

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА

ФАКУЛЬТЕТ ВЕЧЕРНЕГО И ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Н.П. Мамонтова

ТЕОРИЯ ТЕЛЕТРАФИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

200900

ЗАОЧНОЕ ОБУЧЕНИЕ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2002

УДК 621.395

Мамонтова Н.П. Теория телетрафика: методические рекомендации к изучению дисциплины (след. 200900). Заочное обучение /СПбГУТ. СПб, 2002.

Методические рекомендации составлены в соответствии с программой дисциплины «Теория телетрафика» и содержат указания к изучению дисциплины, вопросы для самопроверки, рекомендуемую литературу, контрольную работу и указания к ее выполнению.

Ответственный редактор **В.И. Цеско**

© Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2002

Предметом изучения дисциплины «Теория телетрафика» являются вероятностные процессы функционирования систем (сетей и узлов) связи. Дисциплина служит теоретической основой для изучения всех профилирующих дисциплин специальности 200900 «Сети связи и системы коммутации».

При изучении дисциплины предлагается пользоваться учебником «Теория телетрафика» [1] и учебными пособиями [2-7].

ИЗУЧАЕМЫЕ ТЕМЫ

Основные понятия теории телетрафика

1. Основные задачи, решаемые теорией телетрафика.
2. Системы распределения информации как системы массового обслуживания. Модели обслуживания с потерями и с ожиданием.
3. Понятие о потоках вызовов. Способы задания потоков.
4. Основные свойства потоков вызовов: стационарность, ординарность, последствие.
5. Основные характеристики потоков вызовов: ведущая функция потока, его интенсивность и параметр.
6. Математическая модель простейшего потока вызовов, формула Пуассона.
7. Основные свойства простейшего потока вызовов: распределение промежутков между вызовами, математическое ожидание и дисперсия числа вызовов за определенный промежуток времени.
8. Поток с простым последствием. Частные случаи: симметричный, примитивный, простейшие потоки.
9. Время обслуживания: фиксированное и случайное. Показательное распределение времени обслуживания и его свойства.
10. Понятие о нагрузке. Обслуженная, поступающая, остаточная (избыточная) нагрузки. Основные параметры нагрузки.
11. Расчет среднего значения нагрузки.
12. Основные характеристики качества обслуживания потоков вызовов. Понятие о пропускной способности и эффективности систем распределения информации.

Классические соотношения теории телетрафика

13. Понятие о марковских процессах. Уравнение Колмогорова-Чепмена.
14. Модель обслуживания простейшего потока вызовов полностью доступным пучком линий при показательном распределении времени обслуживания и дисциплине обслуживания с потерями. Первая формула Эрланга.

15. Модель обслуживания примитивного потока вызовов полнодоступным пучком линий при показательном распределении времени обслуживания и дисциплине обслуживания с потерями. Формула Энгсета.

16. Модель обслуживания простейшего потока вызовов полнодоступным пучком линий при показательном распределении времени обслуживания и бесконечно большом числе мест для ожидания в упорядоченной очереди. Вторая формула Эрланга.

17. Модель обслуживания простейшего потока вызовов полнодоступным пучком линий при постоянной длительности обслуживания и бесконечно большом числе мест для ожидания в упорядоченной очереди. Результаты Кроммелина.

Специальные направления теории телетрафика

18. Метод Якобеуса для расчета потерь в двухзвенных коммутационных схемах группового искания с полнодоступными пучками линий в направлениях.

19. Метод Якобеуса для расчета потерь в двухзвенных коммутационных схемах группового искания с неполнодоступными пучками линий в направлениях.

20. Метод эффективной доступности.

21. Метод статистического моделирования. Достоинства и недостатки метода как способа исследования систем распределения информации.

22. Принципы распределения нагрузки на сетях связи.

23. Принципы распределения потерь на сетях связи.

24. Принципы измерений параметров нагрузки и потерь.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВЫБОР ЗАДАНИЯ

Контрольная работа включает два задания из числа тех, которые предложены в табл. X. Выбор необходимых двух заданий производится в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки.

В табл. I в качестве примера отражен выбор заданий, соответствующих номеру зачетной книжки с двумя последними цифрами 45 (XXXX45).

В этом случае должны быть выполнены задания: 39 (3, вариант исходных данных 9) и 49 (4, вариант исходных данных 9).

Таблица I

		Последняя цифра № зачетной книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра № зачетной книжки	0	10:20	11:21	12:22	13:23	14:24	15:25	16:26	17:27	18:28	19:29
	1	11:31	12:32	13:33	14:34	15:35	16:36	17:37	18:38	19:39	10:30
	2	12:42	13:43	14:44	15:45	16:46	17:47	18:48	19:49	10:40	11:41
	3	23:33	24:34	25:35	26:36	27:37	28:38	29:39	20:30	21:31	22:32
	4	34:44	35:45	36:46	37:47	38:48	39:49	30:40	31:41	32:42	33:43
	5	15:25	16:26	17:27	18:28	19:29	10:20	11:21	12:22	13:23	14:24
	6	16:36	17:37	18:38	19:39	10:30	11:31	12:32	13:33	14:34	15:35
	7	17:47	18:48	19:49	10:40	11:41	12:42	13:43	14:44	15:45	16:46
	8	28:38	29:39	20:30	21:31	22:32	23:33	24:34	25:35	26:36	27:37
	9	39:40	30:40	31:41	32:42	33:43	34:44	35:45	36:46	37:47	38:48

Задание 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСТУПЛЕНИЯ СООБЩЕНИЙ НА СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Изучить [1, гл.2; 2, гл.1; 3, гл.2].

Условие. На телефонной станции организовано наблюдение за процессом поступления сообщений. Весь период наблюдения (25 ч), на протяжении которого поток является практически стационарным, разделен на $n = 100$ интервалов длительностью $t = 15$ мин. И для каждого интервала определяется число поступающих сообщений. Данные наблюдений группируются в статистический ряд по m членов, характеризующихся числом интервалов n_k ($k = 1, 2, \dots, m$) с одинаковым числом вызовов c_k в интервале (табл. 2).

Таблица 2

№ п/п	№ варианта									
	0,4		1,5		2,6		3,7		8,9	
	c_k	n_k	c_k	n_k	c_k	n_k	c_k	n_k	c_k	n_k
1	0	0	0	0	0	5	0	14	0	0
2	1	4	1	0	1	15	1	27	1	0
3	2	8	2	1	2	22	2	27	2	1
4	3	14	3	1	3	23	3	18	3	3
5	4	17	4	2	4	17	4	8	4	6
6	5	18	5	5	5	11	5	4	5	9
7	6	15	6	7	6	5	6	1	6	12
8	7	10	7	10	7	1	7	1	7	14
9	8	7	8	12	8	1	8	0	8	14
10	9	4	9	13	9	0	-	-	9	13
11	10	2	10	13	-	-	-	-	10	10
12	11	1	11	12	-	-	-	-	11	7
13	12	0	12	10	-	-	-	-	12	5
14	-	-	13	8	-	-	-	-	13	3
15	-	-	14	6	-	-	-	-	14	3
$n = \sum_k n_k$		100		100		100		100		100

Требуется. Оценить следующие характеристики процесса поступления сообщений.

1. Рассчитать эмпирические вероятности \bar{P}_k распределения числа вызовов на интервале длительностью $t = 15$ мин.

2. Рассчитать среднее статистическое значение числа вызовов \bar{c} в интервале $t = 15$ мин.

3. Рассчитать вероятности распределения Пуассона P_k на интервале $t = 15$ мин.

4. Рассчитать число степеней свободы r и меру расхождения χ^2 между теоретической вероятностью P_k и эмпирической \bar{P}_k .

5. Определить соответствие эмпирического распределения числа сообщений в интервале $t = 15$ мин. распределению Пуассона.

Указание. Задание является иллюстрацией возможностей практического приложения теории потоков вызовов к исследованию процессов поступления сообщений на системы коммутации. Установление закономерностей, которым подчиняются эти процессы, является важной задачей, от правильного решения которой зависит необходимый объем коммутационного оборудования на сетях связи.

Задание связано с изучением простейшего потока вызовов – стационарного ординарного потока без последствия, который описывается функцией $P_k(t)$ распределения числа событий (вызовов), происходящих в заданном интервале времени $[0, t)$.

Функция $P_k(t)$ подчиняется закону Пуассона с параметром λt :

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, t > 0, \quad (1)$$

где λ - параметр простейшего потока; совпадает с интенсивностью μ этого потока ($\mu = \lambda$).

Формула (1) табулирована (прил. 1).

Проверка гипотезы о том, что поток вызовов на телефонную станцию имеет распределение Пуассона, включает определение в заданном интервале t эмпирических вероятностей распределения числа вызовов

$$\bar{P}_k = \frac{n_k}{n}, \quad k = 1, 2, \dots, m,$$

и их среднего статистического значения

$$\bar{c} = \frac{\sum_{k=1}^m c_k n_k}{n},$$

где n - число интервалов наблюдения.

Данному эмпирическому распределению ставится в соответствие распределение Пуассона при $\lambda t = c = \bar{c}$, где t - длина рассматриваемого интервала, c - математическое ожидание числа вызовов в интервале t .

Значения вероятностей распределения Пуассона могут быть определены по таблицам прил. 1 или рассчитаны по формуле

$$P_k(t) = \frac{c^k}{k!} e^{-c}.$$

Чтобы установить, в какой степени результаты эксперимента согласуются с выбранной математической моделью (в нашем случае - с распределением Пуассона), рекомендуется воспользоваться критерием χ^2 [7].

Применение критерия χ^2 сводится к определению меры расхождения χ^2 между теоретической вероятностью $P_k(t)$ и эмпирической \bar{P}_k :

$$\chi^2 = n \sum_{k=1}^m \frac{(\bar{P}_k - P_k)^2}{P_k}$$

и числа степеней свободы

$$r = m - s,$$

где s - число независимых условий, налагаемых на вероятности \bar{P}_k , и определению вероятности P того, что величина, имеющая распределение χ^2 с r степенями свободы, превзойдет данное значение χ^2 .

Если эта вероятность велика, то гипотеза о том, что процесс поступления сообщений подчиняется закону Пуассона, не противоречит опытным данным.

В условиях рассматриваемого задания определение величины χ^2 не вызывает затруднений, а число степеней свободы

$$r = m - s = m - 2,$$

так как на вероятности \bar{P}_k накладываются два условия: их сумма должна быть равна единице и должны совпасть теоретические и статистические средние значения.

По значениям r и χ^2 из табл. 3 определяется вероятность P того, что величина, имеющая распределение χ^2 с r степенями свободы, превзойдет данное значение χ^2 .

Таблица 3

Значения χ^2 в зависимости от r и P

r	P						
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50
1	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,370
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,200	3,360
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,340	3,000	4,350
6	0,872	1,134	1,635	2,200	3,070	3,830	5,350
7	1,239	1,564	2,170	2,830	3,820	4,670	6,350
8	1,646	2,030	2,730	3,490	4,590	5,530	7,340
9	2,090	2,530	3,320	4,170	5,380	6,390	8,340
10	2,560	3,060	3,940	4,860	6,180	7,270	9,340
11	3,050	3,610	4,580	5,580	6,990	8,150	10,340
12	3,570	4,180	5,230	6,300	7,810	9,030	11,340
13	4,110	4,760	5,890	7,040	8,630	9,930	12,340
14	4,660	5,370	6,570	7,790	9,470	10,820	13,340
15	5,230	5,980	7,260	8,550	10,310	11,720	14,340

Примечание. Для самоконтроля приводим числовой пример.

Исходные данные c_k , n_k и соответствующие им значения вероятностей \bar{P}_k , P_k приведены ниже (таблица примера). Остальные величины: $\bar{c} = 4,6$; $\chi^2 = 3,84$; $r = 12$; $P = 0,99$. Следовательно, в данном примере имеет место соответствие эмпирического распределения распределению Пуассона.

Таблица примера

№ п/п	c_k	n_k	\bar{P}_k	P_k
1	0	0	0	0,010
2	1	5	0,05	0,046
3	2	11	0,11	0,106
4	3	13	0,13	0,163
5	4	22	0,22	0,187
6	5	18	0,18	0,172
7	6	14	0,14	0,132
8	7	9	0,09	0,087
9	8	4	0,04	0,050
10	9	2	0,02	0,026
11	10	1	0,01	0,012
12	11	1	0,01	0,005
13	12	0	0	0,002
14	13	0	0	0,002
Сумма		100	1	1

**Задание 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕАЛЬНОГО ПОТОКА СООБЩЕНИЙ
ПОЛНОДОСТУПНЫМ ПУЧКОМ, ВКЛЮЧЕННЫМ
В ОДНОЗВЕННУЮ КОММУТАЦИОННУЮ СХЕМУ**

Изучить [1, гл. 2-4; 2, гл. 1-3; 3, гл. 2-5; 4, гл. 3].

Условие. На телефонной станции организован станционный эксперимент, направленный на выявление соответствия реального процесса обслуживания потоков сообщений математическим моделям, описываемым первой формулой Эрланга и формулой Энгсета. Условия эксперимента ограничены однозвеновой ступенью свободного искания, в выходы которой включен полнодоступный пучок из v линий. Поток создается N источниками; среднее число вызовов в ЧНН от всех источников составляет \bar{c} ; средняя длительность обслуживания одного сообщения принята равной \bar{i} . Измерения числа i одновременно занятых линий в пучке проводятся в течение 3 дней по 12 измерений в каждый ЧНН.

Требуется оценить следующие характеристики процесса обслуживания.

- По результатам измерений рассчитать эмпирические значения:
 - интенсивности нагрузки $\bar{y}_{об}$, обслуженной ступенью искания;
 - интенсивности нагрузки \bar{y} , поступающей на ступень искания;
 - интенсивности нагрузки $\bar{y}_п$, потерянной ступенью искания;
 - вероятности потерь по нагрузке $\bar{P}_п$.

2. В предположении, что поступающий на ступень искания реальный поток сообщений соответствует модели простейшего потока, для которого среднее число вызовов в ЧНН от всех источников $\bar{c} = \lambda T$ (T – промежуток времени, соответствующий ЧНН), рассчитать:

- интенсивность нагрузки y , поступающей на ступень искания;
- вероятность того, что все v линий пучка заняты P_v ;
- вероятности потерь по вызовам $P_в$, времени P_t , нагрузке P_n ;
- распределение вероятностей $P_i, i = 0, 1, \dots, v$
- интенсивность нагрузки $y_{об}$, обслуженной ступенью искания;
- интенсивность нагрузки $y_п$, потерянной ступенью искания;
- отклонение теоретического значения вероятности потерь $P_п$ от эмпирического значения $\bar{P}_п$, в %;
- отклонение в процентах теоретического значения интенсивности обслуженной нагрузки $y_{об}$ от эмпирического значения $\bar{y}_{об}$, в %.

3. В предположении, что поступающий на ступень искания реальный поток сообщений соответствует модели примитивного потока, который создает нагрузку интенсивности $y = \bar{y} = Na$ (a – интенсивность нагрузки, поступающей от одного источника), рассчитать:

- вероятность потерь по вызовам $P_в$;
- вероятность потерь по времени P_t ;
- вероятность потерь по нагрузке P_n ;
- распределение вероятностей $P_i, i = 0, 1, \dots, v$;
- среднее значение параметра потока $\bar{\lambda}$ от N источников;
- интенсивность нагрузки $y_{об}$, обслуженной ступенью искания;
- интенсивность нагрузки $y_п$, потерянной ступенью искания;
- отклонение в процентах теоретического значения вероятности потерь $P_п$ от эмпирического значения $\bar{P}_п$;
- отклонение теоретического значения интенсивности обслуженной нагрузки $y_{об}$ от эмпирического значения $\bar{y}_{об}$, в %.

4. Построить кривые распределений Эрланга и Энгсета и получить численное доказательство того, что сумма вероятностей состояний полнодоступного пучка при обслуживании примитивного и простейшего потоков вызовов составит

$$\sum_{i=0}^v P_i = 1.$$

5. Установить взаимосвязь между рассматриваемыми моделями, выявив условия перехода формулы Энгсета в первую формулу Эрланга.

6. По результатам проведенных исследований сформулировать выводы относительно соответствия процесса обслуживания реального потока сообщений математическим моделям, описываемым первой формулой Эрланга и формулой Энгсета.

Значения исходных данных, необходимые для выполнения задания, приведены в табл. 4 и 5.

Указание. В задании в рамках станционного эксперимента предлагается исследовать процесс обслуживания реального потока сообщений однозвеновой коммутационной системой, работающей в режиме свободного искания. Условия эксперимента позволяют при каждом испытании измерять число i одновременно занятых линий в пучке заданной емкости, а также фиксировать среднее число \bar{c} поступающих сообщений (вызовов) в ЧНН и среднюю длительность обслуживания одного вызова \bar{i} .

По результатам измерений, представленным в табл. 4 и 5, рассчитываются следующие эмпирические характеристики:

- интенсивность обслуженной нагрузки

$$\bar{y}_{об} = i = \frac{1}{3 \times 12} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{12} i_{jk},$$

где i_{jk} — число одновременно занятых линий при каждом измерении ($k = 1, 2, \dots, 12$) в j -й день измерений ($j = 1, 2, 3$);

- интенсивность поступающей нагрузки

$$\bar{y} = \bar{c} \times \bar{t},$$

- интенсивность потерянной (остаточной) нагрузки

$$\bar{y}_n = \bar{y} - y_{об},$$

- вероятность потерь по нагрузке

$$\bar{P}_n = \frac{\bar{y}_n}{\bar{y}}.$$

Последующие этапы задания направлены на выбор такой математической модели обслуживания, которая бы в наибольшей степени отвечала реальному процессу с параметрами $\bar{y}_{об}$, \bar{y} , \bar{y}_n , \bar{P}_n .

В задании предлагается сопоставить с реальным процессом две математические модели обслуживания: первая — (п. 2) характеризует процесс обслуживания простейшего потока вызовов полностью доступным пучком линий с потерями (без мест для ожидания) при показательном распределении длительности обслуживания; вторая — (п. 3) характеризует тот же процесс, но в условиях обслуживания не простейшего, а примитивного потока.

По классификации Кендалла [4, с. 11-12] речь идет о моделях обслуживания $M/M/v/K$, $K=v$ и $M/M/v/K/N$, $K=v$.

Предположим, что поступающий поток вызовов является простейшим. Для его полного описания достаточно знать интенсивность потока μ , зная которую можно оценить все остальные характеристики потока (параметр λ , функцию распределения промежутков между вызовами $A(x)$, вероятность поступления определенного числа вызовов k за некоторый промежуток времени $t - P_k(t)$).

Если принять за единицу времени ЧНН, то правомерно приравнять эмпирическое значение среднего числа вызовов в ЧНН его теоретическому значению:

$$\bar{c} = \mu = \lambda.$$

Переходя к расчету характеристик модели обслуживания $M/M/v/K$, $K=v$, также правомерно приравнять эмпирическое значение интенсивности поступающей нагрузки \bar{y} его теоретическому значению y :

$$\bar{y} = \bar{c} \times \bar{t} = y.$$

Модель $M/M/v/K$, $K=v$ описывается первым распределением Эрланга [1, ф-ла 4.21; 2, ф-ла 3.11; 3, ф-ла 4.3]:

$$P_i = E_{i,v}(y) = \frac{y^i}{\sum_{x=0}^v \frac{y^x}{x!}}, \quad 0 \leq i \leq v,$$

где P_i — вероятность того, что в полностью доступном пучке из v линий, на который поступает нагрузка интенсивности y , занято точно i линий.

Вероятность занятости в пучке всех v линий P_v равна вероятности потерь по вызовам $P_{в}$, времени P_t и нагрузке P_n :

$$P_{в} = P_t = P_n = E_{v,v}(y) = \frac{y^v}{\sum_{x=0}^v \frac{y^x}{x!}}. \quad (2)$$

Формула (2) табулирована (прил. 2).

Расчет первого распределения Эрланга целесообразно вести в следующей последовательности:

- определяется P_v (из прил. 2):

$$P_{v-1} = P_v \frac{v}{y},$$

$$P_{v-2} = P_{v-1} \frac{v-1}{y},$$

$$P_0 = P_1 \frac{1}{y};$$

- определяются интенсивности обслуженной $y_{об}$ и потерянной y_n нагрузок:

$$y_{об} = \sum_{i=0}^v iP_i = y(1 - P_v),$$

$$y_n = y - y_{об};$$

- определяются отклонения теоретических значений P_n и $y_{об}$ от эмпирических, \bar{P}_n и $\bar{y}_{об}$, в %:

$$\delta_1 = \frac{|P_n - \bar{P}_n|}{\bar{P}_n} \cdot 100, \quad (3)$$

$$\delta_2 = \frac{|y_{об} - \bar{y}_{об}|}{\bar{y}_{об}} \cdot 100. \quad (4)$$

Результаты измерений числа одновременно занятых линий

№ измерения	Вариант задачи																													
	Число одновременно занятых линий l																													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3																
2	5	5	4	2	1	3	2	4	5	3	4	12	0	1	1	0	2	1	3	0	1	0	1	0	2					
3	6	3	5	8	7	6	7	6	7	10	5	8	8	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	0	3	1	2			
4	2	2	3	4	3	4	5	6	3	2	6	3	6	2	2	1	1	1	1	2	2	4	3	4	4	2	5			
5	4	3	4	4	6	6	4	5	5	4	6	5	9	5	2	0	1	0	3	1	3	2	2	1	4	1	5	5		
6	1	4	3	3	4	5	8	7	10	8	3	2	4	2	0	1	1	1	0	1	1	3	1	2	3	5	3	0	5	
7	4	1	1	2	6	4	6	5	8	7	5	4	4	5	4	1	0	3	2	1	3	1	1	3	2	0	4	2	1	4
8	5	4	5	3	5	6	2	3	5	3	3	5	6	10	1	0	0	1	1	3	3	2	4	3	2	2	0	3	2	
9	5	3	4	4	2	3	5	5	7	5	4	6	2	6	2	2	0	3	1	1	3	4	1	3	5	1	1	5	1	
10	4	6	3	5	2	3	5	2	6	5	2	5	4	6	5	0	1	2	3	1	2	2	1	3	2	4	1	3	5	1
11	1	2	1	3	5	2	2	5	7	4	7	3	5	3	5	1	1	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	1	4	0
12	1	2	6	2	2	5	2	3	4	3	6	2	4	7	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	0

Таблица 5

Исходные данные

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
\bar{c}	167	180	180	220	240	40	72	72	88	90
l, c	72	81,6	94	10	10	10	10	10	10	100
v	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5
N	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20

Теперь перейдем к п. 3 задания. Предположим, что поступающий поток вызовов является примитивным, который характеризуется переменным параметром λ_i , пропорциональным числу свободных источников (абонентов):

$$\lambda_i = \alpha(N - i),$$

где N - общее число источников, i - число занятых источников, α - параметр потока одного свободного источника.

В сущности, примитивный поток - это суммарный поток, т. е. от каждого свободного источника поступают простейшие взаимно независимые потоки.

Модель обслуживания примитивного потока полностью доступным пучком (модель $M/M/v/K/N$, $K=v$) описывается формулами Энгсета [1, ф-лы 4.38 и 4.41; 2, ф-ла 3.10; 3, ф-ла 5.2].

Распределение Энгсета P_i и характеристики качества прохождения нагрузки имеют следующий вид:

$$P_i = \frac{C_N^i \left(\frac{a}{1-a}\right)^i}{\sum_{x=0}^v C_N^x \left(\frac{a}{1-a}\right)^x} = \frac{C_N^i (\alpha/\beta)^i}{\sum_{x=0}^v C_N^x (\alpha/\beta)^x}, \quad 0 \leq i \leq v,$$

$$P_b = P(N, v, a) = \frac{C_{N-1}^v \left(\frac{a}{1-a}\right)^v}{\sum_{x=0}^v C_{N-1}^x \left(\frac{a}{1-a}\right)^x} = \frac{C_{N-1}^v (\alpha/\beta)^v}{\sum_{x=0}^v C_{N-1}^x (\alpha/\beta)^x}, \quad (5)$$

$$P_i = P_v = P(N+1, v, a) = \frac{C_N^v \left(\frac{a}{1-a}\right)^v}{\sum_{x=0}^v C_N^x \left(\frac{a}{1-a}\right)^x} = \frac{C_N^v (\alpha/\beta)^v}{\sum_{x=0}^v C_N^x (\alpha/\beta)^x}, \quad (6)$$

$$P_H = \left(1 - \frac{v}{N}\right) P_i = \left(1 - \frac{v}{N}\right) P(N+1, v, a),$$

при этом $P_H < P_b < P_i = P_v$, где $\alpha/\beta = \alpha \times 1/\beta$ - среднее число вызовов, посылаемое одним свободным источником в течение интервала времени, равного средней длительности обслуживания;

$a = \frac{1/\beta}{1/\beta + 1/\alpha}$ - нагрузка, создаваемая одним источником, т. е. отношение средней длительности обслуживания к сумме средней длительности

сти обслуживания и расстояния от момента окончания обслуживания до момента посылки нового вызова.

Формула (5) табулирована (прил. 3).

Распределение P_i рассчитывается через рекуррентное соотношение, начиная с $i = v$:

$$P_{v-1} = \frac{v}{(N-v+1)\left(\frac{a}{1-a}\right)} P_v,$$

$$P_{v-2} = \frac{v-1}{(N-v+2)\left(\frac{a}{1-a}\right)} P_{v-1},$$

$$P_0 = \frac{1}{N\left(\frac{a}{1-a}\right)} P_1.$$

При расчете характеристик модели $M/M/v/K/N$, $K=v$ будем исходить из численного равенства между эмпирическим значением интенсивности поступающей нагрузки \bar{y} и ее математическим ожиданием ($\bar{y} = y$).

Интенсивность поступающей нагрузки на v линий от N источников (по определению среднего значения)

$$y = \sum_{i=0}^v \alpha(N-i) \frac{1}{\beta} P_i = N \frac{\left(\frac{a}{1-a}\right)}{1 + \left(\frac{a}{1-a}\right)(1-P_v)} = N \alpha.$$

Интенсивность обслуженной нагрузки (среднее число занятых ли-

$$y_{об} = \bar{i} = \sum_{i=0}^v i P_i = N \frac{\left(\frac{a}{1-a}\right)(1-P_v)}{1 + \left(\frac{a}{1-a}\right)(1-P_v)}.$$

Очевидно, что интенсивность потерянной нагрузки

$$y_{пот} = N \alpha - y_{об} = N \frac{\left(\frac{a}{1-a}\right)(1-P_v)}{1 + \left(\frac{a}{1-a}\right)(1-P_v)} = \alpha(N - \bar{i}) = \frac{1}{\beta} P_v.$$

Завершить рассмотрение п. 3 задания следует определением отклонений δ из (3) и (4).

Наконец, выполнение п. 4 связано с проверкой проведенных расчетов по рекуррентным формулам; при выполнении п. 5 устанавливается взаимосвязь между рассматриваемыми моделями; п. 6 подводит итог проведенным исследованиям.

Задание 3. ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ КОММУТАЦИИ

Таблица 6

Изучить [1, гл.5; 2, гл.4; 3, разд. 4.2, 4.3; 4, гл.3].

Условие. Ступень группового искания (ГИ) координатной АТС с индивидуальными управляющими устройствами (маркерами) для каждого блока комплектуется из s коммутационных блоков. Средняя длительность занятия входа ступени ГИ равна $t_{вх}$. На ступень искания поступает поток вызовов, создающий нагрузку $u_{вх}$. Управляющие устройства работают по системе с ожиданием. Средняя длительность занятия одним вызовом управляющего устройства равна h , допустимое время ожидания – $t_{доп}$.

Требуется оценить следующие характеристики процесса обслуживания.

1. Рассчитать качественные показатели работы управляющих устройств ступени ГИ при постоянной и показательно распределенной длительности обслуживания:

- вероятность задержки вызова $P\{\gamma > 0\}$;
- вероятность ожидания $P\{\gamma > t\}$ свыше допустимого времени t для любого поступающего вызова при фиксированных значениях $t_{доп}$;
- вероятность ожидания $P_1\{\gamma > t\}$ свыше допустимого времени t для задержанного вызова при фиксированных значениях $t_{доп}$;
- среднее время ожидания $\bar{\gamma}$ для любого поступившего вызова;
- среднее время ожидания $\bar{\gamma}_1$ для задержанного вызова.

2. Рассчитать среднее число ожидающих вызовов \bar{j} (среднюю длину очереди) при показательном распределении длительности обслуживания.

3. По результатам расчетов построить и проанализировать следующие графические зависимости:

- $P\{\gamma > t\} = f(t)$ и $P_1\{\gamma > t\} = f(t)$ для однолинейного пучка, если удельная поступающая нагрузка на управляющие устройства при постоянной длительности обслуживания равна s .

- $P\{\gamma > t\} = f(t)$ и $P_1\{\gamma > t\} = f(t)$ для однолинейного пучка, если удельная поступающая нагрузка на управляющие устройства при показательном распределении длительности обслуживания равна s .

4. Произвести анализ полученных результатов и сделать вывод о характере изменений $P\{\gamma > t\}$ и $P_1\{\gamma > t\}$ при увеличении $t_{доп}$ и s , а также об изменении $\bar{\gamma}$, $\bar{\gamma}_1$ с ростом s при прочих равных условиях для различных законов распределения длительности обслуживания.

Значения исходных данных, необходимых для выполнения задания, приведены в табл. 6.

Исходные данные ступени группового искания

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
s	10	4	2	10	14	3	1	12	16	4
$t_{вх}, c$	66	72	64	76	72	80	85	90	77	60
$u_{вх}, Эрл$	420	96	32	560	336	72	42	360	770	80
h, c	0,66	0,54	0,54	0,66	0,54	0,54	0,54	0,66	0,66	0,54
$t_{доп1}, c$	0,66	0,54	0,81	0,99	0,99	0,27	0,54	0,33	0,66	0,54
$t_{доп2}, c$	1,32	0,81	1,08	1,98	1,65	0,65	1,08	0,66	1,32	1,62
$t_{доп3}, c$	2,64	1,08	1,62	3,30	2,64	1,08	1,89	1,32	1,08	2,16

Указание. Задание посвящено определению важнейших характеристик качества обслуживания вызовов однолинейными пучками линий (маркерами координатных АТС), работающих в режиме с ожиданием.

Задание построено на сопоставлении двух математических моделей:

первая – характеризует процесс обслуживания простейшего потока вызовов полностью доступным пучком линий при показательном распределении длительности обслуживания и неограниченном числе мест для ожидания, при этом предполагается упорядоченная выборка из очереди;

вторая – характеризует тот же процесс, но при постоянной длительности обслуживания каждого вызова.

В соответствии с классификацией Кендалла [4, с.11-12], речь идет о моделях обслуживания $M/M/v$ и $M/D/v$, причем $M/M/v$ описывается вторым распределением Эрланга [1, ф-ла 5.4; 2, ф-ла 4.6; 3, ф-ла 4.13], $M/D/v$ описывается кривыми Кроммелина [1, рис. 5.4; 2, рис. 4.3].

Второе распределение Эрланга и характеристики качества прохождения нагрузки имеют следующий вид:

$$P_k = \begin{cases} P_i = \frac{\frac{y^i}{i!}}{\sum_{x=0}^{v-1} \frac{y^x}{x!} + \frac{y^v}{v!} \cdot \frac{v}{v-y}}, & 0 \leq k \leq v, \quad k=i, \\ W_j = \frac{\frac{y^v}{v!} \left(\frac{y}{v}\right)^j}{\sum_{x=0}^{v-1} \frac{y^x}{x!} + \frac{y^v}{v!} \cdot \frac{v}{v-y}}, & k \geq v, \quad k=v+j, \end{cases}$$

$$P_r = P\{\gamma > 0\} = \frac{\frac{y^v}{v!} \cdot \frac{v}{v-y}}{\sum_{x=0}^{v-1} \frac{y^x}{x!} + \frac{y^v}{v!} \cdot \frac{v}{v-y}}, \quad (8)$$

$$P\{\gamma > t\} = P\{\gamma > 0\} e^{-\beta(v-y)t}. \quad (9)$$

Формулы (8) и (9) табулированы (прил. 4), кривые Кроммелина представлены в прил. 5.

Определение качественных показателей обслуживания управляющими устройствами поступающей нагрузки должно производиться по расчетному значению нагрузки y_p .

Расчетное значение y_p обеспечивает требуемое качество прохождения нагрузки с заданной вероятностью ω , отклоняясь от математического ожидания нагрузки y по экспоненциальному закону:

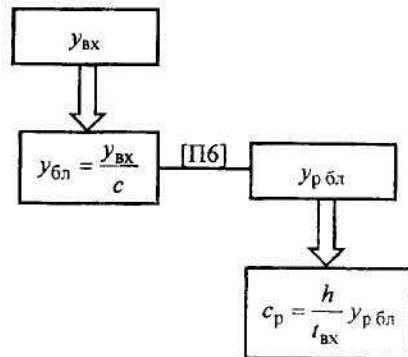
$$y_p = y + 0,674\sqrt{y}, \quad \omega = 0,75. \quad (10)$$

Формула (10) табулирована (прил. 6), что позволяет осуществлять переход от математического ожидания нагрузки к ее расчетному значению и наоборот.

На первом этапе выполнения задания необходимо определить расчетную нагрузку на одно управляющее устройство (маркер) ступени группового искания:

$$\text{при } v = 1, \quad y = c \quad (\text{ибо } c = \frac{y}{v}) \quad \text{и} \quad P\{\gamma > 0\} = f(c_p).$$

Порядок определения расчетной нагрузки $c_p = y_p$ на одно управляющее устройство очевиден из следующей последовательности действий.



После определения c_p можно перейти к оценке качественных показателей работы управляющих устройств ступени искания при показательной распределенной и при постоянной длительностях обслуживания.

Для этого следует выразить допустимое время ожидания $t_{\text{доп}}$ в условных единицах, численно равных длительности обслуживания маркером одного вызова, в с:

$$t_{\text{доп усл. ед.}} = t = \frac{t_{\text{доп}}}{h}.$$

Дальнейшие этапы выполнения задания направлены на поиск следующих характеристик качества прохождения нагрузки:

$$P\{\gamma > 0\}, \quad P\{\gamma > t\}, \quad P_1\{\gamma > t\} = \frac{P\{\gamma > t\}}{P\{\gamma > 0\}} - \frac{P\{\gamma > t\}}{c_p}$$

с использованием таблиц второй формулы Эрланга и кривых Кроммелина.

Результат этого поиска - графические зависимости для показательной распределенной и постоянной длительностях обслуживания:

$$P\{\gamma > t\} = f(t) \quad \text{при } v = 1, \quad c_p = \text{const.}$$

$$P_1\{\gamma > t\} = f(t) \quad \text{при } v = 1, \quad c_p = \text{const.}$$

а также ряд средних для моделей:

M/M/v

$$\bar{\gamma} = \frac{P\{\gamma > 0\}}{1 - c_p}, \quad \bar{\gamma}_1 = \frac{1}{1 - c_p}, \quad \bar{j} = c_p \bar{\gamma} = \frac{c_p^2}{1 - c_p};$$

M/D/v

$$\bar{\gamma} = \frac{P\{\gamma > 0\}}{2(1 - c_p)}, \quad \bar{\gamma}_1 = \frac{1}{2(1 - c_p)}.$$

Задание 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ СТУПЕНЕЙ ГРУППОВОГО ИСКАНИЯ КООРДИНАТНЫХ АТС

Изучить [1, гл. 3, 9, 10; 2, гл. 2, 7; 3, гл. 3, 7, 8].

Условие. Для телефонной сети с 7-значной нумерацией, полностью построенной на координатных АТС, проектируется новая координатная АТС. Рассматриваемая первая ступень группового искания комплектуется из односвязных двухзвенных коммутационных блоков. Звено А каждого блока содержит k коммутаторов по n входов и mf выходов, звено В – m коммутаторов по kf входов и l выходов. Требуемое число входов проектируемой ступени – N ; средняя длительность занятия входа – $t_{вх}$. Средняя длительность занятия маркера ступени равна $h = 0,66$ с. На ступень поступает нагрузка $y_{вх}$. Нагрузка распределяется по r направлениям. Доступности в направлениях d_1, d_2, \dots, d_r . Доли нагрузки в направлениях k_1, k_2, \dots, k_r , причём

$$\left(\sum_{i=1}^r k_i = 1 \right).$$

Допустимые вероятности потерь не должны превышать P_1, P_2, \dots, P_h .

Требуется решить следующие задачи.

1. Определить объем коммутационного оборудования первой ступени группового искания:

- число блоков ступени s ;
- число линий v_1, v_2, \dots, v_r в направлениях искания при заданных нормах потерь;

- число нагрузочных групп g для каждого направления связи.

2. Разработать и построить схему группообразования ступени группового искания, отразив:

- число блоков ступени s ;
- значения коммутационных параметров ступени, т.е. число входов в ступень N и число линий v_1, v_2, \dots, v_r в направлениях искания.

3. По результатам расчетов построить графическую зависимость удельной нагрузки c ($c=y/v$), поступающей на одну линию пучка в направлении, от емкости пучка линий v при фиксированных значениях доступности d и заданном качестве прохождения нагрузки P :

$$c=f(v), \quad d=\text{const}, \quad P=\text{const}.$$

Примечание. Кривые зависимости $c=f(v)$ при $P=0,005$ и $d=20; 40$ должны быть построены для диапазона значений v , рассчитанных для всех направлений, имеющих заданную доступность d .

Значения исходных данных, необходимых для выполнения задания, приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	720	800	840	960	960	800	720	960	840	800
$t_{вх}, c$	66	72	64	76	72	60	80	100	75	68
$y_{вх}, \text{Эрл}$	520	500	500	600	480	550	500	650	600	600

Таблица 8

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
n	15	13,3	15	13,3	15	13,3	15	13,3	15	13,3
m	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
l	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Указание. На начальном этапе выполнения задания необходимо установить соответствие между двумя системами обозначений структурных параметров коммутационных схем. В технике автоматической коммутации используется система обозначений «с индексами», указывающими на принадлежность структурного параметра к тому или иному звену коммутации.

В теории телетрафика, напротив, предпочитают чаще всего иную систему обозначений, «без индексов» [1, 3], чтобы не затруднять написание громоздких формул. Связь между указанными системами обозначений иллюстрирует табл. 9.

Таблица 9

Структурные параметры	Система обозначений	
	с индексами	без индексов
Число коммутаторов на звене А	k_A	k
Число входов в один коммутатор звена А	n_A	n
Число выходов из одного коммутатора звена А	m_A	mf
Число коммутаторов на звене В	k_B	m
Число входов в один коммутатор звена В	n_B	k_f
Число выходов из одного коммутатора звена В	m_B	$l(h)$
Связность	f	f
Коэффициент расширения на звене А	$\sigma = k_B f / n_A$	$\sigma_A = mf / n$
Число выходов из одного коммутатора звена В в направлении	q	q
Число направлений	$n(h)$	$r(h)$
Доступность в направлении	$d = k_B q$	$d = mq$

При определении объема коммутационного оборудования ступени (п.1) решаются три задачи расчетов: блоков ступени $s = N/n_A k_A = N/nk$; нагрузки и числа линий в направлениях искания; числа нагрузочных групп для каждого направления.

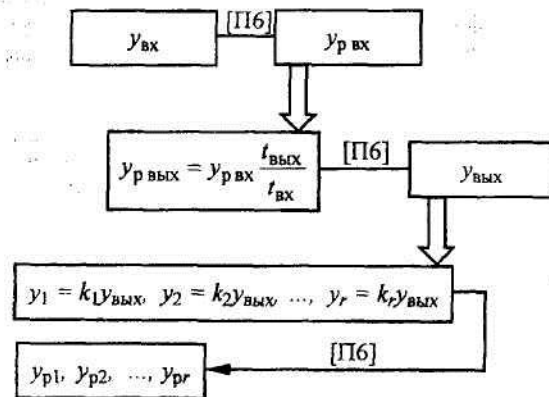
Объем коммутационного оборудования ступени определяется по расчетному значению нагрузки y_p , обеспечивающему требуемое качество прохождения нагрузки с заданной вероятностью ω :

$$y_p = y + 0,674\sqrt{y}, \quad \omega = 0,75.$$

Данная формула табулирована (прил. 6), что позволяют осуществлять переход от математического ожидания нагрузки к ее расчетному значению и наоборот.

Отклоняясь от математического ожидания нагрузки y по эмпирическому закону, расчетное значение нагрузки y_p способствует оптимальному перераспределению объема оборудования по направлениям связи. Перераспределение объема оборудования осуществляется таким образом, что в одних направлениях имеет место надбавка, а в других скидка по отношению к объему оборудования, вычисленному по математическому ожиданию нагрузки y . При этом суммарный объем оборудования не увеличивается, а качество обслуживания потоков вызовов, в итоге, повышается.

Порядок расчета нагрузки в направлениях связи очевиден из следующей последовательности действий.



Нагрузка, поступающая на входы, промежуточные линии и выходы любой коммутационной системы, отличается по своему значению и существенно зависит от длительности занятия этих элементов каждым соединением. Ввиду того, что длительность занятия промежуточных линий и выходов меньше длительности занятия входов, нагрузка $y_{вых}$ на выходы ступени ГИ меньше нагрузки на входы ступени $y_{вх}$:

$$y_{p_{вых}} = y_{p_{вх}} \frac{t_{вых}}{t_{вх}},$$

где $t_{вых}$ и $t_{вх}$ - средние длительности занятия соответственно выхода и входа ступени ГИ одним соединением.

При этом следует помнить, что $t_{вых}$ меньше $t_{вх}$ на среднее время $t_{со}$ слушания сигнала ответа станции ($t_{со} = 3$ с), время приема импульсов набора номера регистром и среднее время h занятия маркера ГИ одним соединением.

В предположении, что на проектируемой сети нет декадно-шаговых и цифровых АТС, имеем

$$t_{вых} = t_{вх} - t_{со} - t_n n - h,$$

где n - число знаков номера, необходимое для осуществления соединения от проектируемой координатной АТС к любой из существующих станций этой системы на сети;

t_n - время набора одного знака номера с дискового номеронабирателя ($t_n = 1,5$ с).

Распределение нагрузки по направлениям связи производится в соответствии с долями нагрузки k_1, k_2, k_r в этих направлениях:

$$y_1 = k_1 y_{вых}, \quad y_2 = k_2 y_{вых}, \quad \dots, \quad y_r = k_r y_{вых}.$$

Число соединительных линий v в каждом из направлений может быть рассчитано различными методами, например, методом эффективной доступности [1, разд. 9.6; 2, разд. 7.8; 3, разд. 7.2.3] или методом Якобеуса [1, разд. 9.2 - 9.5; 2, разд. 7.5; 3, разд. 7.2.1, 7.3.1].

Метод эффективной доступности базируется на свойстве звеньевых схем (как полностью доступных, так и неполностью доступных) изменять доступность выходов входам в процессе обслуживания поступающих вызовов. Так, например, в процессе работы ступени ГИ, скомплектованной из одно-связных двухзвеньевых схем, доступность выходов определенного направления входам одного коммутатора первого звена меняется от $d_{max} = mq$ до $d_{min} = (m - n + 1)q$; при наличии i занятых промежуточных линий этого коммутатора доступность принимает значение $d_i = (m - i)q$; математическое ожидание доступности

$$\bar{d} = \sum_{i=0}^{n-1} d_i W_i \approx q(m - y_m),$$

где W_i - вероятность занятия i промежуточных линий из m линий, принадлежащих одному коммутатору первого звена; y_m - нагрузка, обслуживаемая m промежуточными линиями этого коммутатора, при известной нагрузке a на один из n входов или при известной нагрузке b на одну из m промежуточных линий ($y_m = an = bm$).

Свойство звеньевых схем изменять свою доступность используется методом эффективной доступности. В предположении, что работа звеньевой схемы в интервале времени, в течение которого существует доступность d_i , подобна работе неполнодоступной однозвеньевой схемы с той же доступностью, устанавливается следующее условие эквивалентности рассматриваемых схем:

$$p = f(d) = \sum_{i=0}^{n-1} W_i f(d_i).$$

Доступность неполнодоступной однозвеньевой схемы, отвечающая этому условию, получила название эффективной.

Эффективная доступность $d_{\min} < d_3 \leq d$ двухзвеньевой схемы

$$d_3 = d_{\min} + \theta (\bar{d} - d_{\min}),$$

где θ — коэффициент, равный 0,65 - 0,75.

При известной эффективной доступности d_3 расчет двухзвеньевых схем (как с полностью доступным, так и неполнодоступными пучками линий в направлении) сводится к расчету неполнодоступных однозвонных схем инженерным методом [1, с. 137-139].

Последовательность расчета следующая:

$$d_{\min} \rightarrow \bar{d} \rightarrow d_3 \rightarrow v$$

при известных d_3 и P .

Формула для расчета неполнодоступной однозвеньевой схемы

$$v = d + \frac{y + y_d}{\sqrt{p}}, \quad (11)$$

где y — нагрузка, поступающая на неполнодоступный пучок; y_d — пропускная способность полностью доступного пучка при вероятности потерь P ; d — доступность однозвеньевой схемы.

При заданных значениях доступности и потерь P формула (11) является линейной зависимостью $v = \alpha y + \beta$, коэффициенты которой приведены в табл. 10.

При использовании метода Якобеуса первоначально находится расчетная нагрузка на один вход ступени:

$$a_{p \text{ вых}} = \frac{y_{p \text{ вых}}}{N},$$

после чего определяется возможность обслуживания нагрузки y_{p_i} , $i = 1, 2, \dots, h$ при заданном качестве прохождения нагрузки P_i полностью доступным пучком из $d_i = m q_i$ линий, включенных в направление i связи.

Таблица 10

Значения коэффициентов α и β при различных значениях d_3 и p

d_3	$p = 0,002$		$p = 0,003$		$p = 0,005$	
	α	β	α	β	α	β
2	22,4	0,6	18,3	0,5	14,2	0,4
3	7,92	1,0	6,93	0,9	5,85	0,8
4	4,72	1,4	4,27	1,3	3,76	1,2
5	3,47	1,8	3,19	1,7	2,87	1,6
6	2,82	2,2	2,63	2,1	2,41	2,0
7	2,42	2,6	2,29	2,5	2,13	2,4
8	2,17	3,0	2,07	2,9	1,93	2,7
9	1,99	3,3	1,9	3,2	1,8	3,0
10	1,86	3,6	1,79	3,5	1,7	3,3
11	1,76	3,9	1,7	3,8	1,62	3,6
12	1,68	4,2	1,68	4,1	1,55	3,9
13	1,61	4,5	1,56	4,4	1,50	4,2
14	1,55	4,8	1,51	4,7	1,46	4,4
15	1,51	5,1	1,47	4,9	1,42	4,6
16	1,47	5,4	1,44	5,1	1,39	4,8
17	1,44	5,6	1,41	5,3	1,36	5,0
18	1,41	5,8	1,38	5,5	1,34	5,2
19	1,38	6,0	1,36	5,7	1,32	5,4
20	1,36	6,3	1,34	5,9	1,30	5,6
21	1,34	6,5	1,32	6,1	1,28	5,8
22	1,32	6,7	1,30	6,3	1,27	6,0
23	1,31	6,9	1,28	6,5	1,26	6,2
24	1,30	7,1	1,27	6,7	1,25	6,4
25	1,28	7,3	1,26	6,9	1,24	6,6
26	1,27	7,5	1,25	7,1	1,23	6,8
27	1,26	7,7	1,24	7,3	1,22	7,0
28	1,25	7,9	1,23	7,5	1,21	7,2
30	1,23	8,3	1,21	7,9	1,19	7,5
32	1,21	8,7	1,20	8,2	1,18	7,7
34	1,20	9,1	1,19	8,5	1,17	7,9
36	1,19	9,5	1,18	8,8	1,16	8,1
38	1,18	9,9	1,17	9,1	1,15	8,3
40	1,17	10,2	1,16	9,4	1,14	8,5
43	1,15	10,6	1,14	9,8	1,13	9,0
46	1,14	11,0	1,13	10,2	1,12	9,5
50	1,13	11,5	1,12	10,8	1,11	10,0

С этой целью методом последовательного приближения из равенства рассчитывается нагрузка

$$P_i = \frac{E_{mq_i}(y_{mq_i})}{E_{nq_i}(y_{mq_i})}, \quad (12)$$

где y_{mq_i} - пропускная способность mq_i выходов в i направлении связи.

Заметим, что расчет нагрузки y_{mq_i} целесообразно начинать с определения ее верхней границы y_d - пропускной способности полнодоступного пучка из $d=d_i$ линий, включенного в однозвеньевую схему (таблицы первой формулы Эрланга в прил. 2). Значение нагрузки y_d служит ориентиром в последовательном поиске истинного значения y_{mq_i} ($y_{mq_i} < y_d$), которое обеспечивает приемлемость равенства (12).

Если найденное значение нагрузки y_{mq_i} окажется не меньше заданной нагрузки y_{p_i} ($y_{mq_i} \geq y_{p_i}$), то в $d_i = mq_i$, объединенных по всем s блокам ГИ выходов i -го направления, включаются v_i ($v_i \leq mq_i$) линий по принципу полнодоступного включения. В противном случае (при $y_{mq_i} < y_{p_i}$) необходимо организовать неполнодоступное включение и в $d_i = mq_i$, объединенных по всем g нагрузочным группам ГИ i -го направления, включить неполнодоступный пучок из v_i ($v_i > mq_i$) линий.

Число линий v_i неполнодоступного пучка в i направлении ступени ГИ при заданных потерях P_i рассчитывается из системы уравнений, рекомендуемых для схем с расширением при неупорядоченном занятии выходов. Поскольку пропускная способность y_{mq_i} полнодоступного двухзвьевого пучка в направлении i уже определена, достаточно использовать следующие уравнения системы:

$$\begin{cases} v_i = \alpha y_{p_i} + \beta \\ \alpha = \frac{1}{c}, \quad \beta = mq_i - \frac{y_{mq_i}}{c}, \\ P_i = c^{q_i(m-n)} \left(a_p^f + c^q - a_p^f c^q \right)^n, \end{cases}$$

здесь c (пропускная способность одной из $(v_i - mq_i)$ линий направления) определяется методом последовательного приближения ($0 \leq c < 1$).

Наконец, относительно определения числа нагрузочных групп для каждого направления связи.

В направлениях с полнодоступным включением $g = 1$.

Для направлений с неполнодоступными пучками линий число нагрузочных групп определяется числом блоков ступени ($g \leq s$). Убедиться в правильности проведенных расчетов, проверив полученное значение v_i на соответствие следующему неравенству:

$$mq_i \leq v_i \leq g/2 \times mq_i.$$

Обратимся теперь к пп. 2, 3 рассматриваемого задания. Затруднения, которые могут встретиться при выполнении этих пунктов, обычно связаны с построением ступени ГИ. Рекомендуется эту ступень представить в координатном виде, как это сделано в [1, рис. 9.3].

Необходимо указать число блоков ступени s , структурные параметры (n, m, k, f) , коммутационный параметр N , а также параметры одного из пучков (полнодоступного или неполнодоступного):

$$v_i, g_i, d_i = mq_i$$

в направлении i .

При выполнении п. 3 необходимо построить графические зависимости $c = f(v)$ при $p = 0,005$, $d = 40$, 20.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблицы формулы Пуассона

1. Значения функции $P_{i>k}(t)$ (табл. 1.1) служат для определения вероятности поступления точно k вызовов простейшего потока с параметром λ за время $[0, t)$:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$$

вероятности поступления k и более вызовов за то же самое время:

$$P_{i \geq k}(t) = \sum_{i=k}^{\infty} \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}$$

Значение функции (табл. 1.1)

$$P_{i>k}(t) = 1 - P_{i \leq k}(t),$$

где $P_{i \leq k}(t) = \sum_{i=0}^k \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}$ - вероятность поступления не более k вызовов за время $[0, t)$.

Вероятности $P_k(t)$, $P_{i \leq k}(t)$, $P_{i \geq k}(t)$ определяются из табл.1.1:

а) $P_k(t) = P_{i \leq k}(t) - P_{i \leq k-1}(t) = P_{i > k-1}(t) - P_{i > k}(t);$

б) $P_{i \leq k}(t) = 1 - P_{i > k}(t);$

в) $P_{i \geq k}(t) = P_{i > k-1}(t).$

При $\lambda t > 10$ вычисления можно производить по приближенной формуле:

$$P_{i \leq k}(t) \approx \Phi \left(\frac{k + 0,5 - \lambda t}{\sqrt{\lambda t}} \right),$$

где $\Phi^*(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-u^2/2} du$ - нормальная функция распределения

(значения $\Phi^*(x)$ приведены в табл. 1.2).

Пример 1. Определить по табл.1.1 значения функций $P_3(1)$, $P_{i \leq 3}(1)$, $P_{i \geq 3}(1)$ для простейшего потока с параметром $\lambda = 0,1$.

Решение. Для простейшего потока с параметром $\lambda = 0,1$ получим:

а) вероятность поступления точно трех вызовов за время $[0, 1)$:

$$P_3(1) = P_{i > 2}(1) - P_{i > 3}(1) = 0,000154652 - 0,000003846 = 0^3150806 ;$$

б) вероятность поступления не более трех вызовов за время $[0, t)$:

$$P_{i < 3}(1) = 1 - P_{i > 3}(1) = 1 - 0,000003846 = 0,999996154 ;$$

в) вероятность поступления не менее трех вызовов за время $[0, t)$:

$$P_{i \geq 3}(1) = P_{i > 2}(1) = 0,000154652 = 0^3154652 .$$

Пример 2. Определить по табл. 1.1 и 1.2 значения функции $P_{i \leq 16}(1)$ для простейшего потока с параметром $\lambda = 16$.

Решение. Для простейшего потока с параметром $\lambda = 16$ получаем:

а) $P_{i \leq 16}(1) = 1 - P_{i > 16}(1) = 1 - 0,4340 = 0,5660$ (табл.1.1);

б) $P_{i \leq 16}(1) \approx \Phi^* \left(\frac{16 + 0,5 - 16}{16} \right) = 0,5498$ (табл. 1.2).

При вычислении вероятности $P_{i \leq 16}(1)$ по приближенной формуле относительная погрешность расчета

$$\delta = \frac{0,5660 - 0,5498}{0,5660} \approx 0,028 \approx 2,8\% .$$

Таблица 1.1

Значения функции $P_{i>k}(t) = 1 - \sum_{i=0}^k \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}$ (Формула Пуассона)

$k \backslash \lambda t$	0.05	0.1	0.2	0.3
0	0.04877	0.09516	0.1812	0.2591
1	0.001209	0.004678	0.01752	0.03693
2	0.00002006	0.0001546	0.001148	0.003599
3	0.0000002497	0.000003846	0.00005684	0.0002658
4			0.000002258	0.00001578
5				0.0000007841
$k \backslash \lambda t$	0.4	0.5	0.6	0.7
0	0.3296	0.3934	0.4511	0.5034
1	0.06155	0.09020	0.1219	0.1558
2	0.007926	0.01438	0.02311	0.03414
3	0.0007762	0.001751	0.003358	0.005753
4	0.00006124	0.0001721	0.0003944	0.0007855
5	0.000004042	0.00001416	0.00003885	0.00009002
6	0.0000002289	0.000001002	0.000003293	0.000008883
7			0.0000002453	0.0000007693

$k \backslash \lambda t$	0.8	0.9	1.0	2.0
0	0.5506	0.5934	0.6321	0.8646
1	0.1912	0.2275	0.2642	0.5939
2	0.04742	0.06285	0.08030	0.3233
3	0.009079	0.01345	0.01898	0.1428
4	0.001411	0.002344	0.003659	0.05265
5	0.0001843	0.0003434	0.0005941	0.01656
6	0.00002074	0.0004340	0.00008324	0.004533
7	0.000002049	0.000004817	0.00001024	0.0001096
8	0.0000001798	0.0000004756	0.0000001125	0.0002374
9			0.0000001120	0.00004649
10				0.000008309
11				0.000001365
12				0.0000002081
$k \backslash \lambda t$	3.0	4.0	5.0	6.0
0	0.9505	0.9816	0.9932	0.9975
1	0.8008	0.9084	0.9595	0.9826
2	0.5768	0.7618	0.8753	0.9380
3	0.3527	0.5665	0.7349	0.8487
4	0.1847	0.3711	0.5595	0.7149
5	0.08391	0.2148	0.3840	0.5543
6	0.03359	0.1106	0.2378	0.3936
7	0.01190	0.05113	0.1333	0.2560
8	0.003802	0.02136	0.06809	0.1527
9	0.001102	0.008132	0.03182	0.08392
10	0.002923	0.002839	0.01369	0.04262
11	0.00007138	0.0009152	0.005453	0.02009
12	0.00001614	0.0002737	0.002018	0.008827
13	0.000003402	0.00007632	0.006979	0.003628
14	0.0000006709	0.00001993	0.0002262	0.001400
15		0.000004893	0.00006900	0.0005090
16		0.000001133	0.00001986	0.0001748
17		0.0000002489	0.000005416	0.00005691
18			0.000001401	0.00001759
19			0.0000003451	0.000005180
20				0.000001455
21				0.0000003910

$k \backslash \lambda r$	7.0	8.0	9.0	10.0
0	0.9990	0.9996	0.9998	0.9999
1	0.9927	0.9969	0.9987	0.9995
2	0.9703	0.9862	0.9937	0.9972
3	0.9182	0.9576	0.9787	0.9896
4	0.8270	0.9003	0.9450	0.9707
5	0.6992	0.8087	0.8843	0.9329
6	0.5502	0.6866	0.7932	0.8698
7	0.4012	0.5470	0.6751	0.7797
8	0.2709	0.4074	0.5443	0.6671
9	0.1695	0.2833	0.4125	0.5420
10	0.09052	0.1841	0.2940	0.4169
11	0.05334	0.1119	0.1969	0.3032
12	0.02699	0.06379	0.1242	0.2084
13	0.01281	0.03418	0.07385	0.1355
14	0.005717	0.01725	0.04146	0.08345
15	0.002406	0.008231	0.02203	0.04874
16	0.0009581	0.003718	0.01110	0.02704
17	0.0003617	0.001594	0.005319	0.01427
18	0.0001298	0.0006503	0.002426	0.007186
19	0.00004440	0.002259	0.001055	0.003454
20	0.00001449	0.00009396	0.0004392	0.001588
21	0.000004526	0.00003340	0.0001749	0.0006996
22	0.000001354	0.00001138	0.00006682	0.0002957
23	0.0000003890	0.000003726	0.00002452	0.0001201
24		0.000001172	0.000008654	0.00004695
25		0.0000003557	0.000002942	0.00001768
26			0.0000009655	0.000006424
27				0.000002255
28				0.0000007661

$k \backslash \lambda r$	12	14	16	20
0	0.9999	0.9999		
1	0.9999	0.9999	0.9999	
2	0.9994	0.9999	0.9999	
3	0.9977	0.9995	0.9999	0.9999
4	0.9924	0.9981	0.9995	0.9999
5	0.9796	0.9944	0.9986	0.9999
6	0.9541	0.9857	0.9959	0.9997
7	0.9104	0.9683	0.9900	0.9992
8	0.8449	0.9379	0.9780	0.9979
9	0.7576	0.8906	0.9567	0.9950
10	0.6527	0.8243	0.9226	0.9891
11	0.5384	0.7399	0.8730	0.9786
12	0.4240	0.6415	0.8068	0.9609
13	0.3184	0.5355	0.7254	0.9338
14	0.2279	0.4295	0.6324	0.8951
15	0.1555	0.3306	0.5332	0.8434
16	0.1012	0.2440	0.4340	0.7789
17	0.06296	0.1727	0.3406	0.7029
18	0.03741	0.1173	0.2576	0.6185
19	0.02127	0.07650	0.1877	0.5297
20	0.01159	0.04790	0.1318	0.4409
21	0.006065	0.02884	0.08922	0.3563
22	0.003047	0.01671	0.05824	0.2793
23	0.001472	0.009327	0.03668	0.2125
24	0.0006856	0.005019	0.02231	0.1567
25	0.0003077	0.002507	0.01311	0.1121
26	0.0001333	0.001308	0.007458	0.07788
27	0.00005583	0.0006351	0.004105	0.05248
28	0.00002261	0.0002983	0.002188	0.03433
29	0.000008871	0.0001357	0.001131	0.02181
30	0.000003372	0.00005992	0.0005672	0.01347
31	0.000001244	0.00002566	0.0002762	0.008091
32	0.0000004462	0.00001067	0.0001306	0.004727
33		0.000004316	0.00006010	0.002688
34		0.000001697	0.00002690	0.001489
35		0.0000006602	0.00001172	0.0008036
36			0.000004978	0.0004228
37			0.000002061	0.0002170
38			0.0000008328	0.0001087
39				0.00005320
40				0.00002542
41				0.00001187
42				0.000005427
43				0.000002420
44				0.000001062
45				0.0000004566

Таблица 1.2

Значения нормальной функции распределения

$$\Phi^*(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

x	Φ*(x)	x	Φ*(x)	x	Φ*(x)	x	Φ*(x)
-0.00	0.5000	60	2743	20	1151	80	0359
02	4920	62	2676	22	1112	82	0344
04	4840	64	2611	24	1075	84	0329
06	4761	66	2546	-1.26	0.1038	86	0314
08	4681	68	2483	28	1003	88	0301
10	4602	70	2420	30	0968	-1.90	0.0288
12	4522	72	2358	32	0934	92	0274
14	4443	74	2297	34	0901	94	0262
16	4364	76	2236	36	0869	96	0250
18	4286	78	2177	38	0838	98	0239
20	4207	80	2119	40	0808	-2.00	0228
22	4129	82	2061	42	0778	20	0139
24	4052	-0.84	0.2005	44	0749	40	0082
26	3974	86	1949	46	0721	60	0047
28	3897	88	1894	48	0694	80	0026
30	3821	90	1841	50	0668	-3.00	0014
32	3745	92	1788	52	0643	20	0007
34	3669	94	1736	54	0618	40	0003
36	3594	96	1685	56	0594	60	0002
38	3520	98	1635	58	0571	80	0001
40	3446	-1.00	1587	-1.60	0548	+0.00	5000
-0.42	0.3372	0.2	1539	62	0526	02	5080
44	3300	04	1492	64	0505	04	5160
46	3228	06	1446	66	0485	06	5239
48	3156	08	1401	68	0465	08	5319
50	3085	10	1357	70	0446	10	5398
52	3015	12	1314	72	0427	12	5478
54	2946	14	1271	74	0409	14	5557
56	2877	16	1230	76	0392	16	5636
58	2810	18	1190	78	0375	18	5714

x	Φ*(x)	x	Φ*(x)	x	Φ*(x)	x	Φ*(x)
+0.20	5793	70	7580	20	8849	70	9554
22	5871	72	7642	22	8888	72	9573
24	5948	74	7703	24	8925	74	9591
26	6026	76	7764	26	8962	76	9608
28	6103	78	7823	28	8997	78	9625
30	6179	80	7881	30	9032	+1.80	9641
32	6255	82	7939	32	9066	82	9656
+0.34	0.6331	84	7995	34	9099	84	9671
36	6406	86	8051	36	9131	86	9686
38	6480	88	8106	38	9162	88	9699
40	6554	90	8159	40	9192	90	9713
42	6628	92	8212	42	9222	92	9726
44	6700	94	8264	44	9251	94	9738
46	6772	96	8315	46	9279	96	9750
48	6844	+0.98	0.8365	48	9306	98	9761
50	6915	+1.00	8413	50	9332	+2.00	9772
52	6985	02	8461	52	9357	20	9861
54	7054	04	8508	54	9382	40	9918
56	7123	06	8554	56	9406	60	9953
58	7190	08	8599	58	9429	80	9974
60	7257	10	8643	60	9452	+3.00	9986
62	7324	12	8686	+1.62	0.9474	20	9993
64	7389	14	8729	64	9495	40	9997
66	7454	16	8770	66	9515	60	9998
68	7517	18	8810	68	9535	80	9999
						+3.90	1.0000

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблицы Пальма

Таблицы служат для определения вероятностей потерь $E_v(Y)$ как функции числа линий v полностью доступного пучка и интенсивности поступающей нагрузки Y (в Эрл) в системе с потерями:

$$E_v(Y) = \frac{Y^v}{v!} / \sum_{x=0}^v \frac{Y^x}{x!}$$

Точность таблиц доведена до 6 десятичных знаков, которые приведены в таблицах на пересечении столбцов и строк, соответствующих заданным значениям v и Y (для сокращения записи в начале значений $E_v(Y)$ опущены нули и запятые). Таблицы составлены для всех значений v от 1 до 270 в диапазоне интенсивностей нагрузок от 0,05 до 200 Эрл.

Если значение нагрузки Y больше максимальной величины, указанной в таблице, то число линий при заданных потерях

$$v' = 100 + \frac{Y - Y_{100}}{Y_{100}}$$

где Y - интенсивность поступающей нагрузки; Y_{100} - интенсивность нагрузки, обслуживаемая пучком в 100 линий при заданных потерях $E_v(Y)$; $Y_{100} = Y_{100} - Y_{99}$; Y_{99} - интенсивность нагрузки, обслуживаемая пучком в 99 линий при потерях $E_v(Y)$.

Для различных диапазонов нагрузок значения даются с различным шагом h (от 0,05 до 0,5 Эрл). При определении значения потерь $E_v(Y)$ для заданной интенсивности поступающей нагрузки Y , не совпадающей с табличными данными, т.е. имеющей значение между табличными данными Y' и $Y' + h$ ($Y' < Y < Y' + h$) используется формула Ньютона:

$$E_v(Y) = E_v(Y') + \Delta E_v(Y') \frac{Y - Y'}{h}$$

где $\Delta E_v(Y') = E_v(Y' + h) - E_v(Y')$.

Диапазон Y : 0,05...5,0; диапазон v : 1...10

Y/v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/v
0.05	047619	001189	000020								0.05
0.10	090909	004525	000151	000004							0.10
0.15	130433	009688	000484	000018	000001						0.15
0.20	166667	016393	001092	000055	000002						0.20
0.25	200000	024390	002028	000127	000006						0.25
0.30	230769	033457	003335	000250	000015	000001					0.30
0.35	259259	043401	005038	000441	000031	000002					0.35
0.40	285714	054054	007156	000715	000057	000004					0.40
0.45	310345	065270	009696	001090	000098	000007					0.45
0.50	333333	076923	012658	001580	000158	000013	000001				0.50
0.55	354839	088905	016038	002200	000242	000022	000002				0.55
0.60	375000	101124	019824	002965	000356	000036	000003				0.60
0.65	393939	113499	024001	003885	000505	000055	000005				0.65
0.70	411765	125964	028552	004972	000696	000081	000008	000001			0.70
0.75	428571	138462	033457	006234	000934	000117	000013	000001			0.75
0.80	444444	150943	038694	007679	001227	000164	000019	000002			0.80
0.85	459459	163369	044240	009313	001581	000224	000027	000003			0.85
0.90	473684	175705	050072	011141	002001	000300	000039	000004			0.90
0.95	487179	187923	056167	013164	002495	000395	000054	000006	000001		0.95
1.0	500000	200000	062500	015385	003067	000511	000073	000009	000001		1.0
1.1	523810	223660	075793	020417	004472	000819	000129	000018	000002		1.1
1.2	545455	246575	089776	026226	006255	001249	000214	000032	000004	000001	1.2
1.3	565217	268680	104286	032782	008451	001828	000339	000055	000008	000001	1.3
1.4	583333	289941	119180	040043	011088	002580	000516	000090	000014	000002	1.4
1.5	600000	310345	134328	047957	014183	003533	000757	000142	000024	000004	1.5
1.6	615385	329897	149620	056469	017749	004711	001076	000215	000038	000006	1.6
1.7	629630	348613	164960	065515	021790	006136	001488	000316	000060	000010	1.7
1.8	642857	366516	180267	075033	026302	007829	002009	000452	000090	000016	1.8
1.9	655172	383634	195474	084962	031276	009807	002655	000630	000133	000025	1.9
2.0	666667	400000	210526	095238	036697	012085	003441	000859	000191	000038	2.0
2.1	677419	415646	225378	105804	042547	014673	004383	001149	000268	000056	2.1
2.2	687500	430605	239993	116605	048802	017580	005495	001509	000369	000081	2.2
2.3	696970	444912	254343	127588	055437	020809	006791	001949	000498	000114	2.3
2.4	705882	458599	268406	138706	062423	024361	008283	002479	000661	000159	2.4
2.5	714286	471698	282167	149916	069731	028234	009983	003110	000863	000216	2.5
2.6	722222	484241	295614	161179	077331	032424	011900	003853	001112	000289	2.6
2.7	729730	496256	308738	172458	085194	036922	014041	004717	001413	000381	2.7
2.8	736842	507772	321537	183724	093288	041718	016413	005712	001774	000496	2.8
2.9	743590	518816	334009	194948	101584	046801	019020	006848	002202	000638	2.9
3.0	750000	529412	346154	206107	110054	052157	021864	008132	002703	000810	3.0
3.1	756098	539585	357975	217178	118671	057771	024946	009574	003287	001018	3.1
3.2	761905	549356	369475	228145	127409	063628	028265	011180	003959	001265	3.2
3.3	767442	558748	380660	238991	136244	069710	031818	012955	004728	001558	3.3
3.4	772727	567780	391536	249703	145152	076001	035601	014905	005599	001900	3.4
3.5	777778	576471	402110	260271	154112	082484	039608	017033	006581	002298	3.5
3.6	782609	584838	412389	270685	163105	089140	043834	019344	007678	002756	3.6
3.7	787234	592897	422379	280938	172113	095952	048270	021837	008898	003281	3.7
3.8	791667	600666	432090	291024	181119	102905	052907	024515	010245	003878	3.8
3.9	795918	608157	441529	300939	190108	109980	057737	027376	011724	004552	3.9
4.0	800000	615385	450704	310680	199067	117162	062749	030420	013340	005308	4.0
4.1	803922	622362	459623	320243	207983	124437	067933	033644	015095	006151	4.1
4.2	807692	629101	468295	329628	216846	131788	073278	037046	016994	007087	4.2
4.3	811321	635614	476726	338835	225645	139202	078774	040621	019038	008120	4.3
4.4	814815	641910	484926	347862	234373	146666	084408	044365	021229	009254	4.4
4.5	818182	648000	492901	356712	243021	154166	090170	048272	023567	010494	4.5
4.6	821429	653894	500658	365384	251583	161693	096050	052338	026034	011843	4.6
4.7	824561	659600	508206	373882	260053	169234	102035	056555	028687	013304	4.7
4.8	827586	665127	515552	382206	268427	176780	108115	060917	031467	014879	4.8
4.9	830508	670483	522701	390359	276700	184320	114279	065417	034391	016572	4.9
5.0	833333	675676	529661	398343	284868	191847	120519	070048	037458	018385	5.0

Диапазон Y: 5,0...10,0; диапазон y: 1...10

Y/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/y
5.0	833333	675676	529661	398343	284868	191847	120519	070048	037458	018385	5.0
5.1	836066	680712	536438	406161	292929	199353	126823	074802	040664	020317	5.1
5.2	838710	685598	543039	413817	300880	206829	133182	079671	044007	022371	5.2
5.3	841270	690342	549649	421312	308719	214270	139587	084649	047482	024548	5.3
5.4	843750	694948	555734	428650	316446	221670	146031	089726	051086	026846	5.4
5.5	846154	699422	561840	435835	324059	229022	152503	094897	054814	029265	5.5
5.6	848485	703770	567793	442869	331557	236322	158998	100152	058661	031805	5.6
5.7	850746	707997	573596	449756	338940	243566	165507	105485	062623	034465	5.7
5.8	852941	712108	579256	456499	346208	250750	172024	110888	066695	037242	5.8
5.9	855072	716108	584777	463101	353361	257870	178542	116354	070871	040135	5.9
6.0	857143	720000	590164	469565	360400	264922	185055	121876	075145	043142	6.0
6.1	859155	723789	595421	475896	367326	271905	191557	127447	079513	046259	6.1
6.2	861111	727479	600552	482095	374139	278817	198044	133062	083968	049484	6.2
6.3	863014	731074	605562	488167	380839	285654	204511	138712	088505	052813	6.3
6.4	864865	734577	610455	494113	387430	292415	210953	144394	093119	056244	6.4
6.5	866667	737991	615234	499939	393910	299099	217365	150100	097803	059772	6.5
6.6	868421	741321	619903	505645	400283	305705	223745	155826	102553	063394	6.6
6.7	870130	744568	624465	511236	406548	312232	230089	161566	107363	067106	6.7
6.8	871795	747736	628924	516715	412709	318679	236393	167615	112228	070904	6.8
6.9	873418	750828	633284	522083	418765	325045	242655	173068	117142	074784	6.9
7.0	875000	753846	637546	527345	424719	331330	248871	178822	122101	078741	7.0
7.1	876543	756793	641715	532502	430573	337534	255041	184571	127100	082772	7.1
7.2	878049	759672	645794	537557	436328	343657	261162	190313	132133	086871	7.2
7.3	879518	762484	649784	542513	441986	349699	267231	196043	137197	091036	7.3
7.4	880952	765232	653688	547373	447548	355660	273247	201758	142286	095262	7.4
7.5	882353	767918	657510	552138	453016	361541	279209	207455	147397	099544	7.5
7.6	883721	770544	661252	556812	458392	367341	285115	213131	152526	103878	7.6
7.7	885057	773113	664916	561396	463678	373062	290965	218783	157668	108261	7.7
7.8	886364	775625	668504	565893	468874	378703	296757	224408	162821	112689	7.8
7.9	887640	778083	672018	570306	473984	384266	302490	230005	167979	117156	7.9
8.0	888889	780488	675462	574635	479008	389752	308165	235570	173141	121661	8.0
8.1	890110	782842	678836	578884	483949	395160	313779	241103	178302	126199	8.1
8.2	891304	785147	682143	583054	488807	400493	319334	246600	183460	130766	8.2
8.3	892473	787404	685385	587148	493585	405750	324828	252062	188613	135358	8.3
8.4	893617	789615	688563	591166	498284	410932	330261	257485	193756	139974	8.4
8.5	894737	791781	691680	595112	502906	416041	335633	262869	198888	144608	8.5
8.6	895833	793903	694736	598987	507452	421078	340945	268212	204006	149259	8.6
8.7	896907	795983	697735	602792	511923	426042	346196	273513	209109	153922	8.7
8.8	897959	798021	700676	606530	516322	430936	351386	278772	214193	158596	8.8
8.9	898990	800020	703563	610201	520650	435761	356515	283987	219257	163277	8.9
9.0	900000	801980	706395	613809	524908	440516	361585	289158	224300	167963	9.0
9.1	900990	803903	709176	617353	529098	445204	366594	294284	229319	172651	9.1
9.2	901961	805788	711906	620836	533220	449825	371543	299364	234313	177339	9.2
9.3	902913	807638	714586	624260	537278	454381	376433	304398	239280	182025	9.3
9.4	903846	809454	717218	627625	541271	458872	381264	309385	244220	186705	9.4
9.5	904762	811236	719803	630932	545201	463299	386037	314326	249130	191379	9.5
9.6	905660	812985	722342	634185	549069	467663	390752	319219	254010	196044	9.6
9.7	906542	814703	724837	637383	552877	471966	395409	324065	258859	200699	9.7
9.8	907407	816389	727288	640528	556626	476208	400009	328864	263675	205341	9.8
9.9	908257	818045	729697	643621	560318	480391	404553	333615	268459	209970	9.9
10.0	909091	819672	732064	646663	563952	484515	409041	338318	273208	214582	10.0

Диапазон Y: 10,0...15,0; диапазон y: 1...10

Y/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/y
10.0	909091	819672	732064	646663	563952	484515	409041	338318	273208	214582	10.0
10.1	909910	821270	734392	649656	567531	488581	413473	342974	277923	219178	10.1
10.2	910714	822841	736680	652601	571056	492591	417852	347582	282602	223756	10.2
10.3	911504	824384	738930	655498	574527	496544	422176	352143	287246	228314	10.3
10.4	912281	825901	741142	658350	577946	500443	426446	356657	291853	232851	10.4
10.5	913043	827392	743318	661156	581314	504288	430664	361123	296424	237366	10.5
10.6	913793	828858	745458	663918	584632	508080	434830	365542	300957	241858	10.6
10.7	914530	830300	747564	666637	587901	511820	438944	369915	305453	246327	10.7
10.8	915254	831717	749636	669314	591122	515509	443007	374241	309912	250770	10.8
10.9	915966	833111	751674	671950	594296	519147	447021	378521	314332	255189	10.9
11.0	916667	834483	753681	674545	597423	522736	450984	382756	318714	259580	11.0
11.1	917355	835832	755655	677101	600506	526276	454899	386944	323058	263945	11.1
11.2	918033	837160	757599	679618	603544	529769	458766	391088	327363	268282	11.2
11.3	918699	838466	759513	682098	606538	533215	462586	395186	331631	272591	11.3
11.4	919355	839752	761397	684541	609490	536615	466358	399241	335859	276871	11.4
11.5	920000	841017	763252	686947	612400	539969	470084	403251	340049	281122	11.5
11.6	920635	842263	765079	689318	615269	543279	473765	407217	344201	285343	11.6
11.7	921260	843490	766879	691655	618098	546545	477400	411141	348315	289535	11.7
11.8	921875	844698	768651	693958	620888	549768	480992	415021	352390	293695	11.8
11.9	922481	845887	770397	696227	623639	552949	484540	418859	356427	297826	11.9
12.0	923077	847059	772118	698464	626352	556089	488045	422655	360426	301925	12.0
12.1	923664	848213	773813	700669	629028	559188	491507	426410	364387	305993	12.1
12.2	924242	849349	775484	702843	631667	562246	494928	430123	368310	310030	12.2
12.3	924812	850469	777130	704986	634271	565266	498307	433796	372196	314036	12.3
12.4	925373	851573	778753	707100	636840	568246	501647	437429	376045	318009	12.4
12.5	925926	852660	780353	709184	639375	571189	504946	441022	379856	321951	12.5
12.6	926471	853732	781930	711240	641875	574094	508206	444575	383631	325862	12.6
12.7	927007	854788	783484	713267	644343	576963	511427	448090	387369	329740	12.7
12.8	927536	855830	785017	715266	646778	579795	514610	451567	391071	333587	12.8
12.9	928058	856856	786529	717239	649182	582592	517755	455005	394737	337402	12.9
13.0	928571	857868	788020	719185	651554	585355	520863	458406	398367	341185	13.0
13.1	929078	858866	789491	721105	653895	588082	523935	461771	401961	344936	13.1
13.2	929577	859850	790941	723000	656206	590777	526971	465098	405521	348656	13.2
13.3	930070	860820	792372	724869	658488	593438	529972	468390	409045	352344	13.3
13.4	930556	861778	793784	726714	660740	596066	532937	471646	412535	356001	13.4
13.5	931034	862722	795176	728535	662964	598663	535869	474867	415990	359626	13.5
13.6	931507	863653	796551	730333	665160	601228	538767	478053	419412	363220	13.6
13.7	931973	864572	797907	732107	667329	603762	541631	481205	422800	366782	13.7
13.8	932432	865479	799245	733858	669471	606265	544463	484323	426154	370314	13.8
13.9	932886	866374	800566	735587	671586	608739	547262	487407	42		

Диапазон Y: 15,0...20,0; диапазон v: 1...10

Y/v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/v
15.0	937500	875486	814038	753247	693227	634111	576057	519256	463929	410341	15.0
15.1	937888	876254	815173	754738	695058	636262	578505	521972	466881	413486	15.1
15.2	938272	877012	816296	756212	696867	638388	580926	524661	469804	416604	15.2
15.3	938650	877761	817404	757668	698656	640491	583321	527321	472698	419694	15.3
15.4	939024	878501	818500	759107	700424	642571	585691	529955	475564	422756	15.4
15.5	939394	879231	819582	760530	702172	644627	588035	532561	478403	425790	15.5
15.6	939759	879954	820652	761936	703900	646661	590354	535141	481214	428798	15.6
15.7	940120	880667	821710	763325	705609	648672	592648	537694	483998	431779	15.7
15.8	940476	881373	822755	764699	707298	650661	594918	540222	486756	434733	15.8
15.9	940828	882070	823788	766058	708969	652629	597164	542724	489487	437660	15.9
16.0	941176	882759	824809	767400	710621	654576	599387	545201	492191	440561	16.0
16.1	941520	883440	825818	768728	712255	656501	601586	547653	494870	443437	16.1
16.2	941860	884113	826816	770041	713872	658406	603763	550080	497524	446287	16.2
16.3	942197	884778	827803	771340	715470	660291	605917	552484	500152	449111	16.3
16.4	942529	885436	828778	772623	717051	662155	608048	554863	502756	451910	16.4
16.5	942857	886086	829743	773893	718615	664000	610158	557219	505334	454685	16.5
16.6	943182	886729	830697	775149	720162	665825	612246	559551	507889	457434	16.6
16.7	943503	887365	831640	776391	721692	667632	614313	561861	510419	460160	16.7
16.8	943820	887994	832573	777620	723207	669419	616359	564148	512926	462861	16.8
16.9	944134	888616	833496	778836	724705	671188	618385	566412	515409	465538	16.9
17.0	944444	889231	834409	779803	726187	672939	620390	568655	517869	468192	17.0
17.1	944751	889839	835312	781227	727654	674671	622374	570875	520306	470822	17.1
17.2	945055	890441	836205	782404	729105	676386	624339	573075	522721	473429	17.2
17.3	945355	891036	837089	783569	730542	678083	626285	575253	525113	476013	17.3
17.4	945652	891624	837963	784721	731963	679764	628211	577410	527483	478575	17.4
17.5	945946	892207	838828	785861	733370	681427	630118	579546	529831	481114	17.5
17.6	946237	892783	839683	786990	734762	683073	632007	581663	532158	483631	17.6
17.7	946524	893353	840530	788106	736141	684703	633877	583759	534463	486125	17.7
17.8	946809	893917	841368	789211	737505	686317	635729	585835	536748	488599	17.8
17.9	947090	894475	842198	790305	738855	687915	637562	587892	539011	491050	17.9
18.0	947368	895028	843018	791388	740192	689497	639379	589929	541255	493481	18.0
18.1	947644	895574	843830	792459	741515	691063	641177	591947	543477	495890	18.1
18.2	947917	896115	844634	793520	742826	692614	642959	593947	545680	498279	18.2
18.3	948187	896651	845430	794570	744123	694150	644723	595928	547863	500647	18.3
18.4	948454	897180	846218	795610	745407	695671	646471	597890	550027	502994	18.4
18.5	948718	897705	846998	796639	746679	697177	648202	599835	552171	505322	18.5
18.6	948980	898224	847770	797658	747939	698669	649917	601761	554296	507629	18.6
18.7	949239	898738	848534	798667	749186	700147	651615	603670	556402	509917	18.7
18.8	949495	899247	849290	799666	750421	701610	653298	605562	558489	512186	18.8
18.9	949749	899751	850040	800655	751644	703060	654965	607436	560559	514435	18.9
19.0	950000	900249	850781	801635	752855	704495	656617	609293	562609	516665	19.0
19.1	950249	900743	851516	802605	754055	705918	658254	611134	564642	518876	19.1
19.2	950495	901232	852243	803566	755244	707327	659875	612958	566658	521069	19.2
19.3	950739	901716	852964	804518	756421	708723	661482	614766	568655	523243	19.3
19.4	950980	902196	853677	805460	757587	710105	663074	616558	570636	525399	19.4
19.5	951220	902671	854384	806394	758742	711476	664651	618333	572599	527537	19.5
19.6	951456	903141	855083	807318	759886	712833	666214	620093	574545	529657	19.6
19.7	951691	903607	855777	808234	761020	714178	667763	621838	576475	531760	19.7
19.8	951923	904068	856463	809142	762143	715511	669298	623567	578388	533845	19.8
19.9	952153	904525	857143	810041	763255	716831	670820	625281	580284	535912	19.9
20.0	952381	904977	857817	810931	764358	718140	672328	626980	582165	537963	20.0
Y/v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/v

Диапазон Y: 20,0...100,0; диапазон v: 1...10

Y/v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/v
20.0	952381	904977	857817	810931	764358	718140	672328	626980	582165	537963	20.0
20.5	953488	907178	861093	815263	769722	724509	679670	635257	591332	547968	20.5
21.0	954545	909278	864222	819402	774850	730602	686698	643186	600123	557573	21.0
21.5	955556	911286	867213	823361	779758	736435	693431	650789	608559	566800	21.5
22.0	956522	913208	870077	827152	784458	742025	699887	658083	616660	575669	22.0
22.5	957447	915047	872820	830784	788964	747386	706082	665088	624444	584199	22.5
23.0	958333	916811	875450	834268	793287	752533	712032	671818	631929	592409	23.0
23.5	959184	918503	877973	837612	797439	757476	717750	678290	639131	600313	23.5
24.0	960000	920128	880397	840825	801428	762228	723249	684517	646065	607929	24.0
24.5	960784	921689	882727	843914	805265	766800	728541	690513	652745	615270	24.5
25.0	961538	923191	884968	846885	808957	771201	733638	696290	659185	622351	25.0
25.5	962264	924636	887126	849747	812513	775441	738550	701860	665396	629184	25.5
26.0	962963	926027	889204	852504	815940	779529	743286	707233	671390	635783	26.0
26.5	963636	927369	891207	855162	819245	783472	747857	712419	677177	642157	26.5
27.0	964286	928662	893139	857726	822434	787277	752269	717427	682769	648318	27.0
27.5	964912	929911	895004	860202	825514	790953	756532	722267	688175	654276	27.5
28.0	965517	931116	896805	862593	828489	794504	760652	726946	693403	660041	28.0
28.5	966102	932281	898546	864904	831365	797938	764637	731473	698462	665621	28.5
29.0	966667	933407	900229	867139	834146	801260	768492	735854	703360	671025	29.0
29.5	967213	934497	901857	869301	836838	804476	772225	740096	708103	676261	29.5
30.0	967742	935551	903433	871395	839444	807590	775840	744206	712700	681336	30.0
31.0	968750	937561	906438	875388	844416	813531	782740	752053	721480	691033	31.0
32.0	969697	939450	909262	879141	849091	819119	789232	759438	729746	700167	32.0
33.0	970588	941227	911921	882675	853494	824383	795349	766400	737542	708785	33.0
34.0	971429	942904	914429	886009	857648	829352	801125	772974	744906	716929	34.0
35.0	972222	944487	916799	889160	861575	834048	806585	779192	751873	724636	35.0
36.0	972973	945985	919040	892141	865291	838495	811756	785080	758473	731940	36.0
37.0	973684	947405	921165	894967	868814	842710	816659	790666	764734	738870	37.0
38.0	974359	948752	923180	897648	872158	846712	821315	795970	770682	745456	38.0
39.0	975000	950031	925096	900196	875336	850516	825741	801014	776340	751721	39.0
40.0	975610	951249	926918	902621	878360	854137	829955	805817	781726	757688	40.0
41.0	976190	952408	928654	904931	881241	857587	833970	810394	786862	763377	41.0
42.0	976744	953514	930310	907134	883990	860878	837801	814762	791763	768808	42.0
43.0	977273	954569	931890	909238	886614	864021	841460	818934	796445	773997	43.0
44.0	977778	955577	933401	911248	889123	867025	844958	822923	800923	778960	44.0
45.0	978261	956542	934846	913172	891523	869900	848306	826741	805209	783711	45.0
46.0	978723	957466	936229	915014	893822	872654	851513	830399	809315	788263	46.0
47.0	979167	958351	937555	916780	896025	875294	854587	833906	813253	792630	47.0
48.0	979592	959201	938827	918473	898139	877827	8				

Диапазон Y: 105...200; диапазон v: 1...10

Y/v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/v
105	990566	981134	971703	962274	952847	943422	933999	924578	915159	905742	105
110	990991	981983	972977	963973	954970	945969	936969	927971	918975	909981	110
115	991379	982760	974142	965525	956910	948296	939683	931072	922463	913855	115
120	991736	983472	975210	966949	958689	950431	942173	933918	925663	917410	120
125	992063	984128	976193	968260	960328	952396	944466	936537	928609	920683	125
130	992366	984734	977102	969471	961841	954212	946584	938957	931331	923707	130
135	992647	985295	977944	970593	963243	955895	948547	941200	933854	926509	135
140	992908	985816	978726	971636	964546	957458	950370	943283	936197	929112	140
145	993151	986302	979454	972607	965760	958914	952069	945224	938380	931537	145
150	993377	986756	980134	973513	966893	960274	953655	947037	940419	933802	150
155	993590	987180	980771	974362	967954	961547	955140	948733	942328	935922	155
160	993789	987578	981368	975158	968949	962740	956532	950324	944117	937911	160
165	993976	987952	981929	975906	969884	963862	957841	951820	945800	939780	165
170	994152	988304	982457	976611	970764	964918	959073	953228	947383	941539	170
175	994318	988637	982956	977275	971595	965915	960235	954556	948877	943199	175
180	994475	988951	983426	977903	972379	966856	961333	955811	950289	944767	180
185	994624	989248	983872	978497	973121	967747	962372	956998	951625	946251	185
190	994764	989529	984294	979059	973825	968591	963357	958123	952890	947657	190
195	994898	989796	984695	979593	974492	969392	964291	959191	954092	948992	195
200	995025	990050	985075	980101	975127	970153	965179	960206	955233	950260	200
Y/v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y/v

Диапазон Y: 2,1...5,0; диапазон v: 11...20

Y/v	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/v
2.1	000011	000002									2.1
2.2	000016	000003	000001								2.2
2.3	000024	000005	000001								2.3
2.4	000035	000007	000001								2.4
2.5	000049	000010	000002								2.5
2.6	000068	000015	000003	000001							2.6
2.7	000094	000021	000004	000001							2.7
2.8	000126	000029	000006	000001							2.8
2.9	000168	000041	000009	000002							2.9
3.0	000221	000055	000013	000003	000001						3.0
3.1	000287	000074	000018	000004	000001						3.1
3.2	000368	000098	000024	000006	000001						3.2
3.3	000467	000128	000033	000008	000002						3.3
3.4	000587	000166	000043	000011	000002	000001					3.4
3.5	000731	000213	000057	000014	000003	000001					3.5
3.6	000901	000270	000075	000019	000005	000001					3.6
3.7	001102	000340	000097	000026	000006	000001					3.7
3.8	001338	000423	000124	000034	000009	000002					3.8
3.9	001611	000523	000157	000044	000011	000003	000001				3.9
4.0	001926	000642	000197	000056	000015	000004	000001				4.0
4.1	002287	000781	000246	000072	000020	000005	000001				4.1
4.2	002699	000944	000305	000091	000026	000007	000002				4.2
4.3	003164	001133	000374	000115	000033	000009	000002	000001			4.3
4.4	003688	001350	000457	000144	000042	000012	000003	000001			4.4
4.5	004275	001600	000554	000178	000053	000015	000004	000001			4.5
4.6	004928	001886	000667	000219	000067	000019	000005	000001			4.6
4.7	005652	002209	000798	000268	000084	000025	000007	000002			4.7
4.8	006451	002574	000949	000325	000104	000031	000009	000002	000001		4.8
4.9	007328	002983	001123	000393	000128	000039	000011	000003	000001		4.9
5.0	008287	003441	001322	000472	000157	000049	000014	000004	000001		5.0
Y/v	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/v

Диапазон Y: 5,0...10,0; диапазон v: 11...20

Y/v	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/v
5.0	008287	003441	001322	000472	000157	000049	000014	000004	000001		5.0
5.1	009332	003950	001547	000563	000192	000061	000018	000005	000001		5.1
5.2	010465	004514	001802	000669	000232	000075	000023	000007	000002		5.2
5.3	011689	005136	002090	000790	000279	000092	000029	000008	000002	000001	5.3
5.4	013007	005819	002411	000929	000334	000113	000036	000011	000003	000001	5.4
5.5	014422	006566	002770	001087	000398	000137	000044	000014	000004	000001	5.5
5.6	015934	007381	003169	001266	000472	000165	000054	000017	000005	000001	5.6
5.7	017546	008265	003611	001468	000558	000199	000067	000021	000006	000002	5.7
5.8	019259	009223	004098	001695	000655	000237	000081	000026	000008	000002	5.8
5.9	021074	010255	004633	001948	000766	000282	000098	000032	000010	000003	5.9
6.0	022991	011365	005218	002231	000892	000334	000118	000039	000012	000004	6.0
6.1	025011	012554	005856	002545	001034	000394	000141	000048	000015	000005	6.1
6.2	027134	013825	006550	002893	001194	000463	000169	000058	000019	000006	6.2
6.3	029360	015180	007303	003275	001374	000541	000200	000070	000023	000007	6.3
6.4	031687	016619	008115	003696	001575	000629	000237	000084	000028	000009	6.4
6.5	034115	018144	008990	004157	001798	000730	000279	000101	000034	000011	6.5
6.6	036643	019755	009930	004660	002046	000843	000327	000120	000042	000014	6.6
6.7	039269	021455	010936	005207	002320	000971	000382	000142	000050	000017	6.7
6.8	041991	023242	012011	005800	002623	001113	000445	000168	000060	000020	6.8
6.9	044808	025117	013156	006442	002955	001273	000516	000198	000072	000025	6.9
7.0	047717	027081	014373	007135	003319	001450	000597	000232	000085	000030	7.0
7.1	050716	029133	015662	007880	003716	001646	000687	000271	000101	000036	7.1
7.2	053802	031272	017025	008680	004149	001864	000789	000315	000119	000043	7.2
7.3	056973	033498	018463	009535	004619	002103	000902	000366	000141	000051	7.3
7.4	060226	035809	019976	010449	005128	002366	001029	000423	000165	000061	7.4
7.5	063557	038206	021566	011421	005678	002655	001170	000487	000192	000072	7.5
7.6	066964	040685	023233	012455	006271	002970	001326	000560	000224	000085	7.6
7.7	070444	043247	024976	013551	006908	003313	001499	000641	000260	000100	7.7
7.8	073994	045889	026796	014709	007591	003687	001689	000731	000300	000117	7.8
7.9	077610	048609	028692	015933	008321	004092	001898	000832	000346	000137	7.9
8.0	081288	051406	030665	017221	009101	004530	002127	000945	000398	000159	8.0
8.1	085027	054278	032713	018575	009931	005002	002378	001069	000455	000184	8.1
8.2	088821	057222	034836	019996	010813	005511	002651	001206	000520	000213	8.2
8.3	092669	060235	037034	021484	011748	006057	002949	001358	000593	000246	8.3
8.4	096567	063317	039304	023039	012738	006643	003272	001524	000674	000283	8.4
8.5	100511	066464	041647	024662	013783	007269	003621	001707	000763	000324	8.5
8.6	104499	069673	044060	026353	014884	007937	003999	001907	000862	000371	8.6
8.7	108527	072943	046543	028110	016042	008648	004406	002125	000972	000423	8.7
8.8	112592	076270	049094	029935	017259	009403	004844	002363	001093	000481	8.8
8.9	116691	079652	051711	031827	018534	010204	005314	002621	001226	000545	8.9
9.0	120821	083087	054393	033785	019868	011052	005817	002900	001372	000617	9.0
9.1	124979	086571	057137	035809	021262	011948	006355	003203	001532	000696	9.1
9.2	129163	090102	059943	037898	022716	012893	006929	003529	001706	000784	9.2
9.3	133369	093678	062807	040051	024230	013888	007540	003881	001896	000881	9.3
9.4	137595	097296	065728	042267	025804	014933	008190				

Диапазон Y: 10.0...15.0; диапазон v: 11...20

Y/v	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/v
10.0	163232	119739	084339	056819	036497	022302	012949	007142	003745	001869	10.0
10.1	167531	123580	087601	059441	038484	023717	013895	007736	004096	002064	10.1
10.2	171831	127442	090903	062116	040527	025185	014886	008365	004471	002275	10.2
10.3	176131	131325	094244	064841	042626	026708	015924	009030	004871	002502	10.3
10.4	180429	135226	097620	067615	044780	028284	017009	009732	005299	002748	10.4
10.5	184723	139142	101030	070436	046988	029914	018141	010471	005754	003011	10.5
10.6	189012	143073	104472	073302	049249	031596	019321	011250	006237	003295	10.6
10.7	193294	147015	107943	076212	051561	033332	020549	012068	006750	003598	10.7
10.8	197568	150967	111442	079164	053924	035121	021825	012926	007294	003923	10.8
10.9	201832	154928	114967	082156	056337	036961	023150	013825	007869	004270	10.9
11.0	206085	158894	118515	085186	058797	038852	024523	014765	008476	004640	11.0
11.1	210326	162865	122085	088253	061304	040795	025945	015748	009116	005034	11.1
11.2	214553	166840	125675	091355	063856	042787	027416	016773	009790	005453	11.2
11.3	218765	170815	129282	094489	066452	044828	028935	017841	010499	005897	11.3
11.4	222963	174791	132907	097655	069090	046917	030502	018952	011243	006368	11.4
11.5	227143	178765	136545	100851	071770	049054	032118	020107	012024	006866	11.5
11.6	231306	182737	140197	104074	074489	051237	033781	021306	012841	007393	11.6
11.7	235450	186704	143860	107323	077245	053466	035491	022549	013695	007948	11.7
11.8	239576	190665	147533	110596	080039	055739	037248	023836	014588	008533	11.8
11.9	243681	194620	151213	113893	082867	058055	039051	025167	015518	009149	11.9
12.0	247766	198567	154901	117210	085729	060413	040900	026543	016488	009796	12.0
12.1	251829	202506	158593	120547	088623	062812	042794	027963	017496	010474	12.1
12.2	255870	206434	162290	123901	091548	065250	044732	029426	018544	011186	12.2
12.3	259889	210352	165989	127273	094501	067727	046714	030934	019632	011930	12.3
12.4	263885	214257	169689	130659	097482	070242	048738	032485	020760	012708	12.4
12.5	267857	218150	173390	134058	100489	072792	050805	034079	021929	013520	12.5
12.6	271806	222030	177089	137470	103521	075378	052912	035716	023137	014367	12.6
12.7	275730	225895	180786	140892	106576	077996	055060	037395	024386	015249	12.7
12.8	279629	229745	184479	144324	109652	080647	057246	039116	025675	016167	12.8
12.9	283504	233579	188168	147764	112749	083329	059472	040879	027005	017120	12.9
13.0	287353	237397	191852	151210	115865	086040	061734	042683	028375	018110	13.0
13.1	291176	241198	195530	154663	118999	088780	064032	044526	029785	019136	13.1
13.2	294974	244982	199200	158119	122149	091547	066366	046410	031235	020199	13.2
13.3	298744	248747	202862	161579	125314	094340	068734	048332	032725	021299	13.3
13.4	302491	252494	206515	165041	128492	097157	071135	050293	034255	022436	13.4
13.5	306210	256222	210158	168505	131684	099998	073568	052291	035823	023610	13.5
13.6	309903	259930	213791	171968	134886	102860	076032	054325	037430	024821	13.6
13.7	313569	263618	217413	175431	138099	105744	078525	056396	039075	026069	13.7
13.8	317208	267286	221023	178891	141321	108647	081048	058501	040759	027354	13.8
13.9	320821	270934	224620	182349	144551	111568	083597	060641	042479	028676	13.9
14.0	324407	274560	228205	185804	147788	114507	086174	062814	044236	030035	14.0
14.1	327966	278166	231776	189253	151030	117462	088775	065019	046030	031431	14.1
14.2	331498	281750	235332	192698	154278	120432	091401	067256	047859	032863	14.2
14.3	335003	285312	238874	196137	157529	123415	094050	069523	049724	034332	14.3
14.4	338482	288852	242401	199569	160782	126412	096722	071820	051622	035836	14.4
14.5	341933	292371	245912	202994	164038	129420	099414	074145	053554	037376	14.5
14.6	345358	295867	249408	206410	167295	132439	102126	076499	055520	038951	14.6
14.7	348756	299340	252887	209818	170552	135468	104857	078879	057517	040560	14.7
14.8	352128	302791	256349	213216	173809	138505	107606	081284	059546	042204	14.8
14.9	355473	306220	259794	216605	177064	141550	110371	083715	061605	043882	14.9
15.0	358792	309626	263222	219983	180316	144602	113153	086169	063695	045593	15.0

Диапазон Y: 15.0...20.0; диапазон v: 11...20

Y/v	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/v
15.0	358792	309626	263222	219983	180316	144602	113153	086169	063695	045593	15.0
15.1	362084	313008	266632	223350	183566	147660	115949	088646	065814	047337	15.1
15.2	365350	316368	270024	226706	186812	150723	118759	091145	067961	049113	15.2
15.3	368590	319706	273398	230049	190054	153790	121582	093665	070135	050921	15.3
15.4	371803	323020	276753	233381	193291	156860	124417	096205	072336	052760	15.4
15.5	374991	326311	280090	236699	196522	159933	127263	098764	074563	054630	15.5
15.6	378153	329579	283408	240005	199747	163007	130119	101342	076815	056529	15.6
15.7	381290	332824	286707	243296	202965	166083	132985	103936	079092	058457	15.7
15.8	384401	336046	289987	246574	206176	169158	135858	106547	081391	060414	15.8
15.9	387487	339245	293248	249838	209379	172234	138740	109174	083713	062399	15.9
16.0	390547	342421	296489	253087	212573	175308	141628	111815	086057	064411	16.0
16.1	393583	345574	299710	256321	215759	178380	144521	114469	088421	066449	16.1
16.2	396594	348705	302912	259541	218935	181450	147420	117137	090805	068513	16.2
16.3	399580	351812	306095	262744	222102	184516	150324	119816	093209	070602	16.3
16.4	402542	354897	309257	265932	225258	187580	153231	122507	095720	072715	16.4
16.5	405479	357959	312400	269105	228404	190638	156141	125208	098070	074852	16.5
16.6	408393	360999	315522	272261	231539	193693	159053	127919	100526	077011	16.6
16.7	411282	364016	318625	275401	234663	196741	161966	130638	102997	079192	16.7
16.8	414148	367011	321708	278525	237775	199785	164881	133365	105484	081395	16.8
16.9	416990	369984	324771	281632	240875	202821	167796	136100	107985	083618	16.9
17.0	419809	372934	327814	284723	243963	205852	170710	138842	110500	085860	17.0
17.1	422604	375862	330837	287797	247038	208874	173624	141589	113027	088122	17.1
17.2	425377	378769	333840	290854	250101	211890	176536	144341	115566	090402	17.2
17.3	428127	381653	336823	293893	253150	214897	179446	147098	118117	092700	17.3
17.4	430854	384516	339786	296916	256186	217896	182354	149859	120678	095014	17.4
17.5	433559	387357	342729	299922	259209	220886	185258	152623	123248	097344	17.5
17.6	436241	390175	345652	302910	262218	223868	188159	155390	125828	099690	17.6
17.7	438902	392976	348556	305881	265213	226839	191056	158158	128417	102051	17.7
17.8	441541	395753	351440	308834	268194	229801	193948	160928	131013	104425	17.8
17.9	444158	398509	354304	311770	271161	232753	196836	163699	133616	106813	17.9
18.0	446754	401244	357149	314689	274114	235695	199718	166471	136225	109213	18.0
18.1	449328	403959	359973	317590	277052	238626	202594	169242	138840	111625	18.1
18.2	451882	406653	362779	320473	279975	241546	205464	172012	141461	114048	18.2
18.3	454415	409326	365565	323339	282884	244455	208328	174781	144086	116482	18.3
18.4	456927	411979	368332	326188	285777	247353	211184	177549	146715	118926	18.4
18.5	459418	414612	371079	329019	288656	250239	214034	180314	149348	121379	18.5
18.6	461890	417225	373808	331832	291520	253114	216875	183076	151983	123840	18.6
18.7	464341	419818	376517	334628	294368	255976	219709	185836	154621	126310	18.7
18.8	466772	422392	379207	337407	297201	258826	222535	188592	157261	128787	18.8

Диапазон Y: 20,0...100,0; диапазон y: 11...20

Y/y	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/y
20.0	494468	451789	410050	369398	329997	292033	255714	221260	188908	158892	20.0
20.5	505247	463269	422146	382007	343003	305301	269090	234575	201975	171516	20.5
21.0	515611	474326	433819	394207	355624	318224	282176	247671	214911	184111	21.0
21.5	525580	484978	445085	406008	367867	330800	294962	260528	227685	196633	21.5
22.0	535173	495243	455961	417423	379737	343030	307441	273130	240269	209046	22.0
22.5	544409	505139	466461	428464	391244	354917	319609	285465	252644	221320	22.5
23.0	553307	514682	476602	439144	402398	366466	331464	297525	264793	233430	23.0
23.5	561881	523889	486397	449476	413207	377683	343009	309305	276705	245356	23.5
24.0	570149	532776	495862	459474	423684	388576	354246	320804	288370	257083	24.0
24.5	578126	541356	505011	469150	433838	399152	365179	332020	299784	268597	24.5
25.0	585824	549644	513857	478515	443680	409420	375814	342954	310942	279890	25.0
25.5	593258	557654	522413	487584	453221	419388	386157	353611	321842	290956	25.5
26.0	600441	565398	530692	496366	462472	429066	396215	363993	332486	301789	26.0
26.5	607383	572888	538705	504875	471444	438464	405995	374106	342875	312388	26.5
27.0	614097	580135	546464	513120	480146	447589	415504	383954	353010	322752	27.0
27.5	620593	587151	553980	521113	488589	456451	424751	393544	362896	332881	27.5
28.0	626880	593945	561262	528863	496782	465060	433743	402882	372538	342777	28.0
28.5	632969	600527	568322	536380	504735	473424	442487	411974	381938	352441	28.5
29.0	638867	606907	575168	543675	512458	481551	450993	420827	391103	361879	29.0
29.5	644584	613093	581809	550754	519958	489450	459266	429447	400038	371092	29.5
30.0	650128	619094	588253	557628	527244	497129	467316	437842	408749	380085	30.0
31.0	660724	630570	600586	570791	541208	511859	482774	453983	425521	397430	31.0
32.0	670711	641392	612225	583224	554409	525801	497422	469301	441466	413952	32.0
33.0	680139	651614	623224	594982	566905	539009	511316	483848	456630	429692	33.0
34.0	689051	661282	633634	606117	578746	551536	524505	497672	471059	444692	34.0
35.0	697488	670439	643497	616674	589980	563430	537037	510821	484798	458990	35.0
36.0	705487	679123	652856	626695	600650	574733	548956	523336	497887	472629	36.0
37.0	713080	687369	661746	636218	610795	585486	560303	535258	510367	485644	37.0
38.0	720296	695209	670201	645279	620451	595726	571114	546626	522275	498073	38.0
39.0	727163	702671	678251	653909	629652	605488	581425	557474	533645	509950	39.0
40.0	733705	709782	685924	662137	638428	614802	591268	567835	544511	521307	40.0
41.0	739943	716564	693245	669991	646806	623698	600673	577738	554902	532175	41.0
42.0	745899	723041	700238	677494	654813	632202	609666	587213	564848	542581	42.0
43.0	751591	729232	706923	684668	662472	640339	618274	596284	574375	552554	43.0
44.0	757036	735155	713321	691536	669804	648130	626519	604976	583506	562117	44.0
45.0	762249	740828	719448	698114	676830	655598	634424	613311	592266	571294	45.0
46.0	767246	746264	725322	704422	683567	662761	642007	621310	600675	580106	46.0
47.0	772038	751480	730958	710475	690033	669637	649289	628993	608753	588574	47.0
48.0	776638	756487	736369	716287	696244	676243	656285	636376	616518	596716	48.0
49.0	781057	761298	741569	721874	702214	682593	663013	643477	623989	604551	49.0
50.0	785306	765924	746570	727247	707957	688703	669487	650311	631179	612095	50.0
52.0	793331	774662	756017	737399	718810	700252	681726	663235	644782	626368	52.0
56.0	807715	790327	772959	755611	738285	720982	703704	686452	669227	652033	56.0
60.0	820235	803967	787714	771476	755256	739054	722871	706708	690566	674447	60.0
64.0	831230	815947	800677	785419	770174	754944	739728	724529	709346	694181	64.0
68.0	840962	826553	812154	797765	783387	769021	754666	740325	725996	711682	68.0
72.0	849636	836007	822386	808774	795171	781577	767993	754419	740855	727303	72.0
76.0	857414	844486	831565	818650	805743	792844	779953	767070	754196	741331	76.0
80.0	864429	852134	839844	827560	815282	803010	790746	778488	766237	753994	80.0
84.0	870788	859066	847349	835637	823930	812229	800533	788843	777160	765482	84.0
88.0	876577	865379	854184	842993	831807	820626	809449	798278	787111	775950	88.0
92.0	881871	871151	860434	849721	839011	828306	817605	806908	796215	785527	92.0
96.0	886730	876449	866171	855897	845625	835357	825093	814832	804575	794322	96.0
100.0	891206	881330	871456	861586	851718	841853	831991	822133	812278	802426	100.0

Диапазон Y: 105,0...200,0; диапазон y: 11...20

Y/y	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Y/y
105	896327	886914	877504	868096	858691	849288	839887	830490	821095	811703	105
110	900988	891998	883009	874023	865038	856056	847076	838098	829123	820150	110
115	905249	896644	888041	879440	870841	862243	853648	845054	836462	827873	115
120	909158	900907	892659	884411	876165	867921	859679	851438	843199	834962	120
125	912758	904833	896911	888989	881069	873150	865233	857317	849403	841490	125
130	916083	908460	900839	893219	885600	877982	870365	862750	855136	847523	130
135	919164	911821	904479	897138	889798	882459	875121	867784	860449	853115	135
140	922028	914944	907862	900780	893699	886620	879541	872463	865387	858311	140
145	924695	917854	911013	904173	897334	890496	883659	876822	869987	863153	145
150	927186	920571	913956	907342	900729	894116	887505	880894	874284	867675	150
155	929518	923114	916711	910308	903906	897505	891105	884705	878306	871908	155
160	931705	925500	919295	913091	906887	900684	894482	888280	882079	875879	160
165	933760	927742	921723	915705	909688	903672	897656	891640	885625	879611	165
170	935696	929853	924010	918168	912326	906485	900644	894804	888965	883126	170
175	937521	931844	926167	920490	914814	909139	903464	897789	892115	886441	175
180	939246	933725	928205	922685	917165	911646	906127	900609	895091	889574	180
185	940878	935506	930133	924761	919390	914019	908648	903278	897908	892538	185
190	942425	937193	931961	926729	921498	916267	911037	905807	900577	895348	190
195	943893	938794	933695	928597	923499	918402	913304	908207	903111	898015	195
200	945288	940316	935344	930372	925401	920430	915459	910489	905519	900549	200

Диапазон Y: 5,8...10,0; Диапазон v: 21...30

Y/v	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Y/v
5,8	000001										5,8
5,9	000001										5,9
6,0	000001										6,0
6,1	000001										6,1
6,2	000002	000001									6,2
6,3	000002	000001									6,3
6,4	000003	000001									6,4
6,5	000003	000001									6,5
6,6	000004	000001									6,6
6,7	000005	000002									6,7
6,8	000007	000002	000001								6,8
6,9	000008	000003	000001								6,9
7,0	000010	000003	000001								7,0
7,1	000012	000004	000001								7,1
7,2	000015	000005	000002	000001							7,2
7,3	000018	000006	000002	000001							7,3
7,4	000021	000007	000002	000001							7,4
7,5	000026	000009	000003	000001							7,5
7,6	000031	000011	000004	000001							7,6
7,7	000037	000013	000004	000001							7,7
7,8	000043	000015	000005	000002	000001						7,8
7,9	000051	000018	000006	000002	000001						7,9
8,0	000061	000022	000008	000003	000001						8,0
8,1	000071	000026	000009	000003	000001						8,1
8,2	000083	000031	000011	000004	000001						8,2
8,3	000097	000037	000013	000005	000002						8,3
8,4	000113	000043	000016	000006	000002	000001					8,4
8,5	000131	000051	000019	000007	000002	000001					8,5
8,6	000152	000059	000022	000008	000003	000001					8,6
8,7	000175	000069	000026	000009	000003	000001					8,7
8,8	000201	000081	000031	000011	000004	000001					8,8
8,9	000231	000093	000036	000013	000005	000002	000001				8,9
9,0	000264	000108	000042	000016	000006	000002	000001				9,0
9,1	000302	000125	000049	000019	000007	000002	000001				9,1
9,2	000343	000144	000057	000022	000008	000003	000001				9,2
9,3	000380	000165	000067	000026	000010	000004	000001				9,3
9,4	000422	000189	000077	000030	000011	000004	000001				9,4
9,5	000499	000215	000089	000035	000013	000005	000002	000001			9,5
9,6	000553	000245	000102	000041	000016	000006	000002	000001			9,6
9,7	000610	000279	000118	000048	000018	000007	000002	000001			9,7
9,8	000710	000316	000135	000055	000022	000008	000003	000001			9,8
9,9	000796	000358	000154	000064	000025	000010	000004	000001			9,9
10,0	000889	000404	000176	000073	000029	000011	000004	000001			10,0

Диапазон Y: 10,0...15,0; Диапазон v: 21...30

Y/v	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Y/v
10,0	000889	000404	000176	000073	000029	000011	000004	000001	000001	000001	10,0
10,1	000992	000455	000200	000084	000034	000013	000005	000002	000001	000001	10,1
10,2	001104	000511	000227	000096	000039	000018	000006	000003	000001	000001	10,2
10,3	001226	000574	000257	000110	000045	000021	000008	000003	000001	000001	10,3
10,4	001359	000642	000290	000126	000052	000024	000009	000004	000001	000001	10,4
10,5	001503	000717	000327	000143	000066	000024	000009	000004	000001	000001	10,5
10,6	001660	000799	000368	000163	000069	000028	000011	000004	000002	000001	10,6
10,7	001830	000889	000414	000184	000079	000032	000013	000005	000002	000001	10,7
10,8	002014	000987	000463	000209	000096	000037	000015	000006	000002	000001	10,8
10,9	002211	001094	000518	000235	000103	000043	000017	000007	000003	000001	10,9
11,0	002425	001211	000579	000265	000117	000049	000020	000008	000003	000001	11,0
11,1	002654	001337	000645	000298	000132	000057	000023	000009	000004	000001	11,1
11,2	002900	001474	000717	000335	000150	000065	000027	000011	000004	000002	11,2
11,3	003163	001622	000796	000375	000169	000074	000031	000012	000005	000002	11,3
11,4	003445	001782	000882	000419	000191	000084	000035	000014	000006	000002	11,4
11,5	003746	001954	000976	000468	000215	000095	000041	000017	000007	000003	11,5
11,6	004067	002140	001078	000521	000242	000108	000046	000019	000008	000003	11,6
11,7	004409	002339	001188	000579	000271	000122	000053	000022	000009	000003	11,7
11,8	004772	002553	001308	000643	000303	000138	000060	000025	000010	000004	11,8
11,9	005158	002782	001437	000712	000339	000154	000068	000029	000012	000005	11,9
12,0	005566	003027	001577	000788	000378	000175	000078	000033	000014	000005	12,0
12,1	005999	003289	001727	000870	000421	000196	000088	000038	000016	000006	12,1
12,2	006456	003568	001889	000959	000468	000219	000099	000043	000018	000007	12,2
12,3	006939	003865	002062	001056	000519	000246	000112	000049	000021	000009	12,3
12,4	007448	004180	002249	001160	000575	000274	000126	000056	000024	000010	12,4
12,5	007983	004516	002448	001273	000636	000306	000142	000063	000027	000011	12,5
12,6	008546	004871	002661	001395	000703	000340	000159	000071	000031	000012	12,6
12,7	009138	005247	002889	001526	000775	000378	000178	000081	000035	000013	12,7
12,8	009758	005645	003132	001668	000853	000420	000199	000091	000040	000014	12,8
12,9	010407	006065	003390	001819	000938	000465	000222	000102	000046	000020	12,9
13,0	011087	006509	003665	001981	001029	000514	000248	000115	000052	000022	13,0
13,1	011796	006975	003957	002155	001128	000568	000276	000129	000058	000025	13,1
13,2	012537	007466	004267	002341	001235	000626	000306	000144	000066	000029	13,2
13,3	013310	007982	004595	002540	001349	000690	000340	000161	000074	000033	13,3
13,4	014114	008523	004941	002751	001473	000758	000376	000180	000083	000037	13,4
13,5	014951	009091	005308	002977	001605	000833	000416	000201	000093	000042	13,5
13,6	015820	009685	005694	003216	001747	000913	000460	000223	000105	000047	13,6
13,7	016722	010306	006101	003471	001898	000999	000507	000248	000117	000053	13,7
13,8	017658	010955	006530	003741	002026	001093	000558	000275	000131	000060	13,8
13,9	018627	011632	006981	004027	002234	001193	000614	000305	000146	000068	13,9
14,0	019631	012338	007484	004329	002419	001301	000674	000337	000163	000076	14,0
14,1	020668	013073	007951	004649	002615	001416	000739	000372	000181	000085	14,1
14,2	021729	013837	008481	004987	002825	001540	000809	000410	000201	000095	14,2
14,3	022844	014631	009015	005343	003047	001673	000885	000452	000223	000106	14,3
14,4	023984	015456	009584	005718	003282	001815	000967	000497	000247	000118	14,4
14,5	025158	016311	010178	006112	003533	001966	001055	000546	000273	000132	14,5
14,6	026366	017197	010798	006626	003797	002127	001149	000599	000301	000147	14,6
14,7	027608	018113	011444	006961	004076	002299	001250	000656	000332	000163	14,7
14,8	028885	019061	012117	007417	004371	002482	001359	000718	000366	000181	14,8
14,9	030195	020041	012816	007944	004683	002676	001475	0			

Диапазон Y: 20.0...100.0; диапазон v: 21...30

Y/v	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Y/v
30.0	131436	106734	084930	066097	050222	037195	026813	018792	012794	008457	20.0
20.5	143420	117887	095082	075115	058021	045746	032147	022995	015995	010812	20.5
21.0	155485	129236	105544	084534	066308	053834	041803	032734	019688	013594	21.0
21.5	167579	140724	116253	094321	075030	063419	051370	043796	028590	016830	21.5
22.0	179656	152295	127151	104388	084133	072403	060352	051796	033796	022420	22.0
22.5	191677	163903	138183	114689	093563	081704	070057	061838	039489	028986	22.5
23.0	203607	175504	149301	125171	103265	091704	080557	071838	045649	034524	23.0
23.5	215419	187062	160460	135783	113189	092811	082175	073524	052247	040121	24.0
24.0	227088	198546	171622	146483	123286	102175	092360	084553	059252	046156	24.5
24.5	238596	209929	182753	157228	133511	111750	092667	074553	059252	046156	24.5
25.0	249926	221188	193823	167983	143823	121490	101116	082807	066629	052403	25.0
25.5	261067	232305	204807	178717	154185	131356	110367	091332	074339	059433	25.5
26.0	272009	243264	216483	189402	164562	141308	119776	100089	082346	066612	26.0
26.5	282745	254054	226434	200013	174927	151313	129307	109036	090609	074106	26.5
27.0	293270	264664	237044	210531	185252	161339	138925	118138	099091	081880	27.0
27.5	303580	275087	247502	220939	195516	171359	148598	127357	107756	089897	27.5
28.0	313675	285317	257798	231222	205699	181349	158296	136663	116569	098122	28.0
28.5	323553	295352	267925	241367	215784	191287	167994	146024	125497	106522	28.5
29.0	333216	305189	277876	251366	225757	201154	177669	155415	134510	115065	29.0
29.5	342665	314826	287647	261211	235608	210926	187300	164811	143581	123720	29.5
30.0	351903	324264	297236	270895	245325	220618	196872	174191	152684	132460	30.0
31.0	369754	342545	315861	289766	264333	239640	215774	192827	170899	150090	31.0
32.0	386798	360047	337479	309588	282736	258150	234277	211198	189000	167777	32.0
33.0	403067	376792	359908	325463	300509	276105	253151	229211	206869	185373	33.0
34.0	418597	392807	376757	342288	317645	294777	269840	246797	224414	202766	34.0
35.0	434323	408122	393818	358445	334143	313023	286823	263914	241570	219866	35.0
36.0	447581	422768	409215	375952	350013	326433	303254	280623	258290	236611	36.0
37.0	461108	436778	426778	388832	365269	342021	319124	296616	274543	252953	37.0
38.0	474037	450184	446534	403108	379931	357031	334437	312185	290312	268861	38.0
39.0	486402	463101	459813	416806	394019	371476	349203	327229	305587	284315	39.0
40.0	498235	475309	473502	429562	407556	383575	363433	341754	320388	299307	40.0
41.0	509565	487086	484749	442570	420563	398748	377144	355772	334659	313831	41.0
42.0	520421	498378	496462	454687	433066	411615	390352	369295	348467	327891	42.0
43.0	530829	509210	487705	466327	445080	423998	403076	382339	361804	341492	43.0
44.0	540814	519607	498503	477513	456647	435916	415333	394918	374682	354645	44.0
45.0	550400	529593	508880	488268	467769	447392	427148	407052	387117	367359	45.0
46.0	559609	539190	518856	498615	478474	458444	438534	418756	399123	379648	46.0
47.0	568460	548418	528453	508572	488783	469093	449512	430049	410717	391526	47.0
48.0	576974	557297	537691	518161	498714	479357	460099	440947	421913	403007	48.0
49.0	585169	565846	546388	527399	508286	489255	470313	451468	432729	414105	49.0
50.0	593061	574081	555161	536304	517516	498803	480171	461627	443179	424835	50.0
52.0	607998	589674	571400	553179	535016	516916	498883	480923	463043	445248	52.0
56.0	634871	617742	600650	583596	566585	549618	532699	515832	499020	482269	56.0
60.0	658352	642283	626241	610228	594246	578297	562383	546507	530672	514879	60.0
64.0	679034	663908	648802	633718	618658	603623	588615	573634	558684	543766	64.0
68.0	697382	683097	668829	654579	640347	626134	611941	597771	583623	569500	68.0
72.0	713763	700236	686721	673220	659734	646262	632807	619369	605949	592548	72.0
76.0	728476	715631	702796	689973	677161	664361	651574	638801	626042	613299	76.0
80.0	741760	729533	717315	705106	692907	680717	668538	656370	644214	632069	80.0
84.0	753812	742148	730491	718842	707201	695568	683943	672328	660722	649125	84.0
88.0	764794	753645	742501	731364	720233	709109	697992	686882	675781	664687	88.0
92.0	774844	764165	753492	742824	732161	721505	710854	700210	689572	678940	92.0
96.0	784073	773828	763581	753351	743120	732894	722672	712456	702246	692041	96.0
100.0	792577	782373	772892	763055	753222	743393	733568	723748	713933	704122	100.0

Диапазон Y: 15.0...20.0; диапазон v: 21...30

Y/v	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Y/v
15.0	011539	021051	013543	008394	005011	002883	001599	000856	000442	000221	15.0
15.1	032917	022094	014298	008916	005156	003101	001731	000933	000485	000244	15.1
15.2	034328	023168	015080	009461	005719	003332	001872	001015	000532	000269	15.2
15.3	035773	024274	015891	010621	006500	003577	002023	001104	000582	000297	15.3
15.4	037250	025412	016730	011821	007358	004108	002353	001199	000636	000327	15.4
15.5	038759	026582	017598	012919	008191	004895	002724	001301	000695	000359	15.5
15.6	040301	027783	018496	014022	009187	005698	003274	001409	000758	000394	15.6
15.7	041874	029016	019422	015246	010194	006498	004025	001525	000825	000432	15.7
15.8	043478	030280	020377	016327	011297	007297	004898	001649	000898	000472	15.8
15.9	045114	031575	021362	017595	012497	008171	005731	001781	000975	000517	15.9
16.0	046779	032902	022376	018899	013766	009119	006702	001921	001059	000564	16.0
16.1	048475	034259	023420	020200	015148	010148	007607	002070	001148	000616	16.1
16.2	050200	035648	024493	021634	016506	011546	008124	002228	001244	000671	16.2
16.3	051953	037066	025596	023118	017881	012981	009644	002395	001344	000730	16.3
16.4	053735	038515	026729	024611	019293	014440	011183	002573	001453	000794	16.4
16.5	055545	039993	027890	026114	020723	015948	012716	002761	001568	000862	16.5
16.6	057382	041501	029081	027624	022204	017484	014184	002959	001691	000935	16.6
16.7	059245	043037	030302	029150	023666	019064	015630	003169	001822	001013	16.7
16.8	061135	044603	031531	030670	025104	020664	017244	003390	001960	001096	16.8
16.9	063049	046196	032830	032259	026594	022289	018868	003629	002107	001186	16.9
17.0	064989	047817	034137	033609	028131	023969	020369	003869	002263	001281	17.0
17.1	066952	049466	035472	034951	029611	025728	021678	004127	002428	001382	17.1
17.2	068939	051141	036836	036320	031118	027494	023499	004399	002602	001490	17.2
17.3	070949	052843	038228	037781	032611	029281	025281	004684	002786	001604	17.3
17.4	072980	054571	039647	039244	034114	031076	027081	004983	002981	001726	17.4
17.5	075034	056324	041094	040729	035581	032881	028881	005286	003186	001855	17.5
17.6	077102	058102	042588	042367	037087	034728	030697	005624	003401	001992	17.6
17.7	079208	059904	0								

Диапазон Y: 105,0...200,0; диапазон v: 21...30

Y/v	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Y/v
105	802313	792927	783544	774165	764788	755416	746046	736681	727319	717962	105
110	811179	802211	793246	784283	775324	766367	757413	748463	739515	730571	110
115	819285	810700	802117	793537	784959	776383	767810	759239	750672	742107	115
120	826726	818493	810261	802031	793804	785578	777355	769134	760916	752699	120
125	833579	825670	817762	809856	801952	794050	786149	778251	770354	762459	125
130	839912	832302	824694	817087	809482	801879	794277	786676	779078	771481	130
135	845782	838450	831119	823790	816462	809136	801811	794487	787165	779844	135
140	851236	844163	837091	830020	822950	815881	808813	801747	794682	787619	140
145	856319	849486	842655	835824	828995	822167	815339	808513	801688	794865	145
150	861066	854459	847852	841247	834642	828038	821435	814834	808233	801633	150
155	865510	859114	852718	846323	839928	833535	827142	820751	814360	807970	155
160	869679	863480	857282	851084	844888	838692	832497	826302	820109	813916	160
165	873597	867584	861572	855560	849549	843539	837529	831521	825512	819505	165
170	877287	871449	865612	859775	853939	848104	842269	836435	830601	824769	170
175	880768	875095	869423	863752	858081	852410	846741	841071	835403	829735	175
180	884057	878540	873024	867509	861994	856480	850966	845452	839939	834427	180
185	887169	881801	876433	871065	865698	860331	854964	849599	844233	838868	185
190	890119	884891	879663	874435	869208	863981	858754	853528	848303	843078	190
195	892919	887823	882728	877633	872539	867445	862351	857258	852166	847073	195
200	895579	890610	885642	880673	875705	870737	865770	860803	855837	850870	200
Y/v	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Y/v

Диапазон Y: 12,1...15,0; диапазон v: 31...40

Y/v	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/v
12.1	000002	000001									12.1
12.2	000003	000001									12.2
12.3	000003	000001									12.3
12.4	000004	000002	000001								12.4
12.5	000005	000002	000001								12.5
12.6	000005	000002	000001								12.6
12.7	000006	000002	000001								12.7
12.8	000007	000003	000001								12.8
12.9	000008	000003	000001								12.9
13.0	000009	000004	000001	000001							13.0
13.1	000011	000004	000002	000001							13.1
13.2	000012	000005	000002	000001							13.2
13.3	000014	000006	000002	000001							13.3
13.4	000016	000007	000003	000001							13.4
13.5	000018	000008	000003	000001							13.5
13.6	000021	000009	000004	000001	000001						13.6
13.7	000024	000010	000004	000002	000001						13.7
13.8	000027	000012	000005	000002	000001						13.8
13.9	000030	000013	000006	000002	000001						13.9
14.0	000034	000015	000006	000003	000001						14.0
14.1	000039	000017	000007	000003	000001						14.1
14.2	000044	000019	000008	000003	000001	000001					14.2
14.3	000049	000022	000009	000004	000002	000001					14.3
14.4	000055	000025	000011	000005	000002	000001					14.4
14.5	000062	000028	000012	000005	000002	000001					14.5
14.6	000069	000032	000014	000006	000002	000001					14.6
14.7	000077	000035	000016	000007	000003	000001					14.7
14.8	000086	000040	000018	000008	000003	000001	000001				14.8
14.9	000096	000045	000020	000009	000004	000002	000001	000001			14.9
15.0	000107	000050	000023	000010	000004	000002	000001				15.0
Y/v	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/v

Диапазон Y: 15,0...20,0; диапазон v: 31...40

Y/v	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/v
15.0	000107	000050	000023	000010	000004	000002	000001				15.0
15.1	000119	000056	000026	000011	000005	000002	000001				15.1
15.2	000132	000063	000029	000013	000006	000002	000001				15.2
15.3	000146	000070	000032	000015	000006	000003	000001				15.3
15.4	000162	000078	000036	000016	000007	000003	000001	000001			15.4
15.5	000179	000087	000041	000019	000008	000004	000001	000001	000001		15.5
15.6	000198	000097	000046	000021	000009	000004	000002	000001			15.6
15.7	000219	000107	000051	000024	000011	000005	000002	000001			15.7
15.8	000241	000119	000057	000026	000012	000005	000002	000001			15.8
15.9	000265	000132	000063	000030	000013	000006	000003	000001			15.9
16.0	000291	000146	000071	000033	000015	000007	000003	000001	000001		16.0
16.1	000320	000161	000078	000037	000017	000008	000003	000001	000001		16.1
16.2	000350	000177	000087	000041	000019	000009	000004	000002	000001		16.2
16.3	000384	000195	000097	000046	000022	000010	000004	000002	000001		16.3
16.4	000420	000215	000107	000052	000024	000011	000005	000002	000001		16.4
16.5	000458	000236	000118	000057	000027	000012	000006	000002	000001		16.5
16.6	000500	000259	000131	000064	000030	000014	000006	000003	000001		16.6
16.7	000545	000285	000144	000071	000034	000016	000007	000003	000001	000001	16.7
16.8	000594	000312	000159	000078	000038	000018	000008	000004	000002	000001	16.8
16.9	000646	000341	000175	000087	000042	000020	000009	000004	000002	000001	16.9
17.0	000702	000373	000192	000096	000047	000022	000010	000005	000002	000001	17.0
17.1	000762	000407	000211	000106	000052	000025	000011	000005	000002	000001	17.1
17.2	000826	000444	000231	000117	000057	000027	000013	000006	000003	000001	17.2
17.3	000894	000483	000253	000129	000064	000031	000014	000007	000003	000001	17.3
17.4	000968	000526	000277	000142	000071	000034	000016	000007	000003	000001	17.4
17.5	001046	000572	000303	000156	000078	000038	000018	000008	000004	000002	17.5
17.6	001129	000621	000331	000171	000086	000042	000020	000009	000004	000002	17.6
17.7	001218	000673	000361	000188	000095	000047	000022	000010	000005	000002	17.7
17.8	001313	000730	000393	000206	000105	000052	000025	000012	000005	000002	17.8
17.9	001413	000790	000428	000225	000115	000057	000028	000013	000006	000003	17.9
18.0	001520	000854	000466	000247	000127	000063	000031	000015	000007	000003	18.0
18.1	001634	000923	000506	000269	000139	000070	000034	000016	000008	000003	18.1
18.2	001754	000996	000549	000294	000153	000077	000038	000018	000008	000004	18.2
18.3	001881	001075	000596	000320	000168	000085	000042	000020	000010	000004	18.3
18.4	002016	001158	000645	000349	000183	000094	000047	000023	000011	000005	18.4
18.5	002158	001246	000698	000380	000201	000103	000052	000025	000012	000006	18.5
18.6	002308	001340	000755	000413	000219	000113	000057	000028	000013	000006	18.6
18.7	002467	001440	000815	000448	000239	000124	000063	000031	000015	000007	18.7
18.8	002634	001545	000879	000486	000261	000136	000069	000034	000017	000008	18.8
18.9	002810	001657	000948	000527	000284	000149	000076	000038	000018	000009	18.9
19.0	002996	001775	001021	000570	000310	000163	000084	000042	000020	000010	19.0
19.1	003191	001901	001099	000617	000337	000179	000092	000046	000023	000011	19.1
19.2	003395	002033	001181	000667	000366	000195	000101	000051	000025	000012	19.2
19.3	003610	002173	001269	000720	000397	000213	000111	000056	000028	000013	19.3
19.4	003836	002320	001362	000777	000430	000232	000122	000062	000031	000015	19.4
19.5	004072	002475	001461	000837	000466	000252	000133	000068	000034	000017	19.5
19.6	004319	002639	001565	000901	000504	000275	000145	000075	000038	000018	19.6
19.7	004578										

Диапазон Y: 20.0...100.0; диапазон y: 31...40

Y/y	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/y
20.0	005427	003380	002044	001201	000686	000381	000206	000108	000056	000028	20.0
20.5	007099	004527	002804	001688	000988	000562	000311	000168	000088	000045	20.5
21.0	009125	005953	003774	002325	001393	000812	000461	000255	000137	000072	21.0
21.5	011538	007692	004987	003143	001927	001150	000668	000378	000208	000112	21.5
22.0	014364	009779	006477	004173	002616	001596	000948	000549	000309	000170	22.0
22.5	017626	012242	008277	005448	003490	002176	001322	000782	000451	000254	22.5
23.0	021337	015104	010418	006998	004578	002916	001809	001094	000645	000371	23.0
23.5	025504	018385	012923	008853	005909	003843	002435	001503	000905	000531	23.5
24.0	030125	022095	015815	011040	007514	004984	003222	002031	001248	000748	24.0
24.5	035194	026239	019108	013582	009418	006369	004199	002700	001693	001036	24.5
25.0	040696	030814	022811	016496	011646	008022	005391	003534	002261	001411	25.0
25.5	046610	035812	026928	019796	014218	009970	006825	004559	002972	001891	25.5
26.0	052912	041219	031454	023488	017149	012234	008524	005798	003851	002497	26.0
26.5	059575	047016	036382	027574	020451	014831	010510	007276	004920	003249	26.5
27.0	066567	053179	041696	032050	024128	017774	012804	009016	006203	004170	27.0
27.5	073857	059683	047379	036907	028181	021074	015421	011037	007722	005281	27.5
28.0	081411	066498	053409	042131	032606	024733	018373	013357	009499	006605	28.0
28.5	089197	073594	059760	047704	037392	028751	021666	015990	011550	008162	28.5
29.0	097181	080942	066407	053605	042527	033123	025304	018945	013892	009971	29.0
29.5	105333	088509	073320	059811	047993	037839	029286	022230	016537	012049	29.5
30.0	113622	096266	080472	066298	053771	042887	033605	025845	019493	014409	30.0
31.0	130503	112235	095377	080004	066172	053910	043216	034054	026355	020017	31.0
32.0	147622	128633	110902	094513	079539	066033	054024	043514	034473	026838	32.0
33.0	164810	145270	126844	109618	093672	079076	065884	054116	043786	034864	33.0
34.0	181929	161988	143026	125129	108380	092854	078618	065719	054189	044032	34.0
35.0	198870	178654	159297	140881	123484	107186	092058	078163	065548	054244	35.0
36.0	215547	195165	175535	156730	138828	121904	106603	091283	077713	065370	36.0
37.0	231898	211439	191637	172559	154277	136861	120385	104919	090527	077268	37.0
38.0	247878	227414	207526	188273	169718	151929	134975	118923	103841	089791	38.0
39.0	263453	243046	223142	203794	185060	167001	149680	133163	117514	102798	39.0
40.0	278604	258301	238439	219065	200230	181989	164400	147524	131421	116156	40.0
41.0	293320	273158	253385	234041	215171	196823	179050	161907	145453	129745	41.0
42.0	307594	287606	267959	248690	229838	211446	193561	176233	159515	143463	42.0
43.0	321428	301636	282146	262989	244200	225816	207880	190436	173532	157218	43.0
44.0	334826	315250	295940	276924	258234	239901	221964	204462	187438	170938	44.0
45.0	347796	328448	309337	290487	271924	253678	235782	218271	201183	184559	45.0
46.0	360348	341238	322340	303673	285261	267131	249311	231831	214727	198034	46.0
47.0	372492	353628	334953	316484	298242	280250	262533	245119	228038	211322	47.0
48.0	384240	365627	347183	328922	310864	293029	275439	258118	241092	224392	48.0
49.0	395607	377247	359038	340994	323131	305468	288022	270817	253874	237221	49.0
50.0	406605	388499	370529	352707	335048	317566	300280	283208	266371	249792	50.0
52.0	427547	409947	392458	375090	357853	340760	323825	307061	290486	274116	52.0
56.0	465582	448966	432425	415966	399596	383323	367154	351100	335170	319375	56.0
60.0	499134	483438	467796	452211	436689	421235	405852	390548	375329	360202	60.0
64.0	528883	514036	499228	484463	469742	455070	440449	425884	411379	396939	64.0
68.0	555402	541333	527293	513284	499308	485368	471467	457606	443788	430018	68.0
72.0	579167	565808	552470	539157	525869	512609	499376	486175	473006	459871	72.0
76.0	600570	587859	575165	562490	549835	537200	524588	511999	499435	486897	76.0
80.0	619938	607819	595715	583625	571551	559493	547453	535431	523428	511446	80.0
84.0	637539	625964	614400	602848	591309	579783	568270	556772	545290	533823	84.0
88.0	653602	642526	631459	620402	609355	598318	587293	576280	565279	554290	88.0
92.0	668316	657699	647090	636489	625897	615313	604738	594173	583618	573073	92.0
96.0	681842	671650	661463	651284	641111	630946	620788	610638	600497	590364	96.0
100.0	694317	684517	674722	664933	655150	645372	635602	625838	616080	606330	100.0
Y/y	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/y

Диапазон Y: 105.0...200.0; диапазон y: 31...40

Y/y	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/y
105	708608	699259	689914	680574	671239	661909	652583	643264	633950	624641	105
110	721631	712694	703760	694831	685905	676984	668067	659154	650246	641343	110
115	733545	724986	716430	707877	699328	690782	682240	673701	665166	656635	115
120	744486	736274	728066	719860	711657	703457	695260	687065	678875	670687	120
125	754567	746677	738789	730903	723020	715139	707261	699385	691512	683642	125
130	763886	756293	748702	741113	733525	725940	718358	710777	703199	695623	130
135	772525	765208	757893	750579	743266	735956	728648	721341	714037	706734	135
140	780557	773496	766437	759379	752323	745268	738215	731164	724114	717067	140
145	788042	781221	774401	767582	760765	753949	747134	740321	733509	726699	145
150	795035	788437	781841	775245	768651	762059	755467	748877	742288	735700	150
155	801581	795194	788807	782421	776036	769652	763270	756888	750508	744129	155
160	807724	801533	795343	789154	782965	776778	770592	764406	758222	752039	160
165	813498	807492	801487	795483	789480	783477	777475	771475	765475	759476	165
170	818937	813105	807274	801444	795615	789787	783959	778132	772306	766481	170
175	824067	818400	812734	807069	801404	795740	790076	784413	778751	773090	175
180	828915	823404	817894	812384	806874	801365	795857	790350	784843	779337	180
185	833504	828140	822777	817414	812052	806690	801329	795969	790609	785249	185
190	837853	832629	827405	822182	816960	811737	806516	801295	796074	790854	190
195	841981	836890	831799	826708	821618	816528	811439	806350	801262	796174	195
200	845905	840939	835974	831010	826045	821082	816118	811155	806193	801231	200
Y/y	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Y/y

Диапазон Y: 17.3...20.0; диапазон y: 41...50

Y/y	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Y/y
17.3	000001										17.3
17.4	000001										17.4
17.5	000001										17.5
17.6	000001										17.6
17.7	000001										17.7
17.8	000001										17.8
17.9	000001										17.9
18.0	000001	000001									18.0
18.1	000002	000001									18.1
18.2	000002	000001									18.2
18.3	000002	000001									18.3
18.4	000002	000001									18.4
18.5	000002	000001									18.5
18.6	000003	000001	000001								18.6
18.7	000003	000001	000001								18.7
18.8	000004	000002	000001								18.8
18.9	000004	000002	000001								18.9
19.0	000004	000002	000001								19.0
19.1	000005	000002	000001								19.1
19.2	000006	000003	000001	000001							19.2
19.3	000006	000003	000001	000001							19.3
19.4	000007	000003	000001	000001							19.4
19.5	000008	000004	000002	000001							

Диапазон Y: 20,0...100,0; диапазон v: 41...50

Y/v	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Y/v
20.0	000014	000006	000003	000001	000001						20.0
20.5	000023	000011	000005	000002	000001						20.5
21.0	000037	000018	000009	000004	000002	000001					21.0
21.5	000059	000030	000015	000007	000004	000002	000001				21.5
22.0	000091	000048	000024	000012	000006	000003	000001	000001			22.0
22.5	000139	000075	000039	000020	000010	000005	000002	000001	000001		22.5
23.0	000208	000114	000061	000032	000016	000008	000004	000002	000001		23.0
23.5	000305	000170	000093	000050	000026	000013	000007	000003	000002	000001	23.5
24.0	000438	000250	000140	000076	000041	000021	000011	000005	000003	000001	24.0
24.5	000619	000361	000206	000114	000062	000033	000017	000009	000004	000002	24.5
25.0	000860	000511	000297	000169	000094	000051	000027	000014	000007	000004	25.0
25.5	001175	000713	000422	000245	000139	000077	000042	000022	000012	000006	25.5
26.0	001581	000978	000591	000349	000202	000114	000063	000034	000018	000009	26.0
26.5	002095	001320	000813	000489	000288	000166	000094	000052	000028	000015	26.5
27.0	002738	001757	001102	000676	000405	000238	000137	000077	000042	000023	27.0
27.5	003530	002306	001472	000919	000562	000336	000196	000112	000063	000035	27.5
28.0	004491	002985	001940	001233	000767	000466	000278	000162	000093	000052	28.0
28.5	005642	003814	002521	001630	001032	000639	000387	000230	000134	000076	28.5
29.0	007003	004812	003235	002128	001369	000863	000532	000321	000190	000110	29.0
29.5	008595	006001	004100	002741	001794	001149	000721	000443	000266	000157	29.5
30.0	010433	007397	005134	003488	002320	001511	000963	000602	000368	000221	30.0
31.0	014909	010884	007786	005456	003744	002517	001657	001069	000676	000419	31.0
32.0	020517	015392	011324	008169	005775	004002	002717	001808	001179	000754	32.0
33.0	027295	020996	015858	011753	008546	006093	004260	002920	001963	001294	33.0
34.0	035228	027727	021454	016308	012171	008916	006408	004519	003126	002121	34.0
35.0	044256	035568	028136	021891	016742	012578	009280	006721	004778	003333	35.0
36.0	054282	044459	035886	028524	022310	017160	012973	009636	007030	005036	36.0
37.0	065184	054306	044642	036182	028890	022710	017564	013358	009986	007335	37.0
38.0	076828	064993	054316	044807	036458	029237	023092	017953	013732	010328	38.0
39.0	089074	076393	064797	054314	044956	036716	029565	023458	018329	014095	39.0
40.0	101788	088374	075963	064597	054301	045090	036956	029877	023808	018691	40.0
41.0	114845	100809	087691	075540	064393	054279	045209	037180	030171	024143	41.0
42.0	128131	113578	099859	087025	075121	064187	054247	045315	037389	030451	42.0
43.0	141548	126575	112354	098937	086374	074709	063978	054207	045409	037584	43.0
44.0	155009	139704	125073	111169	098042	085739	074302	063767	054159	045492	44.0
45.0	168444	152884	137927	123623	110022	097172	085118	073901	063555	054104	45.0
46.0	181793	166046	150837	136213	122222	108911	096326	084511	073505	063341	46.0
47.0	195007	179132	163736	148864	134559	120867	107833	095503	083918	073115	47.0
48.0	208048	192095	176569	161511	146960	132960	119555	106788	094702	083337	48.0
49.0	220885	204898	189291	174101	159364	145122	131415	118284	105773	093922	49.0
50.0	233496	217510	201864	186589	171720	157293	143346	129920	117053	104787	50.0
52.0	257973	242077	226452	211123	196118	181468	167203	153358	139968	127069	52.0
56.0	303728	288241	272930	257811	242901	228220	213788	199628	185765	172224	56.0
60.0	345175	330256	315454	300780	286244	271860	257640	243599	229753	216119	60.0
64.0	382568	368273	354058	339931	325899	311970	298152	284455	270889	257465	64.0
68.0	416297	402630	389021	375474	361994	348586	335255	322009	308852	295794	68.0
72.0	446774	433716	420700	407730	394808	381938	369123	356369	343679	331058	72.0
76.0	474387	461907	449459	437044	424665	412325	400026	387770	375562	363404	76.0
80.0	499485	487548	475634	463746	451886	440055	428254	416487	404754	393059	80.0
84.0	522373	510942	499529	488137	476765	465416	454091	442791	431518	420273	84.0
88.0	543316	532355	521410	510481	499568	488673	477796	466940	456104	445290	88.0
92.0	562539	552017	541507	531010	520526	510057	499602	489163	478740	468334	92.0
96.0	580240	570126	560022	549928	539845	529773	519713	509666	499632	489612	96.0
100.0	596588	586853	577127	567409	557700	548000	538311	528631	518962	509305	100.0
Y/v	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Y/v

Диапазон Y: 105,0...200,0; диапазон v: 41...50

Y/v	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Y/v
105	615339	606043	596753	587471	578195	568927	559667	550415	541171	531936	105
110	632444	623551	614663	605780	596904	588033	579168	570310	561459	552615	110
115	648108	639585	631067	622553	614044	605540	597041	588547	580058	571576	115
120	662503	654322	646145	637971	629802	621637	613475	605318	597166	589018	120
125	675775	667910	660049	652191	644336	636484	628636	620792	612951	605114	125
130	688049	680478	672910	665344	657781	650221	642664	635109	627558	620010	130
135	699434	692135	684839	677545	670254	662965	655678	648394	641113	633834	135
140	710021	702976	695934	688894	681855	674819	667785	660753	653724	646696	140
145	719891	713084	706278	699475	692673	685873	679075	672279	665484	658692	145
150	729114	722529	715945	709363	702783	696204	689627	683051	676477	669905	150
155	737751	731374	724999	718625	712252	705881	699511	693142	686775	680409	155
160	745857	739675	733495	727317	721139	714962	708787	702613	696441	690269	160
165	753478	747481	741484	735489	729495	723502	717511	711520	705530	699542	165
170	760656	754833	749010	743188	737367	731547	725729	719911	714094	708278	170
175	767430	761770	756111	750453	744796	739139	733484	727829	722175	716522	175
180	773831	768327	762822	757319	751816	746315	740814	735313	729814	724315	180
185	779891	774533	769175	763819	758462	753107	747752	742398	737045	731692	185
190	785635	780416	775197	769980	764763	759546	754330	749115	743900	738687	190
195	791087	786000	780914	775828	770743	765659	760575	755491	750409	745326	195
200	796269	791308	786348	781388	776428	771469	766510	761552	756595	751638	200
Y/v	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Y/v

Диапазон Y: 25,5...40,0; диапазон v: 51...60

Y/v	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Y/v
25.5	000003	000001	000001								25.5
26.0	000005	000002	000001	000001							26.0
26.5	000008	000004	000002	000001							26.5
27.0	000012	000006	000003	000002	000001						27.0
27.5	000019	000010	000005	000003	000001	000001					27.5
28.0	000028	000015	000008	000004	000002	000001	000001				28.0
28.5	000043	000023	000013	000007	000003						28.5
29.0	000063	000035	000019	000010	000005	000003	000001	000001			29.0
29.5	000091	000052	000029	000016	000008	000004	000002	000001	000001		29.5
30.0	000130	000075	000042	000024	000013	000007	000004	000002	000001		30.0
31.0	000255	000152	000089	000051	000029	000016	000009	000005	000002	000001	31.0
32.0	000473	000291	000176	000104	000061	000035	000019	000011	000006	000003	32.0
33.0	000836	000531	000330	000202	000121	000071	000041	000023	000013	000007	33.0
34.0	001412	000922	000591	000372	000230	000140	000083	000049	000028	000016	34.0
35.0	002282	001534	001012	000655	000417	000260	000160	000096	000057	000033	35.0
36.0	003542	002446	001659	001105	000723	000464	000293	000182	000111	000067	36.0
37.0	005294	003752	002613	001787	001201	000793	0005				

Диапазон Y: 41,0...200,0; диапазон y: 51...60

Y/y	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Y/y
41.0	019040	014790	011312	008516	006308	004597	003296	002324	001613	001101	41.0
42.0	024463	019376	015122	011625	008799	006556	004808	003469	002464	001722	42.0
43.0	030715	024770	019700	015445	011931	009078	006802	005018	003644	002604	43.0
44.0	037766	030966	025063	020013	015758	012230	009352	007045	005226	003818	44.0
45.0	045564	037935	031204	025344	020315	016062	012522	009622	007285	005434	45.0
46.0	054044	045627	038092	031429	025613	020606	016357	012807	009886	007522	46.0
47.0	063127	053977	045680	038238	031642	025870	020886	016643	013085	010146	47.0
48.0	072731	062912	053906	045725	038374	031845	026116	021156	016921	013356	48.0
49.0	082770	072352	062697	053829	045762	038501	032037	026352	021417	017190	49.0
50.0	093162	082214	071978	062482	053749	045792	038618	032218	026578	021668	50.0
52.0	114700	102898	091699	081138	071247	062052	053576	045832	038826	032554	52.0
56.0	159034	146224	133825	121868	110387	099413	089878	079114	069846	061200	56.0
60.0	202715	189563	176684	164100	151836	139920	128376	117234	106521	096267	60.0
64.0	244195	231093	218174	205451	192943	180668	168645	156894	145438	134300	64.0
68.0	282842	270004	257290	244710	232275	219998	207892	195971	184249	172744	68.0
72.0	318511	306045	293665	281379	269193	257116	245157	233324	221629	210083	72.0
76.0	351299	339252	327268	315349	303503	291733	280046	268448	256946	245548	76.0
80.0	381404	369791	358224	346705	335238	323827	312476	301188	289970	278825	80.0
84.0	409058	397876	386727	375615	364541	353509	342521	331580	320689	309852	84.0
88.0	434499	423733	412993	402280	391597	380946	370327	359744	349199	338694	88.0
92.0	457947	447579	437232	426906	416602	406323	396070	385843	375645	365478	92.0
96.0	479606	469616	459642	449685	439746	429826	419926	410047	400190	390357	96.0
100.0	499659	490026	480405	470798	461206	451629	442067	432523	422996	413487	100.0
105	522710	513494	504288	495092	485908	476735	467574	458426	449292	440171	105
110	543778	534948	526127	517314	508510	499714	490929	482153	473387	464633	110
115	563099	554628	546164	537706	529256	520812	512376	503948	495528	487117	115
120	580875	572738	564605	556478	548356	540240	532130	524027	515930	507840	120
125	597281	589453	581628	573808	565993	558182	550377	542576	534781	526992	125
130	612466	604925	597388	589854	582324	574798	567276	559759	552245	544737	130
135	626559	619286	612016	604749	597486	590226	582969	575716	568466	561220	135
140	639671	632649	625629	618612	611597	604586	597577	590571	583569	576569	140
145	651902	645114	638328	631544	624763	617984	611207	604433	597662	590893	145
150	663335	656766	650199	643635	637072	630511	623953	617396	610842	604290	150
155	674045	667683	661322	654963	648606	642250	635896	629544	623194	616846	155
160	684099	677931	671763	665598	659434	653271	647110	640950	634793	628637	160
165	693555	687569	681584	675600	669618	663637	657658	651680	645704	639729	165
170	702463	696649	690837	685025	679215	673406	667598	661791	655986	650182	170
175	710870	705219	699569	693920	688272	682625	676980	671335	665691	660049	175
180	718817	713320	707824	702329	696835	691341	685849	680358	674867	669378	180
185	726341	720990	715639	710290	704941	699594	694247	688901	683556	678211	185
190	733473	728261	723049	717838	712627	707418	702209	697001	691794	686587	190
195	740245	735164	730083	725004	719925	714846	709769	704692	699615	694540	195
200	746682	741726	736770	731816	726862	721908	716955	712003	707052	702101	200
Y/y	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Y/y

Диапазон Y: 31,0...200,0; диапазон y: 61...70

Y/y	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	Y/y
31.0	000001										31.0
32.0	000002	000001									32.0
33.0	000004	000002	000001	000001							33.0
34.0	000009	000005	000003	000001	000001						34.0
35.0	000019	000011	000006	000003	000002	000001					35.0
36.0	000039	000023	000013	000007	000004	000002	000001	000001			36.0
37.0	000077	000046	000027	000016	000009	000005	000003	000001	000001		37.0
38.0	000144	000088	000053	000032	000018	000011	000006	000003	000002	000001	38.0
39.0	000258	000162	000101	000061	000037	000022	000013	000007	000004	000002	39.0
40.0	000445	000287	000182	000114	000070	000042	000025	000015	000009	000005	40.0
41.0	000739	000489	000318	000204	000128	000080	000049	000029	000017	000010	41.0
42.0	001184	000801	000534	000350	000226	000144	000090	000056	000034	000020	42.0
43.0	001833	001269	000866	000581	000384	000250	000161	000102	000063	000039	43.0
44.0	002746	001945	001357	000932	000630	000420	000276	000178	000114	000072	44.0
45.0	003993	002890	002060	001446	001000	000681	000458	000303	000197	000127	45.0
46.0	005641	004168	003034	002176	001537	001070	000734	000497	000331	000217	46.0
47.0	007756	005846	004342	003179	002293	001630	001142	000789	000537	000360	47.0
48.0	010400	007987	006049	004516	003324	002412	001725	001216	000845	000579	48.0
49.0	013620	010650	008215	006250	004690	003470	002531	001821	001291	000903	49.0
50.0	017451	013878	010894	008439	006450	004863	003616	002652	001918	001368	50.0
52.0	027002	022145	017950	014375	011369	008878	006843	005206	003908	002895	52.0
56.0	053195	045844	039155	033126	027747	023062	018863	015296	012262	009714	56.0
60.0	086498	077242	068523	060363	052779	045784	039386	033585	028376	023744	60.0
64.0	123503	113071	103031	093407	084224	075505	067273	059545	052340	045668	64.0
68.0	161473	150454	139707	129253	119112	109307	099860	090794	082129	073888	68.0
72.0	198696	187483	176458	166534	155028	144657	134538	124690	115131	105882	72.0
76.0	234261	223095	212059	201163	190419	179837	169431	159215	149202	139408	76.0
80.0	267760	256780	245892	235103	224420	213851	203406	193094	182924	172909	80.0
84.0	299073	288355	277704	267123	256619	246197	235862	225622	215484	205454	84.0
88.0	328231	317814	307446	297130	286870	276669	266532	256464	246468	236551	88.0
92.0	355343	345243	335179	325154	315171	305232	295340	285499	275711	265982	92.0
96.0	380549	370767	361014	351290	341598	331939	322316	312731	303186	293685	96.0
100.0	403998	394530	385084	375661	366262	356890	347544	338228	328943	319690	100.0
105	431066	421975	412902	403845	394807	385788	376789	367811	358856	349925	105
110	455890	447158	438440	429734	421043	412365	403703	395057	386428	377817	110
115	478715	470322	461939	453566	445203	436852	428513	420186	411872	403571	115
120	499757	491682	483614	475555	467504	459461	451428	443405	435392	427389	120
125	519208	511430	503659	495894	488135	480384	472640	464904	457176	449456	125
130	537233	529734	522240	514752	507269	499791	492320	484855	477396	469944	130
135	553979	546741	539507	532278	525054	517834	510619	503409	496204	489005	135
140	569573	562580	555591	548605	541623	534645	527671	520701	513736	506775	140
145	584127	577364	570604	563847	557094	550343	543596	536852	530112	523376	145
150	597741	591194	584649	578107	571568	565032	558498	551968	545440	538916	150
155	610500	604156	597815	591475	585138	578803	572471	566144	559814	553489	155
160	622482	616330	610179	604031	597884	591739	585597	579456	573318	567182	160
165	633755	627783	621813	615844	609877	603912	597949	591988	586028	580070	165
170	644379	638578	632778	626979	621182	615387	609593	603801	598010	592221	170
175	654408	648768	643129	637491	631855	626220	620587	614955	609324	603695	175
180	663890	658402	652916	647431							

Диапазон Y: 38,0...200,0; диапазон v: 71...80

Y/v	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	Y/v
38.0	000001										38.0
39.0	000001	000001									39.0
40.0	000003	000002	000001								40.0
41.0	000006	000003	000002	000001	000001						41.0
42.0	000012	000007	000004	000002	000001	000001					42.0
43.0	000024	000014	000008	000005	000003	000002	000001				43.0
44.0	000044	000027	000016	000010	000006	000003	000002	000001	000001		44.0
45.0	000080	000050	000031	000019	000011	000007	000004	000002	000001	000001	45.0
46.0	000141	000090	000057	000035	000022	000013	000008	000005	000003	000002	46.0
47.0	000239	000156	000100	000064	000040	000025	000015	000009	000005	000003	47.0
48.0	000391	000261	000172	000111	000071	000045	000028	000017	000010	000006	48.0
49.0	000623	000424	000284	000188	000123	000079	000050	000032	000020	000012	49.0
50.0	000962	000668	000457	000309	000206	000135	000088	000056	000036	000022	50.0
52.0	002116	001526	001086	000762	000528	000361	000244	000163	000107	000070	52.0
56.0	007604	005879	004490	003386	002522	001855	001347	000966	000684	000479	56.0
60.0	019671	016128	013083	010496	008327	006531	005063	003880	002938	002199	60.0
64.0	039538	033952	028905	024390	020388	016879	013835	011225	009011	007158	64.0
68.0	066089	058750	051887	045510	039627	034242	029352	024950	021025	017557	68.0
72.0	096962	088392	080190	072376	064967	057979	051426	045319	039665	034468	72.0
76.0	129849	120541	111502	102749	094300	086174	078388	070958	063901	057232	76.0
80.0	163059	153386	143905	134628	125571	116748	108176	099869	091845	084119	80.0
84.0	195542	185755	176104	166599	157249	148067	139065	130255	121651	113265	84.0
88.0	226719	216976	207331	197790	188360	179050	169869	160825	151929	143192	88.0
92.0	256313	246711	237179	227722	218347	209057	199861	190764	181774	172897	92.0
96.0	284229	274822	265467	256168	246929	237753	228644	219609	210651	201776	96.0
100.0	310472	301291	292149	283050	273994	264986	256029	247125	238279	229494	100.0
105	341019	332140	323289	314468	305679	296923	288203	279521	270879	262281	105
110	369225	360652	352100	343570	335063	326581	318125	309696	301297	292928	110
115	395285	387014	378758	370519	362298	354094	345910	337746	329604	321485	115
120	419397	411417	403449	395493	387551	379623	371709	363811	355929	348064	120
125	441745	434043	426350	418668	410995	403334	395684	388046	380420	372807	125
130	462499	455061	447630	440208	432794	425388	417991	410604	403226	395859	130
135	481811	474623	467441	460266	453097	445935	438781	431634	424494	417363	135
140	499819	492867	485920	478979	472043	465113	458188	451270	444358	437452	140
145	516644	509915	503191	496471	489755	483044	476338	469637	462941	456250	145
150	532394	525876	519362	512851	506344	499841	493341	486846	480355	473869	150
155	547167	540848	534532	528219	521909	515602	509299	502999	496703	490410	155
160	561049	554918	548789	542663	536539	530419	524301	518186	512074	505965	160
165	574115	568161	562210	556261	550314	544369	538427	532488	526551	520616	165
170	586434	580649	574865	569084	563304	557527	551751	545978	540206	534437	170
175	598068	592442	586817	581195	575574	569954	564337	558721	553107	547495	175
180	609070	603596	598122	592650	587179	581710	576243	570777	565313	559850	180
185	619492	614160	608830	603501	598173	592847	587522	582199	576877	571556	185
190	629376	624181	618987	613794	608602	603411	598222	593034	587847	582662	190
195	638763	633697	628633	623569	618507	613446	608385	603326	598268	593211	195
200	647689	642747	637806	632866	627927	622988	618051	613115	608180	603245	200
Y/v	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	Y/v

Диапазон Y: 46,0...200,0; диапазон v: 81...90

Y/v	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	Y/v
46.0	000001										46.0
47.0	000002	000001	000001								47.0
48.0	000004	000002	000001	000001							48.0
49.0	000007	000004	000003	000001	000001						49.0
50.0	000014	000008	000005	000003	000002	000001	000001				50.0
52.0	000045	000028	000018	000011	000007	000004	000002	000001	000001	000000	52.0
56.0	000331	000226	000152	000102	000067	000044	000028	000018	000011	000007	56.0
60.0	001626	001188	000858	000613	000432	000302	000208	000142	000096	000064	60.0
64.0	005624	004370	003358	002552	001918	001425	001047	000761	000547	000389	64.0
68.0	014525	011902	009657	007757	006167	004853	003779	002911	002219	001674	68.0
72.0	029727	025438	021590	018170	015158	012531	010264	008328	006692	005325	72.0
76.0	050963	045103	039661	034641	030043	025863	022094	018723	015737	013115	76.0
80.0	076707	069626	062889	056510	050500	044869	039624	034769	030306	026232	80.0
84.0	105114	097210	089569	082206	075135	068370	061925	055811	050040	044620	84.0
88.0	134623	126236	118042	110053	102284	094746	087454	080421	073660	067184	88.0
92.0	164143	155520	147037	138703	130530	122528	114707	107080	099658	092454	92.0
96.0	192990	184299	175710	167230	158866	150627	142521	134557	126744	119093	96.0
100.0	220775	212125	203551	195056	186646	178328	170107	161990	153985	146098	100.0
105	253728	245223	236771	228373	220035	211759	203549	195412	187350	179369	105
110	284592	276290	268026	259800	251615	243475	235382	227338	219348	211413	110
115	313389	305319	297275	289260	281274	273321	265400	257516	249669	241862	115
120	340218	332389	324581	316794	309029	301287	293570	285879	278215	270581	120
125	365208	357624	350054	342501	334964	327444	319944	312462	305001	297562	125
130	388502	381157	373823	366502	359193	351898	344616	337350	330099	322865	130
135	410240	403126	396021	388926	381841	374766	367702	360650	353610	346582	135
140	430553	423661	416777	409900	403031	396171	389319	382476	375643	368820	140
145	449565	442885	436212	429544	422883	416229	409582	402942	396310	389685	145
150	467387	460909	454437	447970	441508	435051	428600	422155	415716	409284	150
155	484121	477836	471555	465278	459006	452738	446475	440216	433963	427715	155
160	499859	493757	487658	481562	475470	469382	463298	457218	451142	445070	160
165	514684	508755	502829	496906	490986	485069	479155	473245	467338	461435	165
170	528671	522906	517144	511385	505629	499875	494123	488375	482630	476887	170
175	541885	536278	530672	525068	519467	513868	508272	502677	497086	491497	175
180	554389	548930	543473	538018	532564	527113	521663	516216	510771	505328	180
185	566237	560919	555603	550289	544976	539665	534356	529049	523743	518440	185
190	577477	572294	567113	561933	556754	551577	546402	541228	536055	530885	190
195	588156	583101	578048	572996	567945	562895	557847	552801	547755	542711	195
200	598312	593380	588449	583519	578590	573662	568736	563810	558886	553964	200
Y/v	81	82	83	84							

Диапазон Y: 56,0...200,0; диапазон y: 91...100

Y/y	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	Y/y
56.0	000004	000003	000002	000001	000001						56.0
60.0	000042	000027	000018	000011	000007	000004	000003	000002	000001	000001	60.0
64.0	000273	000190	000131	000089	000060	000040	000026	000017	000011	000007	64.0
68.0	001249	000923	000674	000487	000349	000247	000173	000120	000082	000056	68.0
72.0	004196	003273	002527	001932	001462	001095	000812	000597	000434	000312	72.0
76.0	010834	008871	007197	005785	004607	003634	002839	002197	001684	001278	76.0
80.0	022541	019224	016268	013656	011369	009385	007681	006231	005010	003992	80.0
84.0	039558	034859	030525	026553	022940	019678	016755	014158	011870	009873	84.0
88.0	061006	055136	049585	044361	039470	034918	030705	026832	023295	020088	88.0
92.0	085480	078749	072272	066061	060129	054484	049136	044094	039363	034948	92.0
96.0	111614	104317	097214	090316	083633	077179	070963	064996	059290	053853	96.0
100.0	138337	130712	123230	115902	108736	101743	094932	088314	081900	075700	100.0
105	171475	163674	155971	148373	140887	133520	126280	119176	112215	105406	105
110	203539	195729	187987	180318	172726	165216	157794	150466	143238	136115	110
115	234098	226379	218708	211088	203522	196014	188567	181185	173873	166635	115
120	262977	255406	247869	240369	232908	225487	218111	210780	203499	196270	120
125	290145	282753	275385	268045	260733	253450	246200	238982	231801	224656	125
130	315648	308448	301268	294108	286969	279852	272759	265690	258648	251632	130
135	339568	332526	325582	318611	311657	304719	297799	290897	284015	277154	135
140	362007	355205	348414	341635	334869	328115	321375	314649	307939	301244	140
145	383069	376462	369863	363274	356694	350125	343566	337018	330482	323959	145
150	402858	396439	390027	383623	377227	370838	364459	358087	351726	345373	150
155	421472	415235	409004	402779	396560	390348	384142	377944	371753	365570	155
160	439003	432941	426883	420830	414783	408740	402704	396673	390648	384629	160
165	455536	449640	443749	437861	431978	426100	420226	414356	408492	402633	165
170	471148	465412	459679	453950	448225	442503	436785	431071	425361	419655	170
175	485910	480327	474746	469168	463593	458022	452453	446888	441326	435768	175
180	499888	494449	489013	483580	478149	472721	467296	461873	456454	451037	180
185	513138	507839	502541	497246	491953	486662	481373	476087	470804	465523	185
190	525716	520549	515383	510220	505058	499899	494741	489585	484432	479281	190
195	537669	532628	527589	522552	517516	512481	507449	502418	497389	492362	195
200	549042	544122	539203	534286	529370	524456	519543	514632	509722	504814	200
Y/y	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	Y/y

Диапазон Y: 64,0...200,0; диапазон y: 101...110

Y/y	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	Y/y
64.0	000005	000003	000002	000001	000001						64.0
68.0	000038	000025	000017	000011	000007	000005	000003	000002	000001	000001	68.0
72.0	000222	000157	000110	000076	000052	000035	000024	000016	000010	000007	72.0
76.0	000961	000715	000528	000385	000279	000200	000142	000100	000070	000048	76.0
80.0	003152	002466	001912	001468	001118	000843	000630	000466	000342	000249	80.0
84.0	008144	006662	005404	004346	003464	002738	002145	001665	001282	000978	84.0
88.0	017201	014623	012340	010333	008585	007077	005787	004693	003775	003011	88.0
92.0	030852	027074	023612	020460	017611	015055	012779	010769	009007	007477	92.0
96.0	048695	043822	039241	034956	030970	027283	023893	020797	017987	015455	96.0
100.0	069725	063984	058487	053243	048261	043546	039106	034944	031063	027463	100.0
105	098759	092282	085985	079877	073969	068269	062786	057531	052509	047730	105
110	129105	122215	115452	108824	102339	096005	089830	083825	077996	072352	110
115	159475	152399	145412	138519	131727	125041	118469	112017	105692	099502	115
120	189096	181982	174929	167943	161028	154188	147428	140752	134167	127676	120
125	217552	210490	203472	196502	189582	182715	175905	169155	162468	155850	125
130	244646	237691	230768	223880	217028	210214	203442	196712	190028	183392	130
135	270315	263498	256705	249938	243198	236485	229803	223153	216535	209953	135
140	294565	287904	281261	274637	268034	261451	254891	248355	241843	235357	140
145	317448	310950	304466	297998	291544	285107	278686	272284	265900	259536	145
150	339031	332700	326379	320070	313772	307488	301216	294958	288715	282486	150
155	359394	353227	347069	340920	334780	328651	322531	316423	310325	304240	155
160	378617	372612	366613	360622	354639	348663	342696	336737	330787	324847	160
165	396779	390930	385087	379251	373420	367596	361778	355967	350164	344368	165
170	413954	408257	402565	396878	391196	385519	379848	374182	368522	362868	170
175	430214	424653	419116	413574	408035	402501	396971	391446	385926	380411	175
180	445624	440213	434806	429403	424003	418606	413213	407825	402440	397059	180
185	460244	454969	449696	444426	439159	433895	428634	423377	418123	412872	185
190	474132	468985	463841	458699	453560	448423	443290	438158	433030	427905	190
195	487337	482314	477294	472275	467258	462244	457232	452222	447215	442210	195
200	499908	495004	490101	485200	480301	475404	470509	465616	460725	455836	200
Y/y	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	Y/y

Диапазон Y: 72,0...200,0; диапазон v: 111...120

Y/v	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	Y/v
72.0	000004	000003	000002	000001	000001						72.0
76.0	000033	000022	000015	000010	000007	000004	000003	000002	000001	000001	76.0
80.0	000179	000128	000091	000064	000044	000031	000021	000014	000010	000006	80.0
84.0	000739	000554	000412	000303	000222	000160	000115	000082	000058	000040	84.0
88.0	002381	001867	001452	001120	000856	000649	000488	000364	000269	000197	88.0
92.0	006159	005034	004082	003283	002620	002073	001628	001267	000979	000750	92.0
96.0	013190	011180	009408	007861	006519	005366	004384	003554	002859	002282	96.0
100.0	024144	021103	018333	015827	013575	011568	009790	008228	006867	005690	100.0
105	043200	038923	034905	031148	027653	024420	021445	018725	016254	014023	105
110	066904	061657	056622	051805	047213	042852	038728	034845	031204	027808	110
115	093453	087555	081815	076240	070839	065620	060591	055758	051128	046709	115
120	121287	115006	108838	102790	096869	091082	085436	079939	074597	069419	120
125	149303	142832	136442	130138	123925	117808	111792	105885	100091	094417	125
130	176808	170279	163807	157396	151050	144773	138569	132442	126397	120438	130
135	203408	196903	190440	184020	177648	171325	165054	158839	152683	146589	135
140	228899	222470	216071	209705	203373	197078	190820	184603	178429	172300	140
145	253193	246871	240573	234298	228049	221827	215633	209469	203337	197238	145
150	276274	270078	263900	257740	251599	245479	239380	233303	227250	221222	150
155	298166	292106	286059	280027	274009	268007	262021	256052	250101	244169	155
160	318916	312995	307085	301186	295299	289424	283562	277713	271877	266057	160
165	338580	332800	327028	321266	315512	309768	304034	298311	292599	286898	165
170	357221	351580	345946	340319	334700	329088	323484	317889	312302	306724	170
175	374901	369397	363898	358405	352918	347437	341963	336495	331035	325582	175
180	391683	386311	380944	375582	370224	364872	359525	354184	348848	343519	180
185	407625	402382	397142	391907	386676	381449	376226	371008	365795	360587	185
190	422783	417664	412548	407435	402326	397221	392119	387022	381928	376838	190
195	437208	432209	427212	422218	417227	412240	407255	402274	397295	392321	195
200	450950	446065	441183	436304	431427	426553	421681	416812	411946	407083	200
Y/v	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	Y/v

Диапазон Y: 80,0...200,0; диапазон v: 121...130

Y/v	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	Y/v
80.0	000004	000003	000002	000001	000001						80.0
84.0	000028	000019	000013	000009	000006	000004	000003	000002	000001	000001	84.0
88.0	000143	000103	000074	000052	000037	000026	000018	000012	000008	000006	88.0
92.0	000570	000430	000321	000238	000175	000128	000093	000067	000048	000034	92.0
96.0	001807	001420	001107	000856	000657	000500	000378	000284	000211	000156	96.0
100.0	004681	003822	003098	002492	001989	001576	001240	000968	000750	000576	100.0
105	012022	010241	008666	007285	006082	005043	004152	003394	002755	002220	105
110	024657	021748	019079	016643	014434	012445	010664	009081	007684	006460	110
115	042506	038524	034766	031236	027934	024861	022017	019397	016998	014814	115
120	064411	059580	054934	050478	046219	042163	038312	034672	031246	028034	120
125	088870	083456	078183	073055	068082	063268	058621	054148	049853	045743	125
130	114571	108801	103134	097574	092128	086802	081602	076534	071605	066820	130
135	140561	134603	128718	122912	117189	111553	106010	100563	095220	089984	135
140	166219	160188	154211	148290	142430	136633	130902	125243	119658	114153	140
145	191174	185147	179159	173212	167309	161453	155645	149889	144187	138543	145
150	215220	209245	203299	197385	191502	185654	179841	174067	168332	162640	150
155	238257	232366	226496	220650	214828	209031	203261	197520	191808	186128	155
160	260251	254462	248689	242934	237198	231481	225784	220109	214456	208827	160
165	281208	275532	269868	264218	258583	252962	247357	241769	236198	230645	165
170	301156	295598	290050	284513	278987	273473	267971	262482	257006	251545	170
175	320136	314698	309269	303848	298436	293034	287641	282259	276887	271526	175
180	338195	332878	327568	322264	316968	311680	306399	301126	295862	290607	180
185	355384	350186	344993	339807	334626	329453	324283	319121	313966	308819	185
190	371752	366671	361595	356523	351456	346394	341337	336285	331240	326200	190
195	387350	382382	377419	372459	367503	362552	357605	352662	347724	342791	195
200	402223	397366	392512	387662	382815	377971	373131	368295	363463	358635	200
Y/v	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	Y/v

Диапазон Y: 88,0...200,0; диапазон v: 131...140

Y/v	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	Y/v
88.0	000004	000003	000002	000001	000001						88.0
92.0	000024	000016	000011	000008	000005	000004	000003	000002	000001	000001	92.0
96.0	000114	000083	000060	000043	000031	000022	000015	000011	000007	000005	96.0
100.0	000440	000333	000250	000187	000138	000102	000074	000054	000039	000028	100.0
105	001777	001411	001113	000871	000677	000523	000400	000305	000230	000172	105
110	005395	004476	003688	003018	002453	001980	001588	001264	000999	000784	110
115	012838	011061	009473	008064	006823	005736	004792	003977	003280	002687	115
120	025037	022254	019684	017322	015164	013203	011433	009843	008426	007171	120
125	041822	038096	034567	031238	028111	025186	022464	019942	017618	015486	125
130	062186	057710	053396	049251	045279	041486	037875	034450	031214	028168	130
135	084862	079860	074983	070236	065627	061160	056842	052677	048671	044829	135
140	108731	103397	098155	093012	087971	083039	078220	073519	068943	064497	140
145	132960	127441	121990	116611	111308	106084	100945	095894	090937	086077	145
150	156992	151392	145841	140344	134901	129517	124196	118939	113751	108636	150
155	180481	174869	169293	163757	158261	152809	147402	142044	136736	131482	155
160	203223	197645	192094	186573	181082	175623	170198	164809	159458	154146	160
165	225110	219596	214103	208632	203184	197760	192362	186990	181647	176334	165
170	246098	240666	235251	229853	224472	219110	213767	208445	203145	197867	170
175	266176	260839	255514	250203	244905	239622	234354	229102	223866	218648	175
180	285360	280124	274897	269681	264476	259282	254100	248931	243774	238631	180
185	303678	298546	293421	288305	283198	278099	273010	267931	262863	257805	185
190	321166	316139	311118	306103	301096	296096	291104	286120	281144	276177	190
195	337863	332940	328023	323111	318204	313304	308410	303523	298642	293768	195
200	353811	348991	344175	339365	334559	329758	324962	320172	315387	310608	200
Y/v	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	Y/v

Диапазон Y: 96,0...200,0; диапазон v: 141...150

Y/v	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	Y/v
96.0	000003	000002	000002	000001	000001						96.0
100.0	000020	000014	000010	000007	000005	000003	000002	000001	000001	000001	100.0
105	000128	000095	000070	000051	000037	000026	000019	000013	000009	000007	105
110	000612	000474	000364	000278	000211	000159	000119	000088	000065	000048	110
115	002187	001768	001420	001132	000897	000706	000552	000429	000331	000254	115
120	006066	005100	004261	003539	002920	002394	001951	001579	001270	001015	120
125	013543	011781	010193	008771	007504	006384	005399	004539	003794	003152	125
130	025313	022649	020175	017888	015784	013859	012108	010524	009098	007823	130
135	041155	037653	034326	031177	028208	025420	022812	020384	018134	016059	135
140	060185	056014	051988	048112	044391	040828	037429	034195	031129	028234	140
145	081321	076672	072136	067718	063423	059257	055223	051326	047572	043965	145
150	103598	098640	093766	088982	084291	079699	075209	070826	066556	062403	150
155	126284	121146	116070	111061	106122	101256	096467	091759	087137	082603	155
160	148877	143651	138472	133342	128264	123240	118274	113368	108526	103751	160
165	171052	165803	160589	155411	150272	145173	140118	135107	130144	125230	165
170	192613	187383	182180	177005	171858	166742	161659	156608	151594	146617	170
175	213448	208267	203106	197966	192848	187754	182684	177639	172621	167632	175
180	233502	228389	223290	218208	213143	208096	203067	198059	193070	188104	180
185	252758	247723	242700	237690	232693	227710	222742	217789	212852	207932	185
190	271218	266269	261330	256401	251482	246574	241678	236794	231923	227064	190
195	288902	284043	279191	274348	269514	264688	259872	255065	250268	245481	195
200	305834	30167	296306	291552	286805	282065	277332	272607	267890	263182	200
Y/v	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	Y/v

Диапазон Y: 105,0...200,0; диапазон v: 151...160

Y/v	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	Y/v
105	000005	000003	000002	000001	000001	000001					105
110	000035	000025	000018	000013	000009	000006	000005	000003	000002	000002	110
115	000193	000146	000110	000082	000061	000045	000033	000024	000017	000012	115
120	000806	000636	000499	000388	000301	000231	000177	000134	000101	000076	120
125	002602	002135	001741	001412	001137	000910	000724	000573	000450	000351	125
130	006690	005689	004811	004045	003381	002809	002321	001906	001556	001263	130
135	014154	012415	010836	009409	008129	006985	005971	005076	004291	003607	135
140	025509	022956	020573	018360	016312	014428	012702	011130	009705	008420	140
145	040508	037204	034058	031071	028246	025582	023082	020743	018566	016547	145
150	058371	054466	050691	047051	043550	040192	036980	033917	031005	028246	150
155	078164	073822	069584	065451	061431	057526	053741	050080	046548	043148	155
160	099046	094415	089862	085391	081005	076709	072507	068402	064400	060503	160
165	120369	115564	110817	106131	101510	096957	092474	088066	083737	079490	165
170	141679	136783	131930	127123	122365	117657	113003	108405	103866	099389	170
175	162672	157744	152848	147987	143162	138376	133629	128925	124266	119653	175
180	183160	178240	173344	168475	163634	158822	154040	149290	144573	139892	180
185	203029	198145	193279	188434	183611	178809	174030	169276	164548	159846	185
190	222220	217389	212574	207774	202991	198225	193477	188748	184038	179349	190
195	240706	235941	231189	226449	221721	217008	212308	207623	202954	198300	195
200	258482	253792	249110	244439	239778	235128	230488	225861	221246	216643	200
Y/v	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	Y/v

Диапазон Y: 110,0...200,0; диапазон v: 161...170

Y/v	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	Y/v
110	000001	000001									110
115	000009	000006	000004	000003	000002	000002	000001	000001			115
120	000057	000042	000031	000023	000016	000012	000009	000006	000004	000003	120
125	000273	000210	000161	000123	000093	000070	000052	000039	000029	000021	125
130	001018	000817	000651	000516	000406	000318	000247	000191	000147	000113	130
135	003016	002507	002072	001703	001391	001130	000913	000733	000585	000464	135
140	007269	006242	005333	004532	003831	003220	002692	002239	001851	001522	140
145	014683	012972	011408	009986	008699	007541	006505	005583	004767	004050	145
150	025642	023192	020896	018754	016763	014921	013225	011670	010252	008965	150
155	039883	036757	033772	030932	028237	025688	023287	021033	018926	016963	155
160	056717	053045	049492	046061	042756	039579	036535	033625	030852	028218	160
165	075328	071256	067277	063397	059617	055943	052378	048926	045590	042374	165
170	094978	090635	086363	082167	078050	074014	070065	066205	062439	058769	170
175	115089	110577	106120	101719	097378	093100	088888	084745	080674	076679	175
180	135248	130643	126079	121559	117083	112655	108277	103952	099681	095469	180
185	155173	150529	145917	141337	136792	132282	127811	123379	118989	114643	185
190	174682	170038	165417	160822	156253	151711	147198	142716	138265	133848	190
195	193664	189045	184444	179863	175302	170763	166245	161751	157282	152838	195
200	212053	207478	202917	198371	193841	189327	184831	180352	175893	171454	200
Y/v	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	Y/v

Диапазон Y: 120,0...200,0; диапазон v: 171...180

Y/v	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	Y/v
120	000002	000001	000001	000001							120
125	000016	000011	000008	000006	000004	000003	000002	000001	000001	000001	125
130	000086	000065	000049	000036	000027	000020	000015	000011	000008	000006	130
135	000367	000288	000224	000174	000134	000103	000079	000060	000045	000034	135
140	001245	001012	000818	000658	000526	000418	000331	000260	000203	000158	140
145	003422	002877	002405	002001	001655	001361	001114	000907	000734	000591	145
150	007803	006759	005826	004997	004265	003622	003060	002572	002151	001789	150
155	015143	013463	011918	010505	009219	008054	007003	006061	005221	004476	155
160	025724	023370	021156	019083	017148	015350	013686	012152	010746	009461	160
165	039281	036314	033475	030767	028191	025749	023440	021266	019226	017319	165
170	055200	051736	048379	045134	042003	038989	036095	033324	030678	028158	170
175	072763	068929	065181	061523	057957	054488	051118	047852	044692	041641	175
180	091317	087228	083206	079253	075373	071569	067845	064202	060646	057178	180
185	110344	106092	101891	097744	093652	089619	085647	081739	077898	074127	185
190	129466	125120	120814	116548	112324	108146	104014	099931	095900	091922	190
195	148421	144032	139672	135344	131048	126787	122561	118373	114224	110116	195
200	167035	162638	158264	153914	149589	145290	141018	136776	132563		

Диапазон Y: 130,0...200,0; диапазон y: 181...210

Y/y	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	Y/y
130	000004	000003	000002	000001	000001	000001					130
135	000025	000019	000014	000010	000007	000005	000004	000003	000002	000001	135
140	000122	000094	000072	000055	000041	000031	000023	000017	000013	000009	140
145	000473	000377	000298	000235	000184	000144	000111	000086	000066	000050	145
150	001480	001219	000998	000813	000659	000531	000426	000339	000269	000213	150
155	003818	003241	002738	002301	001924	001601	001325	001091	000894	000729	155
160	008294	007239	006289	005439	004682	004011	003421	002903	002451	002060	160
165	015543	013895	012373	010974	009693	008525	007466	006510	005651	004884	165
170	025765	023501	021365	019357	017477	015722	014092	012582	011191	009913	170
175	038702	035879	033172	030585	028118	025773	023551	021452	019476	017623	175
180	053803	050523	047342	044263	041289	038421	035664	033019	030488	028073	180
185	070429	066808	063265	059805	056430	053144	049949	046849	043847	040945	185
190	088002	084140	080340	076605	072937	069339	065815	062367	058998	055711	190
195	106052	102034	098063	094141	090272	086458	082701	079003	075368	071798	195
200	124235	120123	116047	112009	108012	104057	100145	096280	092463	088697	200

Y/y	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	Y/y
135	000001	000001									135
140	000007	000005	000004	000003	000002	000001	000001	000001			140
145	000038	000029	000022	000016	000012	000009	000007	000005	000003	000003	145
150	000167	000130	000101	000078	000060	000046	000035	000027	000020	000015	150
155	000591	000477	000383	000306	000243	000192	000151	000118	000092	000071	155
160	001723	001433	001187	000978	000802	000654	000531	000429	000345	000276	160
165	004201	003597	003066	002601	002196	001845	001543	001284	001064	000877	165
170	008746	007685	006723	005857	005080	004387	003771	003228	002750	002332	170
175	015890	014276	012779	011396	010124	008958	007895	006930	006057	005272	175
180	025774	023593	021530	019585	017758	016046	014450	012966	011592	010325	180
185	038146	035452	032866	030389	028023	025768	023627	021599	019684	017882	185
190	052509	049395	046373	043443	040611	037876	035243	032713	030287	027968	190
195	068295	064863	061505	058222	055019	051897	048861	045911	043051	040284	195
200	084983	081325	077724	074184	070706	067294	063950	060676	057476	054352	200

Y/y	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	Y/y
145	000002	000001	000001	000001							145
150	000011	000008	000006	000005	000003	000002	000002	000001	000001	000001	150
155	000055	000042	000032	000025	000019	000014	000010	000008	000006	000004	155
160	000219	000174	000137	000107	000084	000065	000050	000039	000030	000023	160
165	000719	000587	000477	000386	000310	000248	000198	000157	000124	000097	165
170	001968	001654	001383	001151	000954	000786	000645	000527	000429	000347	170
175	004569	003943	003387	002897	002467	002092	001765	001483	001240	001032	175
180	009162	008908	007129	006251	005459	004747	004111	003545	003044	002601	180
185	016192	014613	013142	011778	010517	009356	008293	007322	006439	005641	185
190	025757	023653	021659	019774	017997	016328	014766	013309	011954	010700	190
195	037612	035036	032560	030184	027910	025740	023674	021712	019855	018103	195
200	051307	048343	045464	042670	039966	037352	034832	032407	030079	027849	200

Диапазон Y: 155,0...200,0; диапазон y: 211...270

Y/y	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	Y/y
155	000003	000002	000002	000001	000001	000001					155
160	000017	000013	000010	000007	000005	000004	000003	000002	000002	000001	160
165	000076	000059	000046	000035	000027	000021	000016	000012	000009	000007	165
170	000279	000224	000179	000142	000112	000088	000069	000054	000042	000032	170
175	000855	000706	000579	000474	000385	000312	000252	000202	000161	000128	175
180	002215	001877	001584	001330	001113	000926	000768	000634	000520	000426	180
185	004921	004276	003700	003189	002736	002338	001989	001685	001422	001194	185
190	009543	008480	007508	006622	005818	005091	004438	003853	003332	002869	190
195	016455	014910	013466	012122	010875	009722	008661	007687	006798	005990	195
200	025718	023688	021758	019929	018201	016574	015046	013615	012281	011042	200

Y/y	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	Y/y
160	000001	000001									160
165	000005	000004	000003	000002	000001	000001	000001	000001			165
170	000025	000019	000015	000011	000008	000006	000005	000004	000003	000002	170
175	000102	000080	000063	000049	000038	000030	000023	000017	000013	000010	175
180	000347	000281	000227	000182	000146	000116	000092	000073	000057	000045	180
185	000999	000831	000689	000569	000468	000383	000312	000253	000204	000164	185
190	002461	002102	001787	001514	001277	001072	000897	000747	000619	000511	190
195	005257	004597	004003	003473	003001	002583	002214	001890	001607	001360	195
200	009894	008834	007861	006970	006157	005419	004752	004151	003612	003131	200

Y/y	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	Y/y
170	000001	000001	000001	000001							170
175	000008	000006	000004	000003	000002	000002	000001	000001	000001	000001	175
180	000035	000027	000021	000016	000012	000009	000007	000005	000004	000003	180
185	000132	000105	000083	000066	000052	000041	000032	000025	000019	000015	185
190	000420	000344	000280	000228	000184	000148	000119	000095	000075	000060	190
195	001147	000963	000805	000671	000556	000459	000378	000309	000252	000205	195
200	002704	002325	001992	001700	001445	001223	001031	000865	000724	000603	200

Y/y	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	Y/y
180	000002	000002	000001	000001	000001						180
185	000011	000009	000007	000005	000004	000003	000002	000002	000001	000001	185
190	000047	000037	000029	000022	000017	000013	000010	000008	000006	000005	190
195	000166	000134	000107	000086	000068	000054	000043	000034	000026	000020	195
200	000500	000413	000340	000278	000227	000185	000150	000121	000097	000077	200

Y/y	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	Y/y
185	000001										185
190	000003	000003	000002	000001	000001	000001	000001				190
195	000016	000012	000009	000007	000006	000004	000003	000002	000002	000001	195
200	000062	000049	000039	000030	000024	000019	000015	000011	000009	000007	200

Y/y	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	Y/y
195	000001	000001	000001								195
200	000005	000004	000003	000002	000002	000001	000001	000001	000001		200

Таблицы формулы Энгсета

4. Формулы Энгсета (табл. 3.1, 3.2) служат для определения вероятности потерь P_B по вызовам в полностью доступном пучке из v линий, на который поступает примитивный поток вызовов с параметром $\lambda_i = (n - i)\alpha$:

$$P_i = P(n, v, a) = \frac{C_{n-1}^v \alpha^v}{\sum_{x=0}^v C_{n-1}^x \alpha^x} = \frac{C_{n-1}^v \left(\frac{a}{1-a}\right)^v}{\sum_{x=0}^v C_{n-1}^x \left(\frac{a}{1-a}\right)^x}$$

где α - коэффициент пропорциональности, равный параметру одного свободного источника; n - общее число источников; i - число занятых источников; a - нагрузка, поступающая от одного источника.

Вероятность P_B определяется:

- при $v = \text{const}$ - по табл. 3.1;
- при $n = \text{const}$ - по табл. 3.2.

Вероятности потерь по времени P_t и нагрузке P_n определяются по табличным значениям следующим образом:

$$P_t = P(n+1, v, a); \quad P_n = \left(1 - \frac{v}{n}\right) P(n+1, v, a).$$

Пример. Определить потери по времени, вызовам и нагрузке в полностью доступном пучке из $v = 2$ линий, на который поступает примитивный поток вызовов от $n = 8$ источников. Нагрузка от одного источника $a = 0,1$ Эрл.

Решение. По таблицам формулы Энгсета находим:

$$P_B = P(n, v, a) = (8; 2; 0,1) = 0,1273,$$

$$P_t = P(n+1, v, a) = (9; 2; 0,1) = 0,1547,$$

$$P_n = \left(1 - \frac{v}{n}\right) P(n+1, v, a) = \left(1 - \frac{2}{8}\right) \cdot 0,1547 = 0,116025.$$

Таблица 3.1

ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЭНГСЕТА

$$P_B = \frac{C_{n-1}^v \left(\frac{a}{1-a}\right)^v}{\sum_{x=0}^v C_{n-1}^x \left(\frac{a}{1-a}\right)^x}, \quad v = \text{const}$$

		v = 2					
a \ n	5	6	7	8	9	10	
0.01	0.0006	0.0010	0.0014	0.0020	0.0025	0.0034	
0.02	0.0023	0.0038	0.0055	0.0076	0.0099	0.0125	
0.03	0.0051	0.0082	0.0120	0.0162	0.0210	0.0262	
0.04	0.0088	0.142	0.0204	0.0275	0.0352	0.0435	
0.05	0.0135	0.0215	0.0306	0.0408	0.0518	0.0634	
0.06	0.0191	0.0300	0.0423	0.0558	0.0702	0.0852	
0.07	0.0255	0.0395	0.0553	0.0723	0.0901	0.1084	
0.08	0.0326	0.0501	0.0694	0.0898	0.1110	0.1325	
0.09	0.0404	0.0614	0.0843	0.1082	0.1326	0.1570	
0.10	0.0488	0.0735	0.1000	0.1273	0.1547	0.1818	
0.11	0.0578	0.0863	0.1163	0.1468	0.1770	0.2066	
0.12	0.0673	0.0996	0.1330	0.1665	0.1994	0.2311	
0.13	0.0774	0.1132	0.1501	0.1864	0.2216	0.2553	
0.14	0.0878	0.1275	0.1674	0.2064	0.2437	0.2790	
0.15	0.0987	0.1420	0.1849	0.2263	0.2655	0.3022	
0.16	0.1100	0.1567	0.2025	0.2462	0.2870	0.3249	
0.17	0.1215	0.1717	0.2202	0.2658	0.3080	0.3469	
0.18	0.1334	0.1868	0.2378	0.2852	0.3286	0.3683	
0.19	0.1455	0.2021	0.2553	0.3043	0.3488	0.3890	
0.20	0.1579	0.2134	0.2727	0.3231	0.3684	0.4091	
0.30	0.2888	0.3689	0.4355	0.4909	0.5373	0.5765	

v	v = 5					
	20	21	22	23	24	25
0.03	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
0.04	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0017	0.0020
0.05	0.0018	0.0022	0.0028	0.0034	0.0042	0.0051
0.06	0.0038	0.0048	0.0059	0.0072	0.0086	0.0102
0.07	0.0071	0.0088	0.0107	0.0129	0.0154	0.0181
0.08	0.0119	0.0146	0.0177	0.0211	0.0248	0.0289
0.09	0.0184	0.0224	0.0268	0.0316	0.0369	0.0426
0.10	0.0268	0.0323	0.0383	0.0447	0.0517	0.0590
0.11	0.0371	0.0443	0.0519	0.0602	0.0689	0.0780
0.12	0.0493	0.0582	0.0677	0.0777	0.0882	0.0991
0.13	0.0633	0.0740	0.0853	0.0972	0.1094	0.1219
0.14	0.0789	0.0914	0.1046	0.1181	0.1319	0.1460
0.15	0.0959	0.1103	0.1251	0.1402	0.1556	0.1710
0.16	0.1142	0.1302	0.1467	0.1632	0.1799	0.1966
0.17	0.1335	0.1511	0.1690	0.1869	0.2047	0.2223
0.18	0.1536	0.1727	0.1918	0.2109	0.2296	0.2481
0.19	0.1743	0.1947	0.2150	0.2350	0.2545	0.2737
0.20	0.1955	0.2171	0.2383	0.2590	0.2792	0.2989
0.30	0.4044	0.4296	0.4531	0.4750	0.4954	0.5145

v	20	21	22	23	24	25
0.03	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
0.04	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0017	0.0020
0.05	0.0018	0.0022	0.0028	0.0034	0.0042	0.0051
0.06	0.0038	0.0048	0.0059	0.0072	0.0086	0.0102
0.07	0.0071	0.0088	0.0107	0.0129	0.0154	0.0181
0.08	0.0119	0.0146	0.0177	0.0211	0.0248	0.0289
0.09	0.0184	0.0224	0.0268	0.0316	0.0369	0.0426
0.10	0.0268	0.0323	0.0383	0.0447	0.0517	0.0590
0.11	0.0371	0.0443	0.0519	0.0602	0.0689	0.0780
0.12	0.0493	0.0582	0.0677	0.0777	0.0882	0.0991
0.13	0.0633	0.0740	0.0853	0.0972	0.1094	0.1219
0.14	0.0789	0.0914	0.1046	0.1181	0.1319	0.1460
0.15	0.0959	0.1103	0.1251	0.1402	0.1556	0.1710
0.16	0.1142	0.1302	0.1467	0.1632	0.1799	0.1966
0.17	0.1335	0.1511	0.1690	0.1869	0.2047	0.2223
0.18	0.1536	0.1727	0.1918	0.2109	0.2296	0.2481
0.19	0.1743	0.1947	0.2150	0.2350	0.2545	0.2737
0.20	0.1955	0.2171	0.2383	0.2590	0.2792	0.2989
0.30	0.4044	0.4296	0.4531	0.4750	0.4954	0.5145

v	v = 10					
	40	41	42	43	44	45
0.07	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
0.08	0.0006	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0016
0.09	0.0014	0.0017	0.0021	0.0025	0.0030	0.0035
0.10	0.0030	0.0036	0.0043	0.0051	0.0060	0.0069
0.11	0.0056	0.0067	0.0079	0.0092	0.0107	0.0123
0.12	0.0097	0.0114	0.0133	0.0154	0.0177	0.0202
0.13	0.0156	0.0181	0.0209	0.0239	0.0272	0.0307
0.14	0.0235	0.0271	0.0309	0.0351	0.0395	0.0442
0.15	0.0338	0.0384	0.0435	0.0488	0.0545	0.0604
0.16	0.0463	0.0522	0.0585	0.0651	0.0720	0.0792
0.17	0.0611	0.0683	0.0759	0.0837	0.0919	0.1003
0.18	0.0780	0.0865	0.0953	0.1044	0.1137	0.1231
0.19	0.0968	0.1065	0.1165	0.1266	0.1370	0.1474
0.20	0.1172	0.1280	0.1390	0.1502	0.1614	0.1726
0.30	0.3504	0.3654	0.3799	0.3940	0.4075	0.4206

v	40	41	42	43	44	45
0.07	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
0.08	0.0006	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0016
0.09	0.0014	0.0017	0.0021	0.0025	0.0030	0.0035
0.10	0.0030	0.0036	0.0043	0.0051	0.0060	0.0069
0.11	0.0056	0.0067	0.0079	0.0092	0.0107	0.0123
0.12	0.0097	0.0114	0.0133	0.0154	0.0177	0.0202
0.13	0.0156	0.0181	0.0209	0.0239	0.0272	0.0307
0.14	0.0235	0.0271	0.0309	0.0351	0.0395	0.0442
0.15	0.0338	0.0384	0.0435	0.0488	0.0545	0.0604
0.16	0.0463	0.0522	0.0585	0.0651	0.0720	0.0792
0.17	0.0611	0.0683	0.0759	0.0837	0.0919	0.1003
0.18	0.0780	0.0865	0.0953	0.1044	0.1137	0.1231
0.19	0.0968	0.1065	0.1165	0.1266	0.1370	0.1474
0.20	0.1172	0.1280	0.1390	0.1502	0.1614	0.1726
0.30	0.3504	0.3654	0.3799	0.3940	0.4075	0.4206

Таблица 3.2

ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЭНГСЕТА

$$P_B = \frac{C_{n-1}^v \left(\frac{a}{1-a}\right)^v}{\sum_{x=0}^v C_{n-1}^x \left(\frac{a}{1-a}\right)^x}, \quad n = \text{const}$$

n = 5			
a \ v	1	2	3
0.01	0.039	0.002	
0.02	0.075	0.005	
0.03	0.110	0.009	
0.04	0.143	0.013	
0.05	0.174	0.019	
0.06	0.203	0.025	
0.07	0.231	0.033	0.001
0.08	0.258	0.040	0.002
0.09	0.283	0.049	0.003
0.10	0.307	0.058	0.004

n = 5				
a \ v	1	2	3	4
0.11	0.331	0.058	0.005	
0.12	0.353	0.067	0.006	
0.13	0.374	0.077	0.008	
0.14	0.394	0.088	0.009	
0.15	0.414	0.099	0.011	
0.16	0.432	0.109	0.014	
0.17	0.450	0.121	0.016	
0.18	0.467	0.133	0.019	
0.19	0.484	0.145	0.022	0.001
0.20	0.500	0.158	0.025	0.001
0.30	0.631	0.289	0.076	0.008

n = 10					
a \ v	1	2	3	4	5
0.01	0.083	0.003			
0.02	0.155	0.012			
0.03	0.218	0.026	0.002		
0.04	0.273	0.043	0.004		
0.05	0.321	0.063	0.008	0.0006	
0.06	0.365	0.085	0.012	0.0011	
0.07	0.404	0.108	0.019	0.002	
0.08	0.439	0.132	0.026	0.003	
0.09	0.471	0.157	0.035	0.005	
0.10	0.500	0.181	0.045	0.007	
0.11	0.526	0.206	0.056	0.010	0.001
0.12	0.551	0.231	0.068	0.014	0.002
0.13	0.573	0.255	0.082	0.018	0.003
0.14	0.594	0.279	0.096	0.023	0.004
0.15	0.614	0.302	0.111	0.028	0.005

n = 20								
a \ v	1	2	3	4	5	6	7	8
0.01	0.161	0.014	0.01					
0.02	0.279	0.049	0.06					
0.03	0.370	0.093	0.016	0.002				
0.04	0.442	0.142	0.032	0.005	0.001			
0.05	0.500	0.191	0.054	0.011	0.002			
0.06	0.548	0.239	0.080	0.020	0.004			
0.07	0.588	0.285	0.108	0.032	0.007	0.001		
0.08	0.623	0.328	0.139	0.046	0.012	0.002		
0.09	0.653	0.367	0.171	0.063	0.018	0.004	0.001	
0.10	0.678	0.404	0.203	0.083	0.027	0.007	0.001	
0.11	0.701	0.438	0.235	0.104	0.037	0.010	0.002	
0.12	0.721	0.470	0.266	0.127	0.049	0.015	0.004	0.001
0.13	0.740	0.499	0.297	0.151	0.063	0.022	0.006	0.001
0.14	0.756	0.525	0.326	0.175	0.079	0.029	0.009	0.002
0.15	0.770	0.550	0.355	0.200	0.096	0.037	0.012	0.003

		n = 40					
d \ p		1	2	3	4	5	6
0.01	0.283	0.051	0.006	0.006	0.001		
0.02	0.443	0.147	0.036	0.006	0.005	0.001	
0.03	0.547	0.243	0.085	0.023	0.005	0.001	
0.04	0.619	0.329	0.144	0.051	0.015	0.003	
0.05	0.672	0.402	0.207	0.089	0.032	0.009	
0.06	0.713	0.466	0.267	0.133	0.058	0.020	
0.07	0.746	0.516	0.324	0.180	0.087	0.036	
0.08	0.772	0.561	0.375	0.227	0.121	0.056	
0.09	0.794	0.599	0.422	0.273	0.159	0.082	
0.10	0.812	0.632	0.464	0.317	0.198	0.111	
0.11	0.828	0.660	0.502	0.358	0.236	0.142	
0.12	0.842	0.686	0.536	0.396	0.275	0.175	
0.13	0.853	0.708	0.566	0.432	0.311	0.209	
0.14	0.864	0.728	0.594	0.465	0.346	0.242	
0.15	0.873	0.745	0.619	0.496	0.380	0.275	

		n = 40					
d \ p		7	8	9	10	11	12
0.01							
0.02							
0.03	0.001						
0.04	0.002						
0.05	0.006	0.001					
0.06	0.012	0.004	0.001				
0.07	0.023	0.008	0.002	0.001			
0.08	0.037	0.014	0.005	0.001			
0.09	0.055	0.024	0.009	0.003	0.001		
0.10	0.076	0.036	0.015	0.006	0.002	0.001	
0.11	0.101	0.052	0.024	0.010	0.003	0.001	
0.12	0.128	0.071	0.035	0.016	0.006	0.002	0.001
0.13	0.157	0.093	0.049	0.024	0.010	0.004	0.004
0.14	0.186	0.116	0.066	0.034	0.015	0.006	0.006

		n = 50							
d \ p		1	2	3	4	5	6	7	8
0.01	0.331	0.074	0.012	0.001					
0.02	0.500	0.197	0.059	0.014	0.002				
0.03	0.602	0.309	0.130	0.044	0.012	0.003			
0.04	0.671	0.402	0.208	0.090	0.033	0.010	0.002		
0.05	0.720	0.476	0.282	0.146	0.065	0.024	0.008	0.002	
0.06	0.758	0.537	0.349	0.204	0.105	0.047	0.018	0.006	
0.07	0.787	0.587	0.409	0.261	0.150	0.077	0.034	0.013	
0.08	0.810	0.628	0.461	0.316	0.198	0.112	0.056	0.025	
0.09	0.829	0.663	0.507	0.366	0.246	0.151	0.084	0.042	
0.10	0.845	0.692	0.547	0.411	0.291	0.192	0.116	0.063	
0.11	0.858	0.718	0.582	0.452	0.335	0.233	0.150	0.089	
0.12	0.870	0.740	0.613	0.490	0.376	0.273	0.186	0.118	
0.13	0.880	0.759	0.640	0.524	0.413	0.312	0.222	0.148	
0.14	0.889	0.776	0.664	0.554	0.448	0.348	0.258	0.181	
0.15	0.896	0.792	0.686	0.582	0.480	0.383	0.294	0.214	

		n = 50							
d \ p		9	10	11	12	13	14	15	16
0.01									
0.02									
0.03									
0.04									
0.05	0.002								
0.06	0.004	0.001							
0.07	0.010	0.003	0.001						
0.08	0.018	0.007	0.002	0.001					
0.09	0.031	0.014	0.005	0.002	0.001				
0.10	0.048	0.023	0.010	0.004	0.001				
0.11	0.068	0.036	0.017	0.007	0.003	0.001			
0.12	0.092	0.052	0.027	0.012	0.005	0.002	0.001		
0.13	0.118	0.072	0.040	0.020	0.009	0.004	0.001		
0.14	0.147	0.094	0.055	0.030	0.015	0.007	0.003	0.001	

100.0

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблицы второй формулы Эрланга

1. Вторая формула Эрланга (табл. 4.1, 4.2) служит для определения в системах с ожиданием при экспоненциально-распределенной длительности обслуживания вероятностей потерь по времени P_t в полностью доступном пучке из v линий, на который поступает простейший поток вызовов с параметром λ :

$$P_t = \frac{\frac{\lambda^v}{v!} \frac{v}{v-\lambda}}{\sum_{x=0}^{v-1} \frac{\lambda^x}{x!} + \frac{\lambda^v}{v!} \frac{v}{v-\lambda}}, \quad \lambda < v,$$

здесь P_t — опасное время, когда занято v линий и на ожидании находятся 0, 1, 2, ... вызовов.

Вероятности состояния P_v с v занятыми линиями при отсутствии ожидающих вызовов и вероятности потерь P_t по вызовам, представляющим доли времени, когда на ожидании имеется хотя бы один вызов, могут быть определены так:

$$P_v = P_t \frac{v-\lambda}{\lambda}, \quad P_b = P_t \frac{\lambda}{\lambda}.$$

Вероятности $P\{\gamma > t\}$ * показывают, что время ожидания начала обслуживания определенного вызова, находящегося на ожидании, превзойдет t :

$$P\{\gamma > t\} = P_t e^{-(v-\lambda)t}, \quad t \geq 0.$$

Вероятности $P\{\gamma > t\}$ от величины нагрузки на одну линию ($a_n = \lambda/v$) при $t = 0$ определяются по табл. 4.2:

$$P\{\gamma > t\} = P\{\gamma > 0\} = P_t.$$

Табл. 4.2, являясь частным случаем табл. 4.1, охватывает более широкий диапазон значений λ и v .

Пример. Определить вероятности P_t , P_v , P_b и $P\{\gamma > 2\}$ для полностью доступного пучка из $v = 6$ линий, на который поступает простейший поток вызовов с параметром $\lambda = 4,2$.

* Таблицы $P\{\gamma > t\}$ рассчитаны на ЭЭСМ-4 И.А. Бавриным (ЛОНИС).

Решение. Из табл. 4.1 и 4.2 находим:

$$P_t = P(\lambda, v) = (4 < 2; 6) = 0,33600,$$

$$P_v = P_t \frac{v-\lambda}{v} = 0,336 \frac{6-4,2}{6} = 0,1008,$$

$$P_b = P_t \frac{\lambda}{v} = 0,336 \frac{4,2}{6} = 0,2352,$$

$$P\{\gamma > 2\} = P(a_n, \lambda/v, v) = P(0,7; 6) = 0,009180.$$

Значения функции Эрланга

Таблица 4.1

$$P_t = \frac{\lambda^v \left(\frac{v}{v-\lambda} \right)}{\sum_{x=0}^{v-1} \frac{\lambda^x \lambda^v}{x! v! v-\lambda}}$$

$\lambda \backslash v$	5	6	7	8	9
4.1	59331	30978	14961	6666	2738
4.2	63377	33598	16505	7492	3140
4.3	67547	36336	18146	8387	3583
4.4		39192	19885	9352	4071
4.5		42165	21722	10389	4605
4.6		45254	23659	11500	5188
4.7		48459	25696	12688	5822
4.8		51777	27834	13954	6509
4.9		55209	30074	15300	7251
5.0		58752	32415	16727	8051
5.1		62405	34858	18236	8910
5.2		66167	37402	19829	9831
5.3			40049	21507	10814
5.3			40049	21507	10814
5.4			42796	23271	11862
5.5			45645	25122	12977
5.6			48594	27060	14160
5.7			51643	29087	15412
5.8			54791	31201	16735
5.9			58038	33405	18130
6.0			61383	35698	19598
6.1			64825	38080	21141
6.2				40552	22758
6.3				43114	24452
6.4				45764	26223

$\lambda \backslash v$	8	9
6.5	48504	28071
6.6	51333	29998
6.7	54251	32003
6.8	57257	34087
6.9	60351	36251
7.0	63532	38495

$\lambda \backslash v$	10	11	12	13	14
2.1	00007125				
2.2	0001040				
2.3	0001486				
2.4	0002086				
2.5	0002876				
2.6	0003905	00008943			
2.7	0005223	0001240			
2.8	0006894	0001695			
2.9	0008984	0002284			
3.0	0011573	0003038	00007355		
3.1	0014746	0003993	00009988		
3.2	0018597	0005188	0001338		
3.3	0023231	0006671	0001771		
3.4	0028761	0008493	0002320		
3.5	0035309	0010712	0003008	00007849	
3.6	0043003	0013392	0003861	0001035	
3.7	0051984	0016604	0004912	0001352	
3.8	0062398	0020425	0006196	0001749	
3.9	0074398	0024939	0007751	0002242	
4.0	0088147	0030237	0009622	0002851	00007895

$\lambda \backslash \nu$	10	11	12	13	14	15	16	17
4.1	0103812	0036417	0011857	0003596	0001020			
4.2	0121566	0043582	0014510	0004502	0001306			
4.3	0141589	0051843	0017639	0005594	0001660			
4.4	0164063	0061317	0021307	0006905	0002094			
4.5	0189176	0072127	0025582	0008466	0002622	00007625		
4.6	0217119	0084401	0030540	0010315	0003262	00009687		
4.7	0248084	0098273	0036258	0012492	0004031	0001222		
4.8	0282264	0113883	0042822	0015043	0004951	0001531		
4.9	0319856	0131374	0050320	0018015	0006045	0001906		
5.0	0361054	0150893	0058847	0021461	0007338	0002359		
5.1	0406052	0172593	0068503	0025438	0008859	0002901	00008960	
5.2	0455044	0196628	0079391	0030005	0010640	0003549	0001116	
5.3	0508221	0223156	0091620	0035229	0012714	0004317	0001383	
5.4	0565771	0252336	0105303	0041177	0015118	0005224	0001703	
5.5	0627879	0284331	0120558	0047923	0017894	0006290	0002087	
5.6	069473	031930	013750	005555	002108	0007537	0002543	0008121
5.7	076649	035741	015627	006412	002474	0008989	0003084	00010002
5.8	084335	039883	017697	007374	002890	001067	0003723	0001229
5.9	092546	044371	019975	008450	003363	001262	0004472	0001500
6.0	101299	049222	022474	009647	003898	001485	0005347	0001823
6.1	110610	054452	025207	010977	004502	001741	0006367	0002205
6.2	120493	060077	028188	012449	005180	002034	0007549	0002655
6.3	130962	066112	031430	014073	005939	002366	0008915	0003182
6.4	142032	072574	034948	015860	006787	002743	001049	0003799
6.5	153715	079476	038755	017820	007731	003169	001229	0004516
6.6	166023	086834	042866	019966	008779	003648	001434	0005349
6.7	178969	094663	047294	022308	009938	004185	001669	0006310
6.8	192562	102976	052053	024857	011217	004787	001935	0007417
6.9	206813	111787	057157	027627	012624	005458	002235	0008686
7.0	221731	121108	062620	030627	014169	006204	002574	001014
7.1	237326	130954	068456	033870	015860	007032	002956	001179
7.2	253604	141335	074676	037369	017707	007948	003383	001367
7.3	270573	152263	081296	041136	019720	008959	003861	001580
7.4	288240	163751	088327	045181	021907	010071	004393	001821
7.5	306611	175807	095782	049519	024280	011292	004985	002091
7.6	325691	188442	103674	054160	026848	012630	005642	002395
7.7	345484	201667	112015	059116	029622	014092	006368	002736
7.8	365994	215488	120815	064401	032611	015685	007169	003116
7.9	387226	229916	130087	070024	035827	017419	008051	003540
8.0	409180	244958	139842	075999	039280	019301	009019	004010

$\lambda \backslash \nu$	10	11	12	13	14	15	16	17
8.1	431860	260621	150089	082337	042981	021340	010080	004532
8.2	455268	276911	160840	089049	046939	023545	011240	005109
8.3	479403	293836	172103	096146	051167	025925	012505	005746
8.4	504268	311400	183889	103639	055674	028487	013883	006447
8.5	529861	329609	196205	111539	060472	031243	015380	007216
8.6	556183	348468	209061	119857	065569	034200	017003	008060
8.7	583233	367980	222465	128602	070979	037368	018760	008983
8.8	611008	388149	236424	137785	076709	040757	020659	009990
8.9	639509	408978	250945	147415	082772	044376	022705	011088
9.0		430470	266035	157501	089176	048234	024909	012281
9.1		452627	281700	168052	095932	052340	027277	013577
9.2		475451	297946	179078	103050	056705	029817	014980
9.3		498943	314778	190586	110540	061338	032538	016497
9.4		523104	332202	202584	118410	066247	035448	018135
9.5		547934	350222	215080	126671	071443	038555	019900
9.6		573434	368842	228081	135330	076935	041867	021800
9.7		599603	388065	241595	144398	082732	045393	023840
9.8		626441	407895	255626	153882	088843	049142	026028
9.9		653946	428336	270183	163790	095277	053122	028371
10.0			449388	285270	174132	102042	057340	030876

$\lambda \backslash \nu$	20	21	22	23	24
8.1	000310	000116			
8.2	000361	000137			
8.3	000420	000161			
8.4	000487	000188			
8.5	000564	000220	000083		
8.6	000650	000257	000097		
8.7	000748	000299	000115		
8.8	000858	000347	000134		
8.9	000982	000401	000157		
9.0	001121	000463	000183		
9.1	001277	000532	000213		
9.2	001451	000611	000247	00009571	
9.3	001645	000700	000285	0001119	
9.4	001861	000799	000329	0001304	
9.5	002101	000911	000379	0001516	
9.6	002366	001036	000435	0001758	
9.7	002659	001176	000499	0002035	
9.8	002983	001331	000570	0002348	00009302
9.9	003339	001504	000651	0002704	0001081
10.0	003731	001696	000740	0003107	0001254

$\lambda \backslash \nu$	20	21	22	23	24	25	26	27
11.0	010253	005078	002419	001109	000489	000208		
12.0	024134	012892	006635	003291	001574	000727	000324	0001395
13.0	050059	028587	015762	008390	004313	002142	001028	0004774
14.0	093561	056667	033213	018831	010328	005480	002814	001399
15.0	160429	102320	063306	037973	022074	012434	006787	003590
16.0	256078	170892	110909	069944	042835	025465	014692	008226
17.0	385056	267349	180974	119317	076557	047773	028981	017086
18.0	550769	395872	278078	190692	127537	083124	052763	032602
19.0		559614	406080	288307	200063	135564	089630	057784
20.0			567915	415738	298072	209103	143400	096063

$\lambda \backslash \nu$	23	24	25	26	27
21.0	575728	424894	307409	217829	151044
22.0		583101	433592	316347	226256
23.0			590074	441871	324916
24.0				596682	449763
25.0					602959

$\lambda \backslash \nu$	30	31	32	33	34	35	36	37
15	0004423	0002073	0009441					
16	001208	000602	0002911	000137				
17	002950	001553	000795	000396	0001919			
18	006530	003618	001951	001024	0005238	0002610	0001268	
19	013258	007702	004359	002404	001292	0006768	0003458	0001724
20	024950	015144	008964	005174	002912	001599	000857	000448
21	043921	027755	017122	010310	006059	003476	001947	001065
22	072891	047798	030633	019182	011735	007013	004095	002336
23	114849	077902	051708	033574	021318	013235	008034	004768
24	172862	120923	082885	055641	036568	023521	014805	009117
25	249893	179776	126898	087835	059589	039607	025785	016439
26	348639	257270	186520	132772	092745	063543	042685	028104
27	471408	355956	264416	193098	138546	097612	067498	045793
28	620055	478027	363008	271343	199514	144219	102430	071449
29		6252	4844	3698	2781	2058	1498	1072
30			6302	4905	3764	2846	2119	1553
31				6350	4954	3827	2909	2170
32					6396	5020	3889	2971
33						6440	5075	3948
34							6482	5128
35								6523

λ	ν	40	41	42	43	44	45	46	47
21	0001514								
22	0003781	0001970							
23	0008715	0004733	0002515	0001309					
24	001869	001056	0005836	0003159	0001675				
25	003753	002200	001262	0007097	0003909	0002110	0001116		
26	007100	004309	002562	001493	0008526	0004773	0002620	0001410	
27	01272	007977	004905	002957	001747	001013	0005757	0003210	
28	02168	01403	008901	005541	003383	002027	001191	0005808	
29	03533	02353	01538	009870	006216	003842	002330	001389	
30	05525	03781	02542	01678	01088	006929	004332	002659	
31	08322	05843	04032	02735	01823	01194	07679	004853	
32	1212	08711	06161	04286	02931	01971	01303	008464	
33	1711	1257	09098	06480	04541	03131	02123	01416	
34	2349	1762	1302	09482	06798	04799	03334	02279	
35	3145	2404	1812	1347	09863	07117	05057	03539	
36	4116	3200	2457	1861	1390	1024	07434	05317	
37	5275	4168	3254	2509	1909	1434	1062	07751	
38	6636	5321	4219	3306	2560	1956	1476	1099	
39		6672	5366	4269	3357	2009	2003	1518	
40			6706	5409	4317	3407	2658	2049	
λ	ν	50	51	52	53	54	55	56	57
31	001102	0006489	0003757	0002138	0001196				
32	002092	001269	0007563	0004432	0002555	0001448			
33	003796	002366	001451	0008746	0005187	0003026	0001736		
34	006598	004224	002660	001648	001004	0006022	0003554	0002064	
35	01103	007239	004677	002974	001861	0006944	0004143		
36	01776	01194	007907	005154	003307	002089	001299	0007953	
37	02764	01902	01289	008603	005655	003660	002333	001464	
38	04167	02931	02031	01386	009325	006179	004033	002593	
39	06102	04380	03100	02162	01487	01007	006725	004425	
40	08695	06364	04595	03271	02297	01590	01085	007295	

λ	ν	50	51	52	53	54	55	56	57
41	1208	09007	06626	04810	03445	02433	01695	01164	
42	1641	1244	09317	06889	05027	03620	02572	01803	
43	2181	1681	1280	09626	07150	05244	03797	02713	
44	2843	2224	1720	1315	09932	07412	05462	03975	
45	3639	2887	2266	1759	1350	1024	07673	05681	
46	4581	3682	2930	2307	1797	1384	1054	07933	
47	5680	4621	3724	2972	2347	1834	1418	1084	
48	6945	5714	4660	3765	3013	2387	1872	1452	
49		6971	5748	4699	3806	3054	2426	1908	
50			6996	5781	4736	3845	3093	2465	

λ	ν	60	61	62	63	64	65	66	67
36	0001665								
37	0003307	0001954							
38	0006300	0003817	0002279	0001341					
39	001154	0007159	0004378	0002639	0001568				
40	002036	001293	0009091	0004993	0003038	0001823			
41	003468	002251	001441	0009098	0005664	0003477	0002106		
42	005716	003791	002480	001600	001018	0006393	0003959	0002418	
43	009132	006183	004130	002722	001769	001135	0007181	0004484	
44	01417	009785	006669	004485	002976	001949	001259	0008031	
45	02139	01505	01046	007172	004855	003243	002139	001392	
46	03146	02255	01596	01115	007693	005240	003524	002339	
47	04517	03294	02373	01688	01186	008231	005640	003816	
48	06339	04700	03443	02492	01782	01259	008786	006065	
49	08709	06559	04883	03593	02613	01878	01334	009357	
50	1173	08966	06778	05067	03745	02736	01976	01410	
52	2015	1583	1231	09476	07217	05437	04052	02986	
56	4944	4067	3318	2683	2115	1709	1345	1048	
60			7218	6070	5069	4201	3455	2818	
64							7294	6170	

$\lambda \backslash \nu$	70	71	72	73	74	75	76	77
45	0003551	0002195						
46	0006338	0003999	0002491	0001533				
47	001096	0007055	0004483	0002814	0001745			
48	001841	001207	0007822	0005006	0003165	0001977		
49	003004	002007	001325	0008643	0005569	0003546	002231	0001387
50	004771	003246	002183	001450	0009517	0006173	0003957	0002507
52	01116	007860	005470	003763	002559	001720	001143	007509
56	04676	03500	02592	01900	01378	009882	007012	004922
60	1455	1147	08955	05928	05309	04029	03028	02253
$\lambda \backslash \nu$	80	81	82	83	84	85	86	87
52	0001987	0001247						
56	001595	001072	0007124	0004685	0003048	0001962	0001250	
60	008737	006243	004415	003090	002141	001468	0009966	0006696
64	03479	02624	01960	01451	01063	007718	005548	003950
68	1065	08411	06590	05119	03942	03009	02277	01707
72	2631	2161	1763	1427	1147	09143	07232	05674
76	5484	4652	3923	3287	2737	2263	1859	1516
80			7542	6499	5571	4748	4024	3390
$\lambda \backslash \nu$	90	91	92	93	94	95	96	97
64	001345	0009209	0006245	0004195	0002791	0001839	0001200	
68	006813	004925	003528	002503	001760	001226	0008464	0005788
72	02607	01978	01488	01110	008204	006012	004368	003145
76	07871	06231	04894	03814	02949	02262	01720	01298
80	1951	1602	1306	1058	08505	06789	05379	04230
84	4120	3477	2935	2455	2041	1686	1384	1128
88	7642	6634	5730	4925	4210	3580	3027	2545
92					7688	6695	5804	5006

$\lambda \backslash \nu$	100	101	102	103	104	105	106	107
72	001114	0007744	0005336	0003645	0002469	0001657		
76	005303	003870	002800	002009	001430	001009	0007059	0004898
80	01965	01498	01133	008505	006332	004677	003427	002491
84	05866	04651	03661	02861	02219	01709	00306	009900
88	1459	1197	09757	07901	06355	05077	04028	03174
92	3116	2632	2211	1846	1533	1265	1037	08453
96	58	5084	4379	3754	3201	2716	2292	1923
100			7771	6808	5939	5157	4458	3835
$\lambda \backslash \nu$	110	111	112	113	114	115	116	117
80	0009113	0006414	0004478	0003102	0002132			
84	004124	003033	002213	001603	001152	0008214	0005812	0004081
88	01487	01139	008655	006530	004891	003636	002683	001966
92	04401	03494	02765	02158	01678	01296	009942	007592
96	1098	09001	07334	05938	04778	03820	03034	02394
100	2370	1998	1675	1397	1158	09544	07821	06371
$\lambda \backslash \nu$	120	121	122	123	124	125	126	127
88	0007390	0005255	0003709	0002599	0001808			
92	003206	002373	001744	001273	0009225	0006637	0004741	0003363
96	01131	008686	006628	005023	003781	002827	002099	001547
100	03320	02638	02083	01634	01274	009869	007594	005805
$\lambda \backslash \nu$	130	131	132	133	134	135	136	137
96	0005953	0004271	0003043	0002153				
100	002492	001855	001372	001008	0007356	0005333	0003841	0002748

Таблица 4.2

Значения функции Эрланга

$$P\{\gamma > t\} = \frac{\lambda^v \left(\frac{v}{v-\lambda} \right)}{v! (v-\lambda)} \cdot e^{-(v-\lambda)t} \cdot \sum_{x=0}^{v-1} \frac{\lambda^x}{x!} + \frac{\lambda^v}{v! (v-\lambda)}$$

v = 1							
a _n \ t	0	1	2	3	4	5	6
0.1	10000	04065	01652	006721	002732	001110	0004517
0.2	20000	08987	04037	018144	008152	003663	001646
0.3	30000	14897	07398	03674	01824	009059	004499
0.4	40000	21952	12048	06612	03629	01991	01093
0.5	50000	30327	18394	11157	06767	04104	02489
0.6	60000	40219	26960	18072	12114	08120	05443
0.7	70000	51857	38417	28460	21084	15619	11571
0.8	80000	65498	53625	43905	35946	29430	24096
0.9	90000	81435	73686	66674	60329	54588	49393

v = 2							
a _n \ t	0	1	2	3	4	5	6
0.1	01818	003005	000497				
0.2	06666	01346	002717	0005486	0001108		
0.3	12037	03414	00842	002076	005120	0001263	
0.4	22857	06884	02074	006245	001881	0005666	00017054
0.5	33333	12263	04511	01660	006105	002246	0008263
0.6	45000	20219	09085	04082	01834	008242	003703
0.7	57647	31637	17363	09529	05229	02870	01575
0.8	71111	47687	31952	21418	14857	09624	06451
0.9	83264	69807	57154	46793	38311	31366	25681

v = 1							
a _n \ t	0	1	2	3	4	5	6
0.1	002827	000248					
0.2	02439	002246	0002029				
0.3	05072	008575	001050	0001286			
0.4	14118	02834	003857	0006376	0001054		
0.5	23684	052846	01179	00293	0005871	0001310	
0.6	35474	10685	03218	009693	002919	0008793	0002618
0.7	44996	20017	08138	03828	01345	005459	002224
0.8	64950	35519	19493	10698	05871	03224	01768
0.9	81706	58540	44841	33219	24609	18231	13506

v = 4							
a _n \ t	0	1	2	3	4	5	6
0.1	0007944						
0.2	009581	0003905					
0.3	03705	002253	0001370				
0.4	09070	008228	0007464				
0.5	17391	02854	008185	0004311			
0.6	28704	05795	01170	002362	0004769		
0.7	42865	12911	03889	01171	003528	001063	0003200
0.8	59643	26798	12042	05411	02431	01092	00491
0.9	78775	52805	35396	23727	13904	10661	07146

Кривые Кроммелина

Кривые Кроммелина $P\{\gamma > t\} = f(t)$, $\nu = \text{const}$, $\lambda/\nu = \text{const}$, которые служат для определения в системах с ожиданием при постоянной длительности обслуживания вероятности того, что любой поступивший вызов попадет на ожидание и будет ожидать начала обслуживания больше времени t .

$\nu = 5$							
$a_n \backslash t$	0	1	2	3	4	5	6
0.1	0001755						
0.2	003831	00007017				01	
0.3	02014	0005082				02	
0.4	05970	002972	0001480			03	
0.5	13037	01070	0008784			04	
0.6	23615	03196	004325	0005854		05	
0.7	37784	08431	01881	004197	0009366	0002089	
0.8	55411	20385	07499	02758	01015	003733	00137
0.9	76249	46247	28051	17014	10319	06255	03796

$\nu = 6$							
$a_n \backslash t$	0	1	2	3	4	5	6
0.3	01115	0001671					
0.4	03995	001092					01
0.5	09914	004936	0002458				02
0.6	19657	01783	001618	0001468			03
0.7	33600	05554	009180	001517	0002508		04
0.8	51777	15595	04697	01415	004261	00128	0003866
0.9	74012	40619	22292	12234	06714	03685	02022

Распределение длительности ожидания в очереди при постоянной длительности занятия и обслуживании вызовов в порядке очереди

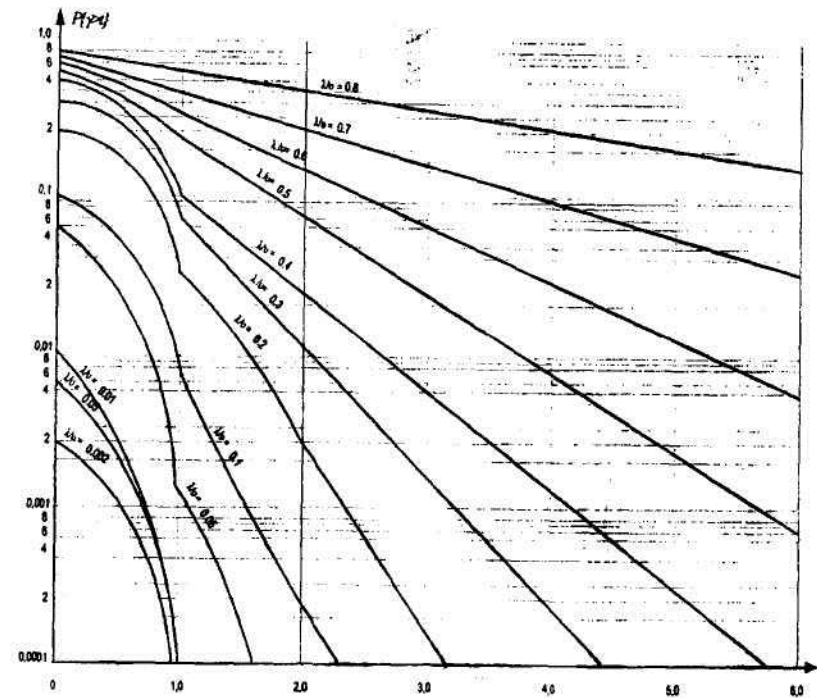


Рис. 5.1. $P\{\gamma > t\} = f(t)$ при $\nu = 1$

10
8
6
4
2
0.1
0.01
0.001
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
P(y>t)
t

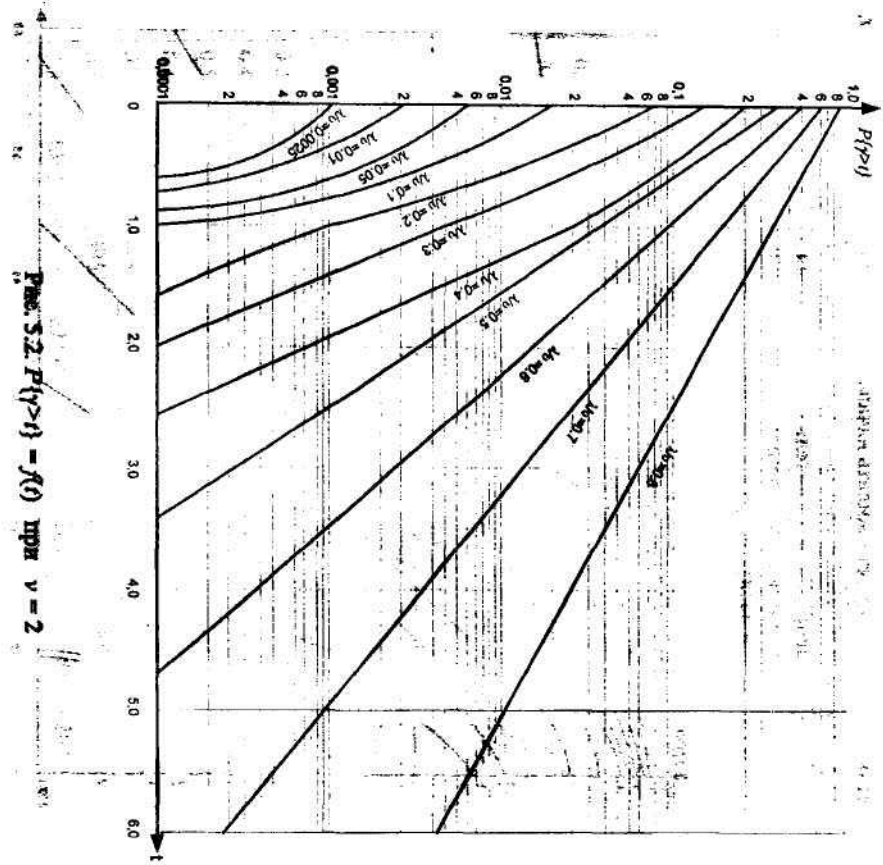


Рис. 5.2. $P\{y>t\} = f(t)$ при $\nu = 2$

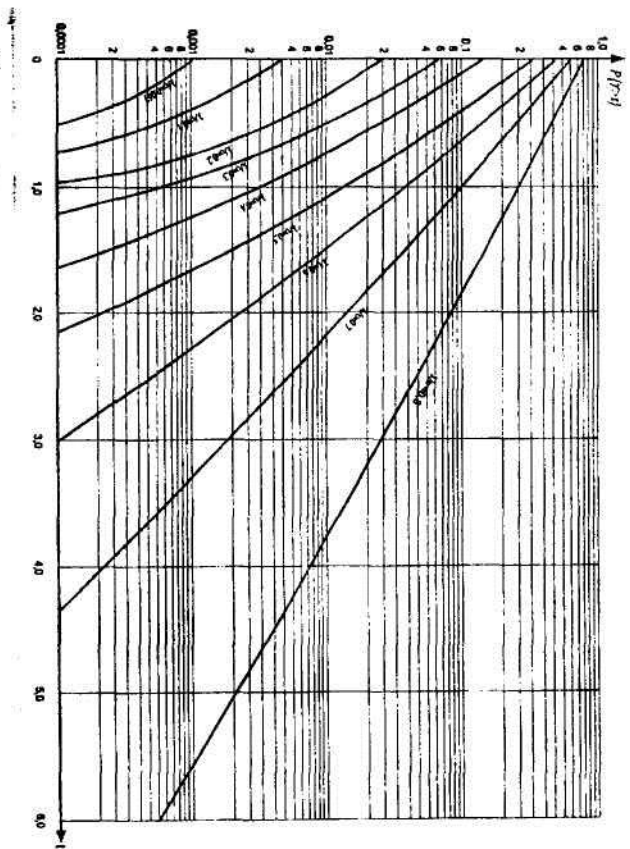


Рис. 5.3. $P\{y>t\} = f(t)$ при $\nu = 3$

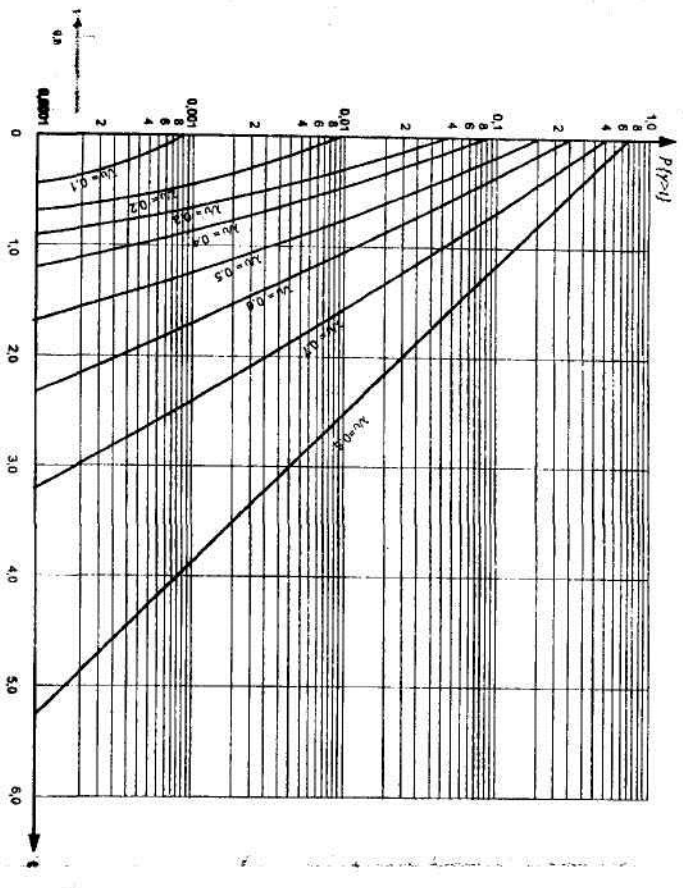


Рис. 5.4. $P\{y > t\} = f(t)$ при $\nu = 4$

Рис. 5.3. $P\{y > t\} = f(t)$ при $\nu = 2$

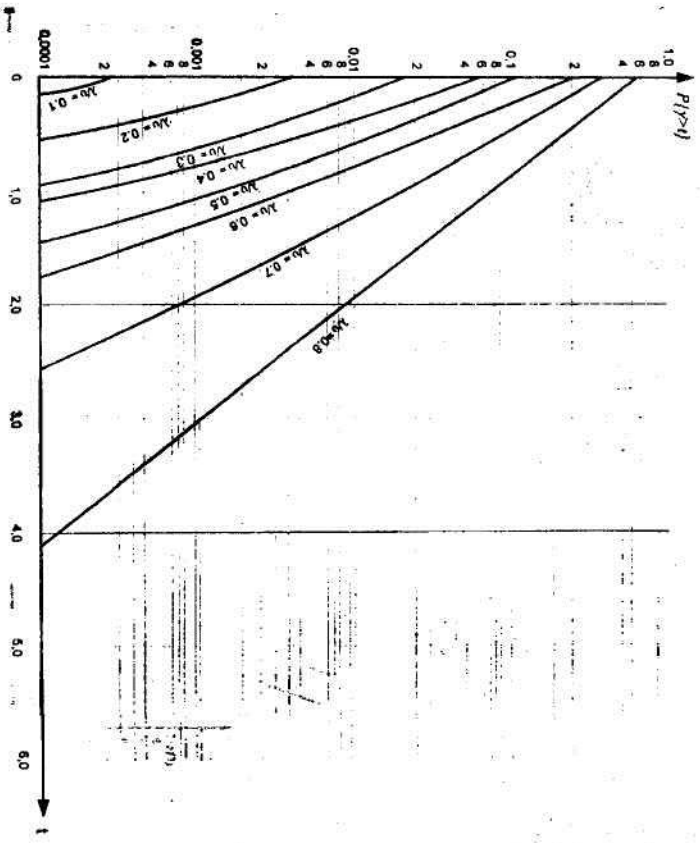


Рис. 5.5. $P\{y > t\} = f(t)$ при $\nu = 5$

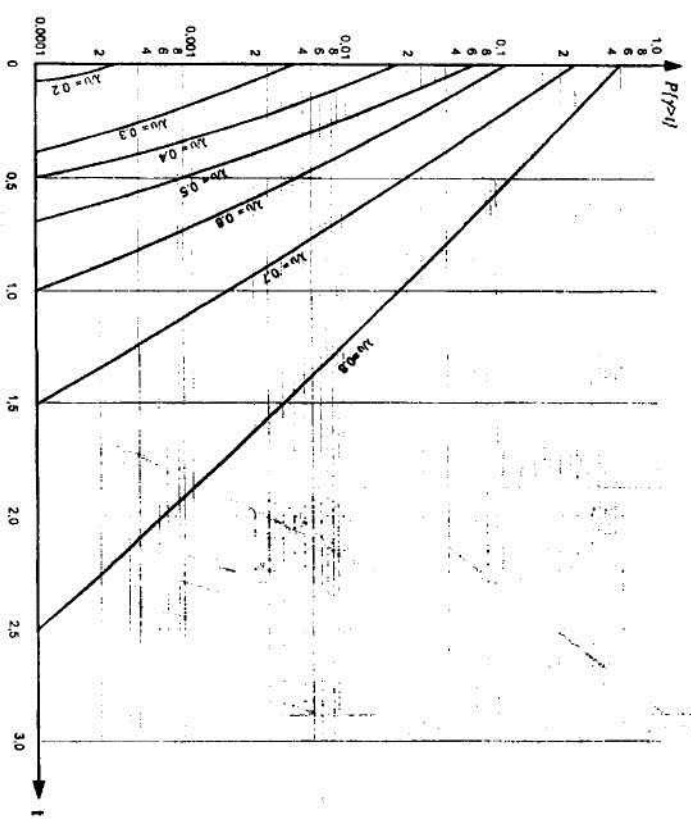


Рис. 5.6. $P\{Y > t\} = f(t)$ при $\nu = 8$

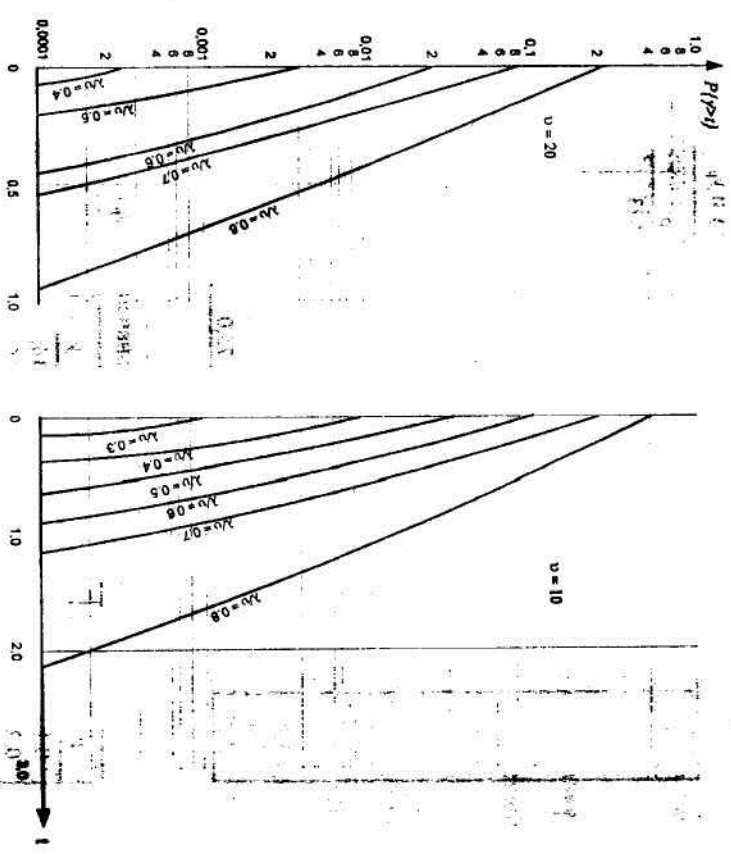


Рис. 5.7. $P\{Y > t\} = f(t)$ при $\nu = 10, \nu = 20$

$\lambda \nu$	λ	ν	t	$P\{Y > t\}$
0.2	0.025	8	0.5	0.0001
0.3	0.0375	8	0.5	0.0002
0.4	0.05	8	0.5	0.0003
0.5	0.0625	8	0.5	0.0004
0.6	0.075	8	0.5	0.0005
0.7	0.0875	8	0.5	0.0006
0.8	0.1	8	0.5	0.0007
0.2	0.025	10	0.5	0.0001
0.3	0.0375	10	0.5	0.0002
0.4	0.05	10	0.5	0.0003
0.5	0.0625	10	0.5	0.0004
0.6	0.075	10	0.5	0.0005
0.7	0.0875	10	0.5	0.0006
0.8	0.1	10	0.5	0.0007
0.2	0.025	20	0.5	0.0001
0.3	0.0375	20	0.5	0.0002
0.4	0.05	20	0.5	0.0003
0.5	0.0625	20	0.5	0.0004
0.6	0.075	20	0.5	0.0005
0.7	0.0875	20	0.5	0.0006
0.8	0.1	20	0.5	0.0007

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Зависимости между математическим ожиданием нагрузки и ее расчетным значением

Таблица 6.1

Зависимость между значениями y и y_p

y	y_p	y	y_p	y	y_p	y	y_p
0,1	0,313	2,2	3,200	14,0	16,523	80,0	86,029
0,2	0,501	2,4	3,444	16,0	18,697	85,0	91,216
0,3	0,670	2,6	3,687	18,0	20,861	90,0	96,396
0,4	0,826	2,8	3,928	20,0	23,015	95,0	101,571
0,5	0,977	3,0	4,168	25,0	28,371	100,0	106,742
0,6	1,122	3,5	4,761	30,0	33,693	120,0	127,386
0,7	1,264	4,0	5,348	35,0	38,989	150,0	158,257
0,8	1,408	4,5	5,930	40,0	44,263	200,0	209,535
0,9	1,540	5,0	6,508	45,0	49,521	250,0	260,660
1,0	1,674	6,0	7,650	50,0	54,767	300,0	311,681
1,2	1,938	7,0	8,784	55,0	59,999	400,0	413,484
1,4	2,199	8,0	9,906	60,0	65,221	500,0	515,076
1,6	2,433	9,0	11,023	65,0	70,434	600,0	616,515
1,8	2,705	10,0	12,132	70,0	75,541	700,0	717,838
2,0	2,953	12,0	14,385	75,0	80,838	1000,0	1021,320

Таблица 6.2

Зависимость между значениями y_p и y

y	y_p	y	y_p	y	y_p	y	y_p
0,1	0,016	2,2	1,408	14,0	11,694	80,0	74,193
0,2	0,050	2,4	1,556	16,0	13,521	85,0	79,007
0,3	0,094	2,6	1,717	18,0	15,358	90,0	83,827
0,4	0,144	2,8	1,876	20,0	17,204	95,0	88,652
0,5	0,199	3,0	2,038	25,0	21,849	100,0	93,481
0,6	0,258	3,5	2,446	30,0	26,527	120,0	112,838
0,7	0,319	4,0	2,860	35,0	31,232	150,0	141,864
0,8	0,383	4,5	3,278	40,0	35,957	200,0	190,690
0,9	0,448	5,0	3,703	45,0	40,699	250,0	239,565
1,0	0,516	6,0	4,559	50,0	45,454	300,0	288,548
1,2	0,655	7,0	5,429	55,0	50,222	400,0	386,741
1,4	0,798	8,0	6,307	60,0	55,000	500,0	485,150
1,6	0,945	9,0	7,192	65,0	59,787	600,0	583,711
1,8	1,095	10,0	8,083	70,0	64,583	700,0	682,388
2,0	1,247	12,0	9,881	75,0	69,384	1000,0	978,906

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика: учебник. М.: Связь, 1979.

Дополнительная

2. Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации: учеб. пособие. М.: Радио и связь, 1985.

3. Лившиц Б.С., Мамонтова Н.П. Теория телефонных сообщений: учеб. пособие / ЛЭИС. Л., 1970.

4. Мамонтова Н.П., Исаев В.И. и др. Применение ЭВМ для расчета систем распределения информации: учеб. пособие / ЛЭИС. Л., 1989.

5. Мамонтова Н.П. Методы расчета сетей связи: учеб. пособие / ЛЭИС. Л., 1981.

6. Мамонтова Н.П., Фань Г.Л. Статистическое моделирование коммутационных систем: учеб. пособие / ЛЭИС. Л., 1984.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник. М.: Наука, 1969.

СОДЕРЖАНИЕ

Изучаемые темы	3
Контрольная работа, выбор задания	4
Задание 1. Исследование процесса поступления сообщений на системы коммутации	6
Задание 2. Исследование процесса обслуживания реаль- ного потока сообщений полнодоступным пучком, включенным в однозвенную коммутационную схему.....	10
Задание 3. Оценка пропускной способности управляющих устройств систем коммутации	18
Задание 4. Проектирование коммутационного оборудования ступеней группового искания координатных АТС.....	22
Приложение 1	30
Приложение 2	38
Приложение 3	72
Приложение 4	80
Приложение 5	95
Приложение 6	102
Литература	103

Редактор *Л.А. Медведева*

Подписано к печати 31.12.02.
Объем 6,5 печ.л. Тираж 250 экз. Зак. 169

РИО СПбГУТ. 191186 СПб, наб. р. Мойки, 61
СТ «Факультет ДВО». 191186 СПб, наб. р. Мойки, 61