**Лабораторна робота №3**

**Побудова лінійної однофакторної регресійної моделі**

**та перевірка її на адекватність**

**Мета роботи –** навчитися будувати лінійні однофакторні регресійні моделі та перевіряти їх на адекватність.

**Після виконання роботи студент повинен:**

ЗНАТИ характер, який носить зв'язок між коефіцієнтом кореляції та параметрами моделі; критерій перевірки адекватності однофакторної моделі.

УМІТИ розраховувати параметри моделі, будувати однофакторну регресійну модель, перевіряти модель на адекватність за критерієм Фішера, користуватися статистичними таблицями Фішера.

МАТИ УЯВЛЕННЯ про метод найменших квадратів та визначення тренду.

**Завдання:**

1 Знайти параметри регресійної моделі за варіантом.

2 Побудувати лінійну однофакторну модель, порівняти прогнозні оцінки моделі з реальними значеннями фактора *y*.

3 Перевірити модель на адекватність за критерієм Фішера з ймовірністю 1-k\*0,01, де k- номер в журналі.

4 Повторити всі етапи роботи для довільної вибірки (з Інтернету – обсяг 50- 100 елементів). Можна скористатися вибіркою з попередньої роботи, якщо коефіцієнт кореляції виявився значущим.

**Хід роботи**:

1Знайдемо параметри моделі, використовуючи наступні формули (користуючись кореляційною таблицею)





2Побудуємо однофакторну регресійну модель за формулою



Оцінимо розрахункове значення , яке знаходиться підставлянням до моделі відповідного значення *хi*. Різниця між реальним значенням ознаки і його оцінкою є досить невеликою: , М[ε]=0.

3Адекватність моделі оцінимо за *F*–статистикою або *F*–співвідношенням

,

де *k* – число незалежних змінних у моделі. Для однофакторної моделі *k*=1, для двофакторної – *k*=2, для трифакторної – *k*=3 тощо.

Перевірку здійснимо за допомогою таблиць Фішера (додаток В), оскільки *F*– співвідношення розподілене за законом розподілу Фішера з числом ступенів свободи 1 (для однофакторної моделі) та (*n–*2). Для заданого рівня значущості *q* (наприклад, *q*=0,05) на перетині числа ступенів свободи 1 (у першому стовпчику) і числа ступенів свободи (*n*–2) (у першому рядку) знаходять *F1,n–2,q*. Якщо розрахункове значення *Fр* більше за табличне значення *F1,n–2,q*, то з ймовірністю помилки *q* модель адекватно відображає процес, інакше – модель неадекватна з довірчою ймовірністю *α*.

**Приклад 3**

Задана вибірка з генеральної сукупності *Х =* (1, –1, 1, 1, –1, 0) і відповідна до неї вибірка з генеральної сукупності *Y* = (0, –2, 1, 0, –2, –1). Побудувати лінійну модель і перевірити її на адекватність із довірчою ймовірністю 95%.

**Розв’язання:**

1 Заповнимо кореляційну таблицю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Кореляційна таблиця до прикладу 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n |  |  |  | 2 | 2 |  | – | (–)2 | – | (–)2 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,31 | 0,97 | 0,95 | 0,31 | 0,09 |
| 2 | –1 | –2 | 2 | 1 | 4 | –2,03 | –1,36 | 1,87 | –0,03 | 0,001 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,31 | 0,97 | 0,95 | –0,68 | 0,47 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,31 | 0,97 | 0,95 | 0,31 | 0,09 |
| 5 | –1 | –2 | 2 | 1 | 4 | –2,03 | –1,36 | 1,87 | –0,03 | 0,0012 |
| 6 | 0 | –1 | 0 | 0 | 1 | –0,86 | –0,19 | 0,03 | 0,13 | 0,019 |
|  | 1 | –4 | 5 | 5 | 10 | –4 | 0 | 6,64 | 0 | 0,68 |

Обчислимо  і :



2 Після підстановки модель набуде вигляду =1,17*хi* – 0,86.

Розрахуємо модельні значення  = 1,17–0,86, *i* = 1,…,6:

=1,17\*1–0,86=0,31;

=1,17\*(–1)–0,86=–2,03;

=0,31; =0,31; =–2,03; =–0,86.

1. Розрахуємо *F*–статистику,

.

За таблицею Фішера або за допомогою вбудованої функції FINV(FРАСПРОБР) (рис.3.1) знайдемо =7,7; порівняємо розрахункове і табличне значення. Оскільки 39,12>7,7, можна вважати, що модель =1,17*хi* – 0,86 адекватна з рівнем значущості 5%.

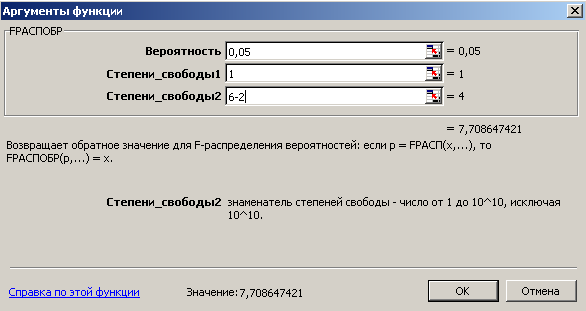


Рисунок 3.1 – Структура вбудованої функції FINV (FРАСПРОБР)

Вихідні дані для самостійного виконання лабораторної роботи №2 подано у додатку нижче. Номер варіанта обирається за номером студента у журналі

ДОДАТОК

Вихідні дані для лабораторної роботи №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ВАРІАНТ 1 |  |  |  | ВАРІАНТ | 2 |  |  | ВАРІАНТ | 3 |  |
| n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |
| 1 | 1,8 | 36,1 |  | 1 | 2 | 38,2 |  | 1 | 3 | 29,4 |
| 2 | 2,4 | 38,3 |  | 2 | 2,1 | 36,9 |  | 2 | 2,6 | 35,4 |
| 3 | 2,5 | 30,6 |  | 3 | 2,3 | 39,7 |  | 3 | 2,3 | 39,7 |
| 4 | 2,3 | 32,1 |  | 4 | 2,6 | 37,2 |  | 4 | 2,5 | 37,1 |
| 5 | 2,3 | 37,6 |  | 5 | 2,8 | 31,7 |  | 5 | 2,2 | 35,7 |
| 6 | 2,5 | 34,8 |  | 6 | 2,8 | 30,1 |  | 6 | 2,4 | 40,2 |
| 7 | 2,4 | 34,2 |  | 7 | 2,2 | 39,9 |  | 7 | 2,2 | 39,4 |
| 8 | 2,5 | 34,2 |  | 8 | 2,3 | 38,8 |  | 8 | 2,6 | 43,7 |
| 9 | 2,1 | 32,5 |  | 9 | 2,6 | 38,4 |  | 9 | 2,6 | 38,4 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ВАРІАНТ | 4 |  |  | ВАРІАНТ | 5 |  |  | ВАРІАНТ | 6 |  |
| n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |
| 1 | 2,8 | 14 |  | 1 | 2 | 35 |  | 1 | 2,4 | 40,2 |
| 2 | 2,4 | 17,1 |  | 2 | 2,3 | 43,7 |  | 2 | 2,2 | 39,4 |
| 3 | 2,3 | 18,2 |  | 3 | 2,7 | 31,9 |  | 3 | 2,6 | 43,7 |
| 4 | 2,5 | 17,4 |  | 4 | 2,2 | 37,3 |  | 4 | 2,6 | 38,4 |
| 5 | 2,7 | 16,1 |  | 5 | 2,4 | 40,9 |  | 5 | 2,3 | 38,8 |
| 6 | 2,4 | 18,8 |  | 6 | 2,3 | 38,8 |  | 6 | 2,2 | 39,9 |
| 7 | 2,3 | 32,2 |  | 7 | 2,3 | 35,7 |  | 7 | 2,8 | 30,1 |
| 8 | 1,9 | 31 |  | 8 | 2,6 | 43,2 |  | 8 | 2,8 | 31,7 |
| 9 | 2,3 | 32,4 |  | 9 | 2,7 | 30,5 |  | 9 | 2,8 | 37,2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ВАРІАНТ | 7 |  |  | ВАРІАНТ | 8 |  |  | ВАРІАНТ | 9 |  |
| n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |
| 1 | 2,3 | 32,1 |  | 1 | 2,8 | 13,8 |  | 1 | 2,7 | 14,9 |
| 2 | 1,9 | 31 |  | 2 | 2,7 | 14,8 |  | 2 | 2,5 | 16,1 |
| 3 | 2,3 | 32,4 |  | 3 | 2,4 | 16,9 |  | 3 | 2,1 | 19,7 |
| 4 | 2,5 | 33,2 |  | 4 | 2,3 | 16,8 |  | 4 | 2,8 | 14 |
| 5 | 2,6 | 31,2 |  | 5 | 2,5 | 14,8 |  | 5 | 2,4 | 17,1 |
| 6 | 2 | 34,8 |  | 6 | 2,5 | 17,9 |  | 6 | 2,3 | 18,2 |
| 7 | 1,9 | 35,4 |  | 7 | 2,5 | 17,6 |  | 7 | 2,5 | 17,4 |
| 8 | 2,4 | 33 |  | 8 | 2,4 | 15,7 |  | 8 | 2,7 | 16,1 |
| 9 | 2,2 | 34,8 |  | 9 | 2,3 | 15,2 |  | 9 | 2,4 | 18 |
|  | | | | | | | | | | |
| ВАРІАНТ | 10 |  |  | ВАРІАНТ | 11 |  |  | ВАРІАНТ | 12 |  |
| n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |
| 1 | 30,2 | 5000 |  | 1 | 29 | 5350 |  | 1 | 5,1 | 15,7 |
| 2 | 32 | 5200 |  | 2 | 33 | 2740 |  | 2 | 7,2 | 17 |
| 3 | 32 | 5350 |  | 3 | 31 | 5570 |  | 3 | 2 | 5,2 |
| 4 | 37 | 5880 |  | 4 | 30 | 5530 |  | 4 | 5,1 | 17,5 |
| 5 | 30 | 5430 |  | 5 | 34 | 6020 |  | 5 | 10 | 22,1 |
| 6 | 30 | 5430 |  | 6 | 38 | 7010 |  | 6 | 12 | 25,8 |
| 7 | 30 | 5350 |  | 7 | 31 | 6420 |  | 7 | 9,4 | 23 |
| 8 | 29 | 5740 |  | 8 | 39 | 7150 |  | 8 | 6,9 | 17 |
| 9 | 33 | 5570 |  | 9 | 39,5 | 7190 |  | 9 | 3,4 | 9,1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ВАРІАНТ | 13 |  |  | ВАРІАНТ | 14 |  |  | ВАРІАНТ | 15 |  |
| n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |  | n | Xi | Yi |
| 1 | 5,4 | 3,7 |  | 1 | 1,4 | 12,7 |  | 1 | 0,4 | 13,7 |
| 2 | 7,6 | 8 |  | 2 | 2,6 | 18 |  | 2 | 0,6 | 18 |
| 3 | 2,3 | 3,2 |  | 3 | 2,3 | 16,2 |  | 3 | 0,3 | 6,2 |
| 4 | 5,9 | 2,5 |  | 4 | 5,1 | 25,5 |  | 4 | 0,9 | 15,5 |
| 5 | 11 | 4,9 |  | 5 | 6 | 24,1 |  | 5 | 1 | 24,1 |
| 6 | 12,6 | 4,8 |  | 6 | 5,6 | 24,8 |  | 6 | 1,6 | 24,8 |
| 7 | 10,4 | 5,1 |  | 7 | 10,4 | 55 |  | 7 | 1,4 | 25 |
| 8 | 4,9 | 2,2 |  | 8 | 4,9 | 33 |  | 8 | 0,6 | 13 |
| 9 | 2,4 | 1,1 |  | 9 | 2,4 | 18,1 |  | 9 | 0,3 | 8,1 |

ДОДАТОК А

ТаблицяА.1 – Стандартизований нормальний розподіл *A(z)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***z*** | **0,00** | **0,01** | **0,02** | **0,03** | **0,04** | **0,05** | **0,06** | **0,07** | **0,08** | **0,09** |
| **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** | 0,5703 | 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 | 0,8078 | 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 | 0,9406 | 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 |
| **1,7** | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| **1,8** | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9700 | 0,9706 |
| **1,9** | 0,9713 | 0,9719 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,9750 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |
| **2,0** | 0,9772 | 0,9778 | 0,9783 | 0,9788 | 0,9793 | 0,9798 | 0,9803 | 0,98,8 | 0,9812 | 0,9817 |
| **2,1** | 0,9821 | 0,9826 | 0,9830 | 0,9834 | 0,9838 | 0,9842 | 0,9864 | 0,9850 | 0,9854 | 0,9857 |
| **2,2** | 0,9861 | 0,9864 | 0,9868 | 0,9871 | 0,9875 | 0,9878 | 0,9881 | 0,9884 | 0,9887 | 0,9890 |
| **2,3** | 0,9893 | 0,9896 | 0,9898 | 0,9901 | 0,9904 | 0,9906 | 0,9909 | 0,9911 | 0,9913 | 0,9916 |
| **2,4** | 0,9918 | 0,9920 | 0,9922 | 0,9925 | 0,9927 | 0,9929 | 0,9931 | 0,9932 | 0,9934 | 0,9936 |
| **2,5** | 0,9938 | 0,9940 | 0,9941 | 0,9943 | 0,9945 | 0,9946 | 0,9948 | 0,9949 | 0,9951 | 0,9952 |
| **2,6** | 0,9953 | 0,9955 | 0,9956 | 0,9957 | 0,9959 | 0,9960 | 0,9961 | 0,9962 | 0,9963 | 0,9964 |
| **2,7** | 0,9965 | 0,9966 | 0,9967 | 0,9968 | 0,9969 | 0,9970 | 0,9971 | 0,9972 | 0,9973 | 0,9974 |
| **2,8** | 0,9974 | 0,9975 | 0,9976 | 0,9977 | 0,9977 | 0,9978 | 0,9979 | 0,9979 | 0,9980 | 0,9981 |
| **2,9** | 0,9981 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9983 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9985 | 0,9985 | 0,9986 | 0,9986 |
| **3,0** | 0,9987 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 –  *t*–розподіл Стьюдента [критичні значення *t(q*, *k)*]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тести | **Рівень значущості *q* (у процентах)** | | | | | | | |
| *Двосторонній* | 50% | 20% | 10% | 5% | 2% | 1% | 0,2% | 0,1% |
| *Односторонній* | 25% | 10% | 5% | 2,5% | 1% | 0,5% | 0,1% | 0,05% |
| ***k*** |  | | | | | | | |
| **1** | 1,000 | 3,078 | 6,314 | 12,706 | 31,821 | 63,657 | 318,31 | 636,62 |
| **2** | 0,861 | 1,886 | 2,920 | 4,303 | 6,965 | 9,925 | 22,327 | 31,598 |
| **3** | 0,765 | 1,638 | 2,353 | 3,182 | 4,541 | 5,841 | 10,214 | 12,924 |
| **4** | 0,741 | 1,533 | 2,132 | 2,776 | 3,747 | 4,604 | 7,173 | 8,610 |
| **5** | 0,727 | 1,476 | 2,015 | 2,571 | 3,365 | 4,032 | 5,893 | 6,869 |
| **6** | 0,718 | 1,440 | 1,943 | 2,447 | 3,143 | 3,707 | 5,208 | 5,959 |
| **7** | 0,711 | 1,415 | 1,895 | 2,365 | 2,998 | 3,499 | 4,785 | 5,408 |
| **8** | 0,706 | 1,397 | 1,860 | 2,306 | 2,896 | 3,355 | 4,501 | 5,041 |
| **9** | 0,703 | 1,383 | 1,833 | 2,262 | 2,821 | 3,250 | 4,297 | 4,781 |
| **10** | 0,700 | 1,372 | 1,812 | 2,228 | 2,764 | 3,169 | 4,144 | 4,587 |
| **11** | 0,697 | 1,363 | 1,796 | 2,201 | 2,718 | 3,106 | 4,025 | 4,437 |
| **12** | 0,695 | 1,356 | 1,782 | 2,179 | 2,681 | 3,055 | 3,930 | 4,318 |
| **13** | 0,694 | 1,350 | 1,771 | 2,160 | 2,650 | 3,012 | 3,852 | 4,221 |
| **14** | 0,692 | 1,345 | 1,761 | 2,145 | 2,624 | 2,977 | 3,787 | 4,140 |
| **15** | 0,691 | 1,341 | 1,753 | 2,131 | 2,602 | 2,947 | 3,733 | 4,073 |
| **16** | 0,690 | 1,337 | 1,746 | 2,120 | 2,583 | 2,921 | 3,686 | 4,015 |
| **17** | 0,689 | 1,333 | 1,740 | 2,110 | 2,567 | 2,898 | 3,646 | 3,965 |
| **18** | 0,688 | 1,330 | 1734 | 2,101 | 2,552 | 2,878 | 3,610 | 3,922 |
| **19** | 0,688 | 1,328 | 1,729 | 2,093 | 2,539 | 2,861 | 3,579 | 3,883 |
| **20** | 0,687 | 1,325 | 1,725 | 2,086 | 2,528 | 2,845 | 3,552 | 3,850 |
| **21** | 0,686 | 1,323 | 1,721 | 2,080 | 2,518 | 2,831 | 3,527 | 3,819 |
| **22** | 0,686 | 1,321 | 1,717 | 2,074 | 2,508 | 2,819 | 3,505 | 3,792 |
| **23** | 0,685 | 1,319 | 1,714 | 2,069 | 2,500 | 2,807 | 3,485 | 3,767 |
| **24** | 0,685 | 1,318 | 1,711 | 2,064 | 2,492 | 2,797 | 3,467 | 3,745 |
| **25** | 0,684 | 1,316 | 1,708 | 2,060 | 2,485 | 2,787 | 3,450 | 3,725 |
| **26** | 0,684 | 1,315 | 1,706 | 2,056 | 2,479 | 2,779 | 3,435 | 3,707 |
| **27** | 0,684 | 1,314 | 1,703 | 2,052 | 2,473 | 2,771 | 3,421 | 3,690 |
| **28** | 0,683 | 1,313 | 1,701 | 2,048 | 2,467 | 2,763 | 3,408 | 3,674 |
| **29** | 0,683 | 1,311 | 1,699 | 2,045 | 2,462 | 2,756 | 3,396 | 3,659 |
| **30** | 0,683 | 1,310 | 1,697 | 2,042 | 2,457 | 2,750 | 3,385 | 3,646 |
| **40** | 0,681 | 1,303 | 1,684 | 2,021 | 2,423 | 2,704 | 3,307 | 3,551 |
| **60** | 0,679 | 1,296 | 1,671 | 2,000 | 2,390 | 2,660 | 3,232 | 3,460 |
| **120** | 0,677 | 1,289 | 1,658 | 1,980 | 2,358 | 2,617 | 3,160 | 3,373 |
| **∞** | 0,674 | 1,282 | 1,645 | 1,960 | 2,326 | 2,576 | 3,090 | 3,291 |

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – *f* (*k1, k2, q*) – розподіл Фішера для рівня значущості *q*=0,05

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***k1*** | | | | | | | | | | | | |
| ***k2*** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| **1** | 161 | 200 | 216 | 225 | 230 | 234 | 237 | 239 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 |
| **2** | 18,5 | 19,0 | 19,2 | 19,3 | 19,3 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 |
| **3** | 10,1 | 9,55 | 9,28 | 9,20 | 9,01 | 8,94 | 8,89 | 8,85 | 8,81 | 8,79 | 8,76 | 8,74 | 8,73 |
| **4** | 7,71 | 6,94 | 6,59 | 6,39 | 6,26 | 6,16 | 6,09 | 6,04 | 6,00 | 5,96 | 5,94 | 5,91 | 5,89 |
| **5** | 6,61 | 5,79 | 5,41 | 5,19 | 5,5 | 4,95 | 4,88 | 4,82 | 4,77 | 4,74 | 4,70 | 4,68 | 4,66 |
| **6** | 5,99 | 5,14 | 4,76 | 4,53 | 4,39 | 4,28 | 4,21 | 4,15 | 4,10 | 4,06 | 4,03 | 4,00 | 3,98 |
| **7** | 5,59 | 4,74 | 4,35 | 4,12 | 3,97 | 3,87 | 3,79 | 3,73 | 3,68 | 3,64 | 3,60 | 3,57 | 3,55 |
| **8** | 5,32 | 4,46 | 4,07 | 3,84 | 3,69 | 3,58 | 3,50 | 3,44 | 3,39 | 3,35 | 3,31 | 3,28 | 3,26 |
| **9** | 5,12 | 4,26 | 3,68 | 3,63 | 3,48 | 3,37 | 3,29 | 3,23 | 3,18 | 3,14 | 3,10 | 3,07 | 3,05 |
| **10** | 4,96 | 4,10 | 371 | 3,48 | 3,33 | 3,22 | 3,14 | 3,07 | 3,02 | 2,98 | 2,94 | 2,91 | 2,98 |
| **11** | 4,84 | 3,98 | 3,59 | 3,36 | 3,20 | 3,09 | 3,01 | 2,95 | 2,90 | 2,85 | 2,82 | 2,79 | 2,76 |
| **12** | 4,75 | 3,89 | 3,49 | 3,26 | 3,11 | 3,00 | 2,91 | 2,85 | 2,80 | 2,75 | 2,72 | 2,69 | 2,66 |
| **13** | 4,67 | 3,81 | 3,41 | 3,18 | 3,03 | 2,92 | 2,83 | 2,77 | 2,71 | 2,67 | 2,63 | 2,60 | 2,58 |
| **14** | 4,60 | 3,74 | 3,34 | 3,11 | 2,96 | 2,85 | 2,76 | 2,70 | 2,65 | 2,60 | 2,57 | 2,53 | 2,51 |
| **15** | 4,54 | 3,68 | 3,29 | 3,06 | 2,90 | 2,79 | 2,71 | 2,64 | 2,59 | 2,54 | 2,51 | 2,48 | 2,45 |
| **16** | 4,49 | 3,63 | 3,24 | 3,01 | 2,85 | 2,74 | 2,66 | 2,59 | 2,54 | 2,49 | 2,46 | 2,42 | 2,40 |
| **17** | 4,45 | 3,59 | 3,20 | 2,96 | 2,81 | 2,70 | 2,61 | 2,55 | 2,49 | 2,45 | 2,41 | 2,38 | 2,35 |
| **18** | 4,41 | 3,55 | 3,16 | 2,93 | 2,77 | 2,66 | 2,58 | 2,51 | 2,46 | 2,41 | 2,37 | 2,34 | 2,31 |
| **19** | 4,38 | 3,52 | 3,13 | 2,90 | 2,74 | 2,63 | 2,54 | 2,48 | 2,42 | 2,38 | 2,34 | 2,31 | 2,28 |
| **20** | 4,35 | 3,49 | 3,10 | 2,87 | 2,71 | 2,60 | 2,51 | 2,45 | 2,39 | 2,35 | 2,31 | 2,28 | 2,25 |
| **21** | 4,32 | 3,47 | 3,07 | 2,84 | 2,68 | 2,57 | 2,49 | 2,42 | 2,37 | 2,32 | 2,28 | 2,25 | 2,22 |
| **22** | 4,30 | 3,44 | 3,05 | 2,82 | 2,66 | 2,55 | 2,46 | 2,40 | 2,34 | 2,30 | 2,26 | 2,23 | 2,20 |
| **23** | 4,28 | 3,42 | 3,03 | 2,80 | 2,64 | 2,53 | 2,44 | 2,37 | 2,32 | 2,27 | 2,24 | 2,20 | 2,18 |
| **24** | 4,26 | 3,40 | 3,01 | 2,78 | 2,62 | 2,51 | 2,42 | 2,36 | 2,30 | 2,25 | 2,22 | 2,18 | 2,15 |
| **25** | 4,24 | 3,39 | 2,99 | 2,76 | 2,60 | 2,49 | 2,40 | 2,34 | 2,28 | 2,24 | 2,20 | 2,16 | 2,14 |
| **26** | 4,23 | 3,37 | 2,98 | 2,74 | 2,59 | 2,47 | 2,39 | 2,32 | 2,27 | 2,22 | 2,18 | 2,15 | 2,12 |
| **27** | 4,21 | 3,35 | 2,96 | 2,73 | 2,57 | 2,46 | 2,37 | 2,31 | 2,25 | 2,20 | 2,17 | 2,13 | 2,10 |
| **28** | 4,20 | 3,34 | 2,95 | 2,71 | 2,56 | 2,45 | 2,36 | 2,29 | 2,24 | 2,19 | 2,15 | 2,12 | 1,09 |
| **29** | 4,18 | 3,33 | 2,93 | 2,70 | 2,55 | 2,43 | 2,35 | 2,28 | 2,22 | 2,18 | 2,14 | 2,10 | 2,08 |
| **30** | 4,17 | 3,32 | 2,92 | 2,69 | 2,53 | 2,42 | 2,33 | 2,27 | 2,21 | 2,16 | 2,13 | 2,09 | 2,06 |
| **40** | 4,08 | 3,23 | 2,84 | 2,61 | 2,45 | 2,34 | 2,25 | 2,18 | 2,12 | 2,08 | 2,04 | 2,00 | 1,97 |
| **50** | 4,03 | 3,18 | 2,79 | 2,56 | 2,40 | 2,29 | 2,20 | 2,13 | 2,07 | 2,03 | 1,99 | 1,95 | 1,92 |
| **60** | 4,00 | 3,15 | 2,76 | 2,53 | 2,37 | 2,25 | 2,17 | 2,10 | 2,04 | 1,99 | 1,92 | 1,92 | 1,89 |
| **70** | 3,98 | 3,13 | 2,74 | 2,50 | 2,35 | 2,23 | 2,14 | 2,07 | 2,02 | 1,97 | 1,93 | 1,89 | 1,86 |
| **80** | 3,96 | 3,11 | 2,72 | 2,49 | 2,33 | 2,21 | 2,13 | 2,06 | 2,00 | 1,95 | 1,91 | 1,88 | 1,84 |
| **90** | 3,95 | 3,10 | 2,71 | 2,47 | 2,32 | 2,20 | 2,11 | 2,04 | 1,99 | 1,94 | 1,90 | 1,86 | 1,83 |
| **100** | 3,94 | 3,09 | 2,70 | 2,46 | 2,31 | 2,19 | 2,10 | 2,03 | 1,97 | 1,93 | 1,89 | 1,85 | 1,82 |
| **120** | 3,92 | 3,07 | 2,68 | 2,45 | 2,29 | 2,18 | 2,09 | 2,02 | 1,96 | 1,91 | 1,83 | 1,83 | 1,80 |
| **140** | 3,91 | 3,06 | 2,67 | 2,44 | 2,28 | 2,16 | 2,08 | 2,01 | 1,95 | 1,90 | 1,86 | 1,82 | 1,79 |
| **160** | 3,90 | 3,05 | 2,66 | 2,43 | 2,27 | 2,16 | 2,07 | 2,00 | 1,94 | 1,89 | 1,85 | 1,81 | 1,78 |
| **180** | 3,89 | 3,05 | 2,65 | 2,42 | 2,26 | 2,15 | 2,06 | 1,99 | 1,93 | 1,88 | 1,84 | 1,81 | 1,77 |
| **200** | 3,88 | 3,04 | 2,65 | 2,42 | 2,26 | 2,14 | 2,06 | 1,98 | 1,93 | 1,88 | 1,84 | 1,80 | 1,77 |
| **∞** | 3,84 | 3,00 | 2,60 | 2,37 | 2,21 | 2,10 | 2,01 | 1,94 | 1,88 | 1,83 | 1,79 | 1,75 | 1,72 |

Продовження таблиці В.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***k1*** | | | | | | | | | | | | |
| ***k2*** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **30** | **40** | **50** | **100** | **200** | **∞** |
| **1** | 245 | 246 | 246 | 247 | 247 | 248 | 248 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 254 |
| **2** | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,4 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 |
| **3** | 8,71 | 8,70 | 8,69 | 8,68 | 8,67 | 8,67 | 8,66 | 8,62 | 8,59 | 8,58 | 8,55 | 8,54 | 8,53 |
| **4** | 5,87 | 5,86 | 5,84 | 5,83 | 5,82 | 5,81 | 5,80 | 5,75 | 5,72 | 5,70 | 5,66 | 5,65 | 5,63 |
| **5** | 4,64 | 4,62 | 4,60 | 4,59 | 4,58 | 4,57 | 4,56 | 4,50 | 4,46 | 4,44 | 4,41 | 4,39 | 4,37 |
| **6** | 3,96 | 3,94 | 3,92 | 3,91 | 3,90 | 3,88 | 3,87 | 3,81 | 3,77 | 3,75 | 3,71 | 3,69 | 3,67 |
| **7** | 3,53 | 3,51 | 3,49 | 3,48 | 3,47 | 3,46 | 3,44 | 3,38 | 3,34 | 3,32 | 3,27 | 3,25 | 3,23 |
| **8** | 3,24 | 3,22 | 3,20 | 3,19 | 3,17 | 3,16 | 3,15 | 3,08 | 3,04 | 3,02 | 2,97 | 2,95 | 2,93 |
| **9** | 3,03 | 3,01 | 2,99 | 2,97 | 2,96 | 2,95 | 2,94 | 2,86 | 2,83 | 2,80 | 2,76 | 2,73 | 2,71 |
| **10** | 2,86 | 2,85 | 2,83 | 2,81 | 2,80 | 2,79 | 2,77 | 2,70 | 2,66 | 2,64 | 2,59 | 2,56 | 2,54 |
| **11** | 2,74 | 2,72 | 2,70 | 2,68 | 2,67 | 2,66 | 2,65 | 2,57 | 2,53 | 2,51 | 2,46 | 2,43 | 2,40 |
| **12** | 2,64 | 2,62 | 2,60 | 2,58 | 2,57 | 2,56 | 2,54 | 2,47 | 2,43 | 2,40 | 2,36 | 2,32 | 2,30 |
| **13** | 2,55 | 2,53 | 2,51 | 2,50 | 2,48 | 2,47 | 2,46 | 2,38 | 2,34 | 2,31 | 2,26 | 2,23 | 2,21 |
| **14** | 2,48 | 2,46 | 2,44 | 2,43 | 2,41 | 2,40 | 2,39 | 2,31 | 2,27 | 2,24 | 2,19 | 2,16 | 2,13 |
| **15** | 2,42 | 2,40 | 2,38 | 2,37 | 2,35 | 2,34 | 2,33 | 2,25 | 2,20 | 2,18 | 2,12 | 2,10 | 2,07 |
| **16** | 2,37 | 2,35 | 2,33 | 2,32 | 2,30 | 2,29 | 2,28 | 2,19 | 2,15 | 2,12 | 2,07 | 2,04 | 2,01 |
| **17** | 2,33 | 2,31 | 2,29 | 2,27 | 2,26 | 2,24 | 2,23 | 2,15 | 2,10 | 2,08 | 2,02 | 1,99 | 1,96 |
| **18** | 2,29 | 2,27 | 2,25 | 2,23 | 2,22 | 2,20 | 2,19 | 2,11 | 2,06 | 2,08 | 1,98 | 1,95 | 1,92 |
| **19** | 2,26 | 2,23 | 2,21 | 2,00 | 2,18 | 2,17 | 2,16 | 2,07 | 2,03 | 2,00 | 1,94 | 1,91 | 1,88 |
| **20** | 2,22 | 2,20 | 2,18 | 2,17 | 2,15 | 2,14 | 2,12 | 2,04 | 1,99 | 1,97 | 1,91 | 1,88 | 1,84 |
| **21** | 2,20 | 2,18 | 2,16 | 2,14 | 2,12 | 2,11 | 2,10 | 2,01 | 1,96 | 1,94 | 1,88 | 1,84 | 1,81 |
| **22** | 2,17 | 2,15 | 2,13 | 2,11 | 2,10 | 2,08 | 2,07 | 1,98 | 1,94 | 1,91 | 1,85 | 1,82 | 1,78 |
| **23** | 2,15 | 2,13 | 2,11 | 2,09 | 1,08 | 2,06 | 2,05 | 1,96 | 1,91 | 1,88 | 1,82 | 1,79 | 1,76 |
| **24** | 2,13 | 2,11 | 1,09 | 2,07 | 2,05 | 2,04 | 2,03 | 1,94 | 1,89 | 1,86 | 1,80 | 1,77 | 1,73 |
| **25** | 2,11 | 2,09 | 2,07 | 2,05 | 2,04 | 2,02 | 2,01 | 1,92 | 1,87 | 1,84 | 1,78 | 1,50 | 1,71 |
| **26** | 2,09 | 2,07 | 2,05 | 2,03 | 2,02 | 2,00 | 1,99 | 1,90 | 1,85 | 1,82 | 1,76 | 1,73 | 1,69 |
| **27** | 2,08 | 2,06 | 2,04 | 2,02 | 2,00 | 1,99 | 1,97 | 1,88 | 1,84 | 1,81 | 1,74 | 1,71 | 1,67 |
| **28** | 2,06 | 2,04 | 2,02 | 2,00 | 1,99 | 1,97 | 1,96 | 1,87 | 1,82 | 1,79 | 1,73 | 1,69 | 1,65 |
| **29** | 2,05 | 2,03 | 2,01 | 1,99 | 1,97 | 1,96 | 1,94 | 1,85 | 1,81 | 1,77 | 1,71 | 1,57 | 1,64 |
| **30** | 2,04 | 2,01 | 1,99 | 1,98 | 1,96 | 1,95 | 1,93 | 1,84 | 1,79 | 1,76 | 1,70 | 1,66 | 1,62 |
| **40** | 1,95 | 1,92 | 1,90 | 1,89 | 1,87 | 1,85 | 1,84 | 1,74 | 1,69 | 1,66 | 1,63 | 1,60 | 1,51 |
| **50** | 1,89 | 1,87 | 1,85 | 1,83 | 1,81 | 1,80 | 1,78 | 1,69 | 1,63 | 1,60 | 1,59 | 1,55 | 1,44 |
| **60** | 1,86 | 1,84 | 1,82 | 1,80 | 1,78 | 1,76 | 1,75 | 1,65 | 1,59 | 1,56 | 1,48 | 1,44 | 1,39 |
| **70** | 1,84 | 1,81 | 1,79 | 1,77 | 1,75 | 1,74 | 1,72 | 1,62 | 1,57 | 1,53 | 1,45 | 1,40 | 1,35 |
| **80** | 1,82 | 1,79 | 1,77 | 1,75 | 1,73 | 1,72 | 1,70 | 1,60 | 1,54 | 1,51 | 1,43 | 1,38 | 1,32 |
| **90** | 1,80 | 1,78 | 1,76 | 1,74 | 1,72 | 1,70 | 1,69 | 1,59 | 1,53 | 1,49 | 1,41 | 1,36 | 1,30 |
| **100** | 1,79 | 1,77 | 1,75 | 1,73 | 1,71 | 1,69 | 1,68 | 1,57 | 1,52 | 1,48 | 1,39 | 1,34 | 1,28 |
| **120** | 1,78 | 1,75 | 1,73 | 1,71 | 1,69 | 1,67 | 1,66 | 1,55 | 1,50 | 1,46 | 1,37 | 1,32 | 1,25 |
| **140** | 1,76 | 1,74 | 1,72 | 1,70 | 1,68 | 1,66 | 1,65 | 1,54 | 1,48 | 1,44 | 1,35 | 1,30 | 1,23 |
| **160** | 1,75 | 1,73 | 1,71 | 1,69 | 1,67 | 1,65 | 1,64 | 1,53 | 1,47 | 1,43 | 1,34 | 1,28 | 1,21 |
| **180** | 1,75 | 1,72 | 1,70 | 1,68 | 1,66 | 1,64 | 1,63 | 1,52 | 1,46 | 1,42 | 1,33 | 1,27 | 1,20 |
| **200** | 1,74 | 1,72 | 1,69 | 1,67 | 1,66 | 1,64 | 1,62 | 1,52 | 1,46 | 1,41 | 1,32 | 1,26 | 1,19 |
| **∞** | 1,69 | 1,67 | 1,64 | 1,62 | 1,60 | 1,95 | 1,57 | 1,46 | 1,39 | 1,35 | 1,24 | 1,17 | 1,00 |