**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

**ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ**

**СТАТИСТИКЕ**

**Студента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*(Фамилия И.О.)*

**Группа \_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Вариант № \_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Задание:**  Получены статистические данные о доходах предприятий отрасли за год. | **Оценка** | **Подпись преподавателя** |
| I. Составьте интервальный вариационный ряд. |  |  |
| II. Вычислите несмещенные оценки математического ожидания и дисперсии. |  |  |
| III. Постройте гистограмму относительных частот. |  |  |
| IV. Проверьте гипотезу о нормальном распределении при уровне значимости 5%. |  |  |
| V. Найдите доверительные интервалы для оценки математического ожидания и дисперсии с надежностью:  а) 0,95; б) 0,99; в) 0,999. |  |  |

## **I. Построение статистического распределения выборки**

В Приложении 1 найдите выборку, соответствующую вашему варианту (номеру в списке группы).

Данную выборку преобразуйте в вариационный (интервальный) ряд. Для этого:

1. Упорядочите выборку, т.е. запишите все значения случайной величины в возрастающем порядке. Если какое-либо значение повторяется, запишите его столько раз, сколько оно Вам встретилось.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2. Вычислите:

объем выборки ;

минимальное значение ;

максимальное значение .

3. Разбейте диапазон изменения случайной величины на интервалы. Число интервалов определяется по формуле с округлением до ближайшего **целого**:

Ширину каждого интервала выберите с точностью выборки (сколько знаков после запятой в данных исходной выборки) и округлите в сторону завышения

Границы интервалов вычислите по формулам

4. Вычислите частоту каждого интервала – количество элементов , попавших в -й интервал. Если элемент совпадает с границей интервала, то он относится к интервалу с меньшим порядковым номером.

5. Вычислите относительные частоты интервалов по формуле

Полученные данные занесите во 2 – 4, 9 столбцы таблицы 1.

## **II. Вычисление точечных оценок математического ожидания и дисперсии**

Рассчитайте значение середины каждого частичного интервала (столбец 5) по формуле

Для вычисления оценок необходимо заполнить столбцы 5 – 8 и строку суммы в конце таблицы 1.

**Таблица 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| № | Границы классов | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сумма, Σ | | |  |  |  |  |  |  |  |

Оценки математического ожидания и дисперсии вычислите по формулам, использую данные последней строки «Сумма» таблицы 1. Результаты округлите до двух знаков после запятой.

*Выборочная средняя*

*Выборочная дисперсия*

*«Исправленная» дисперсия*

*Среднее квадратическое отклонение*

**Для сравнения вычислите СКО по «правилу ».**

Так как для случайной величины, имеющей нормальное распределение, почти все значения укладывается на симметричном относительно математического ожидания участке длиной , то с помощью «правила » можно ориентировочно определить оценку среднего квадратического отклонения *нормально распределённой* случайной величины. Берем максимальное практически возможное отклонение от среднего значения и делим его на три.

Сравните результат со значением S и сделайте вывод:

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

## **III. Построение гистограммы относительных частот**

Гистограммой называется ступенчатая фигура, состоящая из прямоугольников, основаниями которых служат частичные интервалы длиной , а высоты равны (плотность относительной частоты).

а) Для построения гистограммы заполните столбец 9 таблицы 1.

б) Отметьте начала и концы всех интервалов на координатной плоскости. Выберите на вертикальной оси единичный отрезок так, чтобы было возможно отметить на ней все значения плотность относительной частоты (столбец 9).

По полученным данным постройте гистограмму:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

в) По данным таблицы 1 постройте точки с координатами и соедините их плавной пунктирной линией. Эта линия будет аналогом плотности распределения случайной величины и, следовательно, по виду гистограммы можно выдвинуть гипотезу о нормальном распределении (или о распределении, близком к нормальному) случайной величины с плотностью, описанной следующей формулой

## **IV. Проверка гипотезы о нормальном распределении случайной величины**

Ввиду ограниченного числа наблюдений статистический закон распределения обычно в какой-то мере отличается от теоретического. Возникает необходимость определить, является ли расхождение между статистическим и теоретическим законами распределения следствием ограниченного числа наблюдений или оно является существенным и связано с тем, что действительное распределение случайной величины не соответствует выдвинутой гипотезе.

Для проверки гипотезы о нормальном распределении рассматриваемой величины заполним таблицу 2.

Для этого:

1. Произведите новую классификацию выборки: объедините интервалы, для которых в один. После объединения количество интервалов \_\_\_\_\_\_\_.

2. Левую границу первого интервала возьмите равной , правую границу последнего возьмите равной .

3. Вычислите теоретические вероятности попадания варианты в каждом интервале по формуле

где , функция Лапласа (значения функции представлены в Приложении 2).

Выпишите значения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | ggggggg |
|  |  |
|  |  |

**Таблица 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Новые границы классов | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сумма | | | | | | |  |  |  |  |
| равно 1? | суммы равны? | |  |

4. Вычислите частоты интервалов и относительные частоты с учетом объединения интервалов по формуле .

Для проверки гипотезы о нормальном распределении случайной величины в качестве меры расхождения между теоретическим и статистическим распределениями выберем случайную величину (хи-квадрат) .

Заполнив таблицу 2, вычислите значение критерия (хи-квадрат эмпирическое) по формуле (значение итоговой ячейки):

Случайная величина распределена по закону с параметром , называемым числом степеней свободы.

Число параметров нормального распределения .

Число степенной свободы

При уровне значимости и числу степенной свободы находим критическое значение , используем Приложение 3.

Расхождение между статистическим и теоретическим распределениями является не существенным, если величина не превышает критического значения . (выберите верный знак между найденными значениями):

( > = < )

**Вывод:** *(подтверждаем или опровергаем гипотезу о нормальном распределении случайной величины и почему)*

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

Выполним построение графика теоретической плотности распределения

где

Для этого возьмем точки с абсциссами (середины частичных интервалов из таблицы 1) и вычислим ординаты этих точек – значения функции теоретической плотности распределения . Результат запишем в таблицу 3.

Вычислите:

**Таблица 3**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |

Для более точного построения графика вычислим:

точку максимума

точки перегиба

Нанесите на систему координат (на которой ранее была построена гистограмма) координаты найденных точек (столбцы 2 и 7 в таблице 3) и соедините плавной линией. Сравните теоретическую и эмпирическую плотности распределения случайной величины, заполнив таблицу 4 по данным таблицы 3 (столбец 7) и таблицы 1 (столбец 9):

**Таблица 4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Сравнивая значения ординат плотности распределения случайной величины и плотности относительных частот, мы наблюдаем *значительное /  незначительное* (подчеркните) отклонение этих величин друг от друга, что свидетельствует о

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

**V. Нахождение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии**

Будем считать, что случайная величина распределена нормально, причем математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение этого распределения неизвестны.

1. Доверительный интервал для оценки математического ожидания имеет вид:

Величину находим по таблице из Приложения 4.

а) По доверительной вероятности и числу степеней свободы находим величину , а затем точность оценки .

б) По доверительной вероятности и числу степеней свободы находим величину , а затем точность оценки .

в) По доверительной вероятности и числу степеней свободы находим величину , а затем точность оценки .

2. Доверительный интервал для имеет вид:

Величину находим по таблице из Приложения 4.

а)  Для и находим

б) Для и находим

в) Для и находим

Приложение 2

**Таблица значений интеграла Лапласа**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | Сотые доли *х* | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0,00000 | 0,00399 | 0,00798 | 0,01197 | 0,01595 | 0,01994 | 0,02392 | 0,02790 | 0,03188 | 0,03586 |
| 0,1 | 0,03983 | 0,04380 | 0,04776 | 0,05172 | 0,05567 | 0,05962 | 0,06356 | 0,06749 | 0,07142 | 0,07535 |
| 0,2 | 0,07926 | 0,08317 | 0,08706 | 0,09095 | 0,09483 | 0,09871 | 0,10257 | 0,10642 | 0,11026 | 0,11409 |
| 0,3 | 0,11791 | 0,12172 | 0,12552 | 0,12930 | 0,13307 | 0,13683 | 0,14058 | 0,14431 | 0,14803 | 0,15173 |
| 0,4 | 0,15542 | 0,15910 | 0,16276 | 0,16640 | 0,17003 | 0,17364 | 0,17724 | 0,18082 | 0,18439 | 0,18793 |
| 0,5 | 0,19146 | 0,19497 | 0,19847 | 0,20194 | 0,20540 | 0,20884 | 0,21226 | 0,21566 | 0,21904 | 0,22240 |
| 0,6 | 0,22575 | 0,22907 | 0,23237 | 0,23565 | 0,23891 | 0,24215 | 0,24537 | 0,24857 | 0,25175 | 0,25490 |
| 0,7 | 0,25804 | 0,26115 | 0,26424 | 0,26730 | 0,27035 | 0,27337 | 0,27637 | 0,27935 | 0,28230 | 0,28524 |
| 0,8 | 0,28814 | 0,29103 | 0,29389 | 0,29673 | 0,29955 | 0,30234 | 0,30511 | 0,30785 | 0,31057 | 0,31327 |
| 0,9 | 0,31594 | 0,31859 | 0,32121 | 0,32381 | 0,32639 | 0,32894 | 0,33147 | 0,33398 | 0,33646 | 0,33891 |
| 1 | 0,34134 | 0,34375 | 0,34614 | 0,34849 | 0,35083 | 0,35314 | 0,35543 | 0,35769 | 0,35993 | 0,36214 |
| 1,1 | 0,36433 | 0,36650 | 0,36864 | 0,37076 | 0,37286 | 0,37493 | 0,37698 | 0,37900 | 0,38100 | 0,38298 |
| 1,2 | 0,38493 | 0,38686 | 0,38877 | 0,39065 | 0,39251 | 0,39435 | 0,39617 | 0,39796 | 0,39973 | 0,40147 |
| 1,3 | 0,40320 | 0,40490 | 0,40658 | 0,40824 | 0,40988 | 0,41149 | 0,41308 | 0,41466 | 0,41621 | 0,41774 |
| 1,4 | 0,41924 | 0,42073 | 0,42220 | 0,42364 | 0,42507 | 0,42647 | 0,42785 | 0,42922 | 0,43056 | 0,43189 |
| 1,5 | 0,43319 | 0,43448 | 0,43574 | 0,43699 | 0,43822 | 0,43943 | 0,44062 | 0,44179 | 0,44295 | 0,44408 |
| 1,6 | 0,44520 | 0,44630 | 0,44738 | 0,44845 | 0,44950 | 0,45053 | 0,45154 | 0,45254 | 0,45352 | 0,45449 |
| 1,7 | 0,45543 | 0,45637 | 0,45728 | 0,45818 | 0,45907 | 0,45994 | 0,46080 | 0,46164 | 0,46246 | 0,46327 |
| 1,8 | 0,46407 | 0,46485 | 0,46562 | 0,46638 | 0,46712 | 0,46784 | 0,46856 | 0,46926 | 0,46995 | 0,47062 |
| 1,9 | 0,47128 | 0,47193 | 0,47257 | 0,47320 | 0,47381 | 0,47441 | 0,47500 | 0,47558 | 0,47615 | 0,47670 |
| 2 | 0,47725 | 0,47778 | 0,47831 | 0,47882 | 0,47932 | 0,47982 | 0,48030 | 0,48077 | 0,48124 | 0,48169 |
| 2,1 | 0,48214 | 0,48257 | 0,48300 | 0,48341 | 0,48382 | 0,48422 | 0,48461 | 0,48500 | 0,48537 | 0,48574 |
| 2,2 | 0,48610 | 0,48645 | 0,48679 | 0,48713 | 0,48745 | 0,48778 | 0,48809 | 0,48840 | 0,48870 | 0,48899 |
| 2,3 | 0,48928 | 0,48956 | 0,48983 | 0,49010 | 0,49036 | 0,49061 | 0,49086 | 0,49111 | 0,49134 | 0,49158 |
| 2,4 | 0,49180 | 0,49202 | 0,49224 | 0,49245 | 0,49266 | 0,49286 | 0,49305 | 0,49324 | 0,49343 | 0,49361 |
| 2,5 | 0,49379 | 0,49396 | 0,49413 | 0,49430 | 0,49446 | 0,49461 | 0,49477 | 0,49492 | 0,49506 | 0,49520 |
| 2,6 | 0,49534 | 0,49547 | 0,49560 | 0,49573 | 0,49585 | 0,49598 | 0,49609 | 0,49621 | 0,49632 | 0,49643 |
| 2,7 | 0,49653 | 0,49664 | 0,49674 | 0,49683 | 0,49693 | 0,49702 | 0,49711 | 0,49720 | 0,49728 | 0,49736 |
| 2,8 | 0,49744 | 0,49752 | 0,49760 | 0,49767 | 0,49774 | 0,49781 | 0,49788 | 0,49795 | 0,49801 | 0,49807 |
| 2,9 | 0,49813 | 0,49819 | 0,49825 | 0,49831 | 0,49836 | 0,49841 | 0,49846 | 0,49851 | 0,49856 | 0,49861 |
| 3 | 0,49865 | 0,49869 | 0,49874 | 0,49878 | 0,49882 | 0,49886 | 0,49889 | 0,49893 | 0,49896 | 0,49900 |
| 3,1 | 0,49903 | 0,49906 | 0,49910 | 0,49913 | 0,49916 | 0,49918 | 0,49921 | 0,49924 | 0,49926 | 0,49929 |
| 3,2 | 0,49931 | 0,49934 | 0,49936 | 0,49938 | 0,49940 | 0,49942 | 0,49944 | 0,49946 | 0,49948 | 0,49950 |
| 3,3 | 0,49952 | 0,49953 | 0,49955 | 0,49957 | 0,49958 | 0,49960 | 0,49961 | 0,49962 | 0,49964 | 0,49965 |
| 3,4 | 0,49966 | 0,49968 | 0,49969 | 0,49970 | 0,49971 | 0,49972 | 0,49973 | 0,49974 | 0,49975 | 0,49976 |
| 3,5 | 0,49977 | 0,49978 | 0,49978 | 0,49979 | 0,49980 | 0,49981 | 0,49981 | 0,49982 | 0,49983 | 0,49983 |
| 3,6 | 0,49984 | 0,49985 | 0,49985 | 0,49986 | 0,49986 | 0,49987 | 0,49987 | 0,49988 | 0,49988 | 0,49989 |
| 3,7 | 0,49989 | 0,49990 | 0,49990 | 0,49990 | 0,49991 | 0,49991 | 0,49992 | 0,49992 | 0,49992 | 0,49992 |
| 3,8 | 0,49993 | 0,49993 | 0,49993 | 0,49994 | 0,49994 | 0,49994 | 0,49994 | 0,49995 | 0,49995 | 0,49995 |
| 3,9 | 0,49995 | 0,49995 | 0,49996 | 0,49996 | 0,49996 | 0,49996 | 0,49996 | 0,49996 | 0,49997 | 0,49997 |

Приложение 3

**Критические точки распределения**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число степеней  свободы | Уровень значимости α | | | | | |
| 0,01 | 0,025 | 0,05 | 0,95 | 0,975 | 0,99 |
| 1 | 6,6 | 5,0 | 3,8 | 0,039 | 0,00098 | 0,00016 |
| 2 | 9,2 | 7,4 | 6,0 | 0,103 | 0,051 | 0,020 |
| 3 | 11,3 | 9,4 | 7,8 | 0,352 | 0,216 | 0,115 |
| 4 | 13,3 | 11,1 | 9,5 | 0,711 | 0,484 | 0,297 |
| 5 | 15,1 | 12,8 | 11,1 | 1,15 | 0,31 | 0,554 |
| 6 | 16,8 | 14,4 | 12,6 | 1,64 | 1,24 | 0,872 |
| 7 | 18,5 | 16,0 | 14,1 | 2,17 | 1,69 | 1,24 |
| 8 | 20,1 | 17,5 | 15,5 | 2,73 | 2,18 | 1,65 |
| 9 | 21,7 | 19,0 | 16,9 | 3,33 | 2,70 | 2,09 |
| 10 | 23,2 | 20,5 | 18,3 | 3,94 | 3,25 | 2,56 |
| 11 | 24,7 | 21,9 | 19,7 | 4,57 | 3,82 | 3,05 |
| 12 | 26,2 | 23,3 | 21,0 | 5,23 | 4,40 | 3,57 |
| 13 | 27,7 | 24,7 | 22,4 | 5,89 | 5,01 | 4,11 |
| 14 | 29,1 | 26,1 | 23,7 | 6,57 | 5,63 | 4,66 |
| 15 | 30,6 | 27,5 | 25,0 | 4,26 | 6,26 | 5,23 |
| 16 | 32,0 | 28,8 | 26,3 | 7,96 | 6,91 | 5,81 |
| 17 | 33,4 | 30,2 | 27,6 | 8,67 | 7,56 | 6,41 |
| 18 | 34,8 | 31,5 | 28,9 | 9,39 | 8,23 | 7,01 |
| 19 | 36,2 | 32,9 | 30,1 | 10,1 | 8,91 | 7,63 |
| 20 | 37,6 | 34,2 | 31,4 | 10,9 | 9,59 | 8,26 |
| 21 | 38,9 | 35,5 | 32,7 | 11,6 | 10,3 | 8,90 |
| 22 | 40,3 | 36,8 | 33,9 | 12,3 | 11,0 | 9,54 |
| 23 | 41,6 | 38,1 | 35,2 | 13,1 | 11,7 | 10,2 |
| 24 | 43,0 | 39,4 | 36,4 | 13,8 | 12,4 | 10,9 |
| 25 | 44,3 | 40,6 | 37,7 | 14,6 | 13,1 | 11,5 |
| 26 | 45,6 | 41,9 | 38,9 | 15,4 | 13,8 | 12,2 |
| 27 | 47,0 | 43,2 | 40,1 | 16,2 | 14,6 | 12,9 |
| 28 | 48,3 | 44,5 | 41,3 | 16,9 | 15,3 | 13,6 |
| 29 | 49,6 | 45,7 | 42,6 | 17,7 | 16,0 | 14,3 |
| 30 | 50,9 | 47,0 | 43,8 | 18,5 | 16,8 | 15,0 |

Приложение 4

**Таблица значений**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *γ*  *n* | 0,95 | 0,99 | 0,999 | *γ*  *n* | 0,95 | 0,99 | 0,999 |
| 5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19 | 2,78  2,57  2,45  2,37  2,31  2,26  2,23  2,20  2,18  2,16  2,15  2,13  2,12  2,11  2,10 | 4,60  4,03  3,71  3,50  3,36  3,25  3,17  3,11  3,06  3,01  2,98  2,95  2,92  2,90  2,88 | 8,61  6,86  5,96  5,41  5,04  4,78  4,59  4,44  4,32  4,22  4,14  4,07  4,02  3,97  3,92 | 20  25  30  35  40  45  50  60  70  80  90  100  120  ∞ | 2,093  2,064  2,045  2,032  2,023  2,016  2,009  2,001  1,996  1,991  1,987  1,984  1,980  1,960 | 2,861  2,797  2,756  2,720  2,708  2,692  2,679  2,662  2,649  2,640  2,633  2,627  2,617  2,576 | 3,883  3,745  3,659  3,600  3,558  3,527  3,502  3,464  3,439  3,418  3,403  3,392  3,374  3,291 |

**Таблица значений**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *γ*  *n* | 0,95 | 0,99 | 0,999 | *γ*  *n* | 0,95 | 0,99 | 0,999 |
| 5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19 | 1,37  1,09  0,92  0,80  0,71  0,65  0,59  0,55  0,52  0,48  0,46  0,44  0,42  0,40  0,39 | 2,,67  2,01  1,62  1,38  1,20  1,08  0,98  0,90  0,83  0,78  0,73  0,70  0,66  0,63  0,60 | 5,64  3,88  2,98  2,42  2,06  1,80  1,60  1,45  1,33  1,23  1,15  1,07  1,01  0,96  0,92 | 20  25  30  35  40  45  50  60  70  80  90  100  150  200  250 | 0,37  0,32  0,28  0,26  0,24  0,22  0,21  0,188  0,174  0,161  0,151  0,143  0,115  0,099  0,089 | 0,58  0,49  0,43  0,38  0,35  0,32  0,30  0,269  0,245  0,226  0,211  0,198  0,160  0,136  0,120 | 0,88  0,73  0,63  0,56  0,50  0,46  0,43  0,38  0,34  0,31  0,29  0,27  0,211  0,185  0,162 |