

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ**

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальности 1-55-01-03 «Компьютерная мехатроника»

Витебск
2020

УДК 621.67/68(075.8)
67/68.05(07)

Составитель:

Б. С. Сункуев

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 10 от 30.12.2019.

Расчет и конструирование мехатронных модулей : методические указания по выполнению расчетно-графических работ / сост. Б. С. Сункуев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 13 с.

В методических указаниях приведены задания на выполнение расчетно-графических работ 1 и 2, изложена методика выполнения работ.

УДК 621.67/68(075.8)
67/68.05(07)

© УО «ВГТУ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Расчетно-графическая работа 1	4
ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ОШИБОК ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЗМА	4
1.1 Задание	4
2 Расчетно-графическая работа 2	6
РАСЧЕТ ПРОФИЛЯ КУЛАЧКА НА ЭВМ	6
2.1 Задание	6
2.2 Порядок расчета	7
ЛИТЕРАТУРА	12

ВВЕДЕНИЕ

По дисциплине «Расчет и конструирование мехатронных модулей» предусмотрено выполнение двух расчетно-графических работ:

1. Графоаналитический метод расчета ошибок положения механизма.
2. Расчет профиля кулачка на ЭВМ.

В настоящих методических указаниях приведены задания по вариантам, порядок выполнения заданий.

Варианты заданий студентам выдает преподаватель.

1 Расчетно-графическая работа 1

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ОШИБОК ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЗМА

1.1 Задание

Определить ошибку положения ведомого звена CD шарнирного четырехзвенника ABCD (рис. 1). Исходные данные даны для двух типов заданий. Для задания типа 1 в таблице 1 приведены: угловая координата φ ведущего звена AB, длины звеньев.

Таблица 1 – Исходные данные к РГР № 1 типа 1

№ варианта	φ , град	AB, мм	BC, мм	CD, мм	AD, мм	Δq_1 , мм	Δq_2 , мм	Δq_3 , мм	Δq_4 , мм
1	270	26	58	38	50	-0,3	0,2	-0,2	0,3
2	180	30	70	35	60	0,3	-0,3	-0,2	0,2
3	135	20	53	43	50	0,2	-0,2	0,3	-0,3
4	90	30	60	40	60	0,2	-0,2	0,3	-0,3
5	30	30	50	45	60	0,2	-0,3	0,1	-0,2
6	135	20	50	35	50	0,2	-0,3	0,3	-0,2
7	70	18	55	30	45	-0,2	0,2	-0,3	0,3
8	45	20	52	43	50	-0,3	0,2	-0,3	0,2
9	270	20	30	35	50	-0,3	0,3	-0,2	0,2
10	270	30	60	40	60	0,2	-0,3	-0,2	0,1
11	90	20	65	43	50	-0,2	0,3	0,2	-0,3
12	225	20	50	35	50	-0,2	0,3	0,2	-0,3
13	180	20	55	43	50	0,2	-0,3	0,2	0,3

AB, BC, CD, AD (в мм), первичные ошибки Δq_1 , Δq_2 , Δq_3 , Δq_4 в длинах звеньев соответственно AB, BC, CD, AD.

Для задания типа 2 в таблице 2 приведены φ , длины звеньев АВ, ВС, CD, AD (в мм), углы α_B , α_C , α_D (рис. 2), определяющие направление реакций R_{12} , R_{23} , R_{34} в шарнирах В, С и D, величины зазоров ΔB , ΔC , ΔD в шарнирах В, С и D.

Выполнение задания начинается с построения положения исследуемого механизма (рис. 1, 2). Наносят в натуральном масштабе 1:1 отрезок AD. От направления AD откладывают по часовой стрелке угол φ и проводят линию, на этой линии откладывают отрезок АВ. Из точки В проводят дугу радиуса ВС, из точки D – дугу радиуса CD. В пересечении дуг определяют точку С. Фигура ABCD определит исследуемое положение механизма ABCD.

Для задания типа 2 (рис. 2) в шарнирах В, С, D прикладывают реакции. Реакция R_{12} проводится под углом α_B (табл. 2) к направлению АВ. Реакция R_{23} проводится под углом α_C к CD, реакция R_{34} проводится под углом α_D к DA.

Методика расчета ошибок положения ведомого звена CD для типа 1 изложена в [1] на с. 7–9, для типа 2 – на с. 9–10.

Таблица 2 – Исходные данные к РГР № 1 типа 2

№ варианта	φ , град	AB, мм	BC, мм	CD, мм	AD, мм	α_B , мм	α_C , мм	α_D , мм	ΔB , мм	ΔC , мм	ΔD , мм
14	0	20	30	35	50	90	90	90	0,2	0,1	0,3
15	30	30	50	45	60	100	90	90	0,1	0,2	0,1
16	90	20	30	35	50	135	30	0	0,1	0,2	0,4
17	90	25	55	43	50	120	120	180	0,2	0,3	0,3
18	0	20	20	35	50	270	270	270	0,2	0,3	0,2
19	270	26	58	38	50	225	120	180	0,1	0,2	0,3
20	90	20	50	43	50	45	120	0	0,2	0,1	0,3
21	180	20	50	30	50	270	120	225	0,2	0,1	0,3
22	180	20	50	30	50	270	90	180	0,2	0,1	0,4
23	180	25	50	35	50	90	45	0	0,3	0,1	0,2
24	180	30	70	35	60	270	225	225	0,1	0,1	0,2
25	270	30	60	40	60	90	60	45	0,1	0,2	0,2
26	90	20	60	35	50	45	270	180	0,2	0,1	0,2

2 Расчетно-графическая работа 2

РАСЧЕТ ПРОФИЛЯ КУЛАЧКА НА ЭВМ

2.1 Задание

Рассчитать радиусы-векторы R (рис. 3) теоретического профиля 1 дискового пазового кулачка. По результатам расчета оформить чертеж кулачка с указанием теоретического и действительного профилей кулачка, приняв диаметр ролика $d = 10$ мм.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 3, где указаны №№ вариантов, ψ_u – угол размаха толкателя АВ; $\varphi_{B1}, \varphi_{B2}$ – углы поворота кулачка при выстоях толкателя; $\varphi_{И1}, \varphi_{И2}$ – углы поворота кулачка на интервалах движения толкателя; $\nu_{доп}$ – допускаемый угол давления; $l_0 = АВ$ – расстояние между центрами вращения кулачка и толкателя; $l = АВ$ – длина коромысла.

Таблица 3 – Исходные данные к РГР № 2

№ варианта	Углы в градусах						$\nu_{доп}$, град	l_0 , мм	l , мм
	ψ_u	φ_{B1}	$\varphi_{И1}$	φ_{B2}	$\varphi_{И2}$	$\Delta\varphi$			
1	20	90	30	90	150	5	45	70	50
2	30	90	40	90	140	5	45	60	40
3	40	90	50	90	130	5	45	50	50
4	30	90	60	90	120	5	45	60	40
5	20	90	70	90	110	5	45	70	60
6	30	90	80	90	100	5	45	60	40
7	40	90	90	90	90	5	45	50	40
8	30	90	100	90	80	5	45	60	50
9	20	80	150	100	30	5	45	70	60
10	30	90	140	90	40	5	45	60	50
11	40	80	130	100	50	5	45	50	50
12	30	90	120	90	60	5	45	50	50
13	20	80	110	100	70	5	45	50	50
14	30	90	100	90	80	5	45	60	50
15	40	80	90	100	90	5	45	50	50
16	30	90	80	90	100	5	45	60	50
17	35	70	30	110	150	5	45	70	50
18	25	70	40	110	140	5	45	80	45
19	40	70	50	110	130	5	45	60	50
20	45	70	60	110	120	5	45	60	55

2.2 Порядок расчета

Выбираем в качестве законов движения толкателя на участках $\varphi_{И1}$, $\varphi_{И2}$ (рис. 4) закон синусоидального ускорения. График безразмерных коэффициентов пути $\zeta = \frac{\psi}{\psi_u}$, скорости $\delta = \frac{\omega \cdot t_u}{\varphi_u}$ и ускорения $\xi = \frac{\varepsilon \cdot t_u^2}{\psi_u}$ в функции коэффициента времени $k = \frac{\varphi}{\varphi_u}$ для этого закона приведены на рисунке 5. Безразмерные характеристики выражаются уравнениями

$$\begin{aligned}\zeta &= \frac{1}{2\pi} \cdot (2\pi k - \sin(2\pi k)); \\ \delta &= 1 - \cos(2\pi k); \\ \xi &= 2\pi(\sin 2\pi k).\end{aligned}$$

Определяем минимальный радиус R_0 кулачка из формулы $R_0 = \sqrt{l_0^2 + l^2 - 2l_0l \cdot \cos\psi_0}$, где ψ_0 определяется из условия (см. [2], с. 72–74).

$$\frac{\delta_{\max}\psi_u}{\varphi_u \operatorname{tg}(\zeta_m\psi_u + \psi_0)} \leq \operatorname{tg}\nu_{\text{доп}},$$

где $\delta_{\max} = 2$; $\zeta_m = 0,5$; $\operatorname{tg}\nu_{\text{доп}} = 1$.

В результате получим $\psi_0 \geq \operatorname{arctg} \frac{2\psi_u}{\varphi_u} - 0,5\psi_u$.

В последнюю формулу подставляется наименьшее значение из $\varphi_{И1}$, $\varphi_{И2}$ (табл. 3).

После определения R_0 по программе, имеющейся на кафедре, рассчитываются радиусы-векторы теоретического профиля кулачка. Алгоритм расчета по программе приведен в [3, с. 17–18].

После получения распечатки радиусов-векторов теоретического профиля выполняется чертеж кулачка. Сначала вычерчивается теоретический профиль кулачка по известным R и φ . Для того, чтобы получить практический профиль кулачка, необходимо провести ряд окружностей радиусом ролика $r = 5$ мм, центры которых располагаются на теоретическом профиле, и к полученным окружностям провести касательную в виде плавной кривой.

Витебский государственный технологический университет

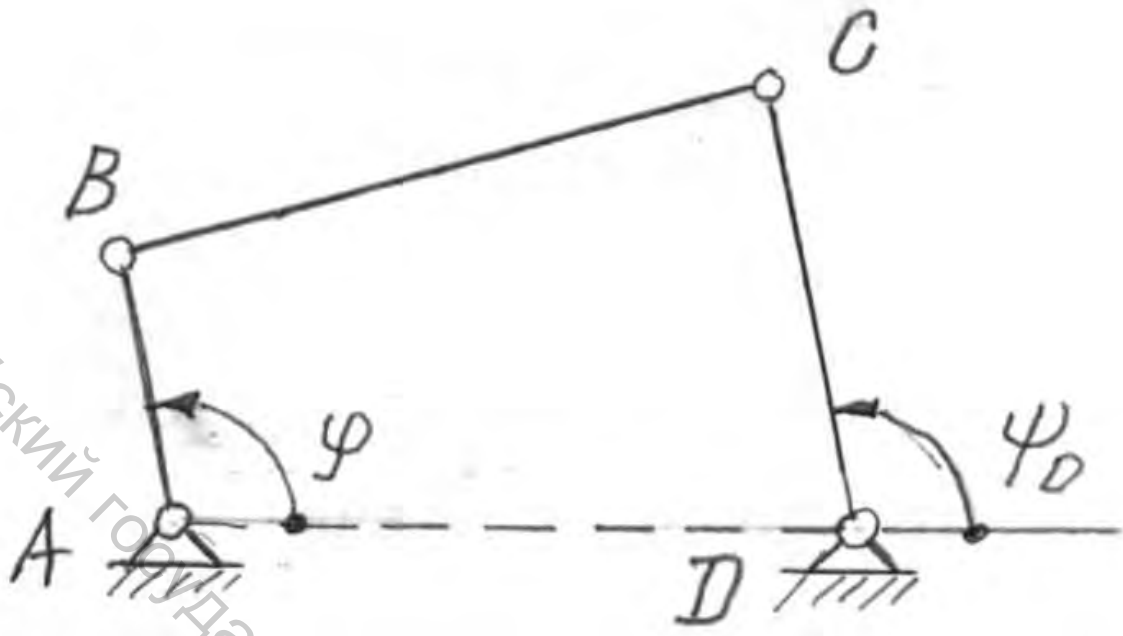


Рисунок 1

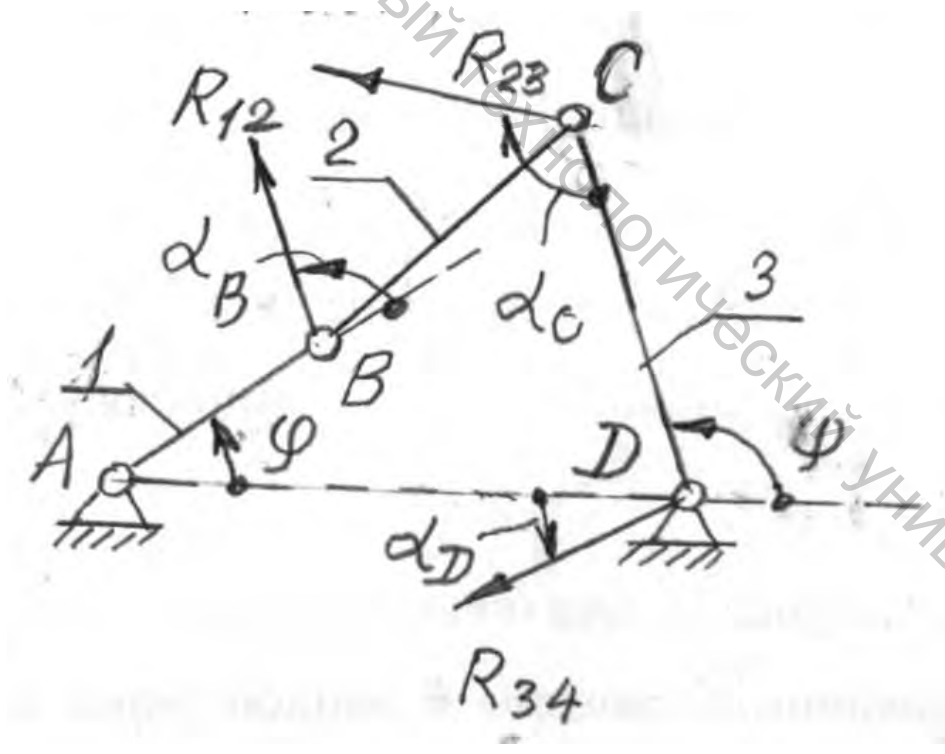


Рисунок 2

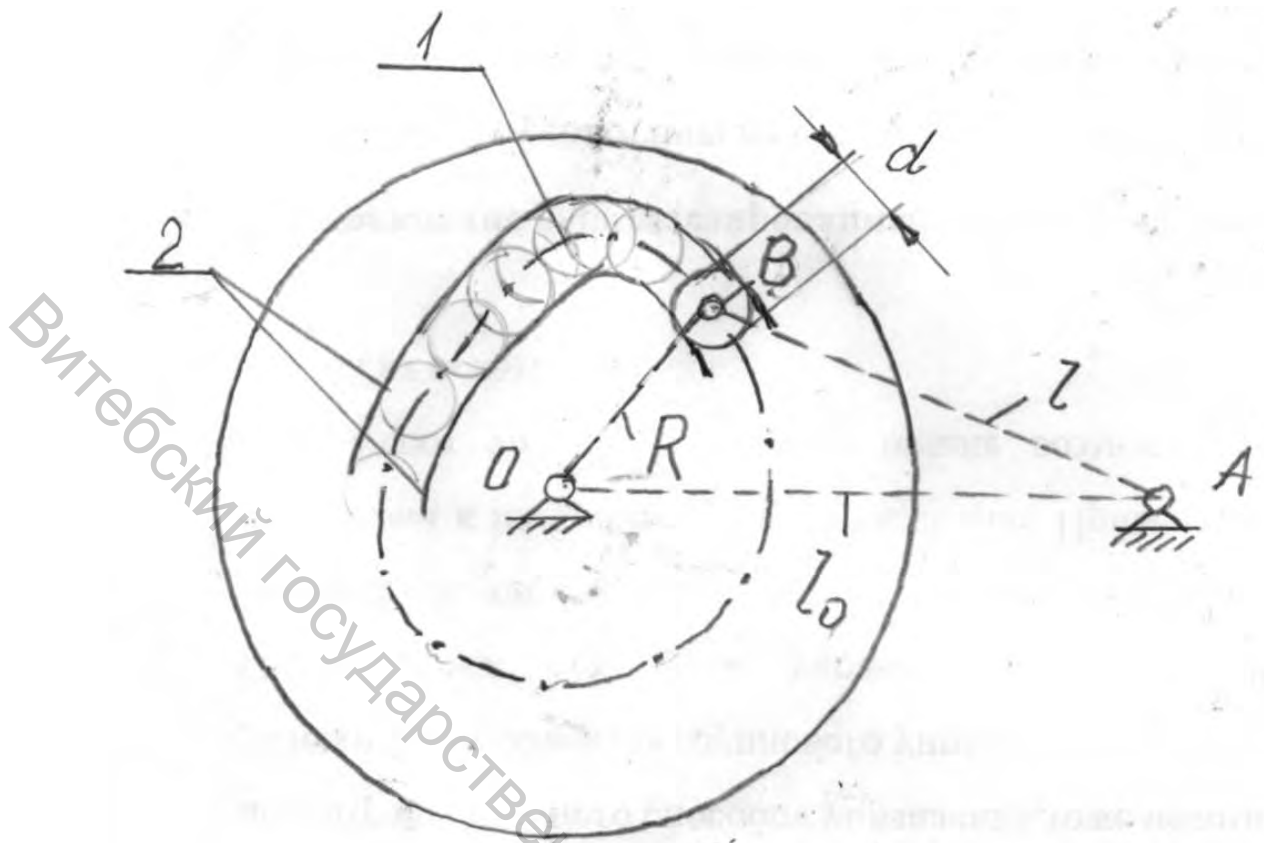


Рисунок 3

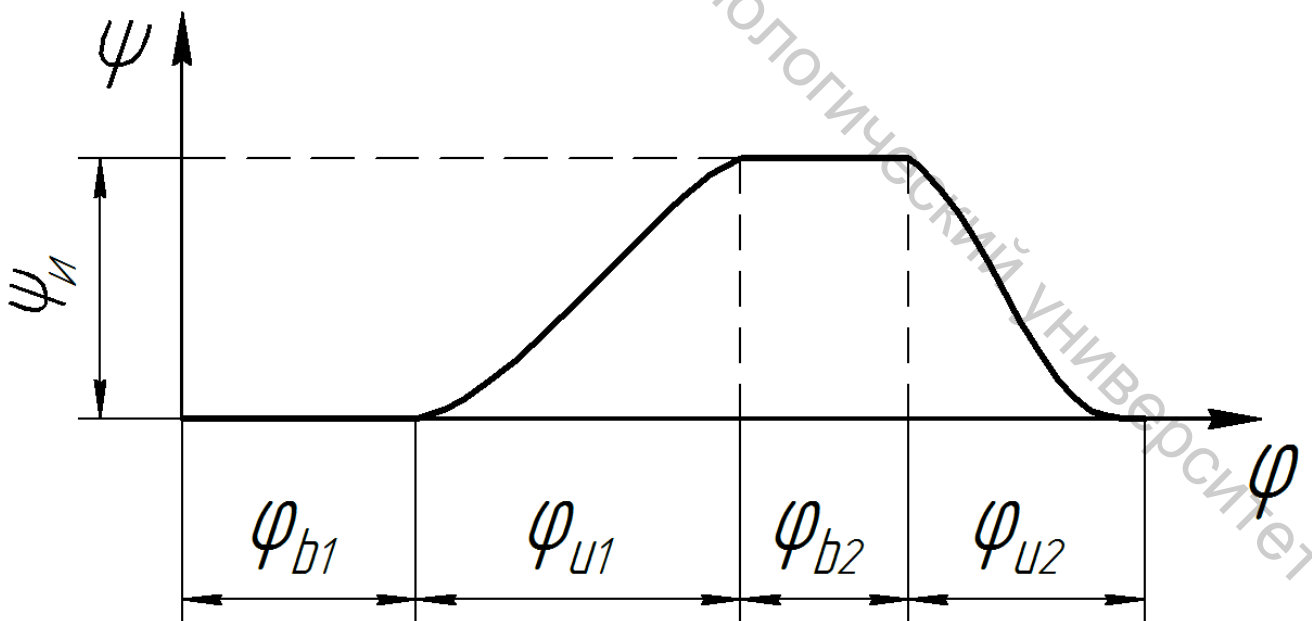


Рисунок 4

Витебский государственный технологический университет

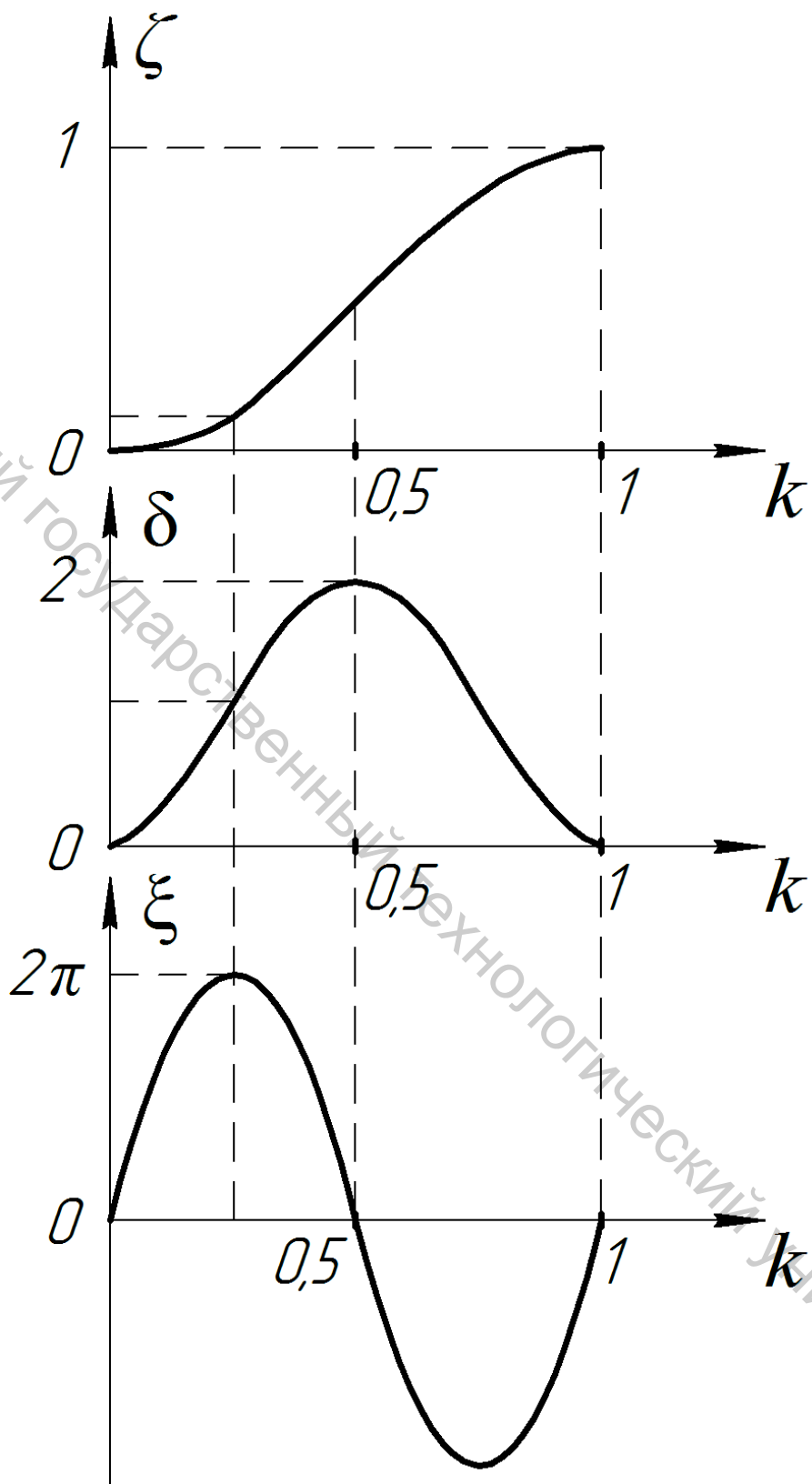


Рисунок 5

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчет и конструирование машин и аппаратов : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» / сост. Б. С. Сункуев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 60 с.

2. Сункуев, Б. С. Синтез механизмов : учебное пособие / Б. С. Сункуев. – Витебск : ВГТУ, 2001. – 84 с.

3. Расчет и конструирование машин и аппаратов : методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» / сост. Б. С. Сункуев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2004.

Учебное издание

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ

Составитель:
Сункуев Борис Семенович

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *Т.А. Осипова*
Компьютерная верстка *Б.С. Сункуев*

Подписано к печати 09.01.2020. Формат 60x90¹/₁₆. Усл. печ. листов 0,8.
Уч.-изд. листов 1,0. Тираж 2 экз. Заказ № 7.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.