ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ПРИКЛАДНАЯ СТАТИСТИКА

# ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ И ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ БИНОМИАЛЬНОГО И ОТРИЦАТЕЛЬНОГО БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

## ГОСТ 11.010—81

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

сфинфо

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ПРИКЛАДНАЯ СТАТИСТИКА

# ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ И ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ БИНОМИАЛЬНОГО И ОТРИЦАТЕЛЬНОГО БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

ГОСТ 11.010—81

Издание официальное

МОСКВА—1981

**РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам Министерством высшего и среднего специального образования СССР**

**ИСПОЛНИТЕЛИ**

**А. М. Бендерский,** канд. техн. наук; **Я. П. Лумельский,** канд. физ.-мат. наук; **А. А. Богатырев,** канд. экон. наук; **Ю. Д. Филиппов; Л. С. Сипатрина; Н. Г. Миронова; Л. А. Фомина; Н. Е. Бобров; В. В. Чичагов; В. Н. Сенотова**

**ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам**

Член Госстандарта **Б. Н. Лямин**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 марта 1981 г. № 1666**

УДК 658.562.012.7 : 006.354 Группа Т59

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Прикладная статистика

# ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ И ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ БИНОМИАЛЬНОГО И ОТРИЦАТЕЛЬНОГО БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Applied statistics. Point and interval estimators for parameters of binomial and negative binomial distribution

**ГОСТ 11.010—81**

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 марта 1981 г. № 1666 срок введения установлен

с 01.01 1982 г.

Настоящий стандарт устанавливает правила определения оценок и доверительных границ для параметров биномиального и отрицательного биномиального распределений по совокупности статистических данных, полученных на производстве в процессе измерений, испытаний и анализов, если эти данные подчиняются биномиальному или отрицательному биномиальному распределениям.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Биномиальное и отрицательное распределения имеют место при независимых испытаниях, в каждом из которых с вероятностью $q$ появляется событие $A$.

1.2. Если общее число испытаний $n$ задано, то число испытаний $Y$, в которых появилось событие $A$, имеет биномиальное распределение.

Для биномиального распределения вероятность принятия случайной величиной $Y$ значения $y$ определяется формулой

$$P(Y=y/q,\ n)=\binom{n}{y}q^y(1-q)^{n-y},\ y=0,1\ ,\ .\ .\ .\ n\ , \qquad (1)$$

где

$$\binom{n}{y}=\frac{n!}{y!(n-y)!}.$$

1.3. Если испытания проводят до появления события А точно $k$ раз, то число испытаний $X$, в которых событие $A$ не появилось, имеет отрицательное биномиальное распределение.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1981

Для отрицательного биномиального распределения вероятность принятия случайной величиной $X$ произвольного целого неотрицательного значения $x$ вычисляют по формуле

$$P(X=x/q,\ k)=\binom{k+x-1}{k-1}\cdot q^k(1-q)^x,\ x=0,1\ ,\ldots \qquad (2)$$

Общее число испытаний здесь является случайной величиной $(X+k)$.

1.4. В справочном приложении 1 приведены примеры применения правил стандарта, в справочном приложении 2 — теоретические основы стандарта.

## 2. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРА БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1. Несмещенная оценка $\hat{q}$ для параметра $q$ биномиального распределения совпадает с оценкой максимального правдоподобия и вычисляется по формуле $\hat{q}=y/n$.

2.2. Несмещенную оценку дисперсии $V\hat{q}$ находят при $n\geqslant 2$ по формуле

$$\hat{V}\hat{q}=\frac{y\cdot(n-y)}{n^2\cdot(n-1)}. \qquad (4)$$

## 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ ПАРАМЕТРА БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1. Верхнюю и нижнюю доверительные границы $q_в$ и $q_н$ для параметра $q$ биномиального распределения определяют по наблюденному значению $y$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma$ из следующего ряда: 0,8000; 0,9000; 0,9500; 0,9750; 0,9900; 0,9950; 0,9975, 0,9990.

3.2. Доверительные границы $q_н$ и $q_в$ образуют доверительный интервал для параметра $q$, соответствующий доверительной вероятности $\gamma^*=2\gamma-1$.

3.3. Доверительные границы $q_в$ и $q_н$ для параметров биномиального распределения приведены в табл. 1—8 для пар значений $y$, $n-y$ ($y=0, 1, \ldots, 10$; $n-y=1, 2, \ldots, 12, 15, 20, 25, 50, 100$). Каждая из таблиц отвечает одному из значений $\gamma$, перечисленных в п. 3.1. В выбранной по значению $\gamma$ таблице паре значений $y$ и $n-y$ соответствуют два числа, верхнее из которых равно 10000 $q_в$, нижнее — 10000 $q_н$.

3.4. Доверительные границы параметра $q$ в случае значений $y$ и $n$ таких, что пара $y$ и $n-y$ отсутствует в табл. 1—8, определяются согласно пп. 3.5—3.7.

Таблица 1

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}8000$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 8000<br>0000 | 8944<br>1056 | 9283<br>2871 | 9457<br>4175 | 9564<br>5098 | 9635<br>5776 | 9686<br>6291 | 9725<br>6696 | 9755<br>7022 | 9779<br>7290 | 9899<br>7514 |
| 2 | 5528<br>0000 | 7129<br>0717 | 7877<br>2123 | 8314<br>3266 | 8601<br>4146 | 8805<br>4832 | 8956<br>5379 | 9074<br>5823 | 9167<br>6191 | 9244<br>6499 | 9307<br>6762 |
| 3 | 4152<br>0000 | 5825<br>0543 | 6734<br>1686 | 7314<br>2686 | 7717<br>3501 | 8014<br>4163 | 8243<br>4709 | 8424<br>5163 | 8571<br>5548 | 8693<br>5876 | 8796<br>6161 |
| 4 | 3313<br>0000 | 4902<br>0436 | 5854<br>1399 | 6499<br>2283 | 6968<br>3032 | 7325<br>3661 | 7606<br>4191 | 7833<br>4643 | 8021<br>5032 | 8178<br>5369 | 8312<br>5664 |
| 5 | 2752<br>0000 | 4224<br>0365 | 5168<br>1195 | 5837<br>1986 | 6339<br>2675 | 6732<br>3268 | 7047<br>3779 | 7307<br>4221 | 7524<br>4606 | 7709<br>4945 | 7868<br>5444 |
| 6 | 2353<br>0000 | 3709<br>0314 | 4621<br>1044 | 5291<br>1757 | 5809<br>2394 | 6221<br>2953 | 5559<br>3441 | 6840<br>3870 | 7079<br>4249 | 7284<br>4585 | 7461<br>4884 |
| 7 | 2054<br>0000 | 3304<br>0275 | 4177<br>0926 | 4837<br>1576 | 5357<br>2167 | 5779<br>2693 | 6130<br>3160 | 6426<br>3574 | 6679<br>3944 | 6899<br>4274 | 7091<br>4572 |
| 8 | 1822<br>0000 | 2978<br>0245 | 3809<br>0833 | 4452<br>1429 | 4968<br>1979 | 5394<br>2476 | 5751<br>2921 | 6056<br>3321 | 6320<br>3680 | 6550<br>4004 | 6753<br>4298 |
| 9 | 1637<br>0000 | 2710<br>0221 | 3501<br>0756 | 4124<br>1307 | 4631<br>1822 | 5055<br>2291 | 5415<br>2716 | 5726<br>3101 | 5996<br>3450 | 6233<br>3767 | 6444<br>4056 |
| 10 | 1487<br>0000 | 2486<br>0201 | 3238<br>0693 | 3839<br>1204 | 4336<br>1688 | 4756<br>2132 | 5116<br>2539 | 5428<br>2909 | 5702<br>3247 | 5944<br>3556 | 6160<br>3840 |
| 11 | 1361<br>0000 | 2296<br>0184 | 3011<br>0639 | 3592<br>1117 | 4076<br>1572 | 4489<br>1994 | 4846<br>2383 | 5159<br>2740 | 5435<br>3067 | 5680<br>3368 | 5900<br>3646 |
| 12 | 1255<br>0000 | 2133<br>0170 | 2814<br>0593 | 3373<br>1041 | 3848<br>1471 | 4251<br>1873 | 4604<br>2245 | 4915<br>2589 | 5191<br>2906 | 5438<br>3199 | 5660<br>3471 |
| 15 | 1017<br>0000 | 1758<br>0138 | 2352<br>0488 | 2853<br>0865 | 3285<br>1233 | 3665<br>1584 | 4001<br>1914 | 4302<br>2223 | 4573<br>2512 | 4819<br>2782 | 5043<br>3034 |
| 20 | 0773<br>0000 | 1660<br>0106 | 1846<br>0376 | 2268<br>0675 | 2642<br>0972 | 2978<br>1260 | 3282<br>1536 | 3559<br>1799 | 3813<br>2049 | 4044<br>2285 | 4263<br>2509 |
| 25 | 0623<br>0000 | 1108<br>0085 | 1519<br>0306 | 1882<br>0553 | 2209<br>0802 | 2507<br>1047 | 2781<br>1283 | 3034<br>1511 | 3268<br>1730 | 3487<br>1939 | 3691<br>2140 |
| 50 | 0317<br>0000 | 0576<br>0044 | 0805<br>0159 | 1016<br>0291 | 1213<br>0428 | 1399<br>0567 | 1576<br>0704 | 1744<br>0840 | 1904<br>0974 | 2058<br>1105 | 2205<br>1233 |
| 100 | 0160<br>0000 | 0294<br>0022 | 0415<br>0081 | 0529<br>0149 | 0638<br>0222 | 0443<br>0296 | 0844<br>0370 | 0942<br>0445 | 1037<br>0520 | 1130<br>0594 | 1220<br>0668 |

Таблица 2

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9000$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9000<br>0000 | 9487<br>0513 | 9655<br>1958 | 9740<br>3205 | 9791<br>4164 | 9826<br>4897 | 8651<br>5474 | 9869<br>9838 | 9884<br>6316 | 9895<br>6632 | 9905<br>6898 |
| 2 | 6838<br>0000 | 8042<br>0345 | 8574<br>1426 | 8878<br>2466 | 9074<br>3332 | 9212<br>4038 | 9314<br>4618 | 9392<br>5099 | 9455<br>5504 | 9505<br>5848 | 9548<br>6145 |
| 3 | 5358<br>0000 | 6795<br>0260 | 7534<br>1122 | 7991<br>2009 | 8304<br>2786 | 8531<br>3446 | 8705<br>4006 | 8842<br>4483 | 8952<br>4892 | 9043<br>5247 | 9120<br>5557 |
| 4 | 4377<br>0000 | 5839<br>0209 | 6668<br>0926 | 7214<br>1696 | 7603<br>2397 | 7896<br>3010 | 8124<br>3542 | 8308<br>4005 | 8458<br>4410 | 8584<br>4766 | 8691<br>5080 |
| 5 | 3690<br>0000 | 5103<br>0174 | 5962<br>0788 | 6554<br>1469 | 6990<br>2104 | 7327<br>2673 | 7995<br>3177 | 7813<br>3623 | 7995<br>4018 | 8449<br>4369 | 8280<br>4683 |
| 6 | 3187<br>0000 | 4526<br>0149 | 5382<br>0686 | 5994<br>1295 | 6458<br>1876 | 6823<br>2405 | 7118<br>2882 | 7663<br>3309 | 7568<br>3691 | 7744<br>4035 | 7896<br>3446 |
| 7 | 2803<br>0000 | 4062<br>0131 | 4901<br>0608 | 5517<br>1158 | 5995<br>1692 | 6377<br>2187 | 6691<br>2637 | 6954<br>3046 | 7178<br>3415 | 7371<br>3750 | 7539<br>4055 |
| 8 | 2501<br>0000 | 3684<br>0116 | 4496<br>0545 | 5108<br>1048 | 5590<br>1542 | 5982<br>2005 | 6309<br>2432 | 6585<br>2822 | 6822<br>3178 | 7027<br>3504 | 7208<br>3802 |
| 9 | 2257<br>0000 | 3368<br>0105 | 4152<br>0495 | 4753<br>0957 | 5234<br>1416 | 5631<br>1851 | 5965<br>2256 | 6250<br>2629 | 6496<br>2973 | 6712<br>3288 | 6902<br>3579 |
| 10 | 2057<br>0000 | 3102<br>0095 | 3855<br>0452 | 4443<br>0880 | 4920<br>1309 | 5317<br>1720 | 5654<br>2104 | 5945<br>2461 | 6198<br>2792 | 6421<br>3098 | 6618<br>3382 |
| 11 | 1889<br>0000 | 2875<br>0087 | 3598<br>0417 | 4170<br>0815 | 4640<br>1218 | 5035<br>1606 | 5374<br>1972 | 5667<br>2314 | 5925<br>2633 | 6152<br>2929 | 6356<br>3205 |
| 12 | 1746<br>0000 | 2678<br>0081 | 3372<br>0387 | 3928<br>0759 | 4389<br>1138 | 4781<br>1506 | 5118<br>1855 | 5413<br>2183 | 5673<br>2491 | 5905<br>2778 | 6112<br>3046 |
| 15 | 1423<br>0000 | 2222<br>0066 | 2837<br>0317 | 3344<br>0629 | 3775<br>0951 | 4149<br>1269 | 4477<br>1575 | 4768<br>1867 | 5029<br>2144 | 5264<br>2406 | 5477<br>2653 |
| 20 | 1087<br>0000 | 1729<br>0050 | 2242<br>0244 | 2678<br>0489 | 3059<br>0747 | 3397<br>1006 | 3700<br>1260 | 3974<br>1505 | 4224<br>1741 | 4452<br>1968 | 4663<br>2184 |
| 25 | 0880<br>0000 | 1415<br>0040 | 1853<br>0199 | 2232<br>0400 | 2570<br>0615 | 2874<br>0834 | 3150<br>1050 | 3404<br>1261 | 3638<br>1466 | 3855<br>1665 | 4056<br>1857 |
| 50 | 0450<br>0000 | 0741<br>0021 | 0991<br>0103 | 1217<br>0210 | 1426<br>0327 | 1621<br>0449 | 1805<br>0573 | 1979<br>0697 | 2144<br>0820 | 2301<br>0942 | 2451<br>1063 |
| 100 | 0228<br>0000 | 0380<br>0010 | 0513<br>0052 | 0637<br>0107 | 0754<br>0169 | 0865<br>0233 | 0972<br>0300 | 1076<br>0368 | 1175<br>0436 | 1272<br>0504 | 1366<br>0573 |

Таблица 3

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9500$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9500<br>0000 | 9747<br>0253 | 9830<br>1354 | 9873<br>2486 | 9898<br>3426 | 9915<br>4182 | 9927<br>4793 | 9936<br>5293 | 9943<br>5709 | 9949<br>6058 | 9953<br>6356 |
| 2 | 7764<br>0000 | 8646<br>0170 | 9024<br>0976 | 9236<br>1893 | 9372<br>2713 | 9466<br>3413 | 9536<br>4003 | 9590<br>4504 | 9632<br>4931 | 9667<br>5299 | 9695<br>5619 |
| 3 | 6316<br>0000 | 7514<br>0127 | 8107<br>0764 | 8468<br>1532 | 8712<br>2253 | 8889<br>2892 | 9023<br>3449 | 9127<br>3934 | 9212<br>4356 | 9281<br>4727 | 9340<br>5054 |
| 4 | 5271<br>0000 | 6574<br>0102 | 7287<br>0628 | 7747<br>1288 | 8071<br>1929 | 8312<br>2514 | 8500<br>3035 | 8649<br>3498 | 8771<br>3909 | 8873<br>4274 | 8960<br>4600 |
| 5 | 4507<br>0000 | 5818<br>0085 | 6587<br>0534 | 7108<br>1111 | 7486<br>1688 | 7776<br>2224 | 8004<br>2712 | 8190<br>3152 | 8343<br>3548 | 8473<br>3904 | 8583<br>4226 |
| 6 | 3930<br>0000 | 5207<br>0073 | 5997<br>0464 | 6551<br>0977 | 6965<br>1500 | 7288<br>1996 | 7547<br>2453 | 7760<br>2870 | 7939<br>3250 | 8091<br>3596 | 8222<br>3910 |
| 7 | 3482<br>0000 | 4707<br>0064 | 5496<br>0410 | 6066<br>0873 | 6502<br>1351 | 6848<br>1810 | 7130<br>2240 | 7364<br>2636 | 7563<br>3000 | 7733<br>3334 | 7881<br>3640 |
| 8 | 3123<br>0000 | 4291<br>0057 | 5069<br>0368 | 5644<br>0788 | 6091<br>1229 | 6452<br>1657 | 6750<br>2061 | 7000<br>2437 | 7214<br>2786 | 7399<br>3108 | 7560<br>3406 |
| 9 | 2831<br>0000 | 3942<br>0051 | 4701<br>0333 | 5273<br>0719 | 5726<br>1127 | 6096<br>1527 | 6404<br>1909 | 6666<br>2267 | 6892<br>2601 | 7088<br>2912 | 7261<br>3201 |
| 10 | 2589<br>0000 | 3644<br>0047 | 4381<br>0305 | 4946<br>0660 | 5400<br>1040 | 5774<br>1417 | 6090<br>1778 | 6360<br>2119 | 6594<br>2440 | 6799<br>2739 | 6980<br>3020 |
| 11 | 2384<br>0000 | 3387<br>0043 | 4101<br>0281 | 4657<br>0611 | 5108<br>0967 | 5483<br>1321 | 5803<br>1664 | 6078<br>1990 | 6319<br>2297 | 6531<br>2587 | 6719<br>2858 |
| 12 | 2009<br>0000 | 3163<br>0039 | 3854<br>0260 | 4398<br>0568 | 4844<br>0903 | 5219<br>1238 | 5540<br>1563 | 5819<br>1875 | 6064<br>2171 | 6281<br>2450 | 6475<br>2713 |
| 15 | 1810<br>0000 | 2640<br>0032 | 3262<br>0213 | 3767<br>0470 | 4191<br>0753 | 4556<br>1041 | 4874<br>1324 | 5155<br>1599 | 5405<br>1863 | 5629<br>2116 | 5832<br>2356 |
| 20 | 1391<br>0000 | 2067<br>0024 | 2595<br>0164 | 3036<br>0365 | 3418<br>0590 | 3754<br>0823 | 4054<br>1056 | 4323<br>1285 | 4567<br>1509 | 4790<br>1725 | 4994<br>1933 |
| 25 | 1129<br>0000 | 1698<br>0020 | 2153<br>0133 | 2542<br>0298 | 2884<br>0485 | 3190<br>0681 | 3467<br>0878 | 3719<br>1074 | 3951<br>1268 | 4165<br>1456 | 4363<br>1640 |
| 50 | 0582<br>0000 | 0897<br>0010 | 1162<br>0069 | 1398<br>0156 | 1615<br>0257 | 1817<br>0365 | 2006<br>0477 | 2183<br>0591 | 2351<br>0705 | 2511<br>0820 | 2663<br>0933 |
| 100 | 0295<br>0000 | 0461<br>0005 | 0604<br>0035 | 0736<br>0080 | 0859<br>0132 | 0975<br>0189 | 1087<br>0249 | 1194<br>0311 | 1297<br>0374 | 1397<br>0438 | 1493<br>0502 |

Таблица 4

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9750$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9750<br>0000 | 9874<br>0126 | 9916<br>0943 | 9937<br>1941 | 9949<br>2836 | 9958<br>3588 | 9964<br>4212 | 9968<br>4735 | 9972<br>5175 | 9975<br>5550 | 9977<br>5872 |
| 2 | 8419<br>0000 | 9057<br>0084 | 9324<br>0676 | 9473<br>1466 | 9567<br>3338 | 9633<br>2904 | 9681<br>3491 | 9719<br>3999 | 9748<br>4439 | 9772<br>4822 | 9791<br>5159 |
| 3 | 7076<br>0000 | 8059<br>0063 | 8534<br>0527 | 8819<br>1181 | 9010<br>1841 | 9148<br>2449 | 9251<br>2993 | 9333<br>3475 | 9398<br>3903 | 9451<br>4281 | 9496<br>4619 |
| 4 | 6024<br>0000 | 7164<br>0051 | 7772<br>0433 | 8159<br>0990 | 8430<br>1570 | 8630<br>2120 | 8784<br>2624 | 8907<br>3079 | 9008<br>3489 | 9091<br>3857 | 9161<br>4190 |
| 5 | 5217<br>0000 | 6412<br>0042 | 7096<br>0367 | 7551<br>0852 | 7880<br>1327 | 8129<br>1871 | 8325<br>2338 | 8483<br>2767 | 8614<br>3158 | 8724<br>3514 | 8818<br>3838 |
| 6 | 4593<br>0000 | 5787<br>0036 | 6509<br>0319 | 7007<br>0749 | 7376<br>1216 | 7662<br>1675 | 7891<br>2109 | 8078<br>2513 | 8234<br>2886 | 8366<br>3229 | 8480<br>3543 |
| 7 | 4096<br>0000 | 5265<br>0032 | 6001<br>0281 | 6525<br>0667 | 6921<br>1093 | 7233<br>1517 | 7487<br>1922 | 7696<br>2304 | 7873<br>2659 | 8025<br>2988 | 8156<br>3292 |
| 8 | 3694<br>0000 | 4825<br>0028 | 5561<br>0252 | 6097<br>0602 | 6511<br>0992 | 6842<br>1386 | 7114<br>1766 | 7341<br>2127 | 7535<br>2465 | 7702<br>2781 | 7847<br>3076 |
| 9 | 3363<br>0000 | 4450<br>0025 | 5178<br>0228 | 5719<br>0549 | 6443<br>0909 | 6486<br>1276 | 6771<br>1634 | 7012<br>1975 | 7219<br>2298 | 7398<br>2602 | 7555<br>2886 |
| 10 | 3085<br>0000 | 4128<br>0023 | 4841<br>0209 | 5381<br>0504 | 5810<br>0839 | 6162<br>1182 | 6457<br>1520 | 6708<br>1844 | 6924<br>2153 | 7114<br>2445 | 7280<br>2720 |
| 11 | 2849<br>0000 | 3848<br>0021 | 4545<br>0192 | 5080<br>0466 | 5510<br>0779 | 5866<br>1102 | 6167<br>1421 | 6425<br>1730 | 6650<br>2025 | 6847<br>2306 | 7022<br>2571 |
| 12 | 2646<br>0000 | 3603<br>0019 | 4281<br>0178 | 4809<br>0433 | 5238<br>0727 | 5596<br>1031 | 5901<br>1334 | 6164<br>1629 | 6395<br>1912 | 6598<br>2182 | 6779<br>2439 |
| 15 | 2180<br>0000 | 3023<br>0016 | 3644<br>0146 | 4142<br>0358 | 4557<br>0605 | 4910<br>0866 | 5218<br>1128 | 5487<br>1386 | 5727<br>1638 | 5941<br>1880 | 6133<br>2113 |
| 20 | 1684<br>0000 | 2382<br>0012 | 2916<br>0112 | 3359<br>0278 | 3738<br>0474 | 4070<br>0683 | 4365<br>0897 | 4628<br>4444 | 4867<br>1322 | 5083<br>1528 | 5081<br>1729 |
| 25 | 1372<br>0000 | 1964<br>0010 | 2429<br>0091 | 2823<br>0227 | 3166<br>0389 | 3472<br>0564 | 3747<br>0745 | 3997<br>0928 | 4226<br>1109 | 4436<br>1288 | 4630<br>1464 |
| 50 | 0711<br>0000 | 1045<br>0005 | 1321<br>0047 | 1566<br>0118 | 1789<br>0206 | 1995<br>0302 | 2188<br>0403 | 2368<br>0508 | 2538<br>0615 | 2699<br>0722 | 2852<br>0829 |
| 100 | 0362<br>0000 | 0539<br>0003 | 0690<br>0024 | 0828<br>0060 | 0956<br>0106 | 1076<br>0156 | 1191<br>0211 | 1302<br>0267 | 1407<br>0325 | 1510<br>0385 | 1608<br>0445 |

Таблица 5

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9900$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9900<br>0000 | 9950<br>0050 | 9967<br>0589 | 9975<br>1409 | 9980<br>2221 | 9983<br>2943 | 9986<br>3566 | 9987<br>4101 | 9989<br>4560 | 9990<br>4956 | 9991<br>5302 |
| 2 | 9000<br>0000 | 9411<br>0033 | 9580<br>0420 | 9673<br>1056 | 9732<br>1731 | 9773<br>2363 | 9803<br>2932 | 9826<br>3437 | 9845<br>3883 | 9859<br>4277 | 9872<br>4627 |
| 3 | 7846<br>0000 | 8591<br>0025 | 8944<br>0327 | 9153<br>0847 | 9292<br>1423 | 9392<br>1982 | 9467<br>2500 | 9525<br>2971 | 9572<br>3396 | 9610<br>3778 | 9642<br>4122 |
| 4 | 6838<br>0000 | 7779<br>0020 | 8269<br>0268 | 8577<br>0708 | 8790<br>1210 | 8947<br>1710 | 9068<br>2183 | 9163<br>2622 | 9241<br>3024 | 9305<br>3391 | 9360<br>3726 |
| 5 | 6019<br>0000 | 7057<br>0017 | 7637<br>0227 | 8018<br>0608 | 8290<br>1053 | 8496<br>1504 | 8656<br>1940 | 8785<br>2349 | 8892<br>2729 | 8981<br>3080 | 9056<br>3403 |
| 6 | 5358<br>0000 | 6434<br>0014 | 7068<br>0197 | 7500<br>0533 | 7817<br>0932 | 8060<br>1344 | 8254<br>1746 | 8412<br>2129 | 8543<br>2488 | 8654<br>2823 | 8749<br>3134 |
| 7 | 4821<br>0000 | 5899<br>0013 | 6563<br>0174 | 7029<br>0475 | 7378<br>0837 | 7651<br>1215 | 7871<br>1588 | 8053<br>1947 | 8205<br>2287 | 8335<br>2607 | 8448<br>2906 |
| 8 | 4377<br>0000 | 5440<br>0011 | 6117<br>0155 | 6604<br>0428 | 6976<br>0759 | 7271<br>1108 | 7512<br>1457 | 7713<br>1795 | 7883<br>2117 | 8029<br>2422 | 8156<br>2710 |
| 9 | 4005<br>0000 | 5044<br>0010 | 5723<br>0141 | 6222<br>0390 | 6609<br>0695 | 6920<br>1019 | 7177<br>1346 | 7393<br>1665 | 7578<br>1971 | 7737<br>2263 | 7876<br>2540 |
| 10 | 3690<br>0000 | 4698<br>0009 | 5373<br>0128 | 5878<br>0358 | 6274<br>0640 | 6597<br>0944 | 6866<br>1251 | 7094<br>1552 | 7290<br>1844 | 7460<br>2124 | 7610<br>2390 |
| 11 | 3421<br>0000 | 4395<br>0008 | 5062<br>0118 | 5567<br>0331 | 5969<br>0594 | 6299<br>0878 | 6577<br>1168 | 6814<br>1454 | 7020<br>1733 | 7199<br>2001 | 7358<br>2257 |
| 12 | 3187<br>0000 | 4128<br>0008 | 4783<br>0110 | 5285<br>0307 | 5690<br>0554 | 6025<br>0822 | 6309<br>1096 | 6553<br>1368 | 6766<br>1634 | 6953<br>1891 | 7119<br>2138 |
| 15 | 2644<br>0000 | 3488<br>0006 | 4099<br>0090 | 4583<br>0254 | 4983<br>0461 | 5321<br>0688 | 5613<br>0925 | 5868<br>1162 | 6094<br>1397 | 6295<br>1625 | 6476<br>1848 |
| 20 | 2057<br>0000 | 2768<br>0005 | 3305<br>0069 | 3745<br>0196 | 4118<br>0360 | 4443<br>0542 | 4729<br>0734 | 4984<br>0929 | 5214<br>1125 | 5422<br>1318 | 5612<br>1508 |
| 25 | 1682<br>0000 | 2293<br>0004 | 2766<br>0056 | 3162<br>0160 | 3505<br>0295 | 3808<br>0447 | 4080<br>0609 | 4325<br>0774 | 4549<br>0942 | 4754<br>1109 | 4943<br>1274 |
| 50 | 0880<br>0000 | 1232<br>0002 | 1520<br>0029 | 1773<br>0084 | 2002<br>0156 | 2213<br>0239 | 2408<br>0328 | 2591<br>0423 | 2762<br>0520 | 2925<br>0619 | 3078<br>0718 |
| 100 | 0450<br>0000 | 0639<br>0001 | 0799<br>0015 | 0942<br>0043 | 1076<br>0080 | 1201<br>0123 | 1320<br>0171 | 1433<br>0222 | 1542<br>0274 | 1647<br>0329 | 1748<br>0384 |

Таблица 6

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9950$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9950<br>0000 | 9975<br>0025 | 9983<br>0414 | 9987<br>1109 | 9990<br>1851 | 9992<br>2540 | 9993<br>3151 | 9994<br>3685 | 9994<br>4150 | 9995<br>4557 | 9995<br>4914 |
| 2 | 9293<br>0000 | 9586<br>0017 | 9706<br>0294 | 9771<br>0828 | 9813<br>1436 | 9842<br>2030 | 9863<br>2578 | 9879<br>3074 | 9891<br>3518 | 9902<br>3916 | 9910<br>4271 |
| 3 | 8290<br>0000 | 8891<br>0013 | 9172<br>0229 | 9337<br>0663 | 9447<br>1177 | 9525<br>1697 | 9584<br>2191 | 9630<br>2649 | 9667<br>3067 | 9697<br>3448 | 9722<br>3794 |
| 4 | 7341<br>0000 | 8149<br>0010 | 8564<br>0187 | 8823<br>0553 | 9001<br>0999 | 9132<br>1461 | 9232<br>1909 | 9312<br>2332 | 9376<br>2725 | 9429<br>3087 | 9474<br>3421 |
| 5 | 6534<br>0000 | 7460<br>0008 | 7970<br>0158 | 8303<br>0475 | 8539<br>0868 | 8717<br>1283 | 8855<br>1693 | 8966<br>2085 | 9058<br>2454 | 9134<br>2799 | 9199<br>3118 |
| 6 | 5865<br>0000 | 6849<br>0007 | 7422<br>0137 | 7809<br>0416 | 8091<br>0768 | 8307<br>1145 | 8478<br>1522 | 8617<br>1887 | 8733<br>2234 | 8830<br>2561 | 8914<br>2868 |
| 7 | 5309<br>0000 | 6315<br>0006 | 6926<br>0121 | 7351<br>0370 | 7668<br>0688 | 7915<br>1034 | 8113<br>1383 | 8276<br>1724 | 8413<br>2051 | 8529<br>2362 | 8629<br>2656 |
| 8 | 4843<br>0000 | 5850<br>0006 | 6482<br>0109 | 6933<br>0333 | 7275<br>0624 | 7546<br>0942 | 7766<br>1267 | 7949<br>1587 | 8103<br>1897 | 8236<br>2193 | 8351<br>2474 |
| 9 | 4450<br>0000 | 5443<br>0005 | 6085<br>0098 | 6552<br>0303 | 6913<br>0571 | 7201<br>0866 | 7439<br>1170 | 7638<br>1471 | 7807<br>1764 | 7953<br>2047 | 8081<br>2316 |
| 10 | 4113<br>0000 | 5086<br>0005 | 5729<br>0090 | 6206<br>0278 | 6579<br>0526 | 6882<br>0801 | 7132<br>1086 | 7344<br>1371 | 7526<br>1649 | 7684<br>1919 | 7823<br>2177 |
| 11 | 3822<br>0000 | 4770<br>0004 | 5410<br>0083 | 5892<br>0257 | 6273<br>0488 | 6585<br>0745 | 6846<br>1014 | 7068<br>1284 | 7260<br>1549 | 7428<br>1806 | 7576<br>2055 |
| 12 | 3569<br>0000 | 4490<br>0004 | 5123<br>0076 | 5605<br>0239 | 5991<br>0455 | 6310<br>0697 | 6579<br>0951 | 6809<br>1207 | 7009<br>1460 | 7185<br>1707 | 7340<br>1946 |
| 15 | 2976<br>0000 | 3814<br>0003 | 4413<br>0063 | 4884<br>0197 | 5271<br>0378 | 5598<br>0583 | 5878<br>0801 | 6123<br>1024 | 6338<br>1246 | 6530<br>1455 | 6702<br>1679 |
| 20 | 2327<br>0000 | 3043<br>0002 | 3577<br>0048 | 4012<br>0153 | 4379<br>0295 | 4698<br>0459 | 4977<br>0635 | 5226<br>0817 | 5449<br>1002 | 5651<br>1185 | 5834<br>1367 |
| 25 | 1910<br>0000 | 2529<br>0002 | 3004<br>0039 | 3399<br>0124 | 3740<br>0242 | 4040<br>0378 | 4308<br>0526 | 4550<br>0680 | 4769<br>0838 | 4970<br>0996 | 5155<br>1154 |
| 50 | 1005<br>0000 | 1368<br>0001 | 1663<br>0020 | 1921<br>0065 | 2153<br>0127 | 2366<br>0201 | 2563<br>0283 | 2747<br>0371 | 2919<br>0461 | 3082<br>0554 | 3235<br>0649 |
| 100 | 0516<br>0000 | 0713<br>0000 | 0877<br>0010 | 1025<br>0033 | 1162<br>0065 | 1290<br>0104 | 1411<br>0147 | 1527<br>0194 | 1637<br>0243 | 1743<br>0294 | 1846<br>0346 |

Таблица 7

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9975$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9975<br>0000 | 9987<br>0013 | 9992<br>0292 | 9994<br>0875 | 9995<br>1546 | 9996<br>2195 | 9996<br>2788 | 9997<br>3315 | 9997<br>3782 | 9997<br>4194 | 9998<br>4559 |
| 2 | 9500<br>0000 | 9708<br>0008 | 9793<br>0207 | 9839<br>0651 | 9869<br>1195 | 9889<br>1747 | 9904<br>2272 | 9915<br>2755 | 9924<br>3193 | 9931<br>3590 | 9937<br>3948 |
| 3 | 8643<br>0000 | 9125<br>0006 | 9349<br>0161 | 9480<br>0520 | 9566<br>0977 | 9628<br>1457 | 9674<br>1926 | 9710<br>2367 | 9739<br>2776 | 9763<br>3153 | 9782<br>3498 |
| 4 | 7764<br>0000 | 8454<br>0005 | 8805<br>0131 | 9023<br>0434 | 9172<br>0828 | 9282<br>1252 | 9665<br>1675 | 9431<br>2080 | 9485<br>2462 | 9529<br>2817 | 9566<br>3147 |
| 5 | 6983<br>0000 | 7805<br>0004 | 8253<br>0111 | 8543<br>0372 | 8748<br>0718 | 8902<br>1098 | 9021<br>1483 | 9117<br>1857 | 9196<br>2214 | 9261<br>2550 | 9317<br>2865 |
| 6 | 6316<br>0000 | 7212<br>0004 | 7728<br>0096 | 8074<br>0326 | 8325<br>0635 | 8517<br>0979 | 8669<br>1331 | 8792<br>1678 | 8893<br>2013 | 8979<br>2331 | 9053<br>2631 |
| 7 | 5751<br>0000 | 6685<br>0003 | 7245<br>0085 | 7633<br>0290 | 7920<br>0569 | 8143<br>0883 | 8322<br>1208 | 8468<br>1532 | 8591<br>1846 | 8695<br>2147 | 8785<br>2434 |
| 8 | 5271<br>0000 | 6218<br>0003 | 6807<br>0076 | 7224<br>0261 | 7538<br>0515 | 7786<br>0804 | 7987<br>1107 | 8154<br>1409 | 8295<br>1705 | 8415<br>1991 | 8519<br>2265 |
| 9 | 4861<br>0000 | 5806<br>0003 | 6410<br>0069 | 6847<br>0237 | 7183<br>0471 | 7450<br>0739 | 7669<br>1021 | 7953<br>1305 | 8009<br>1585 | 8143<br>1867 | 8260<br>2119 |
| 10 | 4507<br>0000 | 5441<br>0002 | 6052<br>0063 | 6502<br>0218 | 6853<br>0434 | 7135<br>0683 | 7369<br>0947 | 7566<br>1215 | 7735<br>1481 | 7881<br>1740 | 8009<br>1991 |
| 11 | 4200<br>0000 | 5116<br>0002 | 5729<br>0058 | 6187<br>0201 | 6547<br>0402 | 6841<br>0635 | 7086<br>0884 | 7295<br>1137 | 7474<br>1390 | 7631<br>1637 | 7769<br>1877 |
| 12 | 3930<br>0000 | 4826<br>0002 | 5436<br>0054 | 5897<br>0187 | 6265<br>0375 | 6567<br>0594 | 6821<br>0828 | 7038<br>1069 | 7227<br>1309 | 7392<br>1546 | 7538<br>1776 |
| 15 | 3293<br>0000 | 4119<br>0002 | 4704<br>0044 | 5162<br>0154 | 5536<br>0311 | 5850<br>0497 | 6120<br>0697 | 6354<br>0905 | 6560<br>1116 | 6743<br>1325 | 6906<br>1531 |
| 20 | 2589<br>0000 | 3304<br>0001 | 3833<br>0034 | 4262<br>0119 | 4623<br>0243 | 4934<br>0390 | 5206<br>0552 | 5448<br>0722 | 5665<br>0896 | 5860<br>1071 | 6038<br>1245 |
| 25 | 2131<br>0000 | 2755<br>0001 | 3230<br>0027 | 3623<br>0097 | 3961<br>0199 | 4257<br>0322 | 4521<br>0457 | 4758<br>0601 | 4973<br>0749 | 5170<br>0899 | 5350<br>1049 |
| 50 | 1129<br>0000 | 1501<br>0000 | 1801<br>0014 | 2063<br>0051 | 2297<br>0105 | 2512<br>0171 | 2710<br>0246 | 2894<br>0327 | 3067<br>0411 | 3229<br>0499 | 3383<br>0589 |
| 100 | 0582<br>0000 | 0785<br>0000 | 0954<br>0007 | 1105<br>0026 | 1245<br>0054 | 1375<br>0088 | 1499<br>0128 | 1616<br>0171 | 1728<br>0217 | 1835<br>0264 | 1939<br>0314 |

Таблица 8

| $n-y$ | $q_в \times 10^4$ и $q_н \times 10^4$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9990$ и значении $y$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 9990<br>0000 | 9995<br>0005 | 9997<br>0184 | 9997<br>0640 | 9998<br>1220 | 9998<br>1814 | 9999<br>2375 | 9999<br>2887 | 9999<br>3349 | 9999<br>3763 | 9999<br>4134 |
| 2 | 9684<br>0000 | 9816<br>0003 | 9870<br>0130 | 9899<br>0476 | 9917<br>0940 | 9930<br>1438 | 9940<br>1927 | 9947<br>2388 | 9952<br>2815 | 9957<br>3207 | 9961<br>3564 |
| 3 | 9000<br>0000 | 9360<br>0003 | 9524<br>0101 | 9621<br>0379 | 9684<br>0767 | 9730<br>1196 | 9763<br>1629 | 9790<br>2046 | 9811<br>2441 | 9828<br>2808 | 9842<br>3149 |
| 4 | 8222<br>0000 | 8780<br>0002 | 9660<br>0083 | 9233<br>0316 | 9352<br>0648 | 9438<br>1025 | 9504<br>1413 | 9556<br>1794 | 9598<br>2159 | 9632<br>2503 | 9662<br>2827 |
| 5 | 7488<br>0000 | 8186<br>0002 | 8562<br>0070 | 8804<br>0270 | 8975<br>0562 | 9102<br>0898 | 9201<br>1249 | 9279<br>1599 | 9344<br>1938 | 9398<br>2262 | 9443<br>2568 |
| 6 | 6838<br>0000 | 7625<br>0001 | 8073<br>0060 | 8371<br>0237 | 8587<br>0496 | 8751<br>0799 | 8880<br>1120 | 8984<br>1443 | 9071<br>1759 | 9143<br>2064 | 9206<br>2355 |
| 7 | 6272<br>0000 | 7113<br>0001 | 7612<br>0053 | 7954<br>0210 | 8206<br>0444 | 8401<br>0721 | 8557<br>1016 | 8684<br>1316 | 8791<br>1612 | 8881<br>1899 | 8959<br>2176 |
| 8 | 5783<br>0000 | 6651<br>0001 | 7185<br>0048 | 7559<br>0189 | 7841<br>0402 | 8062<br>0656 | 8241<br>0929 | 8388<br>1209 | 8513<br>1487 | 8619<br>1760 | 8711<br>2023 |
| 9 | 5358<br>0000 | 6237<br>0001 | 6793<br>0043 | 7192<br>0172 | 7497<br>0365 | 7738<br>0602 | 7936<br>0857 | 8101<br>1119 | 8240<br>1381 | 8361<br>1639 | 8465<br>1890 |
| 10 | 4988<br>0000 | 5866<br>0001 | 6436<br>0039 | 6851<br>0158 | 7173<br>0338 | 7432<br>0557 | 7645<br>0794 | 7824<br>1041 | 7977<br>1289 | 8110<br>1535 | 8225<br>1775 |
| 11 | 4663<br>0000 | 5534<br>0001 | 6109<br>0036 | 6537<br>0146 | 6871<br>0314 | 7143<br>0517 | 7369<br>0741 | 7560<br>0974 | 7724<br>1209 | 7867<br>1443 | 7993<br>1672 |
| 12 | 4377<br>0000 | 5234<br>0001 | 5812<br>0034 | 6246<br>0135 | 6590<br>0292 | 6872<br>0483 | 7108<br>0694 | 7309<br>0915 | 7483<br>1139 | 7635<br>1362 | 7769<br>1582 |
| 15 | 3690<br>0000 | 4495<br>0001 | 5060<br>0027 | 5499<br>0112 | 5856<br>0242 | 6154<br>0404 | 6409<br>0584 | 6630<br>0774 | 6824<br>0969 | 6996<br>1166 | 7149<br>1361 |
| 20 | 2921<br>0000 | 3630<br>0000 | 4151<br>0021 | 4569<br>0086 | 4920<br>0189 | 5222<br>0317 | 5485<br>0462 | 5718<br>0616 | 5926<br>0777 | 6113<br>0940 | 6282<br>1105 |
| 25 | 2414<br>0000 | 3040<br>0000 | 3512<br>0017 | 3901<br>0070 | 4234<br>0155 | 4524<br>0261 | 4782<br>0382 | 5013<br>0512 | 5223<br>0649 | 5413<br>0788 | 5588<br>0930 |
| 50 | 1290<br>0000 | 1671<br>0000 | 1977<br>0009 | 2242<br>0037 | 2479<br>0081 | 2695<br>0139 | 2894<br>0205 | 3078<br>0278 | 3251<br>0356 | 3413<br>0437 | 3566<br>0520 |
| 100 | 0657<br>0000 | 0878<br>0000 | 1052<br>0004 | 1208<br>0019 | 1351<br>0042 | 1484<br>0072 | 1609<br>0106 | 1729<br>0145 | 1842<br>0187 | 1951<br>0231 | 2056<br>0277 |

Таблица 9

| $y$ | Значение коэффициента $Z_в$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,975 | 0,990 | 0,995 | 0,9975 | 0,999 |
| 1 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 11,143 | 13,277 | 14,860 | 16,424 | 18,467 |
| 2 | 8,558 | 10,645 | 12,592 | 14,449 | 16,812 | 18,548 | 20,249 | 22,458 |
| 3 | 11,030 | 13,362 | 15,507 | 17,535 | 20,090 | 21,955 | 23,774 | 26,125 |
| 4 | 13,442 | 15,987 | 18,307 | 20,483 | 23,209 | 25,188 | 27,112 | 29,588 |
| 5 | 15,812 | 18,549 | 21,026 | 23,337 | 26,217 | 28,300 | 30,318 | 32,910 |
| 6 | 18,151 | 21,064 | 23,685 | 26,119 | 29,141 | 31,319 | 33,426 | 36,123 |
| 7 | 20,465 | 23,542 | 26,296 | 28,845 | 32,000 | 34,267 | 36,456 | 39,253 |
| 8 | 22,760 | 25,989 | 28,869 | 31,526 | 34,805 | 37,156 | 39,422 | 42,313 |
| 9 | 25,037 | 28,412 | 31,410 | 34,170 | 37,566 | 39,997 | 42,336 | 45,315 |
| 10 | 27,301 | 30,813 | 33,924 | 36,781 | 40,289 | 42,796 | 45,204 | 48,268 |
| 11 | 29,553 | 33,196 | 36,415 | 39,364 | 42,980 | 45,559 | 48,034 | 51,179 |
| 12 | 31,795 | 35,563 | 38,885 | 41,923 | 45,642 | 48,290 | 50,829 | 54,052 |
| 13 | 34,027 | 37,916 | 41,337 | 44,461 | 48,278 | 50,993 | 53,594 | 56,893 |
| 14 | 36,250 | 40,256 | 43,773 | 46,979 | 50,892 | 53,672 | 56,333 | 59,703 |
| 15 | 38,466 | 42,585 | 46,194 | 49,480 | 53,486 | 56,328 | 59,046 | 62,487 |
| 16 | 40,676 | 44,903 | 48,602 | 51,966 | 56,061 | 58,964 | 61,738 | 65,248 |
| 18 | 45,076 | 49,513 | 53,384 | 56,896 | 61,162 | 64,182 | 67,063 | 70,703 |
| 20 | 49,456 | 54,090 | 58,124 | 61,777 | 66,206 | 69,336 | 72,320 | 76,084 |
| 25 | 60,331 | 65,423 | 69,832 | 73,810 | 78,616 | 82,001 | 85,220 | 89,272 |
| 30 | 71,125 | 76,630 | 81,381 | 85,654 | 90,801 | 94,419 | 97,852 | 102,17 |
| 40 | 92,538 | 98,780 | 104,14 | 108,94 | 114,70 | 118,73 | 122,54 | 127,32 |
| 50 | 113,79 | 120,68 | 126,57 | 131,84 | 138,13 | 142,53 | 146,69 | 151,88 |
| 60 | 134,92 | 142,40 | 148,78 | 154,46 | 161,25 | 165,98 | 170,44 | 176,01 |
| 70 | 155,95 | 163,98 | 170,81 | 176,88 | 184,12 | 189,15 | 193,90 | 199,82 |
| 80 | 176,92 | 185,45 | 192,70 | 199,13 | 206,79 | 212,11 | 217,12 | 223,36 |
| 90 | 197,83 | 206,84 | 214,48 | 221,25 | 229,30 | 234,89 | 240,15 | 246,69 |
| 100 | 218,69 | 228,15 | 236,16 | 243,25 | 251,68 | 257,52 | 263,02 | 269,85 |
| 150 | 322,47 | 333,89 | 343,53 | 352,04 | 362,10 | 369,06 | 375,58 | 383,68 |
| 200 | 425,65 | 438,74 | 449,75 | 459,44 | 470,89 | 478,79 | 486,19 | 495,35 |
| 300 | 630,99 | 646,88 | 660,19 | 671,88 | 685,65 | 695,13 | 703,99 | 714,95 |

Примечание. Значения коэффициента $Z_в$, отсутствующие в таблице, вычисляют по формуле

$$Z_в = 2\,(y+1)\left(1-\frac{1}{9(y+1)}+u_\gamma\cdot\sqrt{\frac{1}{9(y+1)}}\right)^3.$$

Значения коэффициента $u_\gamma$ приведены в табл. 12.

Таблица 10

| $y$ | Значение коэффициента $Z_н$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,975 | 0,990 | 0,995 | 0,9975 | 0,999 |
| 1 | 0,446 | 0,211 | 0,103 | 0,051 | 0,020 | 0,010 | 0,005 | 0,002 |
| 2 | 1,649 | 1,064 | 0,711 | 0,484 | 0,297 | 0,207 | 0,145 | 0,091 |
| 3 | 3,070 | 2,204 | 1,635 | 1,237 | 0,872 | 0,676 | 0,527 | 0,381 |
| 4 | 4,594 | 3,490 | 2,733 | 2,180 | 1,647 | 1,344 | 1,104 | 0,857 |
| 5 | 6,179 | 4,865 | 3,940 | 3,247 | 2,558 | 2,156 | 1,827 | 1,479 |
| 6 | 7,807 | 6,304 | 5,226 | 4,404 | 3,571 | 3,074 | 2,661 | 2,214 |
| 7 | 9,467 | 7,790 | 6,571 | 5,629 | 4,660 | 4,075 | 3,582 | 3,041 |
| 8 | 11,152 | 9,312 | 7,962 | 6,908 | 5,812 | 5,142 | 4,573 | 3,942 |
| 9 | 12,857 | 10,865 | 9,391 | 8,231 | 7,015 | 6,265 | 5,623 | 4,905 |
| 10 | 14,578 | 12,443 | 10,851 | 9,591 | 8,260 | 7,434 | 6,723 | 5,921 |
| 11 | 16,314 | 14,041 | 12,338 | 10,982 | 9,543 | 8,643 | 7,865 | 6,983 |
| 12 | 18,062 | 15,659 | 13,848 | 12,401 | 10,856 | 9,886 | 9,044 | 8,085 |
| 13 | 19,820 | 17,292 | 15,379 | 13,844 | 12,198 | 11,160 | 10,256 | 9,222 |
| 14 | 21,588 | 18,939 | 16,928 | 15,308 | 13,565 | 12,461 | 11,497 | 10,391 |
| 15 | 23,364 | 20,599 | 18,493 | 16,791 | 14,953 | 13,787 | 12,765 | 11,588 |
| 16 | 25,148 | 22,271 | 20,072 | 18,291 | 16,362 | 15,134 | 14,056 | 12,811 |
| 18 | 28,735 | 25,643 | 23,269 | 21,336 | 19,233 | 17,887 | 16,700 | 15,324 |
| 20 | 32,345 | 29,051 | 26,509 | 24,433 | 22,164 | 20,707 | 19,417 | 17,916 |
| 25 | 41,449 | 37,689 | 34,764 | 32,357 | 29,707 | 27,991 | 26,464 | 24,674 |
| 30 | 50,641 | 46,459 | 43,188 | 40,482 | 37,485 | 35,535 | 33,791 | 31,738 |
| 40 | 69,207 | 64,278 | 60,391 | 57,153 | 53,540 | 51,172 | 49,043 | 46,520 |
| 50 | 87,945 | 82,358 | 77,929 | 74,222 | 70,065 | 67,328 | 64,858 | 61,918 |
| 60 | 106,81 | 100,62 | 95,704 | 91,572 | 86,923 | 83,852 | 81,072 | 77,755 |
| 70 | 125,76 | 119,03 | 113,66 | 109,14 | 104,03 | 100,66 | 97,591 | 93,926 |
| 80 | 144,78 | 137,55 | 131,76 | 126,87 | 121,35 | 117,68 | 114,35 | 110,36 |
| 90 | 163,87 | 156,15 | 149,97 | 144,74 | 138,82 | 134,88 | 131,31 | 127,01 |
| 100 | 183,00 | 174,84 | 168,28 | 162,73 | 156,43 | 152,24 | 148,43 | 143,84 |
| 150 | 279,21 | 269,07 | 260,88 | 253,91 | 245,97 | 240,66 | 235,81 | 229,96 |
| 200 | 376,02 | 364,21 | 354,64 | 346,48 | 337,16 | 330,90 | 325,18 | 318,26 |
| 300 | 570,67 | 556,06 | 544,18 | 534,02 | 522,37 | 514,53 | 507,34 | 498,62 |

Примечание. Значения коэффициента $Z_н$, отсутствующие в таблице, вычисляют по формуле

$$Z_н = 2y\left(1 - \frac{1}{9y} - u_\gamma \cdot \sqrt{\frac{1}{9y}}\right)^3.$$

Значения коэффициента $u_\gamma$ приведены в табл. 12.

3.5. В случае $y=0$ верхнюю доверительную границу находят по формуле

$$q_{в}=1-\sqrt[n]{1-\gamma}, \qquad (5)$$

нижняя доверительная граница $q_{н}=0$.

3.6. В случае $0<y\leqslant n-y$ доверительные границы $q_{в}$ и $q_{н}$ определяют по формулам:

$$q_{в}=\frac{2\,Z_{в}}{2\,t_{в}+Z_{в}-[2\cdot(y^{2}+2y)+yZ_{в}-Z_{в}^{2}]/(6\,t_{в})}, \qquad (6)$$

$$q_{н}=\frac{2\,Z_{н}}{2t_{н}+Z_{н}-[2(y^{2}-1)+(y-1)Z_{н}-Z_{н}^{2}]/(6t_{н})}, \qquad (7)$$

где $t_{в}=2n-y$, $t_{н}=2n-y+1$,
а коэффициенты $Z_{в}$ и $Z_{н}$ находят соответственно из табл. 9 и 10 по значениям $\gamma$ и $y$.

3.7. В случае $y>n-y$ доверительные границы $q_{в}$ и $q_{н}$ определяют по формулам:

$$q_{в}=1-p_{н}, \qquad (8)$$

$$q_{н}=1-p_{в}, \qquad (9)$$

где $p_{в}$ и $p_{н}$ находят в соответствии с пп. 3.3—3.6 как доверительные границы $q_{в}$ и $q_{н}$, однако значение $y$ заменяют на $n-y$, а $n-y$ — на $y$.

3.8. Доверительные границы $p_{в}$ и $p_{н}$ для параметра $p=1-q$ находят по формулам (8), (9).

## 4. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРА ОТРИЦАТЕЛЬНОГО БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

4.1. Оценку максимального правдоподобия параметра $q$ отрицательного биномиального распределения (2) вычисляют по формуле

$$\overset{\vee}{q}=\frac{k}{k+x}. \qquad (10)$$

4.2. Несмещенную оценку параметра отрицательного биномиального распределения вычисляют при $k\geqslant 2$ по формуле

$$\overset{\wedge}{q}=\frac{k-1}{k+x-1}. \qquad (11)$$

4.3. Оценку максимального правдоподобия (10) используют в следующих случаях:

при значении $k=1$ для любых значений параметра $q$;

при значениях $k=2, 3, \ldots, 22$ для $q \geqslant q^*$.

Несмещенную оценку (11) используют в следующих случаях:

при значениях $k>22$ для любых значений параметра $q$;

при значениях $k=2, 3, \ldots, 22$ для $q<q^*$;

при $k \geqslant 2$ и отсутствии предварительных сведений о величине параметра $q$.

Значения величины $q^*$ для $k=2, 3, \ldots, 22$ приведены в табл. 11.

Таблица 11

| $k$ | $q^*$ | $k$ | $q^*$ | $k$ | $q^*$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0,367 | 9 | 0,548 | 16 | 0,571 |
| 3 | 0,444 | 10 | 0,552 | 17 | 0,573 |
| 4 | 0,483 | 11 | 0,558 | 18 | 0,575 |
| 5 | 0,506 | 12 | 0,561 | 19 | 0,576 |
| 6 | 0,522 | 13 | 0,564 | 20 | 0,577 |
| 7 | 0,533 | 14 | 0,567 | 21 | 0,578 |
| 8 | 0,542 | 15 | 0,569 | 22 | 0,579 |

4.4. Для квадратической функции потерь оценки максимального правдоподобия

$$R(\check{q})=M(\check{q}-q)^2 \qquad (12)$$

несмещенную оценку в случае $k \geqslant 3$ вычисляют по формуле

$$\hat{R}(\check{q})=(\check{q})^2-2\check{q}+2\frac{kx}{(k+x-1)^2}-\frac{(k-1)(k-2)}{(k+x-1)(k+x-2)}. \qquad (13)$$

4.5. Для квадратической функции потерь (дисперсии) несмещенной оценки

$$V\hat{q}=M(\hat{q}-q)^2 \qquad (14)$$

несмещенная оценка при $k \geqslant 3$ имеет следующий вид

$$\hat{V}\hat{q}=\frac{x(k-1)}{(k+x-1)^2(k+x-2)}. \qquad (15)$$

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ ПАРАМЕТРА ОТРИЦАТЕЛЬНОГО БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

5.1. Верхнюю и нижнюю доверительные границы $q_в$ и $q_н$ для параметра $q$ отрицательного биномиального распределения при

заданной односторонней доверительной вероятности $\gamma$ или двусторонней доверительной вероятности $\gamma^*=2\gamma-1$ выражают через соответствующие границы для биномиального распределения.

5.2. Верхнюю доверительную границу $q_в$ определяют согласно пп. 3.3—3.7, где $y=k-1$, $n-y=x$.

5.3. Нижнюю доверительную границу $q_н$ определяют согласно пп. 3.3—3.7, где $y=k$, $n-y=x$.

5.4. Доверительные границы $p_в$ и $p_н$ для параметра $p=1-q$ определяют по формулам (8) и (9) через доверительные границы для параметра $q$ отрицательного биномиального распределения.

Таблица 12

| $\gamma$ | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,975 | 0,990 | 0,995 | 0,9975 | 0,999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $u_\gamma$ | 0,842 | 1,282 | 1,645 | 1,960 | 2,326 | 2,576 | 2,807 | 3,090 |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Справочное*

## ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРАВИЛ СТАНДАРТА

### 1. Примеры биномиального распределения

Пример 1. При статистическом приемочном контроле качества по одноступенчатому плану в выборке объемом $n=250$ было обнаружено $y=2$ дефектных изделий. Требуется оценить входной уровень дефектности $q$ и точность этой оценки.

Решение. Используя формулу (3), находим оценку параметра $q$

$$\hat{q}=\frac{2}{250}=0,0080.$$

Точность полученной оценки характеризует несмещенная оценка дисперсии, вычисляемая по формуле (4):

$$\hat{V}\hat{q}=\frac{2\cdot(250-2)}{250^2\cdot(250-1)}=0,000031.$$

Пример 2. При испытаниях на безотказность 100 изделий отказов получено не было. Найти верхнюю доверительную границу $q_в$ для вероятности $q$ отказа изделия за время $T$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0,95$.

Решение. При $\gamma=0,95$ по табл. 3 для $y=0$ и $n-y=100$ находим $q_в=0,0295$.

Пример 3. По результатам аттестационных испытаний 110 изделий к первому сорту были отнесены 10 изделий, остальные — к высшему сорту. Найти оценку и построить доверительный интервал для вероятности $q$ выпуска изделия первого сорта с доверительной вероятностью $\gamma^*=0,90$.

Решение. Здесь $y=10$, $n=110$. Используя формулу (3), вычисляем оценку

$$\hat{q}=\frac{10}{110}=0,0909.$$

В соответствии с п. 3.2 настоящего стандарта устанавливаем, что $\gamma^*=0,90$ соответствует односторонняя доверительная вероятность

$$\gamma=\frac{1+\gamma^*}{2}=\frac{1+0,90}{2}=0,95.$$

При $\gamma=0,95$ по табл. 3 для $y=10$, $n-y=100$, пользуясь п. 3.3 находим $q_н=0,0502$, $q_в=0,1493$

Пример 4. В условиях примера 2 найти нижнюю доверительную границу для вероятности $p$ безотказной работы изделия за время $T$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0,95$.

Решение. Так как вероятность безотказной работы связана с вероятностью отказа $q$ соотношением $p=1-q$, воспользуемся п. 3.8 настоящего стандарта. Согласно примеру 2 верхняя доверительная граница для вероятности отказа $q_в=0,0295$. Тогда по формуле (8) получаем

$$p_н=1-q_в=1-0,0295=0,9705.$$

Пример 5. При статистическом контроле по одноступенчатому плану в выборке объемом $n=200$ дефектных изделий обнаружено не было. Найти верхнюю доверительную границу $q_в$ для входного уровня дефектности при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}99$.

Решение. Здесь $y=0$, $n-y=200$. При $\gamma=0{,}99$ в табл. 5 доверительные границы для пары $y=0$, $n-y=200$ отсутствуют. Поэтому значение $q_в$ вычисляем согласно п. 3.5 по формуле (5):

$$q_в=1-\sqrt[200]{1-0{,}99}=0{,}0288.$$

Пример 6. При статистическом контроле по одноступенчатому плану в выборке объемом 200 было обнаружено 2 дефектных изделия. Найти верхнюю доверительную границу $q_в$ при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}99$ для входного уровня дефектности $q$.

Решение. Здесь $y=2$, $n=200$. Для $y=2$, $n-y=198$ доверительные границы в табл. 1—8 отсутствуют. Учитывая, что в данном примере $0<y\leqslant n-y$, поступаем согласно п. 3.6.

Вычисляем $t_в=2\cdot200-2=398$. По $\gamma=0{,}99$ и $y=2$ в табл. 9 находим коэффициент $Z_в=16{,}812$. Искомую доверительную границу определяем по формуле (6):

$$q_в=\frac{2\cdot16{,}812}{2\cdot398+16{,}812-[2\ (2^2+2\cdot2)+2\cdot16{,}812-16{,}812^2]/(6\ 398)}=0{,}0414.$$

Пример 7. При аттестационных испытаниях 500 изделий к первому сорту были отнесены 350, остальные — к высшему сорту. Найти доверительные границы $q_н$, $q_в$ для вероятности $q$ выпуска изделия первого сорта при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}80$.

Решение. Здесь $y=350$, $n=500$. Для пары $y=350$, $n-y=150$ доверительные границы не приведены в таблицах. Так как $y>n-y$, пользуемся указаниями п. 3.7 и ищем доверительные границы $p_н$ и $p_в$ для пары $y=150$, $n-y=350$. Поскольку для этой пары значения доверительных границ в таблицах не приведены, а $y\neq0$, то поступаем согласно п. 3.6. Вычисляем $t_в=2\cdot500-150=850$, $t_н=2\cdot500-150+1=851$. Далее из табл. 9 и 10 соответственно по $y=150$ и $\gamma=0{,}8$ находим коэффициенты $Z_в=322{,}47$ и $Z_н=279{,}21$. По формулам (6)—(7) вычисляем $p_н$ и $p_в$

$$p_н=\frac{2\cdot279{,}21}{2\cdot850+179{,}21-[2\cdot(150^2-1)+(150-1)\cdot279{,}21^2]/(6\cdot851)}=0{,}2821;$$

$$p_в=\frac{2\cdot322{,}47}{2\cdot850+322{,}47-[2\cdot(150^2+2\cdot150)+150\cdot322{,}47-322{,}47^2]/(6\cdot850)}=0{,}3186.$$

По формулам (8)—(9) определяем искомые доверительные границы $q_н$ и $q_в$.

$q_н=1-0{,}3186=0{,}6814$; $q_в=1-0{,}2821=0{,}7179$.

Пример 8. Для ускорения процесса испытаний 56 одинаковых полупроводниковых приборов было решено разбить на 4 группы и провести испытания на безотказность за время $T$ для каждой из групп одновременно. Результаты испытаний зафиксированы в виде таблицы.

| Номер группы | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Объем группы | 20 | 20 | 10 | 6 |
| Число отказавших приборов | 3 | 2 | 1 | 2 |

Требуется по результатам испытаний оценить $q$ — вероятность отказа прибора за время $T$ и построить верхнюю доверительную границу $q_в$ с доверительной вероятностью $\gamma=0{,}9$.

Решение. Здесь в соответствии с п. 1.2 $n=20+20+10+6=56$, $y=3+2+1+0=6$. По формуле (3) находим оценку параметра

$$\hat{q}=\frac{6}{56}=0{,}1071.$$

В табл. 2, отвечающей $\gamma=0{,}90$, по значениям $y=6$ и $n-y=50$ находим искомую верхнюю доверительную границу

$$q_в=0{,}1805.$$

## 2. Примеры отрицательного биномиального распределения

Пример 9. Производится непрерывный статистический контроль партий при нормальном процессе производства до выявления трех забракованных партий. Остановка контроля произошла после проверки 53-й партии. Требуется оценить риск поставщика (вероятность забракования партии), если известно, что $q\leqslant 0{,}2$.

Решение. Здесь $k=3$, $x=53-3=50$. Из табл. 11 для $k=3$ находим $q^*=0{,}444$. Так как $q\leqslant 0{,}2<q^*$, то в соответствии с п. 4.3 пользуемся несмещенной оценкой (11) при оценивании параметра $q$.

$$\hat{q}=\frac{3-1}{3+50-1}=0{,}0385.$$

Точность полученной оценки характеризует несмещенная оценка дисперсии, вычисляемая по формуле (15):

$$\hat{V}\hat{q}=\frac{50\cdot(3-1)}{(3+50-1)\cdot(3+50-2)}=0{,}0007.$$

Пример 10. В условиях примера 9 найти доверительные границы $q_н$ и $q_в$ для вероятности $q$ забракования партии при односторонней доверительной вероятности $\gamma=0{,}9$.

Решение. Для определения верхней доверительной границы используем п. 5.2. При $\gamma=0{,}9$ по табл. 2 для пары $y=k-1=3-1=2$, $n-y=x=50$ находим $q_в=0{,}0991$.

Нижнюю доверительную границу $q_н$ определяем согласно п. 5.3 для пары $y=3$, $n-y=50$ также с помощью табл. 2 $q_н=0{,}0210$.

Пример 11. Проведено 5 серий испытаний на безотказность одинаковых полупроводниковых приборов за время $T$. Испытания в $i$-й серии проводились до получения $k_i$ отказов ($i=1, 2, 3, 4, 5$).

Исходные данные и результаты испытаний зафиксированы в виде таблицы

| Номер серии | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $\tau_i$ | 70 | 80 | 100 | 150 | 300 |
| $k_i$ | 3 | 3 | 2 | 2 | 8 |
| $x_i$ | 57 | 77 | 98 | 148 | 292 |

в которой $\tau_i$ — число испытаний, $x_i=\tau_i-k_i$ — число неотказавших приборов в $i$-й серии ($i$=1, 2, 3, 4, 5). Требуется по результатам испытаний построить верхнюю доверительную границу $q_в$ вероятности $q$ отказа прибора за время $T$ с односторонней доверительной вероятностью $\gamma=0{,}99$.

Решение. Здесь в соответствии с п. 1.3 $k=3+3+2+2+8=18$, $x=67+77+98+148+292=682$.

Для определения верхней доверительной границы $q_в$ используем указания п. 5.2, полагая $y=18-1=17$, $n-y=682$. Доверительные границы для пары $y=17$, $n-y=682$ в табл. 1—8 отсутствуют, и, кроме того, $y<n-y$. Поэтому, следуя п. 3.6, вычисляем $t_в=2n-y=2(n-y)+y=2\cdot 682+17=1381$. Коэффициент $Z_в$ ищем в табл. 9 по значениям $\gamma=0{,}99$ и $y=17$. Поскольку для этой пары $\gamma$ и $y$ значение $Z_в$ отсутствует в таблице, то его вычисление проводим с использованием примечания этой таблицы

$$Z_в=2\cdot(17+1)\cdot\left(\frac{1}{9\cdot(17+1)}+2{,}326\cdot\sqrt{\frac{1}{9(17+1)}}\right)^3=58{,}64,$$

так как, согласно табл. 12, $u_{0,99}=2{,}326$.

Наконец, по формуле (6) находим искомую доверительную границу

$$q_в=\frac{2\cdot 58{,}64}{2\cdot 1381+58{,}64-[2\cdot(17^2+2\cdot 17)+17\cdot 58{,}64-58{,}64^2]/(6\cdot 1381)}=0{,}0416.$$

---

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Справочное*

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТА

Вероятность того, что случайная величина $Y$, имеющая биномиальное распределение (1), меньше или равна целому неотрицательному числу $m$, определяется по формуле

$$P(Y\leqslant m)=\sum_{y=0}^{m}\binom{n}{y}q^y(1-q)^{n-y}. \qquad (1)$$

Вероятность (1) выражается при $m<n$ через неполную бета-функцию следующим образом

$$P(Y\leqslant m)=I_{1-q}(n-m,\ m+1), \qquad (2)$$

где
$$I_{1-q}(n-m,\ m+1)=\frac{n!}{m!(n-m-1)!}\int_0^{1-q}t^{n-m-1}(1-t)^m dt. \qquad (3)$$

Для случайной величины $Y$, имеющей биномиальное распределение, математическое ожидание и дисперсию определяют по формулам:

$$MY=nq, \qquad (4)$$

$$VY=nq(1-q). \qquad (5)$$

Вероятность того, что случайная величина $X$, имеющая отрицательное биномиальное распределение (2), меньше или равна целому неотрицательному числу $m$, определяют по формуле

$$P(X \leqslant m) = \sum_{x=0}^{m} \binom{k+x-1}{k-1} q^k (1-q)^x. \qquad (6)$$

Вероятность (6) выражается через неполную бета-функцию:

$$P(X \leqslant m) = I_q\ (k,\ m+1). \qquad (7)$$

Для случайной величины $X$, имеющей отрицательное биномиальное распределение, математическое ожидание и дисперсию определяют по формулам:

$$MX = k \cdot \frac{1-q}{q}, \qquad (8)$$

$$VX = k \cdot \frac{1-q}{q^2}. \qquad (9)$$

При отрицательном биномиальном распределении случайная величина $\tau = X + k$, равная общему числу испытаний, имеет математическое ожидание

$$M\tau = \frac{k}{q} \qquad (10)$$

и дисперсию

$$V\tau = k \cdot \frac{1-q}{q^2}, \qquad (11)$$

Точечные оценки параметров биномиального и отрицательного биномиального распределений приведены в работах [1], [7]. Сравнение оценок максимального правдоподобия и несмещенных оценок для параметра отрицательного биномиального распределения рассмотрено в статье [12].

Выражения для дисперсий предлагаемых оценок вероятности имеют сложный аналитический вид и их можно найти в работе [5].

Верхнюю и нижнюю доверительные границы $q_в$, $q_н$ для параметра биномиального распределения определяют по заданной односторонней доверительной вероятности $\gamma$ из уравнений

$$I_{q_в}(y+1,\ n-y) = \gamma, \qquad (12)$$

$$I_{q_н}(y,\ n-y+1) = 1-\gamma,\ y > 0. \qquad (13)$$

Верхняя и нижняя доверительные границы $q_в$, $q_н$ для параметра $q$ отрицательного биномиального распределения определяются по заданной односторонней доверительной вероятности $\gamma$ из уравнений:

$$I_{q_в}(k,\ x) = \gamma,\ x > 0; \qquad (14)$$

$$I_{q_н}(k,\ x+1) = 1-\gamma. \qquad (15)$$

Таблицы 1—8 стандарта рассчитаны на ЭВМ ЕС 1020 с использованием стандартной подпрограммы вычисления неполной бета-функции с обычными правилами округления. Таблицы 1—8 сопоставлены с таблицами [4], [9], [11].

Правила построения приближенных доверительных границ взяты из [4].

Таблицы 9—10 стандарта рассчитаны на ЭВМ ЕС 1020, проведено их сравнение с таблицами [10].

Область применения биномиального (отрицательного биномиального) распределения расширяется, так как суммы случайных величин, имеющих биномиальное (отрицательное биномиальное) распределения с одним и тем же параметром $q$, имеют то же биномиальное (отрицательное) биномиальное распределения с параметром $q$.

Биномиальное и отрицательное биномиальное распределения находят широкое практическое применение, когда выполнены предположения пп. 1.1—1.3; при контроле качества продукции по планам одноступенчатого и усеченного одноступенчатого контроля [1], [7], при испытаниях на надежность [6], [11], при обследовании конечных совокупностей в биологии, демографии и социологии [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Ю. К. Вероятностные методы выборочного контроля. М., «Наука», 1975.

2. Большев Л. Н. Об оценках вероятностей. Теория вероятностей и ее применение. Т. 5, вып. 4, 1960, 453—456.

3. Большев Л. Н. Распределения, родственные гипергеометрическому. Теория вероятностей и ее применение. Т. 9, вып. 4, 1964, 687—691.

4. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. М., «Наука», 1965.

5. De Groot M. H. Unbiased sequential estimation for binomial populations. „Ann. Math. Stat.", v. 30, N 1, 1959, 80—101.

6. Ллойд Д. К., Липов М. Надежность. М., «Сов. радио», 1964.

7. Лумельский Я. П. Статистические оценки результатов контроля. М., «Издательство стандартов», 1979.

8. Методика выборочного приемочного контроля качества по альтернативному признаку для продукции поточного производства. М., «Издательство стандартов», 1978.

9. Оуэн Д. Б. Сборник статистических таблиц. М., «Вычислительный центр АН СССР», 1966.

10. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами. Под редакцией М. Абрамовица, И. Стиган, М., «Наука», 1979.

11. Судаков Р. С., Северцев Н. А. и др. Статистические задачи отработки систем и таблицы для числовых расчетов показателей надежности. М., «Высшая школа», 1975.

12. Чичагов В. В., Шеховцева М. Г. Две задачи по сравнению точечных оценок. Межвузовский сборник научных трудов «Статистические методы». Издательство Пермского университета, 1978.

Редактор *Р. С. Федорова*
Технический редактор *Л. Б. Семенова*
Корректор *Н. Л. Шнайдер*

Сдано в наб. 20.04 80 Подп. к печ. 17.09.81 1,5 п. л. 1,51 уч.-изд. л. Тир. 16000 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 722