МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

**КАФЕДРА «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»**

**ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ**

**УКАЗАНИЯ**

**К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»**

**г. Ростов-на-Дону**

**2020**

УДК 621.396.6  
Составители: Атоян Т.В., Кошлякова И.Г.

Методические указания к контрольной работе по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» / Ростов н/Д, Издательский центр ДГТУ, 2020. – \_\_ с.

Приведены задания и методика выполнения контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Методические указания предназначены для специалистов и бакалавров технических направлений заочной формы обучения.

УДК 621.396.6  
  
Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Донского государственного технического университета

Научный редактор канд. техн. наук, доцент И.К. Цыбрий

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Управление качеством»  
д-р техн. наук, профессор В.П. Димитров

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
В печать \_\_\_.\_\_\_.2020 г.  
Формат 60×84/16. Объем \_\_\_ усл. п. л.  
Тираж \_\_\_ экз. Заказ №. \_\_\_.  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ  
Адрес университета и полиграфического предприятия:  
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1  
© Донской государственный технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель работы: изучить методы оценки результатов п рямых измерений; приобрести навыки в нормировании точности геометрических параметров деталей и сопряжений; освоить методику выбора стандартных предельных значений нормируемых параметров; ознакомиться с приемами анализа соответствия выбранных норм точности геометрических параметров, конструктивным, технологическим, эксплуатационным и другими требованиям» к изделию.

Решение задач контрольной работы оформляется в отдельной тетради с титульным листом типового образца.

Вариант выполнения задачи определяется двумя последними цифрами номера зачетной книжки.

Описание решения задачи рекомендуется в следующей последовательности:

* условие задачи с исходными данными;
* подробное изложение алгоритма решения с цифровыми данными и графическими иллюстрациями;

выводы.

**Задача 1.** Произведены прямые многократные измерения параметра изделия, результаты которых в виде отклонений от номинального значения распреде­лились по интервалам (табл.1). Количество экспериментальных данных, попавших в i-тый интервал, представлено в табл.2. Требуется: а) построить гистограмму эмпирического распределения; б) аппроксимировать эмпирическое распределение с помощью нормального закона; в) проверить согласованность теоретического нормального и эмпирического распределений, пользуясь критерием согласия , при доверительной вероятности Р (см. табл. 1); г) представить результат измерений в форме доверительного интервала при заданной доверительной вероятности Р.

Таблица 1- Исходные данные для задачи 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер интер-вала | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Интервалы значений измеряемой величины | | | | | | | | | | |
| 1 | 0;-5 | 0; 2 | -50;-40 | 0; 3 | -15;-12 | | 0;20 | 0; 0,1 | -20; -16 | 0; 1 | -75;-60 |
| 2 | -5;-10 | 2; 4 | -40;-30 | 3; 9 | -12;-9 | | 20;40 | 0,1; 0,2 | -16;-12 | 1; 2 | -60; -45 |
| 3 | -10;-15 | 4; 6 | -30;-20 | 9; 12 | -9;-6 | | 40;60 | 0,2; 0,3 | -12;-8 | 2; 3 | -45; -30 |
| 4 | -15;-20 | 6; 8 | -20;-10 | 12; 15 | -6;-3 | | 60;80 | 0,3; 0,4 | -8; -4 | 3; 4 | -30; -15 |
| 5 | -20;-25 | 8; 10 | -10;0 | 15; 18 | -3; 0 | | 80;100 | 0,4; 0,5 | -4; 0 | 4; 5 | -15;0 |
| 6 | -25;-30 | 10; 12 | 0;10 | 18; 21 | 0; 3 | | 100;120 | 0,5;0,6 | 0; 4 | 5; 6 | 0; 15 |
| 7 | -30;-35 | 12; 14 | 10;20 | 21; 24 | 3; 6 | | 120;140 | 0,6; 0,7 | 4; 8 | 6; 7 | 15; 30 |
| 8 | -35;-40 | 14; 16 | 20;30 | 24; 27 | 6; 9 | | 140;160 | 0,7; 0,8 | 8; 12 | 7; 8 | 30; 45 |
| 9 | -40;-45 | 16; 18 | 30;40 | 27; 30 | 9; 12 | | 160;180 | 0,8; 0,9 | 12; 16 | 8; 9 | 45;60 |
| 10 | -45;-50 | 18;20 | 40;50 | 30; 33 | 12; 15 | | 180;200 | 0,9; 1 | 16; 20 | 9; 10 | 60;75 |
| Измеря-емая величина и размер-ность | Диаметр вала, мкм | Диаметр отверс-тия, мкм | Линейный размер, мкм | Напря-жение, В | Сила тока мА | | Мощ-ность, кВт | Частота, Гц | Относи-тельная влаж-ность, % | Атмо-сфе-рное давление, кПа | Высота объекта, м |
| Доверительная вероятность, Р | 0,99 | 0,95 | 0,975 | 0,98 | 0,90 | | 0,995 | 0,8 | 0,95 | 0,99 | 0,975 |

Таблица 2 - Число экспериментальных данных, попадающих в каждый i-й интервал

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра зач. книжки | Число экспериментальных данных, попадающих в каждый i-й интервал | | | | | | | | | |
| Номер интервала | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 | 10 | 28 | 43 | 48 | 70 | 56 | 50 | 38 | 15 | 6 |
| 1 | 8 | 43 | 57 | 86 | 120 | 106 | 93 | 53 | 25 | 8 |
| 2 | 0 | 4 | 23 | 42 | 55 | 35 | 29 | 15 | 6 | 0 |
| 3 | 7 | 19 | 51 | 110 | 160 | 88 | 54 | 32 | 15 | 5 |
| 4 | 6 | 12 | 18 | 36 | 58 | 65 | 42 | 27 | 12 | 4 |
| 5 | 0 | 5 | 8 | 10 | 15 | 12 | 10 | 7 | 4 | 2 |
| 6 | 9 | 25 | 54 | 76 | 95 | 110 | 85 | 43 | 18 | 7 |
| 7 | 8 | 18 | 26 | 37 | 45 | 33 | 27 | 20 | 14 | 5 |
| 8 | 6 | 12 | 16 | 21 | 35 | 26 | 20 | 17 | 12 | 5 |
| 9 | 4 | 11 | 23 | 36 | 65 | 51 | 39 | 26 | 18 | 7 |

**Методические рекомендации к заданию 1**

1. Построить гистограмму.

1.1. Определить относительную частоту попадания случайной величины в каждый i-й интервал:,

где n - общее число экспериментальных данных.

1.2. Вычислить размах колебаний измеренной величины:

,

где  - крайние значения вариационного ряда.

1. Рассчитать ширину интервала:, где r- число интервалов.
2. Рассчитать для каждого интервала значения, на основании которых построить гистограмму. Она представляет собой ступенчатую фигуру, состоящую из прямоугольников. Основанием их являются отрезки, изображающие интервалы вариационного ряда, а высоты равны частостям этих интервалов, деленным на ширину интервала (рисунок 1).

2. Построить аппроксимирующую кривую, соответствующую нормальному закону.

2.1 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений:



где  - середина i-го интервала.

2.2 Рассчитать среднее квадратичное отклонение (СКО):



2.3. Проверить гипотезу о соответствии эмпирического распределения нормальному закону Гаусса. Для этого необходимо:

2.3.1. Определить теоретическую вероятность попадания значений измеряемой величины в i-й интервал в соответствии с законом нормального распределения:

PTi = Ф((xвi - )/S) – Ф((xнi -)/S),

где Ф (\*\*\*) – значение функции Лапласа по приложению А.

При этом следует учесть, что функция Лапласа нечетная, т.е Ф(-t)= -Ф(t).

2.3.2. Нанести полученные значения теоретической вероятности на график (см.рис.1) и построить кривую теоретического распределения вероятности по нормальному закону.

2.3.3. Рассчитать для каждого интервала значение χ2i:

χi2=.

2.3.4. Результаты расчетов представить в таблице по установленной форме (Приложение В).

2.3.5. Рассчитать эмпирическое значение χ2:

χ2=.

2.3.6. Полученное значение сравнить с табличным χт2. По приложению Б для уровня значимости q= 1 – P и числа степеней свободы f = r ‒3.

2.3.7. Сделать вывод о соответствии эмпирического распределения результатов измерений теоретическому нормальному закону по правилу:

- гипотеза о соответствии нормальному распределению принимается, если выполняется условие χ2 < χт2;

- при невыполнении указанного неравенства гипотеза отклоняется.

2.4. Определить доверительный интервал для результата многократных измерений: 

где *tp* - коэффициент распределения Стьюдента при заданной доверительной вероятности Р и числе степеней свободы k= n – 1 (Приложение Г);

 - среднее квадратичное отклонение среднего значения: 

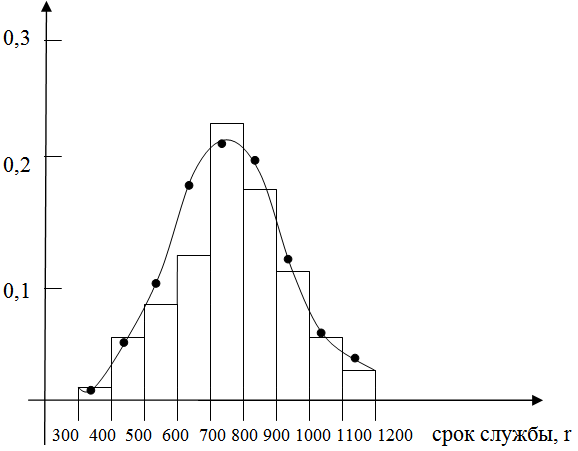


Рис. 1 - Пример построения гистограммы и кривой теоретического распределения

**Задача 2.** По величинам расчетных характеристик сопряжений деталей (рисунок 2) 1-2 и 3-5 (таблица 3) выбрать в системе отверстия стандартные посадки с зазором (1-2) и с натягом (3-5). Построить поля допусков и рассчитать допуски по­садок, предельные размеры и допуски сопрягаемых деталей, выполнить эскизы деталей и их соединений с простановкой точности сопрягаемых размеров.

Примечание: задания для сопряжений выбираются по № зачетной книжки:

с зазором: a - предпоследняя цифра номера;b - последняя цифра;

- с натягом: d - предпоследняя цифра;c - последняя цифра.

Например, для номера зачетной книжки с двумя последними цифрами 12 (таблица 3) задание для расчета посадки с зазором:g7. Задание для расчета посадки с натягом:*/*r8

**Методические рекомендации к задаче 2**

1. Определить верхнее (ЕS) и нижнее (ЕI) предельные отклонения основного отверстия номинального размера [2, табл.1.27, с.79; 2, с.16].

2. Определить предельные отклонения, верхнее (еs) и нижнее (еi) вала [2, таблицы 1.28, с.80, табл. 1.30, с.92; 2, с. 17, 24].

Таблица 3- Исходные данные для задачи 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| a | 30H6 |  |  |  | 180H6 | 18H8 | 63H9 |  |  |  |
| b | e5 | f6 | g7 | d6 | d5 | f7 | e8 | d6 | b8 | g7 |
| c | 60H8 |  |  |  | H8 | 185H7 | 120H6 |  |  |  |
| d | p7 | r8 | s6 | u8 | r7 | p6 | s5 | u8 | x7 | z6 |

3. Рассчитать предельные размеры и допуски сопрягаемых деталей (рис.3): для отверстия , ,

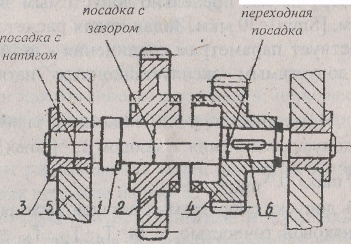


Рис. 2- Вал редуктора:

1- вал; 2- полумуфта с зубчатым колесом; 3- втулка; 4 – неподвижная муфта зубчатого колеса; 5 – корпус; 6 - шпонка

;

для вала , ,

,

где D, d — номинальные размеры отверстия и вала.

4. Рассчитать предельные характеристики посадок по выбранным пре­дельным отклонениям сопрягаемых деталей:

, ;

,..

5. Построить схемы расположения полей допусков сопрягаемых деталей в выбранных посадках, как показано на рис. 3.

На схемах вместо предельных отклонений и номинального размера проставляются их численные значения, в прямоугольниках вместо условных обозначений  и  - соответствующие обозначения полей допусков в ЕСДП (Единой системе допусков и посадок).

7. Рассчитать допуски посадок:

для посадки с зазором ,

для посадки с натягом .

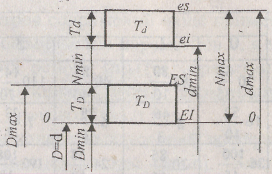
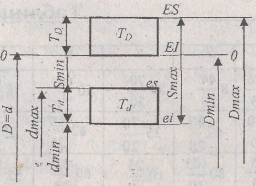


Рис. 3- Схемы посадок в системе отверстия: а) с зазором; б.) с натягом

**Задача 3.** Для указанной переходной посадки (таблица 4) деталей 1 и 4 (рис.2) построить схему полей допусков, рассчитать характеристики посадки, предельные размеры и допуски деталей, вероятности зазора и натяга. Определить условия целесообразного использования данной посадки. Выполнить эс­кизы деталей и их соединения с простановкой точности сопрягаемых размеров.

Примечание: поле допуска отверстия выбирается по предпоследней цифре номера зачетной книжки, поле допуска вала - по последней цифре. Например, для номера зачетной книжки, оканчивающегося цифрами 12, задание для рас­чета переходной посадки 50 Н7/n6.

Таблица 4 –Исходные данные для задачи 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цифра номера зачетной книжки | | | | | | | | | | |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Поле допуска отверстия | Н6 | Н7 | Н8 | Н9 | Н10 | Н7 | Н9 | Н6 | Н8 | Н7 |
| Поле допуска вала | 12js5 | 15k6 | 65n6 | 45m6 | 75k5 | 50n7 | 85js6 | 66m7 | 30js7 | 120k7 |

**Методические рекомендации к задаче 3**

1. Определить предельные отклонения ЕS и ЕI поля допуска отверстия [2, табл. 1.27, с.79; 2, с.16].
2. Определить предельные отклонения еs и еi поля допуска вала [2, табл. 1.29, с.89; 2, с.22-23].
3. Построить схему переходной посадки (рисунок 4).
4. Рассчитать характеристики переходной посадки:

, , .

5. Определить предельные размеры и допуски сопрягаемых деталей по формулам (1) - (4).

6. Рассчитать вероятность зазора РS и натяга РN.

6.1. Рассчитать среднее квадратическое отклонение натяга:

.

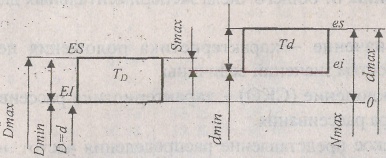


Рис. 4 - Схема переходной посадки

На схеме вместо предельный от­клонений и номинального размера проставляются их численные зна­чения, вместообозначений То и Та в прямоугольниках - условные обозначения полей допусков в ЕСДП.

6.2. Определить предел интегрирования функции распределения вероятностей Лапласа:

,

где  - средний натяг в посадке; .

1. Определить значение функции Лапласа Ф(z) [2, табл. 1.1, с. 12; 2, с.74].
2. Вычислить вероятность зазора РS и процент соединений с зазором РS: б если ; , если ;

.

6,5., Вычислить вероятность натяга РТ и процент соединений, с натягом PN: , если ; , если ;

.

7. Разработать рекомендации по применению данной посадки [2, с.322 -: 331; 2, с.65] и сделать заключение о возможности ее использования в предложенной конструкции (рис.2).

**Литература**

1. Кошлякова И.Г., Ваганов В.А., Атоян Т.В. Практикум по метрологии и стандартиза-ции – Ростов н/Д.: Изд.центр ДГТУ, 2013

2. Допуски и посадки. Справ. I т. под. ред. Мягкова В. Д. -Л..: Машиностроение, 1982.

3. Теория и практика нормирования точности в машиностроении: учеб. Пособие /И.Г. Кошлякова, О.Ю. Сорочкина, Е.Н. Закалин – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013. – 241 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 − Значения функции F(t)=

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0,0  0,1  0,2  0,3  0,4  0,5  0,6  0,7  0,8  0,9  1,0  1,1  1,2  1,3  1,4  1,5  1,6  1,7  1,8  1,9  2,0  2,1  2,2  2,3  2,4  2,5  2,6  2,7  2,8  2,9  3,0  3,5  4,0 | 0,0000  0,0398  0,0793  0,1179  0,1554  0,1915  0,2257  0,2580  0,2881  0,3159  0,3413  0,3643  0,3849  0,4032  0,4192  0,4332  0,4452  0,4554  0,4641  0,4713  0,4772  0,4821  0,4861  0,4893  0,4918  0,4938  0,4953  0,4965  0,4974  0,4981  0,4986  0,4998  0,4999 | 0,0040  0,0438  0,0832  0,1217  0,1591  0,1950  0,2291  0,2611  0,2910  0,3186  0,3438  0,3665  0,3869  0,4049  0,4207  0,4345  0,4463  0,4564  0,4649  0,4719  0,4778  0,4826  0,4864  0,4896  0,4920  0,4940  0,4955  0,4966  0,4975  0,4982 | 0,0080  0,0478  0,0871  0,1255  0,1628  0,1985  0,2324  0,2642  0,2939  0,3212  0,3461  0,3686  0,3888  0,4066  0,4222  0,4357  0,4474  0,4573  0,4656  0,4726  0,4783  0,4830  0,4868  0,4898  0,4922  0,4941  0,4956  0,4967  0,4976  0,4982 | 0,0120  0,0517  0,0910  0,1293  0,1664  0,2019  0,2357  0,2673  0,2967  0,3238  0,3485  0,3708  0,3907  0,4082  0,4236  0,4370  0,4484  0,4582  0,4664  0,4732  0,4788  0,4834  0,4871  0,4901  0,4925  0,4943  0,4957  0,4968  0,4977  0,4983 | 0,0160  0,0557  0,0948  0,1331  0,1700  0,2054  0,2389  0,2703  0,2995  0,3264  0,3508  0,3729  0,3925  0,4099  0,4251  0,4382  0,4495  0,4591  0,4671  0,4738  0,4793  0,4838  0,4874  0,4904  0,4927  0,4945  0,4959  0,4969  0,4977  0,4984 | 0,0199  0,0596  0,0987  0,1368  0,1736  0,2088  0,2422  0,2734  0,3023  0,3289  0,3531  0,3749  0,3944  0,4115  0,4265  0,4394  0,4505  0,4599  0,4678  0,4744  0,4798  0,4842  0,4878  0,4906  0,4929  0,4946  0,4960  0,4970  0,4978  0,4984 | 0,0239  0,0636  0,1026  0,1406  0,1772  0,2123  0,2454  0,2764  0,3051  0,3315  0,3554  0,3770  0,3962  0,4131  0,4279  0,4406  0,4515  0,4608  0,4686  0,4750  0,4803  0,4846  0,4881  0,4909  0,4931  0,4948  0,4961  0,4971  0,4979  0,4985 | 0,0279  0,0675  0,1064  0,1443  0,1808  0,2157  0,2486  0,2794  0,3078  0,3340  0,3577  0,3790  0,3980  0,4147  0,4292  0,4418  0,4525  0,4616  0,4693  0,4756  0,4808  0,4850  0,4884  0,4911  0,4932  0,4949  0,4962  0,4972  0,4979  0,4985 | 0,0319  0,0714  0,1103  0,1480  0,1844  0,2190  0,2517  0,2823  0,3106  0,3365  0,3599  0,3810  0,3997  0,4162  0,4306  0,4429  0,4535  0,4625  0,4699  0,4761  0,4813  0,4854  0,4887  0,4913  0,4934  0,4951  0,4963  0,4973  0,4980  0,4986 | 0,0359  0,0753  0,1141  0,1517  0,1879  0,2224  0,2549  0,2852  0,3133  0,3389  0,3621  0,3830  0,4015  0,4177  0,4319  0,4441  0,4545  0,4633  0,4706  0,4767  0,4817  0,4857  0,4890  0,4916  0,4936  0,4952  0,4964  0,4974  0,4981  0,4986 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Процентные точки χ2-распределения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *P*  *v* | 0,05 | 0,1 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 0,9 | 0,95 | 0,975 | 0,99 | 0,995 |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20 | 0,00393  0,1026  0,3518  0,7107  1,145  1,635  2,167  2,733  3,325  3,94  4,575  5,226  5,892  6,571  7,261  7,962  8,672  9,39  10,12  10,85 | 0,01579  0,2107  0,5844  1,064  1,61  2,024  2,833  3,49  4,168  4,865  5,578  6,304  7,041  7,79  8,547  9,312  10,09  10,86  11,65  12,44 | 0,1015  0,5754  1,213  1,923  2,675  3,455  4,255  5,071  5,899  6,737  7,584  8,438  9,299  10,17  11,04  11,91  12,79  13,68  14,56  15,45 | 0,4549  1,386  2,366  3,357  4,351  5,348  6,346  7,344  8,343  9,342  10,34  11,34  12,34  13,34  14,34  15,34  16,34  17,34  18,34  19,34 | 1,323  2,773  4,108  5,385  6,626  7,841  9,037  10,22  11,39  12,55  13,7  14,85  15,98  17,12  18,25  19,37  20,49  21,6  22,72  23,83 | 2,706  4,605  6,251  7,779  9,236  10,64  12,02  13,36  14,68  15,99  17,28  18,55  1981  21,06  22,31  23,54  24,77  25,99  27,2  28,41 | 3,841  5,991  7,815  9,488  11,07  12,59  14,07  15,51  16,92  18,31  19,68  21,03  22,36  23,68  25  26,3  27,59  28,87  30,14  31,41 | 5,024  7,378  9,348  11,14  12,83  14,45  16,01  17,53  19,02  20,48  21,92  23,34  24,74  26,12  27,49  28,85  30,19  31,53  32,85  34,17 | 6,635  9,21  11,34  13,28  15,09  16,81  18,48  20,09  21,67  23,21  24,72  26,22  27,69  29,14  30,58  32  33,41  34,81  36,19  37,57 | 7,879  10,6  12,84  14,86  16,75  18,55  20,28  21,96  23,59  25,19  26,76  28,3  29,82  31,32  32,8  34,27  35,72  37,16  38,58  40 |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Расчетные данные для проверки гипотезы о нормальности распределения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер интервала i | Границы интервала | | Абсолютная частота mi | Относительная частота Pi | Квантиль для границы | | Функция Лапласа для границы | | Теоретическая вероятность PТi | χ2i |
| нижняя xнi | верхняя xвi | нижней  tнi= (xнi - )/S | верхней tвi=(xвi - )/S | нижней Ф((xн i –  –)/S) | верхней Ф((xBi –  –)/S) |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| r |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сумма | – | – |  |  | – | – | – | – |  |  |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Значение процентных пределов *t* в зависимости от *k* степеней свободы и от вероятности для распределения Стьюдента**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *p*  *k* | 0,9 | 0,95 | 0,975 | 0,98 | 0,99 | 0,995 | 0,997 | 0,998 | 0,999 |
| 1 | 6,314 | 12,706 | 25,452 | 31,821 | 63,657 | 127,36 | 212,2 | 318,3 | 636,6 |
| 2 | 2,29 | 4,303 | 6,205 | 6,965 | 9,925 | 14,089 | 18,216 | 22,327 | 31,6 |
| 3 | 2,353 | 3,182 | 4,177 | 4,541 | 5,841 | 7,453 | 8,891 | 10,214 | 12,922 |
| 4 | 2,132 | 2,776 | 3,495 | 3,747 | 4,604 | 5,597 | 6,435 | 7,173 | 8,61 |
| 5 | 2,015 | 2,571 | 3,163 | 3,365 | 4,032 | 4,773 | 5,376 | 5,893 | 6,869 |
| 6 | 1,943 | 2,447 | 2,969 | 3,143 | 3,707 | 4,317 | 4,8 | 5,208 | 5,959 |
| 7 | 1,895 | 2,365 | 2,841 | 2,998 | 3,499 | 4,029 | 4,442 | 4,785 | 5,408 |
| 8 | 1,86 | 2,306 | 2,752 | 2,896 | 3,355 | 3,833 | 4,199 | 4,501 | 5,041 |
| 9 | 1,833 | 2,262 | 2,685 | 2,821 | 3,25 | 3,69 | 4,024 | 4,297 | 4,781 |
| 10 | 1,812 | 2,228 | 2,634 | 2,764 | 3,169 | 3,581 | 3,892 | 4,144 | 4,587 |
| 12 | 1,782 | 2,179 | 2,56 | 2,681 | 3,055 | 3,428 | 3,706 | 3,93 | 4,318 |
| 14 | 1,761 | 2,145 | 2,51 | 2,624 | 2,977 | 3,326 | 3,583 | 3,787 | 4,14 |
| 16 | 1,746 | 2,12 | 2,473 | 2,583 | 2,921 | 3,252 | 3,494 | 3,686 | 4,015 |
| 18 | 1,734 | 2,101 | 2,445 | 2,552 | 2,878 | 3,193 | 3,428 | 3,61 | 3,922 |
| 20 | 1,725 | 2,086 | 2,423 | 2,528 | 2,845 | 3,153 | 3,376 | 3,552 | 3,849 |
| 22 | 1,717 | 2,074 | 2,405 | 2,508 | 2,819 | 3,119 | 3,335 | 3,505 | 3,792 |
| 24 | 1,711 | 2,064 | 2,391 | 2,492 | 2,797 | 3,092 | 3,302 | 3,467 | 3,745 |
| 26 | 1,706 | 2,056 | 2,379 | 2,479 | 2,779 | 3,067 | 3,274 | 3,435 | 3,704 |
| 28 | 1,701 | 2,048 | 2,369 | 2,467 | 2,763 | 3,047 | 3,25 | 3,408 | 3,674 |
| 30 | 1,697 | 2,042 | 2,36 | 2,457 | 2,75 | 3,03 | 3,23 | 3,386 | 3,646 |
| ∞ | 1,645 | 1,96 | 2,241 | 2,326 | 2,576 | 2,807 | 2,968 | 3,09 | 3,291 |