. Для этого необходимо выписать все скорости характерных точек для двенадцати положений механизма, определить сумму проекций скоростей точек на вектор силы, действующей на выходные звенья, распределить массу звеньев по точкам, скорости которых известны.

#### **4.9 Лабораторная работа № 15.**

**Тема:** «Динамическое уравнивание ротора».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на виды неуравновешенности ротора и выявления неуравновешенности на практике, способы устранения неуравновешенности ротора.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра проектирования и управления в технических системах

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ ПО ТММ  
НА ТЕМУ: «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
МЕХАНИЗМОВ КАЧАЮЩЕГОСЯ КОНВЕЙЕРА»**

Задание 17    Вариант 01

Выполнил студент 31- Т.серв.

Иванов И.И.

Руководитель проекта

Доцент    Сидоров А.А.



## ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

### ЗАДАНИЕ

#### 1. Кинематическое исследование шарнирно-рычажного механизма.

- 1.1 Структурный анализ механизма.
- 1.2. Кинематические параметры механизма.
  - 1.2.1. Планы положений звеньев механизма.
  - 1.2.2. Планы скоростей и ускорений.
  - 1.2.3. Уравнения кинематических параметров звеньев первой присоединенной группы Ассура.
  - 1.2.4. Уравнения кинематических параметров звеньев второй присоединенной группы Ассура.
  - 1.2.5. Кинематические диаграммы.
- Выводы.

#### 2. Проектирование кулачкового механизма.

- 2.1. Кинематические параметры толкателя.
- 2.2. Минимальный радиус кулачка.
- 2.3. Профилирование кулачка.
- 2.4. Выбор размеров контактной поверхности толкателя.
- Выводы.

#### 3. Проектирование эвольвентного зубчатого зацепления.

- 3.1. Исходные параметры зубчатых колес.
- 3.2. Формулы геометрических параметров зубчатых колес.
- 3.4. Качественные параметры зацепления зубчатых колес.
- 3.5. Построение эвольвентного зацепления зубчатых колес.
- Выводы.

#### 4. Расчет маховика по методу Н.И.Мерцалова.

- 4.1. Уравнения динамических параметров механизма.
- 4.2. Замещающие массы звеньев механизма.
- 4.3. Момент инерции маховика.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### 5. Литература.