

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Компьютерные технологии в машиностроении»**

*1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины*

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-13: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ОПК-6: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

*2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания*

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Компьютерные технологии в машиностроении».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Компьютерные технологии в машиностроении» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с не принципиальными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не	25-49	<i>Удовлетворительно</i>

способен систематизировать материал и делать выводы.		
Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	<25	<i>Неудовлетворительно</i>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами**

**1. Разработка цифровых программ для решения уравнений**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>
ОПК-13 Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности	ОПК-13.2 Разрабатывает и применяет цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования

## 1. Решение уравнений

### 1.1. Решение квадратного уравнения $ax^2 + bx + c = 0$ :

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	a=		0					
2	b=		0					
3	c=		0					
4								
5	Решение:	Любое						
6								
7								
8	1)	ЕСЛИ(И(В1=0;В2=0;В3=0);"Любое";ЕСЛИ(И(В1=0;В2=0;В3<>0);"Нет решения";ЕСЛИ(И(В1=0;В2<>0);-В3/В2;ЕСЛИ(В1<>0;ЕСЛИ(В2*В2-4*В1*В3<0;"Нет решения";(-В2+КОРЕНЬ(В2*В2-4*В1*В3))/2/В1))))))						
9								
10	2)	ЕСЛИ(В1<>0;ЕСЛИ(В2*В2-4*В1*В3<0;"";(-В2-КОРЕНЬ(В2*В2-4*В1*В3))/2/В1);" ")						

### 1.2. Численное решение уравнения ("Подбор параметра"):

Уравнение	$\sin(x) + x = 1$	аналитически не решается
x=	0	
f=SIN(x)+x	0	

### 1.3. Численное решение кубического уравнения

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

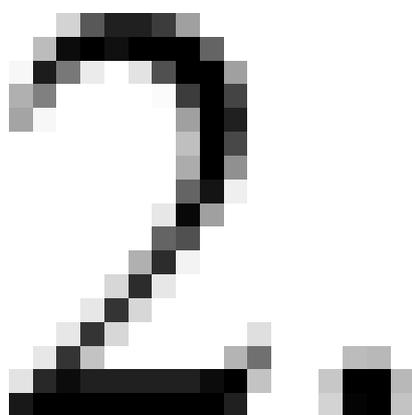
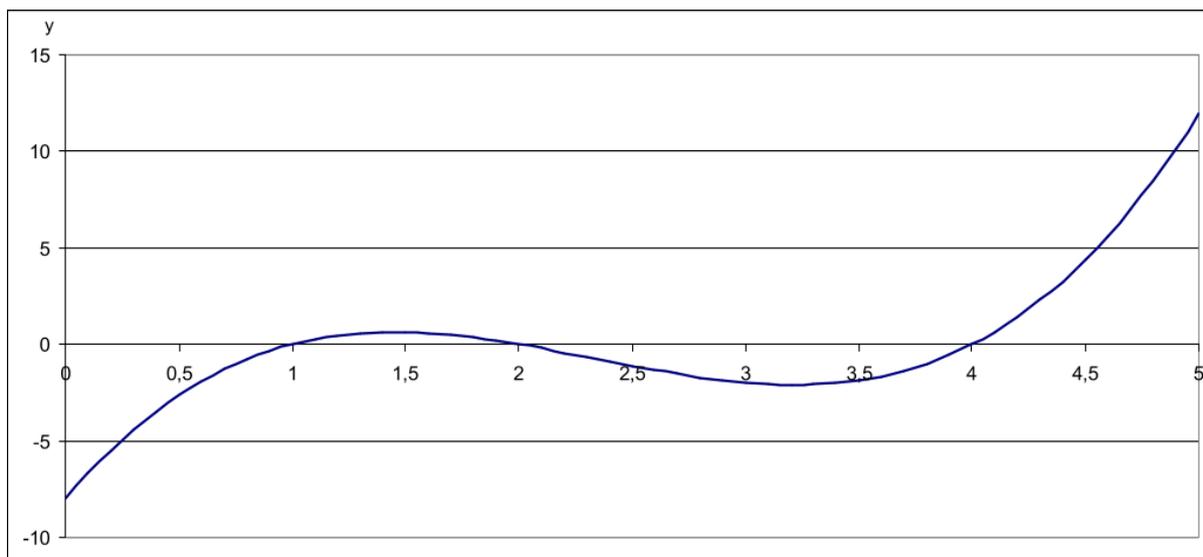
Этапы решения:

- 1) Отделение корней – построение графика  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ .
- 2) Уточнение одного из корней с помощью "Подбора параметра".

Пример:

a=	1	x	y
b=	-7	0	-8
c=	14	0,1	-6,669
d=	-8	0,2	-5,472
		0,3	-4,403
Нач.значение:	f	0,4	-3,456
1,000069039	0,000207	0,5	-2,625
		0,6	-1,904
		0,7	-1,287
		0,8	-0,768
		0,9	-0,341
		1	0
		1,1	0,261

График (отделение корней)



## 2. Применение цифровых программ для статистических расчетов

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-13 Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности	ОПК-13.2 Разрабатывает и применяет цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования

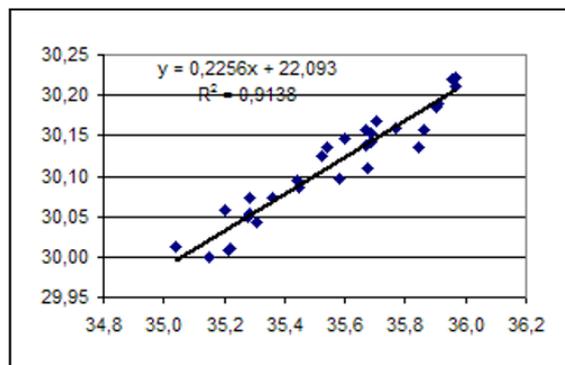
#### 4. Статистические расчеты

##### 4.1. Определение степени влияния двух случайных величин с помощью коэффициента корреляции

###### Пример 1:

Дзаг	Ддет
35,360	30,073
35,524	30,125
35,667	30,156
35,968	30,210
35,861	30,157
35,542	30,137
35,212	30,009
35,904	30,185
35,685	30,143
35,598	30,147
35,201	30,059
35,153	29,999
35,673	30,110
35,689	30,153
35,667	30,138
35,286	30,074
35,441	30,095
35,766	30,159
35,308	30,043
35,705	30,167
35,286	30,055
35,276	30,048
35,956	30,221
35,907	30,191
35,844	30,135
35,967	30,221
35,583	30,096
35,222	30,011
35,037	30,012
35,447	30,087

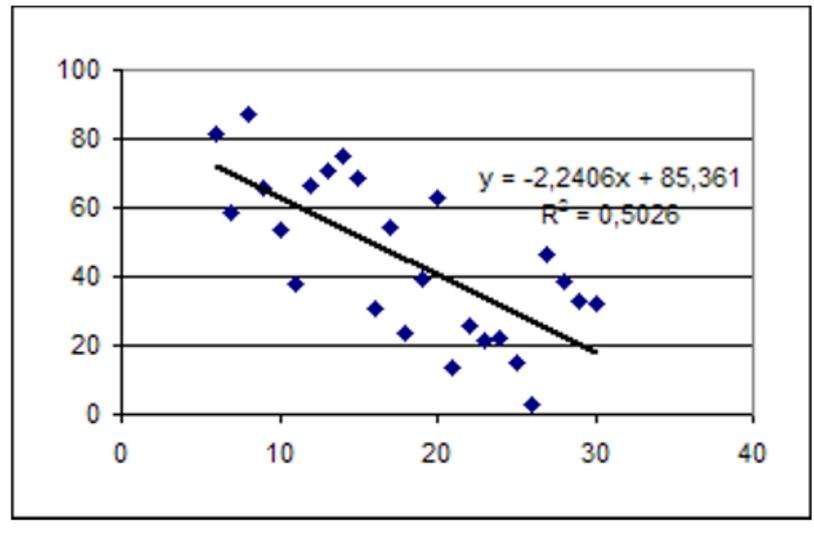
Корел  
гху= 0,955917      r<sup>2</sup>= 0,913778  
гух= 0,955917  
Пирсон 0,955917  
квпирсон 0,913778



## Пример 2

x	y
6	81,723
7	58,430
8	86,819
9	65,448
10	53,817
11	38,027
12	66,175
13	70,534
14	75,052
15	68,701
16	30,406
17	54,081
18	23,508
19	39,109
20	62,802
21	13,263
22	25,765
23	21,170
24	22,029
25	14,694
26	3,081
27	46,718
28	38,894
29	33,116
30	32,398

$$r_{xy} = -0,70893 \quad r^2 = 0,502588$$
$$r_{yx} = -0,70893$$



## 4.2. Сравнение средних и дисперсий

1. Диаметры детали:

1-я операция	2-я операция
20,039	20,026
19,966	20,007
20,039	20,024
19,966	20,028
19,953	19,995
19,965	20,070
20,018	20,046
20,041	19,971
19,958	19,994
19,959	19,977
20,001	20,015
20,027	20,013
20,043	20,052
20,023	19,984
19,982	20,054
19,992	20,018
20,009	20,013
20,030	20,027
20,004	20,061
19,964	20,010
19,995	20,009
20,026	20,037
19,991	20,004
20,038	20,020
19,961	19,977
20,013	20,065
20,033	20,012
19,969	20,034
20,024	
20,000	
20,000	

Среднее1: 20,001 *срзнач*  
 Среднее2: 20,019 *срзнач*  
 n1= 31 *счет*  
 n2= 28 *счет*  
 S1= 0,02975 *СТАНДОТКЛОН*  
 S2= 0,02679 *СТАНДОТКЛОН*

**Доверительные интервалы:**

	min	max	интервал ±
на среднее1:	19,990	20,012	0,0109
на среднее2:	20,009	20,030	0,0104

$$\bar{X} - \frac{S}{\sqrt{n}} t(\alpha, n-1) < M < \bar{X} + \frac{S}{\sqrt{n}} t(\alpha, n-1)$$

**СТЮДРАСПОБР**

	min	max	интервал ±
на ст.откл.1	0,0238	0,0398	0,0080
на ст.откл.2	0,0212	0,0365	0,0076

$$\sqrt{\chi^2\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} < \sigma < \sqrt{\chi^2\left(1-\frac{\alpha}{2}, n-1\right)}$$

**ХИ2ОБР**

принято  $\alpha = 0,05$

**Сравнение средних по критерию Стьюдента:**

T= -2,48595  
 t(α,n1+n2-2)= 2,002465 *СТЮДРАСПОБР*

$$T = (\bar{x} - \bar{y}) \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{(n_x + n_y) [(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2]}}$$

|T| > t: между средними имеется различие!

**Сравнение дисперсий по критерию Фишера:**

F= 1,23342 *(МАКС(E9:E10)/МИН(E9:E10))^2*  
 F(α/2,n1-1,n2-1)= 2,133427  
*ФРАСПОБР(0,025;ЕСЛИ(E9>E10;E6-1;E7-1);ЕСЛИ(E9>E10;E7-1;E6-1))*

Вывод: дисперсии можно считать одинаковыми.

3. Применение современных информационных технологий для аппроксимации с

использованием метода наименьших квадратов

Компетенция			Индикатор достижения компетенции		
ОПК-6	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности		ОПК-6.1	Применяет современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности	

### 3. Аппроксимация методом наименьших квадратов

#### 3.1. Построение линий тренда:

x	y1	y2	y3
1	6,339744	2,069797	2,445257
2	17,4912	3,737994	3,05452
3	24,7713	5,398182	4,779323
4	30,52493	6,499564	5,549214
5	35,42171	8,179031	7,542331
6	46,76898	8,902827	9,129606
7	54,78426	9,705134	11,64447
8	57,60174	10,49241	13,17542
9	66,36829	11,1645	15,58898
10	73,37944	12,22019	17,61154

$$y1 = a + bx$$

$$y2 = ax^b$$

$$y3 = a + bx + bx^2$$

#### 3.2. Пример аппроксимации выражением $y=ax^b+c$ с использованием надстройки "Поиск решения"

А) Поиск всех трех параметров (a, b, c) с помощью надстройки

x	y	$y1=a*x^b+c$	$y-y1$		
0,1	4,002	4,0019979	2,09E-06	a=	2,000003
0,2	4,016	4,0159978	2,15E-06	b=	3,000004
0,3	4,054	4,0539978	2,25E-06	c=	3,999998
0,4	4,128	4,1279977	2,33E-06		
0,5	4,25	4,2499977	2,35E-06	S=	3,69E-11
0,6	4,432	4,4319978	2,23E-06		
0,7	4,686	4,6859981	1,89E-06		
0,8	5,024	5,0239988	1,25E-06		
0,9	5,458	5,4579998	2,06E-07		
1	6	6,0000013	-1,3E-06		

Б) более эффективно параметры (a, c) искать аналитически, а параметр b – c помощью надстройки.

### 3.3 Аппроксимация выражением $y=a + b \sin x + c \cos x$

#### Аналитическое решение

##### 1. Исходные таблицы данных:

x	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
y	2,408	3,082	2,95	2,333	3,214	2,925	3,291	3,116	3,105	2,775	2,627	3,293	3,198	2,521	3,14	2,387	2,507	2,433	1,928	2,612	2,412

##### 2. Промежуточные таблицы

sinx	0	0,1	0,199	0,296	0,389	0,479	0,565	0,644	0,717	0,783	0,841	0,891	0,932	0,964	0,985	0,997	1	0,992	0,974	0,946	0,909
cosx	1	0,995	0,98	0,955	0,921	0,878	0,825	0,765	0,697	0,622	0,54	0,454	0,362	0,267	0,17	0,071	-0,03	-0,13	-0,23	-0,32	-0,42

##### 2. Суммы

n=	21	Ssin2x=	12,3
Ssinx=	14,6	Scos2x=	8,701
Scosx=	9,377	S(sin x cos x)=	3,931
Sy=	58,26	S(y sinx)=	40
		S(y cosx)=	27,89

Матрица A			Правая часть системы B
21	14,6	9,377	58,26
14,60431	12,3	3,931	40
9,377322	3,931	8,701	27,89

Обратная матрица $A^{-1}$			Решение $A^{-1} \cdot B$	1
1,472303	-1,45	-0,93	1,784	
-1,45056	1,524	0,875	0,846	
-0,93139	0,875	0,724	0,9	

Поиск коэффициентов можно производить и с помощью надстройки «Поиск решения».

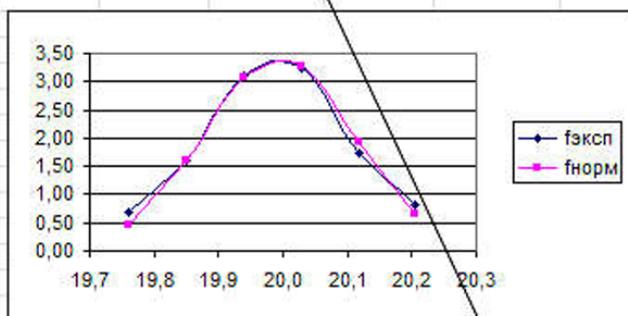
#### 4. Разработка цифровых программ с использованием VBA

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-6 Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-6.1 Применяет современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности

## 5. Проверка принадлежности выборки заданному закону распределения

### 5.1. Использование возможностей Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Проверка принадлежности выборки нормальному закону распределения									
2										
3	Массив наблюдений X: использована формула $x=(СЛЧИС()+...+СЛЧИС(-6))*0,1+20$ (ячейки 4...100)									
4	19,944	Для генерации одного нормально распределенного числа используется 12 равномерно распределенных								
5	20,021	Xmin=	19,7154	МИН	Количество:	97	СЧЕТ(A:A)			
6	19,938	Xmax=	20,2506	МАКС						
7	19,748	Xср=	19,9922	СРЗНАЧ						
8	20,144	sigma=	0,1168	СТАНДОТКЛОН						
9	19,898									
10	19,798	Колич.интервалов k:	6		h=	0,089202	(max-min)/колич.интервалов			
11	20,044									
12	20,067	Xлев	Xправ	Xс	m	fэксп	fнорм	(fэксп-норм) <sup>2</sup> /норм		
13	19,715	19,7154	19,8046	19,7600	6	0,693437	0,473756	0,101866		
14	19,893	19,8046	19,8938	19,8492	14	1,618019	1,615087	0,000005		
15	19,929	19,8938	19,9830	19,9384	27	3,120465	3,072589	0,000746		
16	19,986	19,9830	20,0722	20,0276	28	3,236038	3,261973	0,000206		
17	19,926	20,0722	20,1614	20,1168	15	1,733592	1,932519	0,020477		
18	19,920	20,1614	20,2506	20,2060	7	0,809010	0,638902	0,045291		
19	19,767									
20	19,999									
21	19,990									
22	20,107									
23	20,056									
24	19,880									
25	20,067									
26	19,973									
27	20,048									
28	20,027									
29	19,859									
30	20,042									
31	19,865									
32	20,225									
33	20,021									
34	19,955	Формулы в таблице:								
35	20,143	1	1 строка: Xлев=Xmin; Xправ=Xлев+h							
36	19,944		В каждой последующей строке Xлев и Xправ увеличиваются на h.							
37	20,242	2	Xср=(Xлев+Xправ)/2							
38	20,007	3	Для расчета количества точек m используется формула:							
39	20,021		в первой строке: СЧЕТЕСЛИ(A:A;"<="&ТЕКСТ(SD13;"0,0000000000000000"))							
40	20,117		во второй и последующих строках:							
41	19,901		СЧЕТЕСЛИ(A:A;"<="&ТЕКСТ(SD14;"0,0000000000000000"))-СУММ(SFS13:SF13)							
42	19,908		СЧЕТЕСЛИ(SAS4:SAS100;"<="&ТЕКСТ(SD15;"0,0000000000000000"))-СУММ(SFS13:SF14)							
43	20,161		.....							
44	19,829	4	Экспериментальная плотность распределения fэксп = m/n/h							
45	19,975		Плотность распределения Гаусса:							
46	19,946		$f_{\text{норм}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right)$							
47	19,832									
48	20,022									
49	20,024	5	$\chi^2 = nh \sum_{i=1}^m \frac{(f_{\text{эксп}} - f_{\text{норм}})^2}{f_{\text{норм}}}$							
50	20,093									
51	19,841		где:							
52	20,122		n - количество наблюдений							
53	19,918		m - количество интервалов							
54	19,718		h - размер интервала							
55	20,241									
56	19,978	6	Степени свободы: k-g-1, где g - количество параметров распределения							
57	20,114		(в данном случае g=2: среднее и дисперсия)							
58	19,676									



XI2= 1,458744  
 XI2(a,k-3)= 7,814728  
 XI2ОБР(0,05;SES10-3)

## 5.2. Использование макросов

```
Sub Макрос1()  
' Сочетание клавиш: Ctrl+Q  
' Заполнение исходных данных случ.числами, расчет min, max,  
' среднего и ст.отклонения. Затем выполняются макросы 2 и 4  
' Очистка исходных данных: "A4:A300"  
Range("A4:A300").ClearContents  
' Количество точек  
n = Cells(5, 7)  
' Заполнение исходных данных (случ.числа по норм.закону)  
For i = 4 To n + 3  
Q = 0  
For j = 1 To 12  
Q = Q + Rnd  
Next j  
Cells(i, 1) = (Q - 6) * 0.1 + 20  
Next i  
' Формирование диапазона (A4:A[n+3])  
t = "(A4:A" + Trim(Str(n + 3)) + ")"  
' Формулы для расчета МИН,МАКС,СРЗНАЧ,СТАНДОТКЛОН  
Range("D5").Formula = "=MIN" + t  
Range("D6").Formula = "=Max" + t  
Range("D7").Formula = "=AVERAGE" + t  
Range("D8").Formula = "=STDEV" + t  
  
Макрос2  
End Sub  
  
-----  
Sub Макрос2()  
' Сочетание клавиш: Ctrl+a  
' Расчет таблицы и критерия хи-квадрат  
Range("C13:I40").ClearContents ' Очистка области таблицы  
For i = 7 To 12  
Range("C13:I40").Borders(i).LineStyle = xlNone  
Next i  
n = Cells(5, 7) ' Количество точек  
k = Cells(10, 5) ' Количество интервалов  
h = Cells(10, 8) ' размер интервала (шаг)  
' вспомогательные переменные  
t1 = "C13:I" + Trim(Str(12 + k))  
sigma = Cells(8, 4)  
kkk = 1 / Sqr(2 * 3.1416) / sigma  
' Столбец Хлев  
Range("C13") = Cells(5, 4)  
For i = 14 To 14 + k - 2  
Cells(i, 3) = Cells(i - 1, 3) + h  
Next i  
' Столбцы Хправ, Хс, fнорм  
For i = 13 To 12 + k  
Cells(i, 4) = Cells(i, 3) + h  
Cells(i, 5) = (Cells(i, 3) + Cells(i, 4)) / 2  
Cells(i, 8) = kkk*Exp(-(Cells(i, 5)-Cells(7, 4))^2/2/sigma^2)
```

```

Next i
' Столбец m
nn = 0
For i = 13 To 12 + k
Cells(i, 6) = 0
For j = 1 To n
If (Cells(j+3,1)>=Cells(i,3)) And (Cells(j+3,1)<Cells(i,4)) Then
Cells(i, 6) = Cells(i, 6) + 1
End If
Next j
nn = nn + Cells(i, 6)
Next i
If nn < n Then Cells(12 + k, 6) = Cells(12 + k, 6) + 1
For i = 13 To 12 + k ' Столбцы фэксп и для "хи-квадрат"
Cells(i, 7) = Cells(i, 6) / n / h
Cells(i, 9) = (Cells(i, 7) - Cells(i, 8)) ^ 2 / Cells(i, 8)
Next i
For i = 7 To 12 ' Сетка
Range(t1).Borders(i).LineStyle = 1
Range(t1).Borders(i).Weight = 2
Next i
' хи-квадрат
Cells(14 + k, 8) = "ХИ2="
Cells(14 + k, 9) = "=G5*H10*Sum(I13:I" + Trim(Str(k + 12))+")"
Cells(15 + k, 8) = "ХИ2(a,k-3)="
Cells(15 + k, 9) = "=CHINVT(0.05,E10-3)"
Макрос4
End Sub

```

---

```

Sub Макрос4()
' Макрос4 Построение графика
' Сочетание клавиш: Ctrl+z

k = Range("E10") ' Количество интервалов
' Вспомогательная (номер последней строки в таблице)
t = Trim(Str(k + 12))
Charts.Add ' добавить лист диаграммы
' задание типа диаграммы
ActiveChart.ChartType = xlXYScatterLines
' исходные данные
ActiveChart.SetSourceData Source:=
Sheets("Лист1").Range("E13:E" + t + ",G13:H" + t), _
PlotBy:=xlColumns
' Легенда
ActiveChart.SeriesCollection(1).Name = """"Эксп""""
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = """"Норм""""
' Расположен на Листе1
ActiveChart.Location Where:=xlLocationAsObject,Name:="Лист1"

' Выделить область диаграммы

```

```
ActiveChart.PlotArea.Select

With Selection.Border
    .ColorIndex = 16
    .Weight = xlThin
    .LineStyle = xlContinuous
End With
```

' **фон - нет цвета (прозрачная)**

```
Selection.Interior.ColorIndex = xlNone
```

' **Формат подписей по осям**

```
ActiveChart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "0.0"
ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
Selection.TickLabels.NumberFormat = "0.0"
End Sub
```

### 5.3. Органы управления макросами

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Проверка принадлежности выборки нормальному закону распределения									
2										
3	Массив наблюдений X:									
4	19,994									
5	20,117		Xmin=	19,7626	МИН	Количество	98	Расчет количества точек		
6	20,095		Xmax=	20,2549	МАКС					
7	19,983		Xср=	19,9884	СРЗНАЧ			Построение графика		
8	19,889		sigma=	0,0960	СТАНДОТКЛОН					
9	19,918									
10	20,116		Колич.интервалов k	10			h=	0,049229 (max-min)/колич.интервалов		
11	19,915		Пересчет таблицы: Ctrl-a							
12	19,874		Xлев	Xправ	Xс	m	fэксп	fнорм	(эксп-норм) <sup>2</sup> /норм	
13	20,025		19,7626	19,8118	19,7872	2	0,414560	0,461878	0,004848	
14	19,816		19,8118	19,8610	19,8364	5	1,036399	1,187084	0,019128	
15	19,954		19,8610	19,9103	19,8857	13	2,694637	2,344863	0,052175	
16	19,950		19,9103	19,9595	19,9349	19	3,938316	3,559878	0,040230	
17	19,763		19,9595	20,0087	19,9841	18	3,731036	4,153695	0,043008	
18	20,042		20,0087	20,0580	20,0333	20	4,145596	3,724911	0,047511	
19	19,971		20,0580	20,10719	20,08258	9	1,865518	2,567314	0,19184145	
20	20,113		20,10719	20,15642	20,1318	8	1,658238	1,359953	0,065424573	
21	20,053		20,15642	20,20565	20,18103	3	0,621839	0,553669	0,008393394	
22	19,942		20,20565	20,25488	20,23026	1	0,20728	0,173244	0,006686621	
23	19,941									
24	19,963							ХИ2=	2,312069318	
25	20,021							ХИ2(а,к-3)	14,06714043	
26	19,866									

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.