Министерство образования и науки

Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И

УПРАВЛЕНИЯ им. К.Г. Разумовского

Филиал ГОУ ВПО "МГУТУ" в г. Мелеузе

Кафедра "Системы управления"

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

По дисциплине: "Метрология, стандартизация и сертификация"

Разработал: студент 3 курса Шинов К.Ц.

Институт: СА и И ДФО

Специальность: 220561

Шифр: 0478

Проверил: Ст. преподаватель:

Пусакова С.А.

Мелеуз - 2011

Задание на контрольную работу

Студенты специальности 220301 ДФО, ЗФО должны выполнить одну контрольную работу, состоящую из 6 задач и двух теоретических вопросов. При выполнении контрольной работы следует руководствоваться справочной литературой (стр.29). Варианты теоретических вопросов выбираются согласно таблицы 1, по двум последним цифрам шифра зачетной книжки студента.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n (предпоследняя цифра шифра) | k (последняя цифра шифра зачетки) | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 1 | 0 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 3 | 0 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 5 | 0 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 7 | 0 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 9 | 0 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |

Содержание

1. Метрологические характеристики измерительных средств. Нормирование метрологических характеристик

2. Методы и средства электрических измерений неэлектрических величин

3. Задачи

Список использованных источников

Приложения

# 1. Метрологические характеристики измерительных средств. Нормирование метрологических характеристик

Основными нормируемыми характеристиками измерительных средств для технических измерений являются:

диапазон измерений - область значений измеряемой величины, для которой нормированы пределы погрешности прибора;

диапазон показаний (измерений по шкале) - область значений шкалы, ограниченная ее начальным и конечным значениями; например для вертикального оптиметра диапазон показаний 0,2 мм, пределы показаний (начальное и конечное значения шкалы) ±0,1 мм.

Диапазон измерений меньше или равен диапазону показаний.

Пределы измерения - наибольшее или наименьшее значение диапазона измерения.

Цена деления шкалы - разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Длина (интервал) деления шкалы - расстояние между осями двух соседних отметок шкалы.

Чувствительность - свойство, отражающее способность реагировать на изменение измеряемой величины.

Стабильность - свойство, отражающее постоянство во времени метрологических показателей.

Основная метрологическая характеристика измерительного средства - погрешность измерительного средства или инструментальная погрешность средства имеет определяющее значение для наиболее распространенных технических измерений, включающих в себя измерительные средства для измерения длин и угловых размеров. В зависимости от условий использования измерительных средств различают основную и дополнительную погрешность.

измерение электрическая величина метрологическая

Основной погрешностью средства измерений называют погрешность при использовании средства измерения в нормальных условиях, указываемых в стандартах, технических условиях, паспортах и т.п. В зависимости от режима применения различают динамическую и статическую погрешности.

Статическая погрешность измерительного средства - погрешность, возникающая при использовании измерительных средств для измерения постоянной величины.

Динамическая погрешность - погрешность, возникающая при использовании измерительного средства для измерения переменной во времени величины.

Основную погрешность средств измерений нормируют согласно ГОСТ 13.000-68, заданием пределов допускаемой основной погрешности. Когда основная погрешность находится в этих пределах, средства измерения допускаются к применению.

Пределы допускаемой основной погрешности задают в виде абсолютных, относительных или приведенных погрешностей измерительного средства.

Под нормированием понимается установление границ на допустимые отклонения реальных метрологических характеристик средств измерений от их номинальных значений. Только посредством нормирования метрологических характеристик можно добиться их взаимозаменяемости и обеспечить единство измерений в государстве. Реальные значения метрологических характеристик определяют при изготовлении средств измерений и затем проверяют периодически во время эксплуатации. Если при этом хотя бы одна из метрологических характеристик выходит за установленные границы, то такое средство измерений либо подвергают регулировке, либо изымают из обращения.

Нормы на значения метрологических характеристик устанавливаются стандартами на отдельные виды средств измерения. При этом делается различие между нормальными и рабочими условиями применения средств измерения.

Нормальными считаются такие условия применения средств измерений, при которых влияющие на процесс измерения величины (температура, влажность, частота, напряжение питания, внешние магнитные поля и т.д.), а также неинформативные параметры входных и выходных сигналов находятся в нормальной для данных средств измерений области значений, т.е. в такой области, где их влиянием на метрологические характеристики можно пренебречь. Нормальные области значений влияющих величин указываются в стандартах или технических условиях на средства измерений данного вида в форме номиналов с нормированными отклонениями, например, температура должна составлять 20±2°С, напряжение питания - 220 В±10% или в форме интервалов значений (влажность 30 - 80 %).

Рабочая область значений влияющих величин шире нормальной области значений. В ее пределах метрологические характеристики существенно зависят от влияющих величин, однако их изменения нормируются стандартами на средства измерений в форме функций влияния или наибольших допустимых изменений. За пределами рабочей области метрологические характеристики принимают неопределенные значения.

Для нормальных условий эксплуатации средств измерений должны нормироваться характеристики суммарной погрешности и ее систематической и случайной составляющих. Суммарная погрешность средств измерений в нормальных условиях эксплуатации называется основной погрешностью и нормируется заданием предела допускаемого значения , т.е. того наибольшего значения, при котором средство измерений еще может быть признано годным к применению.



Для используемых по отдельности средств измерений, точность которых заведомо превышает требуемую точность измерений, нормируются только пределы допускаемого значения суммарной погрешности и наибольшие допустимые изменения метрологических характеристик. Если же точность средств измерений соизмерима с требуемой точностью измерений, то необходимо нормировать раздельно характеристики систематической и случайной погрешности и функции влияния. Только с их помощью можно найти суммарную погрешность в рабочих условиях применения средств измерений.



Динамические характеристики нормируются путем задания номинального дифференциального уравнения или передаточной, переходной, импульсной весовой функции. Одновременно нормируются наибольшие допустимые отклонения динамических характеристик от номинальных.

# 2. Методы и средства электрических измерений неэлектрических величин

Измерение - единственный способ получения количественной информации о величинах, характеризующих те или иные физические явления или процессы. Поэтому разработка новых машин, механизмов, аппаратов, а также непосредственное осуществление сложных технических производственных процессов в промышленности связаны с необходимостью измерения многочисленных физических величин.

При этом число подлежащих измерению механических, тепловых, химических, оптических, акустических и т.д. величин, то есть так называемых неэлектрических величин, интересующих науку и производство, во много раз больше числа всех возможных электрических и магнитных величин. Поэтому измерение неэлектрических величин достигло сейчас высокого развития и образует наиболее крупную, разветвленную и стремительно развивающуюся я область современной измерительной техники, а производство приборов для измерения различных физических величин составляет основную часть приборостроительной промышленности.

До появления автоматических управляющих устройств и ЭВМ потребителем измерительной информации на выходе измерительных приборов был человек (экспериментатор, оператор, диспетчер). Теперь же очень часто измерительная информация от приборов непосредственно поступает в автоматические управляющие устройства. В этих условиях главное положение при измерении любых физических величин заняли электрические средства измерений благодаря присущим им следующим основным преимуществам.

1. Исключительная простота измерения чувствительности в весьма широком диапазоне значений измеряемой величины, то есть широкий амплитудный диапазон. Использование электроники позволяет в тысячи раз усиливать электрические сигналы, а следовательно в такое же число раз увеличивать чувствительность аппаратуры. Благодаря этому электрическими методами можно измерять такие величины, которые другими методами вообще не могут быть измерены.

2. Весьма малая инерционность электрической аппаратуры, то есть широкий частотный диапазон. Это дает возможность измерять как медленно протекающие, так и быстро протекающие во времени процессы с их регистрацией светолучевыми и электронными осциллографами.

3. Возможность измерения на расстоянии, в недоступных местах, вредных условиях, возможность централизации и одновременности измерения многочисленных и различных по своей физической природе величин, то есть возможность создания комплексных информационно-измерительных систем, возможность передачи результатов измерений на большие расстояния, математической обработке и использования их для управления.

4. Возможность комплектования измерительных и обслуживаемых или автоматических систем из блоков однотипной электрической аппаратуры, что имеет важнейшее значение для создания информационно-измерительных систем, как для научного, так и для промышленного измерения.

Существующие преобразователи электрических величин в неэлектрические основаны на различных физических явлениях. Одним из основных классификационных признаков является физический принцип, построены в основу построения преобразователей.

Потенциометрические (реостатные) преобразователи. В основу их построения заложено преобразование измеряемой физической величины в изменение омического сопротивления. При этом измеряемая механическая величина предварительно преобразуется в линейное или угловое перемещение.

Электромагнитные преобразователи. К этой группе относятся преобразователи, использующие взаимодействие магнитных потоков, создаваемых протекающим по контурам электрическим током. В свою очередь электромагнитные преобразователи подразделяются на:

индуктивные;

трансформаторные (взаимоиндуктивные);

индукционные.

Тензорезисторные (тензометрические) преобразователи. В основе их работы лежит явление тензоэффекта, сущность которого состоит в изменении активного сопротивления проводника (тензорезистора) при его механической деформации.

Термоэлектрические преобразователи. Основаны на явлении возникновения термозависимой ЭДС в спаянных или сваренных разнородных проводниках (электродах).

Механотронные преобразователи - электронный преобразователь механических величин в электрический сигнал.

# 3. Задачи

Задача № 1

## Результаты измерений температуры t (oС) являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения с математическим ожиданием mt=27,1°С и средним квадратичным отклонением (с. к. о.) =0,9o С.



Вычислить вероятность выполнения неравенства

to1tto2,,



где to1=26,4 oC,

to2=27,85oC.

Р = Ф (*у*) - Ф (-*у*) = 2 Ф (*у*) - 1. (1)

Вероятность события *Р* определяется с помощью формулы (1) на основе введенного интеграла вероятности:

= Р {*t*01 ≤ *t ≤* *t*02}.



Вычислим выражения в скобках после подстановки численных значений t01, t02**,** mt, **:**



Для отрицательных значений аргумента справедливо соотношение:

Ф (у) =1-Ф (-у),

то есть Ф (-0,77) =1-Ф (0,77).

Найдем из таблицы для интеграла вероятности (Приложение А) значения

Ф (0,83) = 0,7967, Ф (0,77) = 0,7794

и вычислим: Ф (-0,77) = 1 - 0,7794 = 0,2206.

Тогда искомая вероятность равна:

Р = 0,7967 - 0,2206 = 0,5761.

Задача № 2

Результаты измерений давления ***р*** (МПа) являются случайными величинами, подчинёнными закону равномерного распределения и находятся в пределах, где *р*o1*=*1,65 МПа, *р*o2= 2,6 МПа. Найти математическое ожидание mp и дисперсию для измеренного давления.



Параметры закона нормального распределения определяются по формулам (2), (3), (4):

*m* - характеризует среднее значение случайной величины:

, (2)



где *х* - случайная величина.

= (х2 - х1) 2 /12, (3)



*σ* **-** СКО случайной величины, оно равно:

. (4)



*D -* определяет средний квадрат разброса случайной величины

относительно математического ожидания *mx*:

*D*= (х2 - х1) 2 /12.

При х1 = р01, х2 = р02 формулы для математического ожидания и дисперсии примут вид:

, *σ* = .



,



Задача № 3

Манометр, измеряющий давление в рабочем диапазоне от pmin= 0,05 МПа до pmax= 2,8 МПа, имеет граничную абсолютную погрешность равную = 0,055 МПа. Определить класс точности манометра.



Класс точности определяем по граничной приведенной погрешности *δр*, которая определяется по формуле (5):



δр= или (δр=). (5)



В примере дана граничная абсолютная погрешность ∆ = p max, где измеренной величиной является давление (*у*=*р*), диапазон измерений ∆*Х* = *Хmax - Хmin* для давления будет ∆Р = pmax - pmin, тогда формула для граничной приведенной погрешности будет:



δp  = ∆ / ∆Р =pmax / (pmax - pmin),



δp  = 0,055 / (2,8 - 0,05) = 0,02 (МПа).



Для определения класса точности воспользуемся стандартным рядом чисел. Класс точности данного манометра составляет величину:

С = δp · 100, (6)



С = 0,02·100 = 2.

Задача № 4

Вычислить граничную относительную погрешность *δ*о измерения давления со значением р = 0,58 МПа, осуществлённого с помощью манометра класса С = 0,6,имеющего диапазон показаний МПа.



Граничная относительная погрешностьδопределяется:



δ = или (δ = ·100%), (7)



для предлагаемого примера формула имеет вид:

δ=,



где Δ - граничная абсолютная погрешностьизмерений, максимальное



значение для модуля абсолютной погрешности;

*р* ***-*** измеренное давление, МПа.

Примем в качестве граничной абсолютной погрешности Δзначение ее оценки сверху, которое вычисляется на основе определения класса точности:



Δ = (С /100) ∙ΔР (МПа),



Δ = ×2,7 = 0,0162МПа.



Тогда граничная относительная погрешностьδопределится:



δ=,



δ = = 0,0279 (2%).



Задача № 5

По результатам 13 измерений были получены статистические характеристики температуры: оценка математического ожидания и оценка с. к. о .



Вычислить:

1) при условии нормального распределения результатов измерений доверительную вероятность выполнения неравенства°С;



2) для заданной доверительной вероятности =0,8 определить доверительный интервал для дисперсии.



1) Для случая симметрии относительно оценки mo имеем:

*I*mβ = (mo - εmβ, mо + εmβ); *P* {mo - εmβ ≤ m ≤ mо + εmβ} = β. (8)

Перепишем выражение (8) для доверительной вероятности:

Р mo - m ≤ **ε**m**β =** β,



для заданного неравенства это выражение будет иметь вид:

Р mt - mto ≤ **ε**m**β =** β,



где **ε**m**β =** 0,77оС.

Определение доверительной вероятности может быть сведено к использованию таблицы распределения Стьюдента, приведенной в Приложении Б и формулы:

ε mβ = *t*β · (Do/N), (9)



где Do - оценка дисперсии; *t*β = *F*m (N-1, β) - функция от доверительной вероятности и числа степеней свободы, квантиль или коэффициент Стьюдента; N - количество измерений.

Оценку дисперсии можно определить по известной оценке с. к. о. :



Do = (σt0) 2 = 0,52 = 0,25 (оС) 2.

Тогда квантиль *t*β выводим из формулы (9):

*t*β = εmβ / (o /), (10)



*t*β = 0,77/ = 0,77/0,13867504905 = 5,55.



Зная коэффициент Стьюдента *t*β и количество степеней свободы (*t*β = =5,55; N-1=13-1=12), по таблице распределения Стьюдента, определим доверительную вероятность β, это будет β = 0,99.

2) Доверительный интервал для дисперсии *I*Dβ и соответствующая доверительная вероятность β имеют следующий вид:

*I*Dβ = (D1β, D2β), *P* { D1β ≤ D ≤ D2β} = β, (11)

где D1β и D2 β определяются по формулам (12) и (13):

D1β = Do (N-1) / *V*2β, (12)

D2 β = Do (N-1) / *V*1β. (13)

*V* - специальная случайная величина, которую можно представить соотношением (14), с использованием оценок *m*o и Do:

*V* = Do (N-1) / D. (14)

Величина *V* распределена по закону Пирсона с N-1 степенями свободы. Таблица распределения Пирсона приведена в Приложении В, на основе которой по задаваемым некоторым дискретным значениям *р* и 1 ≤ N-1≤ 30 определяется величина (15):

*V*р = *F*D (N-1, *р*). (15)

где *V*р - это функция закона распределения Пирсона.

Введем *V*1β, *V*2β - граничные точки интервала для случайной величины *V*; пусть их значения таковы, что для заданной доверительной вероятности *р* соответствующие вероятности (*р*1 и *р*2) вычисляются следующим образом (16):

*Р*= *р*2 = ; *V*2β = *FD* . (16)



,



и для них определим граничные точки интервала для случайной величины *V* это - *V*1β, *V*2β формулы (14 и 15). При этом используем таблицы распределения Пирсона, приведенные в Приложении В.

При N-1 = 12 и р1 = 0,1, р2 = 0,9 граничные точки интервала будут равны:

V1β = 6,304,V2β = 18,549.

Определим искомый доверительный интервал:

*I*Dβ = (D1β, D2β) или IDβ = ().



Подставляем численные значения и получаем:

IDβ == (0,1617; 0,4758),



где D1β = 0,1617, D2β = 0,4758, доверительная вероятность при этом будет иметь вид:

Р{0,1617≤ D ≤ 0,4758} = β = 0,8.

Задача № 6

Тепловой поток *Q* (Вт), отводимый от теплообменного аппарата, может быть определён на основе косвенного измерения по формуле:

*Q*=G·с· (to-t1),

где G - расход рабочего тела (кг/с), to, t1-температура рабочего тела на входе и выходе теплообменного аппарата, *c*-удельная теплоёмкость рабочего тела (Дж/кг) - является табличной характеристикой. Величины G, to, t1 - определяются с помощью прямых измерений расхода и температур при с. к. о. погрешностей измерения =0,5 кг/с, =0,5°С. Вычислить - с. к. о. погрешности измерения *Q* при *с* = 4, 19×103 Дж/кг°С, G=53 кг/с, to=25°С, t1=12°С.



Чтобы оценить погрешности косвенного измерения необходимо определить характеристики (параметры) измерений: σs - с. к. о.; (σs) 2 - дисперсию; (σsо) 2 **-** оценку дисперсии.

Они определяются по формулам (16) как сумма частных производных ***G*** по ***х***s - это оценка дисперсии результирующей погрешности:

() 2 = . (16)



Если вернуться к нашему примеру с исходной зависимостью (17):

*Q = G· с·* (*t*0 - *t*1), (17)

то частные производные *Q* по *G*, *t*0,*t*1 будут иметь вид:

= с× (t0 - t1), = G×c, = - G×c. (18)



Подставим численные значения:

= 4, 19×103 × (25-12) = 54,47×103;



= 53×4, 19×103 = 222,07×103;



= - 222,07×103.



Тогда суммарная оценка погрешности косвенного измерения выделенного тепла (или оценка дисперсии результирующей погрешности) будет:

() 2 = + + (19)



(σQ) 2 = (54,47×103) 2×0,52 + (222,07×103) 2× 0,52 + ( - 222,07×103) 2×0,52=

= 741745225;

σQ= = 27,235 (Дж).



# Список использованных источников

1. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам [Текст]. - М.: Изд-во стандартов, 1996 - 27 с.
2. Березовский, Ю.М. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: Учебное пособие для студентов специальностей: 1706, 2102, 0702, 2202 очной и заочной форм обучения / Ю.М. Березовский. - М.: МГУТУ, 2004 - 68с.
3. Березовский, Ю.М. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: Рабочая программа, методические указания и задания на курсовую и контрольную работы для студентов факультета "Управление и информатизация" 3курса сфо и 5 курса пфо специальностей 1706,0702, 2102, 2202/Ю.М. Березовский, Н.Д. Педь. - М.: МГУТУ, 2003. - 24 с.
4. Бурдун, Г.Д. Основы метрологии [Текст]: Учебное пособие для вузов / Г.Д. Бурдун, Б.Н. Марков. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 256 с.
5. Гетманов, В.Г. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: Учебное пособие / В.Г. Гетманов, В.Е. Жужжалов. - М.: Дели принт, 2003. - 104с.
6. Евтихеев, Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин [Текст] / Н.Н. Евтихеев, Я.А. Купершмидт и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 240с.
7. Каратаев, Р.Н. Метрология [Текст]: Учебное пособие / Р.Н. Каратаев, В.А. Гогин. - Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. - 156 с.
8. Тартаковский, Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений [Текст]: Учебник для вузов / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. - М.: Высшая школа, 2001. - 205с.

# Приложения

Приложение А



Таблица 1 - Интеграл вероятности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| у | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 009 |
| 0,0 | 0,5000 | 0,5040 | 0,5080 | 0,5120 | 0,5160 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| 0,1 | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| 0,2 | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,5910 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| 0,3 | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,6480 | 0,6517 |
| 0,4 | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,6700 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| 0,5 | 0,6915 | 0,6950 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,7190 | 0,7224 |
| 0,6 | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |
| 0,7 | 0,7580 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| 0,8 | 0,7881 | 0,7910 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8079 | 0,8106 | 0,8133 |
| 0,9 | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,8340 | 0,8365 | 0,8389 |
| 1,0 | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| 1,1 | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,8770 | 0,8790 | 0,8810 | 0,8830 |
| 1,2 | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,8980 | 0,8997 | 0,9015 |
| 1,3 | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| 1,4 | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9279 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| 1,5 | 0,9332 | 0,9345 | 0,9357 | 0,9370 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9206 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| 1,6 | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |

Приложение Б

Таблица 2 - Распределение Стьюдента ,



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ß  N-1 | 0,10 | 0, 20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,98 | 0,99 |
| 1 | 0,158 | 0,325 | 0,510 | 0,727 | 1,000 | 1,376 | 1,963 | 3,078 | 6,314 | 12,706 | 31,821 | 63,657 |
| 2 | 0,142 | 0,289 | 0,445 | 0,617 | 0,816 | 1,061 | 1,386 | 1,886 | 2,920 | 4,303 | 6,964 | 9,925 |
| 3 | 0,137 | 0,277 | 0,424 | 0,584 | 0,765 | 0,978 | 1,250 | 1,638 | 2,353 | 3,182 | 4,541 | 5,841 |
| 4 | 0,134 | 0,271 | 0,414 | 0,569 | 0,741 | 0,941 | 1, 190 | 1,533 | 2,132 | 2,776 | 3,747 | 4,604 |
| 5 | 0,132 | 0,267 | 0,408 | 0,559 | 0,727 | 0,920 | 1,156 | 1,476 | 2,015 | 2,571 | 3,365 | 4,032 |
| 6 | 0,131 | 0,265 | 0,404 | 0,553 | 0,718 | 0,906 | 1,134 | 1,440 | 1,943 | 2,447 | 3,143 | 3,707 |
| 7 | 0,130 | 0,263 | 0,402 | 0,549 | 0,711 | 0,896 | 1,119 | 1,415 | 1,895 | 2,365 | 2,998 | 3,499 |
| 8 | 0,130 | 0,262 | 0,399 | 0,546 | 0,706 | 0,889 | 1,108 | 1,397 | 1,860 | 2,306 | 2,896 | 3,355 |
| 9 | 0,129 | 0,261 | 0,398 | 0,543 | 0,703 | 0,883 | 1,100 | 1,383 | 1,833 | 2,262 | 2,821 | 3,250 |
| 10 | 0,129 | 0,260 | 0,397 | 0,542 | 0,700 | 0,879 | 1,093 | 1,372 | 1,812 | 2,228 | 2,764 | 3,169 |
| 11 | 0,129 | 0,260 | 0,396 | 0,540 | 0,697 | 0,876 | 1,088 | 1,363 | 1,796 | 2, 201 | 2,718 | 3,106 |
| 12 | 0,128 | 0,259 | 0,395 | 0,539 | 0,695 | 0,873 | 1,083 | 1,356 | 1,782 | 2,179 | 2,681 | 3,055 |
| 13 | 0,128 | 0,259 | 0,394 | 0,538 | 0,694 | 0,870 | 1,079 | 1,350 | 1,771 | 2,160 | 2,650 | 3,012 |
| 14 | 0,128 | 0,258 | 0,393 | 0,537 | 0,692 | 0,868 | 1,076 | 1,345 | 1,761 | 2,145 | 2,624 | 2,977 |
| 15 | 0,128 | 0,258 | 0,393 | 0,536 | 0,691 | 0,866 | 1,074 | 1,341 | 1,753 | 2,131 | 2,602 | 2,947 |
| 16 | 0,128 | 0,258 | 0,392 | 0,535 | 0,690 | 0,865 | 1,071 | 1,337 | 1,746 | 2,120 | 2,583 | 2,921 |

Приложение В

Таблица 3 - Распределение Пирсона ,



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Р  N-1 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0, 20 | 0,30 | 0,50 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,98 | 0,99 |
| 1 | 0,00016 | 0,000628 | 0,00393 | 0,0158 | 0,0642 | 0,148 | 0,455 | 1,074 | 1,642 | 2,706 | 3,841 | 5,412 | 6,635 |
| 2 | 0,0201 | 0,0404 | 0,103 | 0,211 | 0,446 | 0,713 | 1,386 | 2,408 | 3,219 | 4,605 | 5,991 | 7,824 | 9,210 |
| 3 | 0,115 | 0,185 | 0,352 | 0,584 | 1,005 | 1,424 | 2,366 | 3,665 | 4,642 | 6,251 | 7,815 | 9,837 | 11,345 |
| 4 | 0,297 | 0,429 | 0,711 | 1,064 | 1,649 | 2, 195 | 3,357 | 4,878 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 11,668 | 13,277 |
| 5 | 0,554 | 0,752 | 1,145 | 1,610 | 2,343 | 3,000 | 4,351 | 6,064 | 7,289 | 9,236 | 11,070 | 13,388 | 15,086 |
| 6 | 0,872 | 1,134 | 1,635 | 2, 204 | 3,070 | 3,828 | 5,348 | 7,231 | 8,558 | 10,645 | 12,592 | 15,033 | 16,812 |
| 7 | 1,239 | 1,564 | 2,167 | 2,833 | 3,822 | 4,671 | 6,346 | 8,383 | 9,803 | 12,017 | 14,067 | 16,622 | 17,475 |
| 8 | 1,646 | 2,032 | 2,733 | 3,490 | 4,594 | 5,527 | 7,344 | 9,524 | 11,030 | 13,362 | 15,507 | 18,168 | 20,090 |
| 9 | 2,088 | 2,532 | 3,325 | 4,168 | 5,380 | 6,393 | 8,343 | 10,656 | 12,242 | 14,684 | 16,919 | 19,679 | 21,666 |
| 10 | 2,558 | 3,059 | 3,940 | 4,865 | 6,179 | 7,267 | 9,342 | 11,781 | 13,442 | 15,987 | 18,307 | 21,161 | 23, 209 |
| 11 | 3,053 | 3,609 | 4,575 | 5,578 | 6,989 | 8,148 | 10,341 | 12,899 | 14,631 | 17,275 | 19,675 | 22,618 | 24,725 |
| 12 | 3,571 | 4,178 | 5,226 | 6,304 | 7,807 | 9,034 | 11,340 | 14,011 | 15,812 | 18,549 | 21,026 | 24,054 | 26,217 |
| 13 | 4,107 | 4,765 | 5,892 | 7,042 | 8,634 | 9,926 | 12,340 | 15,119 | 16,985 | 19,812 | 22,362 | 25,472 | 27,688 |
| 14 | 4,660 | 5,368 | 6,571 | 7,790 | 9,467 | 10,821 | 13,339 | 16,222 | 18,151 | 21,064 | 23,685 | 26,873 | 29,141 |
| 15 | 5,229 | 5,985 | 7,261 | 8,547 | 10,307 | 11,721 | 14,339 | 17,322 | 19,311 | 22,307 | 24,996 | 28,259 | 30,578 |
| 16 | 5,812 | 6,614 | 7,962 | 9,312 | 11,152 | 12,624 | 15,338 | 18,418 | 20,465 | 23,542 | 26,296 | 29,633 | 32,000 |