Энгельсский технологический институт

ЭТИ СГТУ имени ГАГАРИНА Ю.А.

М.Г. Шнайдер

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Энгельс 2024 г.

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Методические указания к практической работе
по дисциплине «Управление системами и процессами» для студентов направлений подготовки:

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки «Технология машиностроения»;

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2023 г

Ц е л ь р а б о т ы : изучение методики оценки точности позиционирования рабочих органов металлорежущих станков и расчет точности токарной обработки по результатам имитационного эксперимента на ЭВМ.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Точность позиционирования представляет собой отклонение действительного положения рабочего органа от запрограммированного. Она является одним из важнейших выходных показателей качества станков с ЧПУ и гибких производственных модулей , формируется всем станочным комплексом и зависит от многих факторов, в том числе погрешностей управляющего устройства, привода подач, датчика обратной связи, геометрических погрешностей станка и тепловых деформаций.

При оценке точности позиционирования необходимо учитывать, что точки контакта режущей кромки инструмента с заготовкой обычно находятся на некотором расстоянии от направляющих, измерительного устройства и плоскости аттестации станка, поэтому точность позиционирования в плоскости, находящейся в непосредственной близости от них, может оказаться значительно выше, чем для более удаленных точек, также находящихся в пределах реальной рабочей зоны станка.

Проверка точности позиционирования проводится в соответствии ГОСТ 27843.

Вся длина перемещения L разделяется на интервалы, у границ которых проводят измерения (не менее пяти в каждой позиции); длины интервалов Δl выбирают в пределах 0,1-0,3 длины перемещений и проводят измерения при определенной температуре, соответствующей нормальным условиям.

Выбор метода измерения погрешностей позиционирования имеет большое значение, т.к. различные методы могут давать различные результаты. Возможен односторонний поступательный подход к границе интервала (рис.1), однако в большинстве способов контроля имеет место двусторонний (возвратно-поступательный или квазивозвратно- поступательный) подход, причем в каждой j позиции (j=1,…,n) определяются следующие величины [1]: отклонения положения рабочего органа от заданного при m подходах справа $x_{j,i,пр}$ и слева $x_{j,i\ сл}$; средние отклонения от заданного значения при подходах справа $\bar{x}_{j,пр}$ и слева $\bar{x}_{j,сл}$

$$\bar{x}_{j,пр} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_{i,j,пр}; \qquad (1)$$

$$\bar{x}_{j,сл} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_{i,j,сл}; \qquad (2)$$

среднее систематическое отклонение от заданного значения

$$\bar{x}_{j,c} = \frac{1}{2}(\bar{x}_{j,пр} + \bar{x}_{j,сл}); \qquad (3)$$

зона нечувствительности

$$\Delta_j = \bar{x}_{j,пр} - \bar{x}_{j,сл}; \qquad (4)$$

среднее квадратическое отклонение σ по всем точкам контроля с учетом $\bar{x}_{j,c}$ в каждой точке

$$\sigma = \frac{1}{2N}\sum_{j=1}^{N}(\sigma_{j,пр} + \sigma_{j,сл});$$

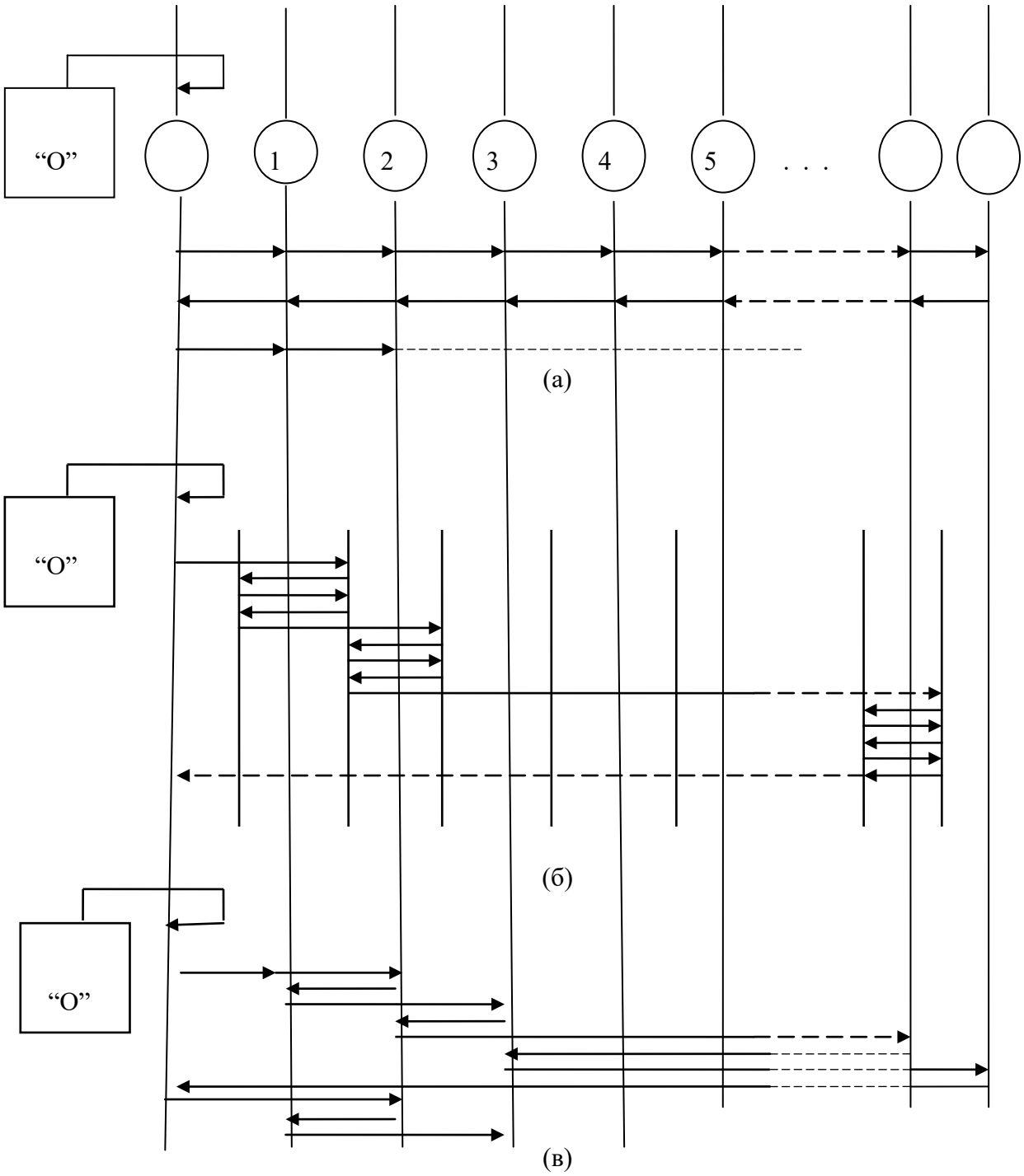


Рис. 1. Схемы перемещения суппорт при контроле точности позиционирования::
а- поступательная /линейная/;

б- возвратно- поступательная;
в- квазивозвратно- поступательная.

где

$$\sigma_{j,пр} = \sqrt{\frac{1}{(m-1)}\sum_{i=1}^{m}(x_{i,j,пр} - \bar{x}_{j,c})^2}; \qquad (5)$$

$$\sigma_{j,сл} = \sqrt{\frac{1}{(m-1)}\sum_{i=1}^{m}(x_{i,j,сл} - \bar{x}_{j,c})^2};$$

текущая погрешность позиционирования:

$$P_j = \bar{x}_{j,c} \pm (3\sigma + \frac{\Delta_j}{2}); \qquad (6)$$

где выражение в скобках определяет доверительный интервал для $\bar{x}_{j,c}$.

Затем по значениям величин, полученным по формулам (1)-(6), заполняется итоговая таблица (см. приложение 1) и строится график точности позиционирования (рис.2)

При контроле точности позиционирования широко используются штриховые меры с фотоэлектрическими микроскопами. Однако перестановки микроскопов и утомляемость оператора увеличивают продолжительность процесса измерения и количеств ошибок при снятии показаний. При таком периоде измерения изменяются внешние условия, что приводит к неадекватности контролируемых параметров.

Применение устройств позволяющих проводить измерения в автоматическом режиме непосредственно на станке, например, лазерных интерферометров, сокращает время измерения и обеспечивает возможность осуществления контроля по нескольким координатам одновременно [1,2]. Кроме того в этом случае можно выделить из результатов измерений суммарных погрешностей позиционирования отдельные их составляющие, связанные со станком, полностью исключив погрешности измерительной системы, а при соблюдении определенных требований- частично скомпенсировать и «станочные» составляющие, уменьшив, тем самым, зону нечувствительности, в которую может попасть рабочий орган. Дальнейшее повышение точности позиционирования может быть обеспечено путем одновременного измерения положения режущего инструмента и обрабатываемой детали, поскольку позволит исключить влияние погрешностей, вызванных изменением условий окружающей среды, в том числе и температуры.

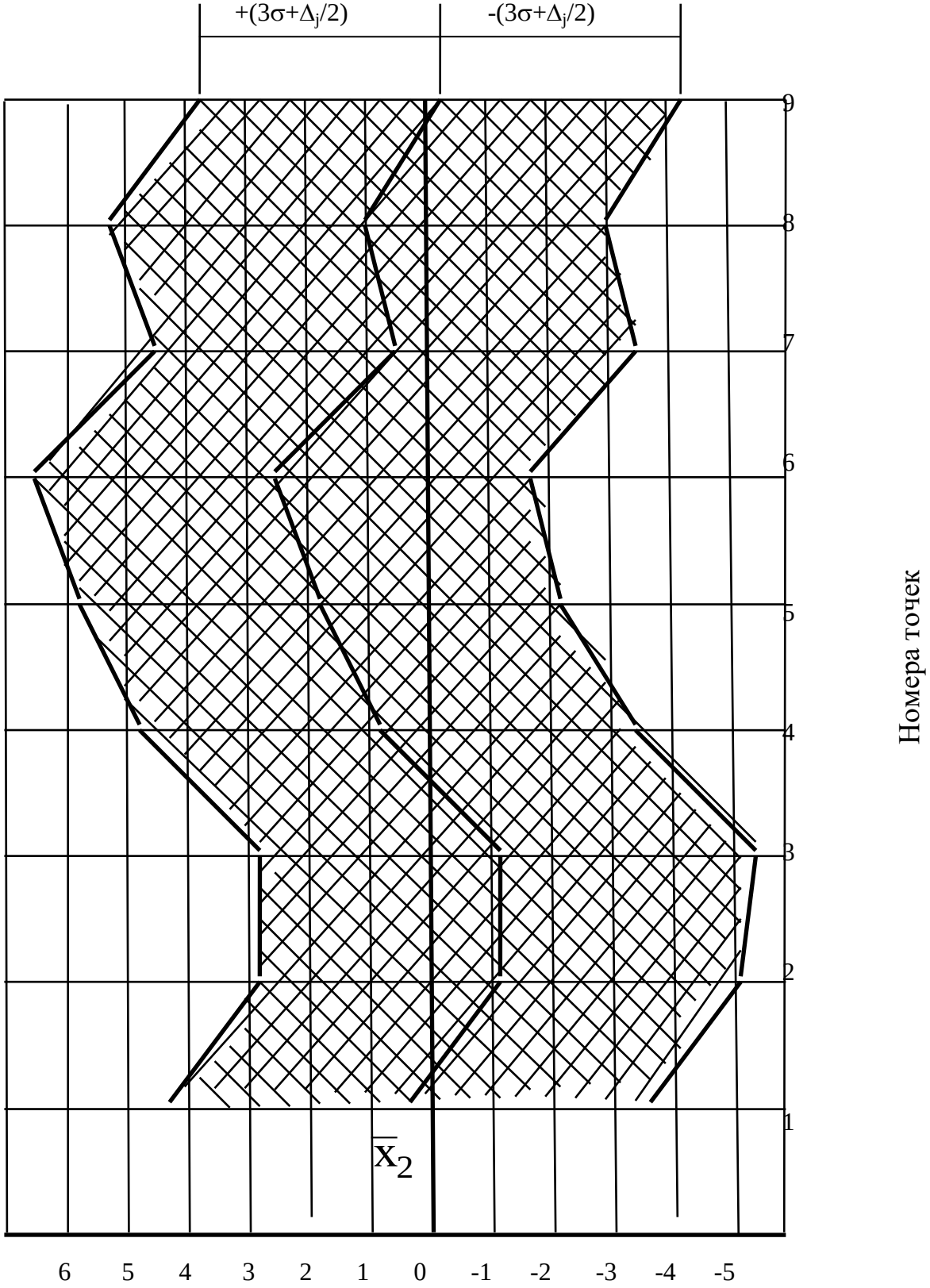
Для обеспечения высокой точности обработки, например, токарной, требуется точность позиционирования суппорта порядка нескольких микрометров, а в некоторых случаях и долей микрометра. Для этого необходимо выполнение специальных требований: беззазорная механическая передача привода подачи, обеспечение низких потерь в направляющих и равномерности медленных перемещений, малая дискретность следящего привода [2].

Проведем оценку достигаемой при этих условиях точности обработки. Примем, что погрешность обработки складывается из следующих элементарных составляющих:

x_1- погрешность позиционирования суппорта,

x_2- погрешность позиционирования резцовой годонки,

x_3- погрешность, обусловленная деформации технологической системы и другими факторами.



Текущая погрешность позиционирования, мкм

Рис. 2. Пример графика точности позиционирования

Среднее квадратическое отклонение размеров

$$\overline{\sigma} = 2\sqrt{\sum_{i=1}^{3}\sigma_i^2}; \qquad (7)$$

где σ_i- среднее квадратическое отклонение величины x_i.

Для уменьшения $\overline{\sigma}$ целесообразно стремится к уравниванию элементарных погрешностей

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \overline{\sigma} \qquad (8)$$

При условии компенсации систематической составляющей погрешности обработки коррекцией положения режущего инструмента, формула для определения точности обработки примет вид [3]

$$6\overline{\sigma}(1+\frac{1}{\eta}) + \delta_н + 2n\varepsilon \le \delta, \qquad (9)$$

где δ- допуск на обработку детали,

$\delta_н$- допуск на настройку инструмента,

ε- дискретность привода подачи,

n- число единиц дискретности данной коррекции,

η- число пробных заготовок.

При наложении некоторых условий, например,

$\delta_н$=2ε, n=1, η=6, $\overline{\sigma}$ =P_{max},

определяется по формуле (6), и с учетом формул (7) и (8), неравенство (9) запишется как

$$\delta \ge 2\sqrt{3}\cdot 6P_{\max}(1+\frac{1}{\sqrt{\eta}}) + 4\varepsilon. \qquad (10)$$

Пусть полученное по результатам эксперимента значение 6 P_{max} составляет 1,2 мкм на длине 100мм, что соответствует классу точности станка С (см. табл. 1 приложения 2); тогда при условии ε=0,2 мкм имеем δ≥ 0,8? ? 1,2 + 0,8 или

δ≥6,2 мкм (11)

что соответствует 4 квалитету точности для заготовок с размером до 50 мм или 3 квалитету для заготовок с размером до 60 мм (см. табл. 2 приложения 2)

Аналогичным образом осуществляется расчет и случае иных значений исходных параметров.

Поскольку точность позиционирования является функцией случайных аргументов, полученные в результате экспериментов величины ее оценок в каждой контрольной позиции будут иметь рассеивание относительно своего истинного значения или некоторой средней систематической ошибки. Тогда станок можно рассматривать как генератор последовательности случайных чисел, распределенных по какому- либо из законов математической статистики.

Этот факт может быть положен в основу применения имитационного моделирования для оценки точности позиционирования с помощью ЭВМ. Причем закон распределения значений оценок и будет представлять собой ее модель.

Анализ экспериментальных данных показывает, что наиболее часто на практике имеют место нормальный и экспоненциальный закон. Теоретическим обоснованием возникновения нормального распределения является центральная предельная теорема- один из наиболее важных результатов математической статистики, согласно которой распределение среднего n независимых случайных оценок точности позиционирования при увеличении числа наблюдений в выборе (т. е. когда n стремится к бесконечности) приближается к нормальному [3]. Этот результат справедлив независимо от того, по какому закону распределена каждая из n случайных оценок, среднее которых рассчитывается. Центральная предельная теорема используется и для получения случайных чисел, распределенных по нормальному закону. С этой целью с помощью ЭВМ генерируется 12 чисел Rui с дисперсией Д=1/12 и средним значением μ=0,5, имеющих равномерное распределение на интервале (0;1), из которых по формуле [4]

$$R_N = \sum_{i=1}^{12} R_{U_i} - 6 \qquad (12)$$

получается одна случайная величина RN, имеющая нормальное распределение с параметрами μ=0 и Д=1.Для получения случайной величины, имеющей нормальное распределение с заданными параметрами μ и Д, используются преобразование.[3,4]

$$Y_N(\mu, Д) = \sqrt{Д} \cdot R_N + \mu. \qquad (13)$$

Применение экспоненциального распределения в качестве статистической модели точности позиционирования обуславливается наличием большого числа факторов с ней связанных, каждый из которых и отдельности не оказывает очень сильного влияния на значения получаемых оценок. Этот результат также соответствует центральной предельной теореме и позволяет получать экспоненциально распределённые случайные числа с заданным параметром λ с помощью следующего преобразования [3]:

$$Y_U(\lambda) = -\frac{1}{\lambda}\ln(1 - R_U). \qquad (14)$$

На основании приведенных соотношений разработана программа «SCANER» (приложение 3), позволяющая имитировать процедуру проверки точности позиционирования по рассмотренной выше методике, а в приложении 4 представлен пример результатов ее работы, на основании которых производится расчет достигаемой точности токарной обработки, т.е. оцениваются реальные возможности станка.

ЗАДАНИЕ ПО РАБОТЕ

1. Получить от преподавателя из приложения 5 исходные данные для проведения машинного эксперимента и расчета точности обработки по его результатам.
2. Провести на ЭВМ с помощью программы «SCANER» имитационный эксперимент и вывести на печать таблицу его результатов.
3. Выполнить расчет предельно достигаемой на данном станке точности обработки.
4. Сравнить полученные результаты с табличными значениями и сделать выводы о возможностях использования и классе точности данного станка.
5. Оформить отчет о работе.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание на работу.
4. Распечатку результатов машинного эксперимента.
5. Результаты статистической обработки экспериментальных данных.
6. График точности позиционирования рабочего органа.
7. Расчет предельно возможной точности обработки на станке.
8. Выводы по результатам всех расчетов, выполненных в работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Методы и средства проверки точности позиционирования на станках с ЧПУ.
2. Основные соотношения для определения текущей погрешности позиционирования.
3. Последовательность расчета предельно возможной точности обработки.
4. В чем состоит физический смысл доверительного интервала для среднего отклонения?
5. Чем определяется класс точности станка?
6. Центральная предельная теорема и ее использование при моделировании процесса оценки точности позиционирования на ЭВМ.
7. Основные соотношения для получения случайных чисел с заданными распределениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коронкевич В.П., Ханов В.А. Современные лазерные интерферометры.- Новосибирск: Наука, 1985.- 182с.

2. Диагностика автоматических станочных модулей/В.М. Брожовский, М.Б. Виноградов, В.В. Бондарев и др.; Под. ред. Бржозовского.- Саратов. Изд- во Сарат. Ун- та, 1987.- 152с.
3. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах/Пер. с англ. Е.Г Коваленко;Под общ. Ред. В.В. Налимова.- М.:Мир,1969.- 395с.
4. Хемли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска/Пер. с англ. В.С. Сыромятникова, Г.М. Семиной; Под общ. Ред. В.С. Сыромятникова.- М.: Машиностроение, 1984.- 528с.

Приложение 1
Таблица П 1.1.

Результаты измерений точности позиционирования суппорта металорежущего станка.

Номер точки	Направление подхода	Среднее значение отклонения, мкм	Среднее систематическое отклонение, мкм	Зона нечувствительности, мкм	Текущая погрешность позиционирования, мкм
1	Справа	$\overline{x}_{1,пр}$	$\overline{x}_{1,c}$	Δ_1	P_1
	Слева	$\overline{x}_{1,сл}$			
2	Справа	$\overline{x}_{2,пр}$	$\overline{x}_{2,c}$	Δ_2	P_2
	Слева	$\overline{x}_{2,сл}$			
j	Справа	$\overline{x}_{j,пр}$	$\overline{x}_{j,c}$	Δ_j	P_j
	Слева	$\overline{x}_{j,сл}$			
n	Справа	$\overline{x}_{n,пр}$	$\overline{x}_{n,c}$	Δ_n	P_n
	Слева	$\overline{x}_{n,сл}$			

Примечание: Среднее квадратическое отклонение по всем точкам контроля составляет σ мкм.

Приложение 2.
Таблица II.2.1.

Наибольшее допустимое отклонение.

Величина координатного перемешения, мм	Точность позиционирования, мкм				
	Класс точности станка				
	Н	П	В	А	С
До 125	25	13	6	3	1,5
125...200	32	16	8	4	2
200...320	40	20	10	5	2,5
320...500	50	25	12	6	3
500...800	63	32	16	8	4

Таблица II.2.2.

Допуски для размеров до 120 мм
(по СТ СЭВ 145-75 и СТ СЭВ 177-75)

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Допуски, мкм									
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	?	10	14
3...6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	?	12	18
6...10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	?	15	22
10...18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
18...30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
30...50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
50...80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
80...120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54

Приложение 3.

Результаты имитационного эксперимента.

Номер точки	Значения погрешностей _____, мкм	
	При подходе справа	При подходе слева
1	2,4 2 2 2,8 2,4	-3 -2 -2,8 -3,6 -3,4
2	2,6 2,4 2,2 2 2	-2,6 -2,6 -2,8 -2,4 -2,4
3	2 2,8 3 2,6 -2,2	-1,4 -2,2 -2 -2,6 -3,2
	-2,6	-1,8

4	2,2 2,4 3,2 2,4	-2,8 -2 -2 -2,2
5	3 2, 2,2 3 2,6	-2,2 -1,8 -3,2 -2 -2,2
6	2,4 2 1,6 2,2 2,4	-3 -2,8 -1,6 -2,4 -2,2

L=180 ΔL=30мм E=0,2мкм M=5

Приложение 4.

Варианты заданий на работу.

Номер варианта	L	Δ L	ε	m
1	100	20	0,1	7
2	100	20	0,2	7
3	100	25	0,5	9
4	100	25	1	9
5	100	30	2	9
6	200	40	0,1	7
7	200	40	0,2	7
8	200	50	0,5	7
9	200	50	1	9
10	200	60	2	9
11	300	40	0,1	5
12	300	40	0,2	5
13	300	50	0,5	7
14	300	50	1	7
15	300	60	2	7
16	400	40	0,2	5
17	400	40	0,5	5
18	400	50	1	5
19	400	50	2	7
20	400	80	5	7
21	500	60	0,2	5
22	500	60	0,5	5

23	500	80	1	5
24	500	100	2	5
25	500	100	5	5

Приложение 5.

```
1 DIM X (10,10), Z (10,10)
2 RANDOMIZE \  GOSUB 105
3 PRINT "       П Р О Г Р А М М А "
4 PRINT "       ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА "
5 PRINT "        МЕТАЛЛОРЕЖУЩНГО СТАНКА "
6 PRINT "        С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ "
7 PRINT TAB (4) " ( SCANER ) " ∧ GOSUB 115 \  GOSUB 100
8 PRINT"ВВЕДИТЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА : "  \
PRINT
9 PRINT " 1. ДЛИНУ КОНТРОЛИРУЕМОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ L, ММ …….. "  \  INPUT L
10 PRINT " 2. ДЛИНУ ИНТЕРВАЛА ИЗМЕРЕНИЙ OL, ММ ……... " ? \  INPUT L1
11 PRINT "3. ДИСКРЕТНОСТЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА E, МКМ " ? \ INPUT Q
12 PRINT " 4. КОЛИЧЕСТВО СЕРИЙ ИСПЫТАНИЙ M …….…. " ? \ INPUT D
14 PRINT " 5. НОМЕР ВАШЕГО ВАРИАНТА N …… " ? \ INPUT N
15 B=TNT ( L/L1 + ??? \  Y=RUN (7) \ GOSUB 130 \ GOSUB 105
20 I=1 \  J=1 \  N1=N \  L1=L \  GO TO 85
22 K=0
23 IF Y=1 GO TO 25
24 K=K+Q \  GO TO 23
25 IF ??)=(K-Q)  THEN Z=K \  GO TO
26 Z=K-Q
27 GOSUB 75 \ IF A=ABS(A) GOTO 30
28 IF Y1<=,1 THEN ?(J,I)=Z \ GOTO 35
29 Z(J,I)=-Z GOTO 35
30 IF ?<=,1 THEN X(J,I)=-Z \ GOTO 32
31 X(J,I)=Z
32 GOSUB 180 \ A=A \ GOTO 60
35 GOSUB 180 \ I=I+1 \ A=-A \ IF I<=B THEN 60
36 I=1 \ J=J? \ IF ?<=D THEN 60
37 OPEN LP? FOR OUTPUT AS FILE 01
38 PRINT #1,”  ТАБЛИЦА”№1
39 PRINT #1
40 PRINT #1,” РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА”
41 PRINT #1 \ I=1
42 PRINT #1,”-----------------------------------------------------------------------------------------------”
43 PRINT #1,” НОМЕР │ЗНАЧЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ В СЕРИЯХ, МКМ”
44 PRINT #1,”                │-------------------------------------------------------------------------”
45 PRINT #1,”ТОЧКИ  │ ПРИ ПОДХОДЕ СПРАВА│ПРИ ПОДХОДЕ СЛЕВА”
46 PRINT #1,”-----------------------------------------------------------------------------------------------”
47 ??
48 IF J=INT(D/2)+1 THEN 51
49 PRINT #1,”                │                “X(J,I),”                │                “Z(J,I)”
50 GOTO 52
51 PRINT #1,”     “I”        │                “X(J,I),”                │                “Z(J,I)”
```

```
52 J=J+1 \ IF J<=D THEN 48
53 I=I+1 \ IF I>B THEN 56
54 PRINT #1,”.....”
55 PRINT #1 \ GOTO 47
56 PRINT #1,”----------”
57 PRINT #1 \PRINT #1,“L=“L2”MM”,“OL=“L1”MM”,“E=“Q”MM”,“M=“D\CLOSE #1
58 PRINT \PRINT”НУЖНЫ ЛИ ЕЩЕ РАСПЕЧАТЕИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА
                    (ДА-1, НЕТ-0)
59 PRINT \ INPUT ? \ PRINT \ GOTO 120
60 GOSUB 75 \ IF Y7>,5 THEN 70
61 J1=1 \ S=0
62 S=S+Y1 \ J1=J1+1
63 IF J1<=12 THEN GOSUB 75 \ GOTO 62
65 Y=D1*(S-6)+M \ GOTO 22
70 Y=-L*LOG(1-Y1) \ GOTO 22
71 GOTO 22
75 Y1=RND(7) \ RETURN
85 Y7=RND(5) \ IF Y7>,5 THEN 90
86 M=A/2 \ Y2=RND(1) \ IF Y2<=,334 THEN D1=M/3 \ GOTO 60
87 IF Y2>=,667 THEN D1=M/3 \ GOTO 60
88 D1=M/A \ GOTO 60
90 Y2=RND(1) \ IF Y2<=,334 THEN L=A/? \ GOTO 60
91 IF Y2>=,667 THEN L=A/7 \ GOTO 60
92 L=A/7 \ GOTO 60
100 FOR I=1 TO 1500 \ NEXT I
105 FOR P=1 TO 35 \ PRINT \ NEXT P
110 RETURN
115 FOR I=1 TO 7 \ PRINT \ NEXT I \ RETURN
120 GOSUB 105 \ IF Q=1 THEN 37
122 PRINT TAB(19)”КОНЕЦ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ”
125 FOR I=1 TO 7 \ PRINT \ NEXT I \ STOP
130 IF Q<=,5 THEN 135
131 IF Q>2 THEN 138
132 IF Y>=,667 THEN A=6 \ GOTO 145
133 IF Y<=,334 THEN A=10 \ GOTO 145
134 A=8 \ GOTO 145
135 IF Y>=,667 THEN A=2 \ GOTO 145
136 IF Y<=,334 THEN A=3 \ GOTO 145
137 A=5 \ GOTO 145
138 IF Y>=,667 THEN A=20 \ GOTO 145
139 IF Y<=,667 THEN A=30 \ GOTO 145
140 ???
145 RETURN
180 PRINT TAB (24)J”СЕРИЯ : ”I” ТОЧКА” \ PRINT
190 IF ??ABS(A) THEN PRINT TAB(28)” ПОДХОД СПРАВА” \ GOTO 20
195 PRINT TAB(29)” ПОДХОД СЛЕВА”
200 Y4=10 PRINT \ PRINT \ IF B=3 THEN Y3=23 \ GOTO 210
201 IF B=4 THEN Y3=14 \ GOTO 210
202 IF B=5 THEN Y3=10 \ GOTO 210
203 IF B=6 THEN Y3=7 \ GOTO 210
204 IF B=7 THEN Y3=5 \ GOTO 210
```

```
205 IF B=8 THEN Y3=4 \ GOTO 210
206 IF B=9 THEN Y3=3 \ GOTO 210
207 Y3=2 \ Y?=13
210 PRINT TAB(Y4)”????1”, K1=15 \ FOR P=2 ???B \ FOR P1=K1 TO K1+??-1
211 PRINT TAB(P1)”-”, \ NEXT P1 \ PRINT TAB(K1+Y3-3)P? \ K1=K1+??-2 \ NEXT P
212 IF B<10 THEN PRINT TAB(K1-1)”---” \ GOTO214
213 PRINT TAB(K1)”---”
214 PRINT \ FOR P=1 TO 200 \ NEXT P \ IF A <>ABS(A) THEN Y8=Y6+3 \ GOTO 326
215 IF B=3 THEN IF I=1 THEN Y5=15 \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
216 IF B=3 THEN Y5=Y5+26 \ Y6=Y6+26 \ GOTO 235
217 IF B=4 THEN IF I=1 THEN Y5=13 \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
218 IF B=4 THEN Y5=Y5+1, \ Y6=Y6+17 \ GOTO 235
219 IF B=3 THEN IF I=1 THEN Y6=15 \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
220 IF B=5 THEN Y5=Y5+13 \ Y6=Y6+13 \ GOTO 235
221 IF B=6 THEN IF I=1 THEN Y5=16 \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
222 IF B=6 THEN Y5=Y5+10 \ Y6=Y6+? \ GOTO 235
223 IF B=7 THEN IF I=1 THEN Y5=1? \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
224 IF B=7 THEN Y5=Y5+8 \ Y6=Y6+? \ GOTO 235
225 IF B=8 THEN IF I=1 THEN Y5=16 \ Y6=Y5-4 \ GOTO235
226 IF B=8 THEN Y5=Y5+? \ Y6=Y6+7 \ GOTO 235
227 IF B=9 THEN IF I=1 THEN Y5=17 \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
228 IF B=? THEN Y5=Y5+8 \ Y6=Y6+6 \ GOTO 235
229 IF I=1 THEN Y5=18 \ Y6=Y5-4 \ GOTO 235
230 Y5=Y5+5 \ Y6=Y6+5
235 PRINT TAB(Y6)”--->“ X(J,I) \ GOTO 250
236 IF ABS(Z(J,I)-TNT(Z(J,I))<>,01 THEN IF Z(J,I)<0 THEN PRINT TAB(Y8-3)Z(J,I) \GO TO 245
237 IF Z(J,I)=0 THEN PRINT TAB(Y8+2)”0” \ GOTO 245
238 IF ABS(Z(J,I)-INT(Z(J,I)))<1,0000E-03 THEN PRINT TAB(Y8-1)Z(J,I) \ GOTO 245
239 IF Z(J,I)>-1 THEN IF Z(J,I)<1 THEN PRINT TAB(Y8-4)Z(J,I) \ GOTO 245
240 PRINT TAB(Y8-5)Z(J,I)
245 PRINT TAB(Y8)”<---”
250 PRINT \ FOR P=1 TO 350 \ NEXT P \ GOSUB 105 \ RETURN
```

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

Шнайдер Марина Геннадьевна

Оценка точности позиционирования рабочих органов металлорежущих станков с использованием имитационного моделирования

Методические указания

Ответственный за выпуск Шнайдер М.Г.
Оригинал-макет Шнайдер М.Г.

413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Регистрационный номер __27__