

Министерство образования и науки Российской Федерации
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «ДЕТАЛИ МАШИН И ПТУ»

Н.Г. Дудкина, А.Н. Болдов

**ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»
С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ**

для студентов заочной формы обучения

Направление подготовки: 151900 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

Направление подготовки: 190600.62 «Эксплуатация транспортно–
технологических машин и комплексов»



Волгоград
2013

УДК 621.01 (075)

Рецензент

к.т.н., доцент *К.В. Приходьков*

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Задания на контрольную работу по дисциплине «Теория механизмов и машин» с методическими указаниями к выполнению: метод. указания / сост. Н.Г. Дудкина, А.Н. Болдов / ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – 15 с.

Методические указания предназначены для студентов заочного обучения, выполняющих контрольные работы по курсу Теория механизмов и машин. В методических указаниях приведены задания на контрольные работы, изложены основные принципы и приемы проектирования, даны указания к разработке чертежей и составлению расчетно-пояснительной записки. Предлагаемые методические указания соответствуют учебным стандартам третьего поколения для студентов, обучающихся по направлениям 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Общие указания к выполнению контрольной работы

Цель выполнения контрольной работы – обучить практическому применению методов анализа и синтеза плоских рычажных и зубчатых механизмов, изучаемых в теоретической части курса и при выполнении лабораторных работ, а также привить навыки самостоятельной работы при решении практических задач.

Контрольная работа состоит из расчетно-пояснительной записки и двух листов графической части.

Задание на контрольную работу по дисциплине «Теория механизмов и машин» включает в себя:

1. Исследование плоского рычажного механизма:

1.1. Структурный анализ плоского механизма (расчетно-пояснительная записка);

1.2. Кинематический анализ плоского механизма (лист 1, формат А3);

1.3. Кинетостатический анализ плоского механизма (лист 1, формат А3);

2. Кинематическое исследование зубчатых механизмов:

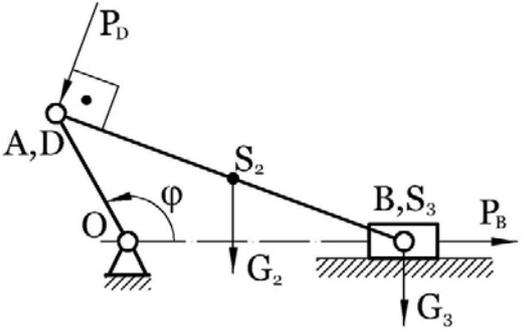
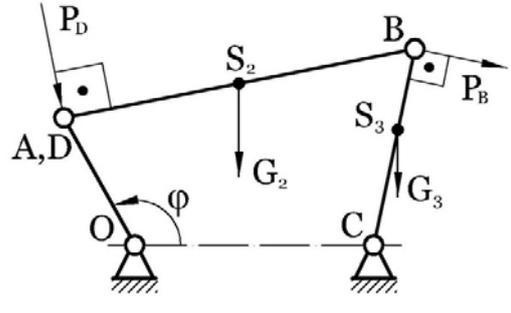
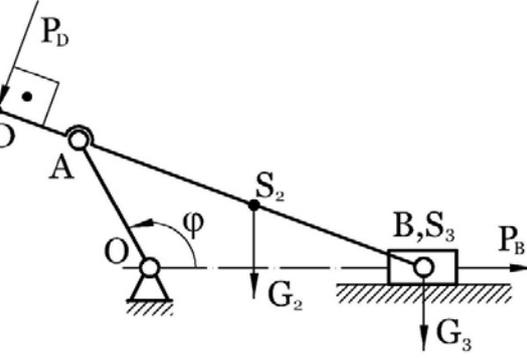
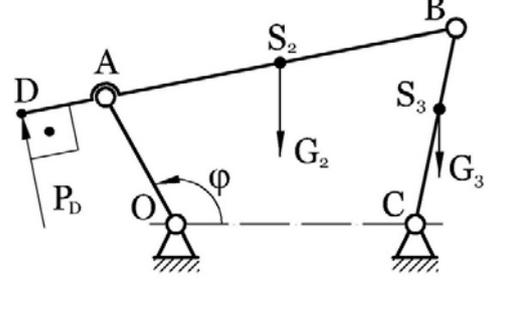
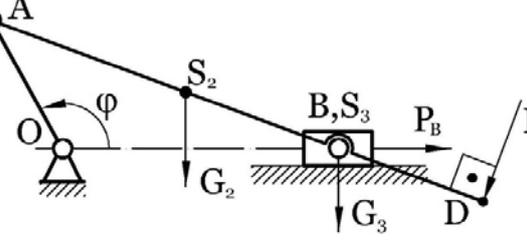
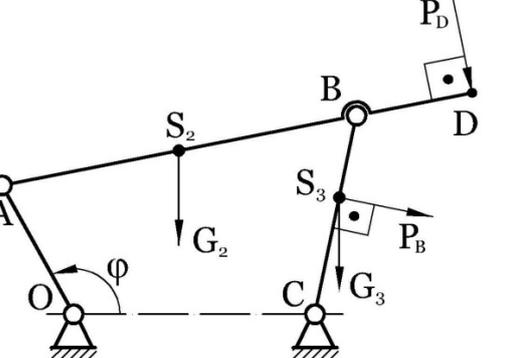
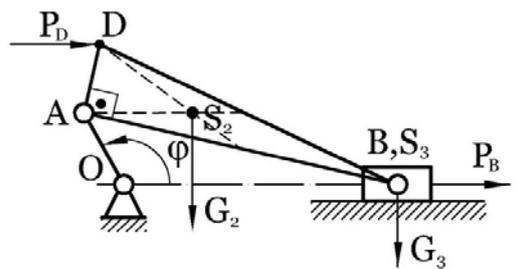
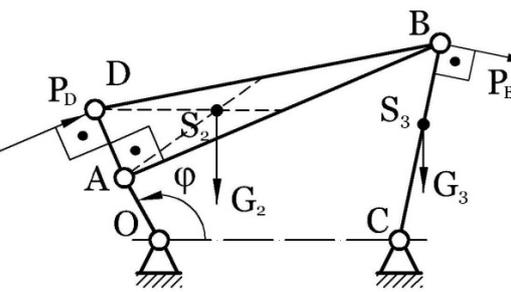
2.1. Геометрический расчет цилиндрической прямозубой передачи с эвольвентным профилем зуба (расчетно-пояснительная записка);

2.2. Анализ и синтез планетарной передачи (лист 2, формат А3);

Схема плоского рычажного механизма для структурного, кинематического и кинетостатического анализа и параметры для расчета выбираются по последней цифре номера зачетной книжки в Таблице 1 и Таблице 2 соответственно. Положение механизма, задаваемое углом φ , а также действующие внешние силы P_B и P_D выбираются в Таблице 3 по предпоследней цифре номера зачетной книжки.

Схема планетарной передачи выбирается в Таблице 4 по последней цифре номера зачетной книжки. Вариант исходных данных выбирается в Таблице 5 по предпоследней цифре номера зачетной книжки.

Схемы плоских рычажных механизмов

 <p>Схема плоского механизма № 0</p>	 <p>Схема плоского механизма № 1</p>
 <p>Схема плоского механизма № 2</p>	 <p>Схема плоского механизма № 3</p>
 <p>Схема плоского механизма № 4</p>	 <p>Схема плоского механизма № 5</p>
 <p>Схема плоского механизма № 6</p>	 <p>Схема плоского механизма № 7</p>

Схемы плоских рычажных механизмов

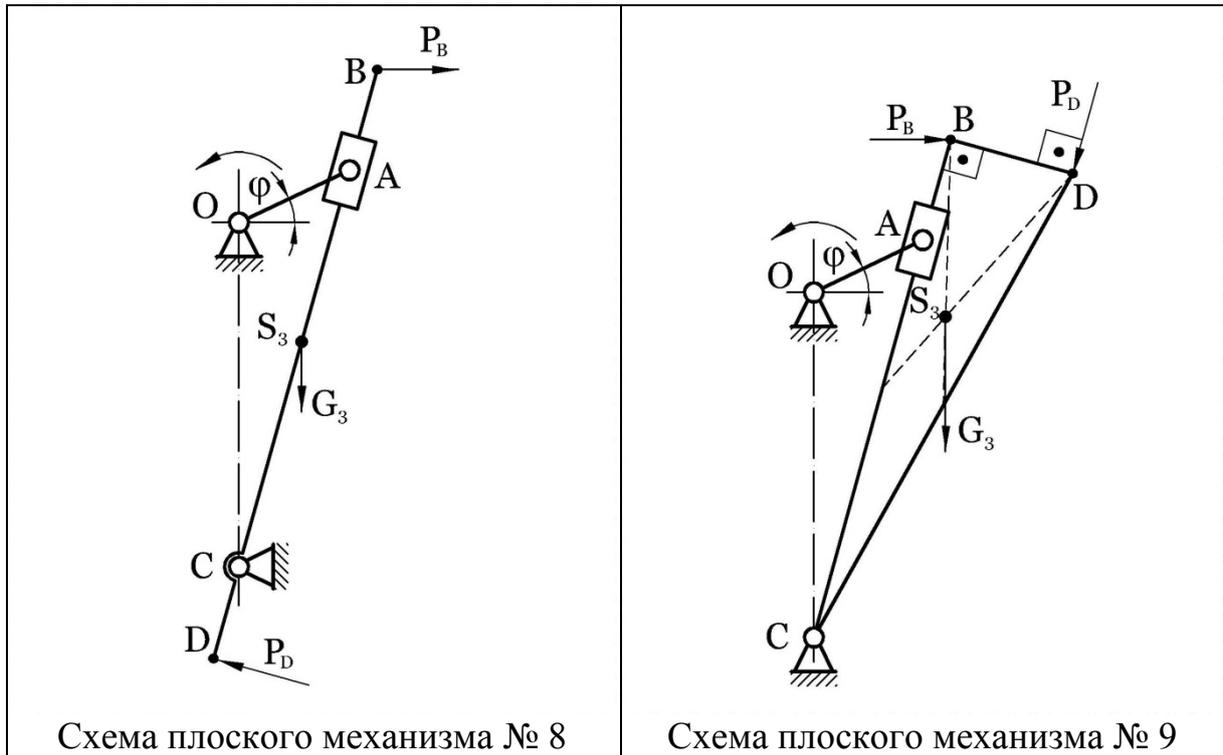


Таблица 2

Варианты исходных данных

Параметры для расчета	Вариант контрольной работы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
OA, м	0,1	0,15	0,2	0,25	0,12	0,08	0,1	0,15	0,1	0,15
n_{OA} , об/мин	100	120	80	60	70	80	90	100	100	120
AB/OA	5	4	6	5	7	3,5	4,5	4,5	-	-
BC/OA	-	2	-	3	-	3,5	-	4	7	6
OC/OA	-	4	-	6	-	5	-	7	5	4
AD/OA	0	0	1	0,5	8	4,5	0,5	1	-	-
BD/OA	5	4	7	5,5	1	1	-	-	8	1
m_2 , кг	50	40	25	40	15	8	10	15	0	0
m_3 , кг	150	120	80	150	60	25	80	100	90	140
AS ₂ /OA	2,5	1,5	2	3	5	3	*	*	-	*
CS ₃ /OA	-	1	-	2	-	2	-	1,5	3,5	4

* положение точки S₂ лежит на пересечении медиан треугольника

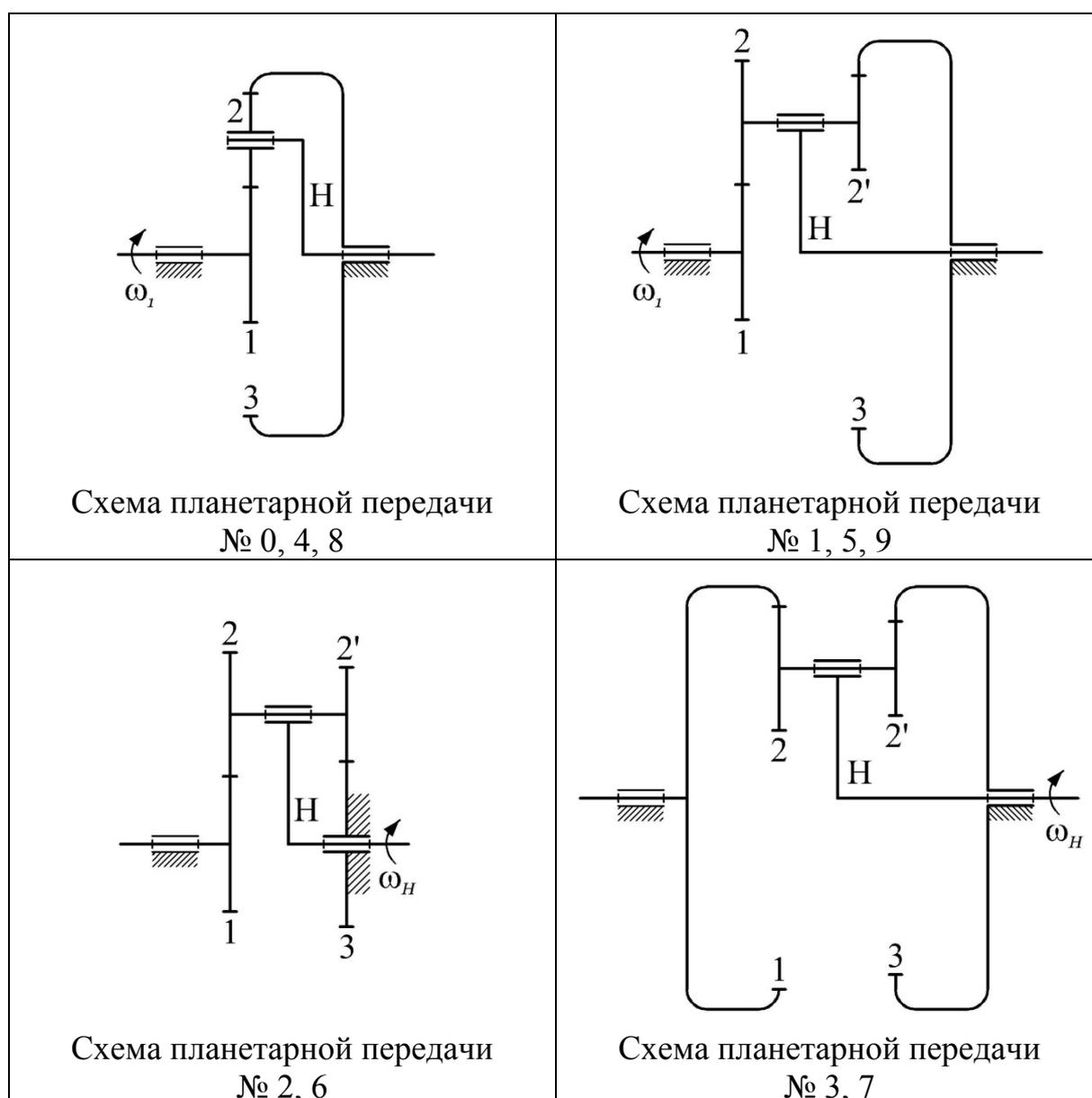
Таблица 3

Варианты исходных данных

Параметры для расчета	Вариант контрольной работы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
φ , град	30	60	90	120	150	210	240	270	300	330
P_B , Н	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1500
P_D , Н	150	120	180	200	240	280	150	300	200	350

Таблица 4

Схемы планетарных передач



Варианты исходных данных

Параметры для расчета	Вариант контрольной работы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль планетарной передачи m_1 , мм	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0
Модуль передачи $z_a - z_b$ m_2 , мм	5	6	7	8	7	6	5	4	6	8
Передаточное отношение планетарного механизма u_{1H}^3	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	8	7	6
Число зубьев шестерни z_a	10	10	9	8	8	9	10	10	9	8
Число зубьев колеса z_b	26	28	27	26	28	25	27	30	20	27

Указания к выполнению контрольной работы

1. Для исследования *плоского рычажного механизма* необходимо:

1.1 Выполнить структурный анализ плоского механизма (расчетно-пояснительная записка, стр. 3).

1.2 Вычертить план механизма (графическое изображение кинематической схемы механизма) в произвольно выбранном масштабе, соответствующий заданному положению входного звена ОА механизма (лист 1, формат А3). Положение входного звена задается углом φ . Величина масштабного коэффициента длины μ_l определяется:

$$\mu_l = \frac{L, м}{l, мм}, \quad (1)$$

где L – длина звена механизма, м;

l – длина отрезка, изображающего величину звена на чертеже (выбирается произвольно), мм.

Тогда размеры i -го звена на чертеже в миллиметрах определяются:

$$l_i = \frac{L_i}{\mu_l}. \quad (2)$$

На схеме механизма показать векторы сил тяжести G , сил инерции Φ и внешних сил P_B, P_D в точках их приложения.

1.3 Построить план скоростей механизма в заданном положении, определив скорости точек приложения сил тяжести G , сил инерции Φ и внешних сил P_B, P_D (лист 1, формат А3). Построение плана скоростей см. п. 1.1 [стр. 4-7, 4]. Масштабный коэффициент плана скоростей определяется:

$$\mu_v = \frac{v_A, м/с}{\rho a, мм}, \quad (3)$$

где v_A – линейная скорость точки А, м/с;

pa – отрезок на плане скоростей, соответствующий скорости точки А, мм (выбирается в пределах 50-70 мм).

Тогда значения скоростей i -ых точек звеньев механизма определяются:

$$v_i = \mu_v \cdot pi, \quad (4)$$

$$\omega_i = \frac{v_i, м/с}{L_i, м}. \quad (5)$$

Составленные векторные уравнения и найденные значения скоростей заносятся соответственно на стр. 6 и стр. 9 расчетно-пояснительной записки.

1.4 Построить план ускорений механизма в заданном положении, определив ускорения точек приложения сил тяжести G , сил инерции Φ и внешних сил P_B, P_D (лист 1, формат А3). Построение плана ускорений см. п. 1.1 [стр. 7-9, 4]. Масштабный коэффициент плана ускорений определяется:

$$\mu_a = \frac{a_A, м/с^2}{\pi a, мм}, \quad (6)$$

где a_A – линейное ускорение точки А, м/с²;

πa – отрезок на плане ускорений, соответствующий ускорению точки А, мм (выбирается в пределах 50-70 мм).

Тогда значения ускорений i -ых точек звеньев механизма определяются:

$$a_i = \mu_a \cdot \pi i, \quad (7)$$

$$\varepsilon_i = \frac{a_i^r, м/с^2}{L_i, м}. \quad (8)$$

Составленные векторные уравнения и найденные значения ускорений заносятся соответственно на стр. 8 и стр. 9 расчетно-пояснительной записки.

1.5 Определить значения сил инерций и сил тяжести, приложенных в центрах масс звеньев S_2, S_3 :

$$\bar{\Phi}_i = -m_i \cdot \bar{a}_S, \quad (9)$$

$$\bar{G}_i = -m_i \cdot \bar{g}. \quad (10)$$

Найденные значения сил заносятся в табл. 3.2 на стр. 10 расчетно-пояснительной записки.

1.6 Вычертить расчетную схему группы Ассур (лист 1, формат А3). Составить уравнения равновесия сил $\sum \bar{F} = 0$ и моментов сил $\sum M(F) = 0$ (см. стр. 11 – 13 расчетно-пояснительной записки).

1.7 Вычертить план сил для группы Ассур (лист 1, формат А3). Определить реакции в кинематических парах.

1.8 Вычертить расчетную схему первичного механизма (лист 1, формат А3). Составить уравнения равновесия сил $\sum \bar{F} = 0$ и моментов сил $\sum M_0(F) = 0$ (см. стр. 12 – 13 расчетно-пояснительной записки).

1.9 Вычертить план сил для первичного механизма (лист 1, формат А3). Определить реакцию в кинематической паре со стойкой \bar{R}_{01} и уравновешивающий момент M_y .

1.10 Значения найденных реакций и уравновешивающего момента занести в табл. 3.3 на стр. 13 расчетно-пояснительной записки.

2. Для исследования *планетарной передачи* необходимо:

2.1 Произвести геометрический расчет корригированной, цилиндрической, прямозубой передачи с эвольвентным профилем зуба (стр. 22 расчетно-пояснительной записки). Выбор коэффициентов смещения производится в соответствии с табл. 5.1 (стр. 20 расчетно-пояснительной записки).

2.2 Выполнить расчет планетарной передачи:

2.2.1 Подобрать числа зубьев колес планетарного редуктора согласно методическому указанию [5].

2.2.2 Проверить подобранные числа зубьев по четырем условиям работоспособности редуктора: соосности, сборки, соседства и воспроизведения передаточного отношения (стр. 24 – 25 расчетно-пояснительной записки).

2.2.3 Рассчитать делительные диаметры зубчатых колес планетарной передачи по формуле:

$$d_i = m_1 \cdot z_i, \quad (11)$$

где m_1 – модуль зубчатых колес, мм;

z_i – число зубьев i -го колеса.

Полученные значения занести в табл. 6.2 (стр. 26 расчетно-пояснительной записки).

2.2.4 Вычертить схему редуктора по найденным размерам зубчатых колес (лист 2, формат А3) в произвольно выбранном масштабе μ_l :

$$\mu_l = \frac{R, м}{r, мм}, \quad (12)$$

где R – радиус зубчатого колеса, м;

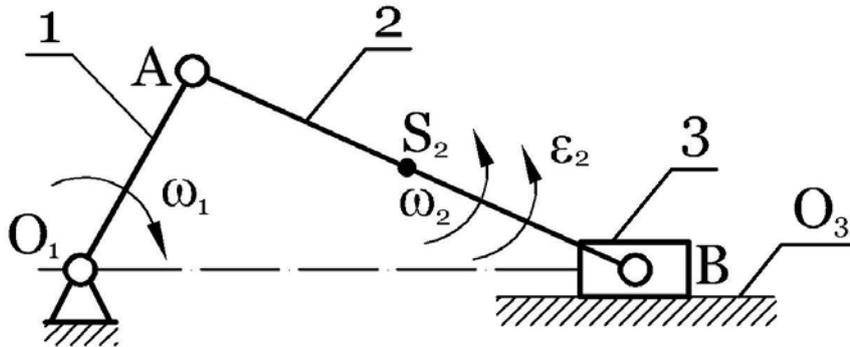
r – длина отрезка, изображающего величину данного радиуса на чертеже (выбирается произвольно), мм.

2.2.5 Построить картину линейных и угловых скоростей (лист 2, формат А3). Найденные значения угловых скоростей занести в табл. 6.1 (стр. 26 расчетно-пояснительной записки).

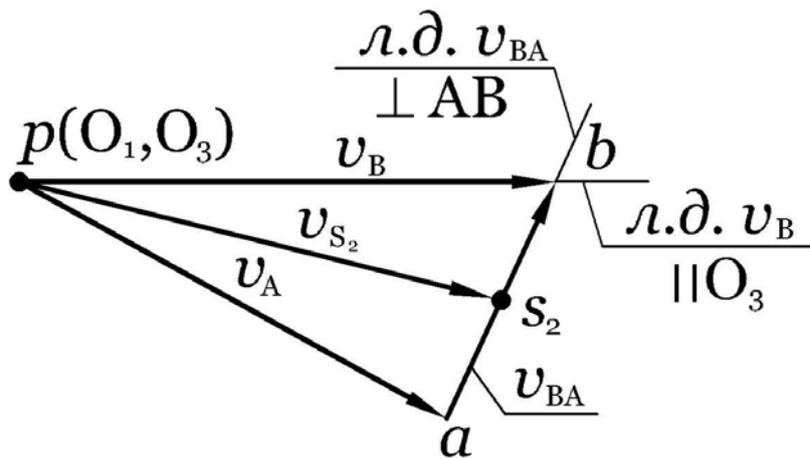
2.2.6 Найти передаточное отношение планетарной передачи графическим методом.

Пример кинематического анализа плоского рычажного механизма

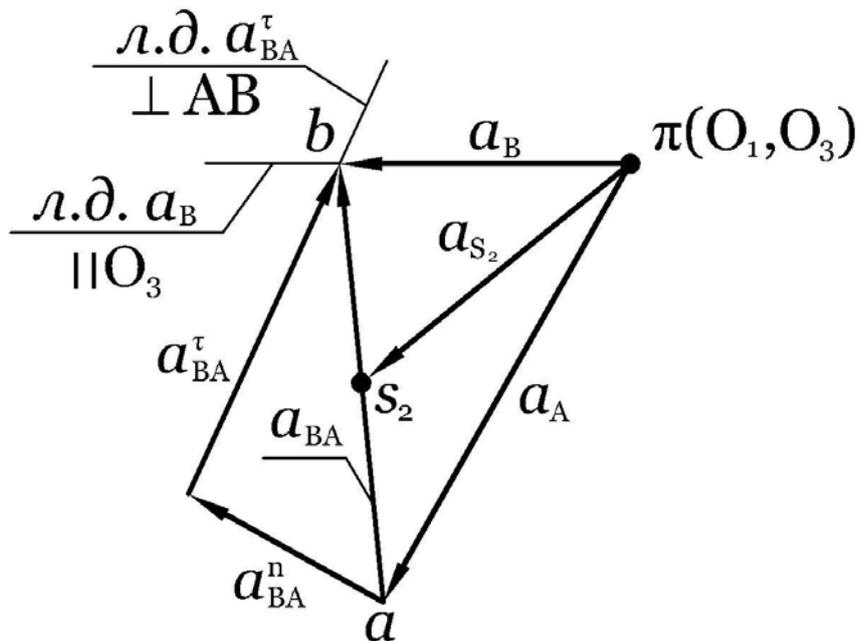
Кинематическая схема плоского рычажного механизма, $\mu_l; \frac{м}{мм}$



План скоростей, $\mu_v; \frac{м/с}{мм}$

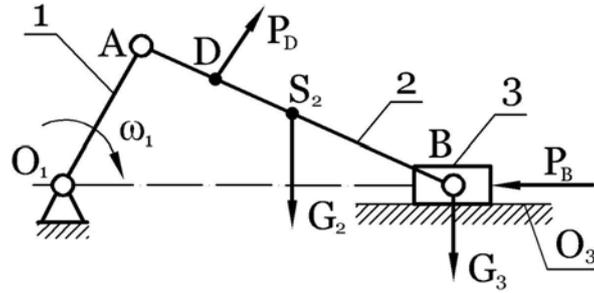


План ускорений, $\mu_a; \frac{м/с^2}{мм}$

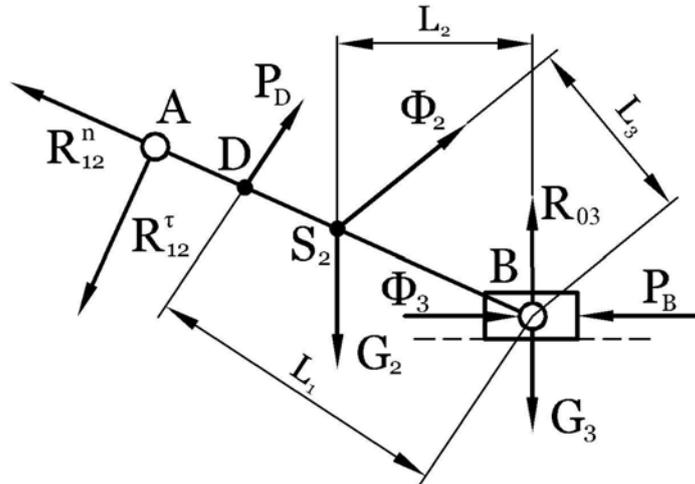


Пример кинестатического анализа плоского рычажного механизма

Кинематическая схема плоского рычажного механизма, $\mu_l; \frac{м}{мм}$

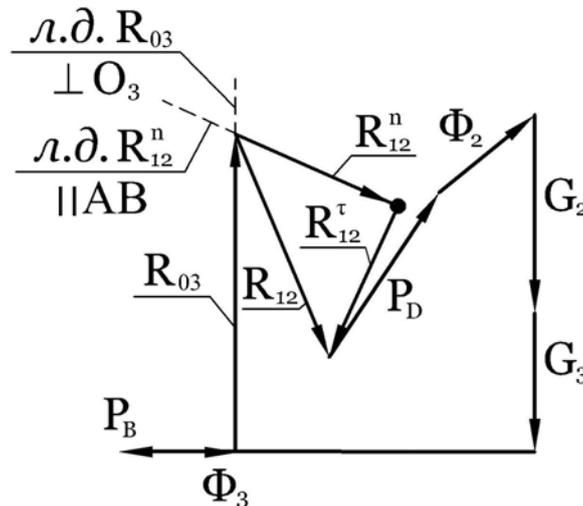


Расчетная схема группы Ассура 2-3, $\mu_l; \frac{м}{мм}$



$$\sum M_B = 0; R_{12}^n \cdot AB - P_D \cdot L_1 + G_2 \cdot L_2 - \Phi_2 \cdot L_3 = 0$$

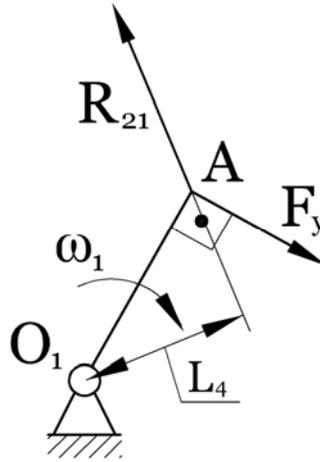
План сил группы Ассура 2-3, $\mu_F; \frac{Н}{мм}$



$$\sum \overline{F}_i = 0; \overline{R}_{12}^n + \overline{R}_{12}^{\tau} + \overline{P}_D + \overline{\Phi}_2 + \overline{G}_2 + \overline{G}_3 + \overline{P}_B + \overline{\Phi}_3 + \overline{R}_{03} = 0$$

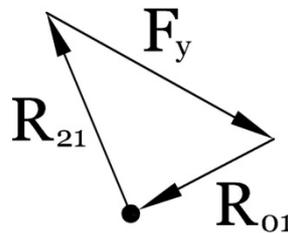
Пример кинетостатического анализа плоского рычажного механизма

Расчетная схема первичного механизма, $\mu_l; \frac{м}{мм}$



$$\sum M_{O_1} = 0; R_{21} \cdot L_4 - F_y \cdot O_1A = 0$$

План сил первичного механизма, $\mu_F; \frac{H}{мм}$

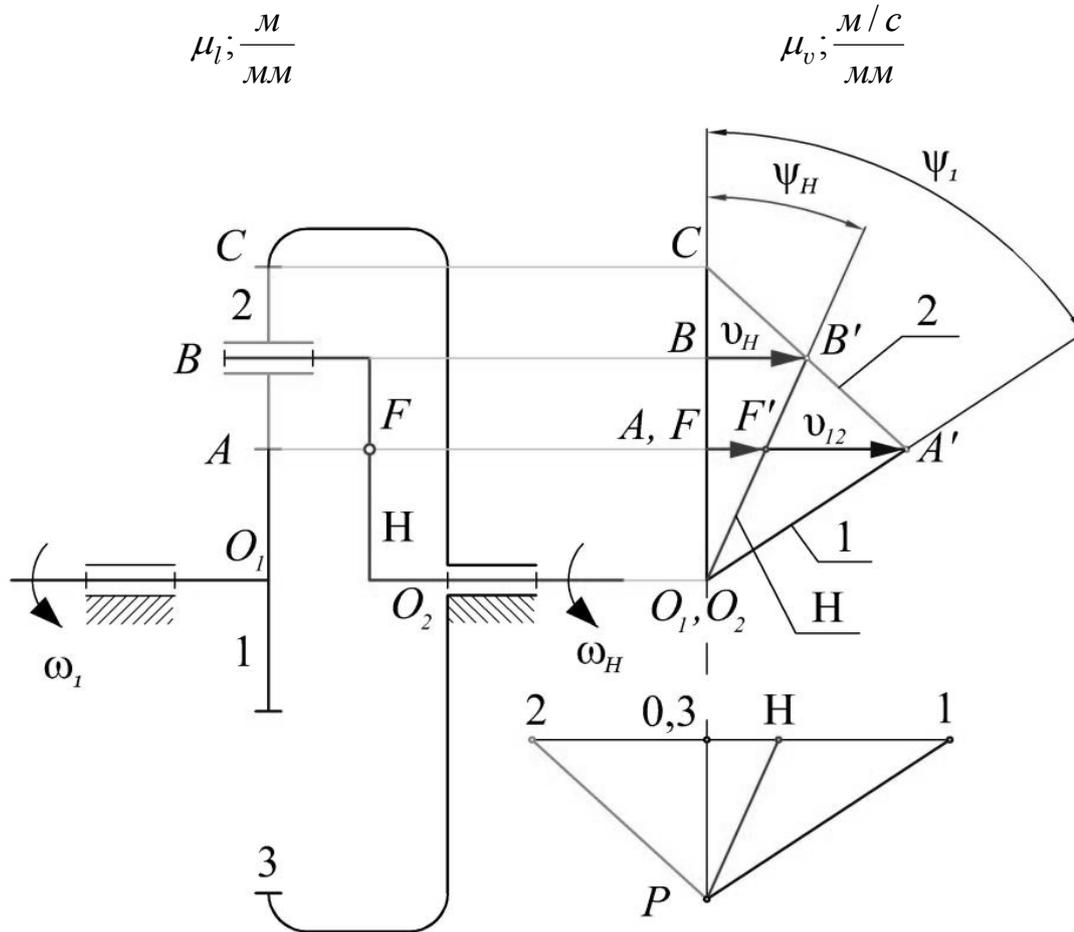


$$\sum \overline{F}_i = 0; \overline{R}_{21} + \overline{F}_y + \overline{R}_{01} = 0$$

Пример кинематического анализа планетарной передачи

Схема планетарного редуктора

Картина линейных скоростей



Картина угловых скоростей

$$\mu_\omega; \frac{с^{-1}}{мм}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988.
2. Артоболевский И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.
3. Гурьев, Г.В. Инженерный анализ структуры и кинематики механизмов транспортных машин / Г.В.Гурьев, М.М.Матлин, А.И.Мозгунова. – Волгоград: гос.техн.ун-т, 2008. – 147 с.
4. Методика выполнения отдельных разделов курсового проекта по теории механизмов и машин. Часть 1. Методические указания / Сост. Г.В. Гурьев, Н.Г. Дудкина; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2009. – 32 с.
5. Подбор чисел зубьев колес планетарных редукторов с помощью таблиц. Методические указания / Сост. Ю.И. Волченко, В.А. Костюков, А.П. Семерня; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 1996. – 31 с.

Учебное издание
Составители

Наталья Геннадьевна Дудкина
Александр Николаевич Болдов

**ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН» С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ**

Методические указания

Темплан 2013 г. Поз. №

Подписано в печать . Формат 60X841/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л.
Тираж экз. Заказ № .

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. В. И. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ
400005, г. Волгоград, пр. В.И. Ленина, 28, корп. 7.