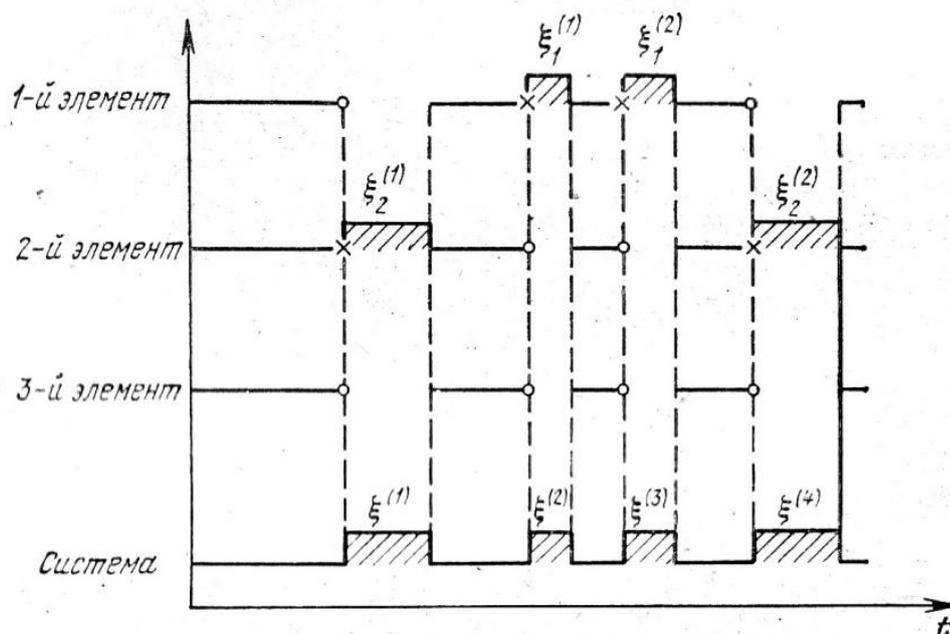


Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессио-
нального образования
«Ивановская государственная текстильная академия»
(ИГТА)

Кафедра прикладной информатики и информационных технологий

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальностей и направлений
«Автоматизация и управление»,
«Бытовая радиоэлектронная аппаратура»,
«Информационные технологии в дизайне»,
«Сервис»,
«Технологические машины и оборудование»



Иваново 2010

Методические указания предназначены для студентов инженерных специальностей, изучающих дисциплины «Основы надежности машин», «Надежность машин», «Надежность бытовых машин и приборов», «Надежность бытовой радиоэлектронной аппаратуры». В работе содержится описание последовательности выполнения работ по установлению закона распределения случайной величины и задания к выполнению расчетных работ.

Составители: канд. физ.-мат. наук, доц. Н.Е. Егорова
канд. техн. наук, проф. С.А. Егоров

Научный редактор д-р техн. наук, проф. Н.А. Коробов

Редактор И.Н. Худякова

Корректор К.А. Торопова

Подписано в печать 02.04.2010.

Формат 1/16 60x84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,89. Тираж 100 экз.

Заказ №

Редакционно-издательский отдел

Ивановской государственной текстильной академии

Копировально-множительное бюро

153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21

Обработка статистических данных и определение закона распределения

Цель работы:

- 1) освоить практические навыки статистической обработки данных по наработке на отказ с применением электронных вычислительных средств;
- 2) освоить методику расчета статистических характеристик;
- 3) научиться выдвигать гипотезу о законе распределения случайной величины;
- 4) научиться пользоваться критериями согласия А.Н. Колмогорова и χ^2 .

Приборы и материалы: персональная ЭВМ с программным обеспечением имеющим электронные таблицы.

Теоретическая часть

Любое статистическое исследование, к которому относится и установление уровня эксплуатационной надежности технологического оборудования, начинается с получения в ходе испытания некоторой выборки объема n из генеральной совокупности N .

Таким образом, в результате испытания получают некоторую выборочную статистическую совокупность в виде таблицы, данные в которой расположены стохастически (беспорядочно).

Например, зафиксированы значения наработки на отказ в часах (табл. 1):

Таблица 1

40	28	41	18	64	10	18	18	42	10	26	24
41	10	60	12	41	24	28	28	10	54	26	64

1 шаг. Построение вариационного ряда

Вариационный ряд – статистическая совокупность, варианты которой расположены в порядке возрастания или в порядке убывания.

Для приведенного примера получим (табл. 2):

Таблица 2

10	10	10	10	12	18	18	18	24	24	26	26
28	28	28	40	41	41	41	42	54	60	64	64

Из таблицы 2 выбираем x_{max} (последнее число справа в нижнем ряду) и x_{min} (первое число слева в верхнем ряду).

2 шаг. Построение интервального вариационного ряда, в котором всё вариационное поле разбито на ряд равных частных интервалов.

$$\boxed{\text{Размер частного интервала}} \rightarrow \Delta x = \frac{|x_{max} - x_{min}|}{1 + 3,322 \cdot \lg n} \leftarrow \boxed{\text{Размах вариации}}$$

Примечание. Для облегчения дальнейших расчетов размер частного интервала рекомендуется округлять в большую сторону:

$$\Delta x = \frac{64 - 10}{1 + 3,322 \cdot \lg 24} = 9,67 \approx 10.$$

3 шаг. Построение шкалы интервалов интервального вариационного ряда.

Если $n < 50$, то нижняя граница первого интервала определяется по формуле $x_{min} - \frac{\Delta x}{2}$.

Если $n > 50$, то нижняя граница первого интервала принимается за ноль.

Для рассматриваемого вариационного ряда: $10 - \frac{10}{2} = 5$

Обозначим через k количество интервалов.

4 шаг. Определение частоты попадания m_j ($j=1, \dots, k$) вариантов в частный интервал.

В интервал включают варианты, большие или равные нижней границе интервала и меньше верхней границы интервала. Данные сведены в табл. 3.

Если пропустить 1-й шаг и не строить вариационный ряд, то удобным способом определения частоты является построение фигур \square , где каждое ребро является счетчиком попадания в частный интервал.

$F_{эксн}(t_{срj})$

Таблица 3

j	Интервалы	m_j	$S(m_j)$	P_j	$S(P_j)$
1	5-15	5	5	$\frac{5}{24}$	$\frac{5}{24}$
2	15-25	5	10	$\frac{5}{24}$	$\frac{10}{24}$
3	25-35	5	15	$\frac{5}{24}$	$\frac{15}{24}$
4	35-45	5	20	$\frac{5}{24}$	$\frac{20}{24}$
5	45-55	1	21	$\frac{1}{24}$	$\frac{21}{24}$
6	55-65	3	24	$\frac{3}{24}$	1

5 шаг. Определение накопленной частоты $S(m_j)$ по рекуррентной формуле:

$$S(m_1) = m_1, \quad S(m_j) = S(m_{j-1}) + m_j, \quad \text{где } j = 2, \dots, k$$

Для проверки правильности расчетов следует учитывать, что $S(m_k) = n$.

6 шаг. Определение статистической вероятности попадания вариантов в j -й интервал

$$P_j = m_j / n.$$

7 шаг. Определение накопленной вероятности $S(P_j)$ по рекуррентной формуле:

$$S(P_1) = P_1, \quad S(P_j) = S(P_{j-1}) + P_j, \quad \text{где } j = 2, \dots, k$$

Для проверки правильности расчетов следует учитывать, что $S(P_k) = 1$.

8 шаг. Построение графика зависимости $S(P_j)$ от времени (кривая интегральной функции распределения отказа: $F(t)$). Пример графика приве-

ден на рис. 1.

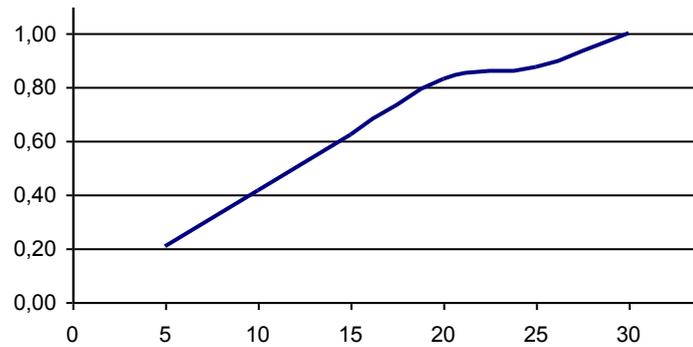


Рис. 1. Пример графика зависимости интегральной функции распределения отказа от времени возникновения $F(t)$

9 шаг. Расчет числовых характеристик распределения.

1) Среднестатистическое значение:

$$X_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \approx \sum_{j=1}^k P_j \cdot t_{CPj}, \text{ где } t_{CPj} \text{ — середина } j\text{-ого частного}$$

T_{cp} интервала

2) Статистическая дисперсия: $D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X_{cp})^2}{n} \approx \sum_{j=1}^k (t_{cpj} - T_{cp})^2 P_j.$

3) Среднее квадратическое отклонение: $\sigma = \sqrt{D}.$

4) Коэффициент вариации: $V = \sigma/T_{cp}.$

10 шаг. Выдвигаем гипотезу:

– **если** V близок к 1, то имеет место экспоненциальный закон

$$\text{(т.к. ему соответствует } \sigma = \sqrt{D} = T_{cp} = \frac{1}{\lambda} \text{)}.$$

Зная T_{cp} , можно найти λ и рассчитать теоретические значения вероятности отказа $F(t)$.

– **если** V близок к 0, то имеет место нормальный закон распределения.

Зная T_{cp} и σ можно рассчитать теоретические значения вероятности отказа $F(t)$.

– **если** V близок к 0,5, то имеет место закон распределения Вейбулла - Гнеденко.

Параметр T_{cp} известен, а параметр b можно подобрать, пользуясь графиком (рис.1) и формулой:

$$V = \frac{\sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{b}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{b}\right)}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)}.$$

В Excel функцию $\Gamma(x)$ можно вычислить как `EXP(ГАММАНЛЮГ(x))`.

11 шаг. Вычисляем $F_{теор}$.

Для вычисления $F_{теор}$ необходимо вначале для каждого интервала подсчитать $F_{инт}$:

$$F_{интj} = F(x_{конj}) - F(x_{начj}),$$

где $x_{конj}$ и $x_{начj}$ – границы j -го интервала, $F(\)$ – интегральная функция предполагаемого распределения. А затем, найти j -ие значения $F_{теор}$, используя следующие равенства:

$$F_{теор1} = F_{инт1}, \quad F_{теорj} = F_{теорj-1} + F_{интj}, \quad \text{где } j=2, \dots, k.$$

Значения функций $F(x_{конj})$ и $F(x_{начj})$ находят по соответствующим законам гипотетического распределения.

Для экспоненциального распределения используют формулу:

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t).$$

Для распределения Вейбулла-Гнеденко используют выражение:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_{cp}}\right)^b}.$$

Для нормального закона распределения необходимо найти определенный интеграл:

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(t-T_{cp})^2}{2\sigma^2}\right) dt.$$

Для этого используют значения функции Лапласа:

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt.$$

Значения функции табулированы, поэтому находят аргумент $\frac{t - T_{cp}}{\sigma}$ и по таблице (приложение 1) определяют $F(t)$. В Excel значения функции Лапласа вычисляют по НОРМСТРАСП(t).

12 шаг. Проверяем сходимость экспериментальной и теоретической функций распределения.

◆ Используем критерий А.Н. Колмогорова.

Для этого для каждого интервала находим разности между $F_{теор}$ и $F_{эксп}$. И определяем величину критерия Колмогорова:

$$\lambda_K = \max |F_{теор} - F_{эксп}| \sqrt{n}.$$

По таблице 4 находим значение вероятности $P(\lambda_K)$.

Таблица 4

λ_k	$P(\lambda_k)$	λ_k	$P(\lambda_k)$	λ_k	$P(\lambda_k)$
0,00	1,0000	0,80	0,5441	1,45	0,0299
0,10	1,0000	0,85	0,4653	1,50	0,0222
0,20	1,0000	0,90	0,3937	1,55	0,0164
0,30	1,0000	0,95	0,3275	1,60	0,0120
0,35	0,9997	1,00	0,2700	1,70	0,0062
0,40	0,9972	1,05	0,2202	1,80	0,0032
0,45	0,9874	1,10	0,1777	1,90	0,0015
0,50	0,9639	1,15	0,1420	2,00	0,0007
0,55	0,9228	1,20	0,1123	2,10	0,0003
0,60	0,8643	1,25	0,0836	2,20	0,0001
0,65	0,7920	1,30	0,0681	2,30	0,0001
0,70	0,7113	1,35	0,0523	2,40	0,0000
0,75	0,6272	1,40	0,0397	2,50	0,0000

Если $P(\lambda) > 0,25$, то гипотезу принимают за истинную. Если $P(\lambda) < 0,05$, то гипотезу отвергают и выдвигают новую. В последнем случае расчеты проводят вновь.

◆ Используем критерий χ^2 .

Находим критерий $\chi^2 = \sum \frac{(m_{j_{\text{теор}}} - m_{j_{\text{эксп}}})^2}{m_{j_{\text{теор}}}}$, где m_j частота попадания

в интервал для экспериментального и теоретического ($f(t)$ - плотность) распределений.

Рассчитываем число степеней свободы r по формуле:

$$r = k - (l + S),$$

где r - разность между числом частных интервалов вариационного ряда распределения k и числом условных связей S (количество параметров распределения). Число условных связей распределения выбирают исходя из опыта исследователя. Это могут быть следующие: среднее значение экспериментального распределения равно среднему значению теоретического, равенство дисперсий теоретического и экспериментального распределений, сумма вероятностей попадания случайной величины в единичные интервалы равняется единице.

Пользуясь таблицей 5, можно для значения χ^2 и числа степеней свободы найти вероятность p того, что величина, распределенная по закону χ^2 , превзойдет это значение. Вместо таблицы определить вероятность поможет встроенная функция Excel =ХИ2РАСП(χ^2 ;r).

Если вероятность $P(\chi^2)$ настолько мала, что событие с такой вероятностью можно считать практически невозможным, гипотезу о предполагаемом законе распределения наблюдаемого признака следует отвергнуть как несостоятельную; если вероятность $P(\chi^2)$ сравнительно велика, расхождения между теоретическим и статистическим распределениями считают несущественными и гипотезу о выбранном законе распределения наблюдаемого признака принимают как правдоподобную.

Поэтому на практике принято:

- если $P(\chi^2)$ оказывается больше 0,1, гипотезу принимают;
- если $P(\chi^2)$ оказывается меньше 0,1, гипотезу отвергают.

Таблица 5

Значение критерия согласия χ^2 в зависимости от r и P

r	$P(\chi^2)$										
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,000	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455	1,642	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,020	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,115	0,352	0,548	1,005	1,424	2,37	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,297	0,711	1,064	1,649	2,20	3,36	5,99	7,78	9,49	13,28	18,46
5	0,554	1,145	1,610	2,34	3,00	4,35	7,29	9,24	11,07	15,09	20,5
6	0,872	1,635	2,20	3,07	3,83	5,35	8,56	10,64	12,59	16,81	22,5
7	1,269	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	9,80	12,02	14,07	18,48	24,3
8	1,646	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	11,03	13,36	15,51	20,1	26,1
9	2,09	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	12,24	14,68	16,92	21,7	27,9
10	2,56	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	13,44	15,99	18,31	23,2	29,6
11	3,05	4,58	5,58	6,99	8,15	10,34	14,63	17,28	19,68	24,7	31,3
12	3,57	5,23	6,30	7,81	9,03	11,34	15,81	18,55	21,0	26,2	32,9
13	4,11	5,89	7,04	8,63	9,93	12,34	16,98	19,81	22,4	27,7	34,6
14	4,66	6,57	7,79	9,47	10,82	13,34	18,15	21,1	23,7	29,1	36,1
15	5,23	7,26	8,55	10,31	11,72	14,34	19,31	22,8	25,0	30,6	37,7
16	5,81	7,96	9,31	11,15	12,62	15,34	20,5	23,5	26,3	32,0	39,3
17	6,41	8,67	10,08	12,00	13,53	16,34	21,6	24,8	27,6	33,4	40,8
18	7,02	9,39	10,86	12,86	14,44	17,34	22,8	26,0	28,9	34,8	42,3
19	7,63	10,11	11,65	13,72	15,35	18,34	23,9	27,2	30,1	36,2	43,8
20	8,26	11,85	12,44	14,58	16,27	19,34	25,0	28,4	31,4	37,6	45,3

Задания для лабораторных занятий

Вариант 1

65	14	94	16	50	155	173
10	112	38	86	89	126	67
34	43	60	69	46	121	20
37	112	31	12	49	27	285
20	17	29	211	45	50	78
10	68	22	32	123	55	77
97	73	69	163	95	47	33
72	28	19	32	45	39	65
290	15	55	35	78	12	16
29	26	5	2	226	47	53
10	324	84	36	19	77	252
172	16	12	16	64	28	23
107	95	48	36	28	25	60
65	47	33	71	125	27	26
18	254	16	87	224	153	85
10	50	116	56	187	21	23
170	62	47	34	209	36	32
18	29	371	49	382	205	78
56	46	29	8	18	15	70
108	15	84	70	178	145	76
85	115	272	83	83	209	155
55	322	195	6	111	13	287
151	24	61	10	11	51	39
14	129	3	21	23	201	309
229	98	43	75	5	148	60

Вариант 2

3,5	17,5	13,4	19,3	37	14,7	17
20	13,7	2,6	1,9	7,3	8,6	9
4	3,1	5	7,8	9,8	6,9	7,7
3,3	0,8	2,4	26,4	19,8	16,7	9,2
3,5	5,3	2	2,7	2,9	1,9	1,2
13,1	14,4	24,3	26,5	33	18,8	17,6
1,1	2,3	4,3	3,4	3,3	1,7	7,1
15,9	26,9	61	25,5	19,4	13,4	9,8
3,6	4,7	7	11,3	8,3	18,1	22,3
15,5	9,7	8,2	2,4	2,3	2,3	5
7,5	9,9	16,6	20	6	5,7	7,5
7,2	17,3	21,9	46,2	5,2	1,7	2,3
11,8	6,6	15,1	19,7	30,8	17,4	7
4	3,4	3,8	5,9	6	3,7	2,7
11,6	12,3	24,1	36,1	2,5	2,9	4,3
29,5	5,4	1,5	1,2	3	7,5	25,2
17,9	12	8,6	7,4	1,3	2	1,1
17,3	52,5	3,5	7	6,3	15,3	12,7
32,5	14,2	24,2	9,4	3,6	39,5	9,3
4,7	2	3,7	2,5	4,5	6	3,4
19	18,2	3,1	5,3	1,7	37,5	16,4
1,5	14,8	7	9,4	1,8	4,9	10
7	8	12	21,7	4,2	5,6	19,4
1,4	4,7	12,1	3,5	17,7	16,6	2,5
7,5	8,1	30	9,5	4,8	7,8	26,3

Вариант 3

100,3	107	115	105	114	129	136,4
21	121	102,5	138	116	115	89
83,9	139	69,3	134	130	152	103
137	129	140	120	120	135	129
118	138	3,6	90	129	163	38,8
89,3	103,4	220,4	155,5	122,6	131	130,6
96	129	124	166	96,5	176	84
132,7	129	79,3	101	30	101	131,1
128	128	138,8	135,4	128,5	146	133
136	152	170	102	98	146	122
164	104	139,1	66	161	125	107
134	100,5	100	128	135,3	91,2	83
131	154	148	74	130	107	149
123	70,2	110,6	130	113	130	120
110,1	105	104	130,5	126	132	114
119	75,8	155	112	136	124	132
136	77	32	165	84	165	122
122,9	78	105	163	126	157	120
105,5	90,2	69	80,8	130,2	80	129
168	93,5	98	71,5	128	116	106
131	100,2	136	130	132	102	191
108	125,3	99	94,4	174	131	95
240	132	100	126	92,6	104	157
107	165,2	101	96,3	126,3	98	162
82	173	97	141	132	87	

Вариант 4

18	119	139	112	14	63
60	124	71	47,2	111	98
74	143	137	50	39	105
89	77	38	65	99,3	201
17	131	56	311	79	156
32	35	93	109	48	242
66	52	50	156	60	103
48	30	10	50	50	46
14	65	172	29	28	130
65	86	110	97	178	52
42	45	27	24	100	
3	86	153	194	240,4	
15	36	86	198	49	
78	177	85	2	42	
128	112	11	44	240	
16	149	70	119	15	
100	43	98	50	54	
77	38	21	90	21	
7	44,5	222	22	115	
49	77	231	18	271	
5	183	50	88	8	
160	66	34	85	30	
230	180	120	64	52	
81	150	120	53	220	
43	98	88	48	150	

Вариант 5

19,1	65,5	52,2	88,4	12,1
125,1	62,2	46,1	60,1	40,2
14,5	86,6	9,8	27,8	99,9
128,3	55,9	92,8	48,8	25
115,6	40,7	35,6	29,6	61,7
146,4	100,1	98,8	43,3	77,7
61,6	21,5	38,8	39,1	11,1
110,7	33	41,6	100	70,1
80	15,5	80	19,9	92,2
61,8	49,8	72,7	46	25,5
153,2	10,6	83,5	114,6	26,9
19,8	76,4	36,9	90,1	41,1
81,1	65,7	43,3	40,1	68,8
18,1	39,8	42,4	26	34,2
135,7	59	38	72,1	20,6
105,6	70	80,1	111,2	60,8
73,7	22,4	20,1	62,6	17,6
36,6	99,9	13,6	28,8	
12,7	78,8	30,3	91,1	
52,2	70,6	50,5	14	
119,9	54,6	45,5	23,3	
58,1	41,6	9,1	20,1	

Вариант 6

48,3	98,1	136,5	15,6	120,1	92,3
23,9	158,3	51,4	99,2	142,1	80,8
60,2	46,4	19,3	130,2	66,6	49,4
27,1	155,2	200,1	156,8	38,7	116,4
61,1	177,7	45,7	94,4	263,8	89
30,3	150,1	69,2	49,8	154,1	
77,3	220,5	62,6	215,6	20	
28,1	149,2	50	68,1	59,3	
50	173,1	148,7	27,6	76,7	
81,7	141,1	70	58,4	189,8	
56,6	11,4	169	79,3	88,8	
14,5	165,8	85,6	181,5	16,8	
82,7	47,6	113,6	26,7	98,5	
34,1	70,5	11,4	120	252,1	
111,1	51,1	81,6	37,7	116,7	
77,3	43,1	115,5	29,3	88,8	
22	99,2	31	39,9	119,1	
221,3	102,2	68,7	100,5	35,2	
190,1	148,2	11,5	20,5	243,4	
73,6	19,9	108,6	39,2	78,4	
35,6	93,9	94,1	50,2	126,1	
117,8	18	125,7	45,6	33,3	

Вариант 7

5	152	100	3	100	47	1
51	10	61	10	20	8	6
55	36	40	30	10	6	90
20	15	10	13	150	160	116
70	90	30	5	15	175	20
6	40	10	2	1	30	125
10	17	105	171	71	40	36
20	105	7	12	231	67	90
1	3	130	120	5	50	5
20	80	50	18	3	15	17
30	5	2	78	10	31	7
20	5	105	75	20	50	19
90	6	170	20	58	9	1
21	55	15	4	42	5	10
40	122	60	4	35	5	50
41	5	9	58	5	80	33
5	27	9	41	80	125	65
210	22	15	5	5	132	10
75	61	43	10	20	5	
2	62	3	23	16	11	
30	160	1	110	67	30	
30	2	20	23	20	90	
50	28	14	136	3	4	
122	30	53	45	1	30	
200	10	125	6	30	32	

Вариант 8

195	144	113	138	111	115	226
144	217	42	95	7	343	121
268	115	223	43	74	31	224
45	96	27	120	149	2	144
142	57	21	22	45	128	221
2	106	53	218	143	245	57
262	33	114	49	176	136	190
110	106	7	277	112	63	35
181	126	46	36	126	110	76
144	17	126	37	138	256	96
306	81	101	53	321	38	295
42	343	32	7	11	139	87
161	70	113	65	139	67	96
81	221	119	115	133	200	149
256	98	34	93	342	106	13
37	36	38	281	65	120	106
217	72	26	42	352	106	277
52	327	82	126	86	135	62
17	16	276	79	177	95	320
55	282	57	123	97	316	100
265	138	316	74	148	108	163
107	117	10	213	28	126	86
152	5	113	89	110	29	124
72	43	28	56	24	58	11
43	128	39	87	69	114	211

Вариант 9

60,1	31	69,3	70,2	12,8
0,8	100,2	52,1	32,2	188,3
83,9	66,7	1	35,9	14
20,1	25,5	18,7	1,3	42,7
55	54,9	35	120	10
89,3	17,3	110,6	4,4	5,6
34,5	34,6	43,4	40,5	39
2,7	2,8	7,9	6,9	49,6
25,5	7,1	1,8	27,5	9,9
54,5	22,6	49,4	129	9,8
30,1	26	27,8	38,8	2,4
13,3	50	11,2	130,6	23,4
6,1	75,8	19,5	13,6	167,1
94,4	0,9	138,8	14,5	7,7
110,1	18,6	13,9	42,1	2
17,7	70,2	139,1	33,3	34,1
95	3,1	3,6	37,2	6,5
2,9	45,1	11,7	15	220,4
46,8	7,8	1,6	10,2	14,4
21,8	17,4	15,6	9	47,8
53,4	47,7	79,3	80,8	71,5
32,6	51,2	8,5	6,6	155,5

Вариант 10

15,1	52,2	42,7	26,7	13,2	12
50,5	17,7	119,7	12,7	60,1	35,6
16	28,4	17,8	19,1	14	23,9
51	8,8	136,6	32,4	60,6	92,2
21,3	71,1	2,9	12	1,6	27,7
48,9	14,7	15,5	60,7	28,5	73,3
19	20,2	29,7	14,5	36	13,6
47	4,6	20,1	80,8	24,2	10,2
1,5	17,2	12,5	25	11,6	38,8
14	21,8	39,4	11,1	35,5	90
25	17,7	4,3	1,8	19	41,1
9	42,3	2,2	40	24	
46	23,7	22,1	120,6	7,6	
18,2	14,3	156,1	21,8	84,4	
22,2	69,9	171,3	9,9	15,6	
31,3	51,2	15	197,4	16,9	
113,3	7,8	11,1	4,9	54,8	
21,9	63,3	23,4	80,8	101,9	
90,2	11,6	140	30,2	8,8	
95,6	20	6,3	14,7	19,2	
46,6	89,1	15	30,1	6,8	
20,3	55,6	34	22,4	32,2	

Вариант 11

200	70	5,6	56,1	2	34,1	90,3
70,9	24,9	13,5	183,3	18,1	49,5	72,5
8,9	120	57,3	117,6	62,6	39,8	20,1
55,2	44,2	26	21,7	18,7	16,8	95,6
65,8	60,3	45,6	1,4	50	3,7	144
3	100,7	36,9	29,5	20,7	37,5	32,9
93	25,4	14,2	12,6	7	55,5	13,9
6,3	4,2	18,5	33	4,1	15,5	20,6
25	58,8	27,1	2,1	40,7	12,6	10,6
25,5	36,3	33,3	22	4,5	14,6	33,4
13,4	89,4	115	38,6	16,1	15,5	3,1
59,4	1,4	9,8	29,4	14,1	10,9	9,8
36,1	43,4	2,6	5,6	37,7	31,8	137
94,3	3,5	60,5	38,2	33,3	52,1	35,5
2,8	22,4	12,8	1,4	209	11,2	3,9
25,8	8,2	28,7	39,9	10,2	18,9	7,9
88,7	28,3	5,8	41,8	118	29,9	223
36,6	36,7	24,3	40	21,1	18,6	5,8
35	24	45,6	101,8	16,8	8,4	77,3
38,3	7,7	47,8	166,6	63,3	129	15
54	2,8	4,7	25,4	11,3	17,9	54,3
70,5	60,1	46,1	151,5	50,1	9,9	180
23,2	13,1	14	30,6	19,4	60,7	129
8,7	20,6	38,1	9,7	19,4	14,3	
9,4	109	42,1	12	50	142	

Вариант 12

10	35	9	15	18	75	10
19	58	10	5	40	5	50
5	87	60	40	10	15	6
15	65	15	15	5	10	10
5	10	95	8	40	10	15
10	30	63	130	10	12	5
35	34	10	74	30	10	10
90	9	20	25	50	50	15
25	8	30	60	60	55	11
15	125	35	15	20	115	100
40	40	120	15	20	40	15
13	15	20	5	5	20	15
18	20	35	15	30	17	15
22	87	50	116	25	30	5
15	15	15	25	88	15	30
21	120	10	45	75	15	11
20	10	45	10	8	30	20
50	3	65	15	15	105	15
55	8	50	10	30	10	45
10	17	80	4	145	3	80
35	30	15	16	30	45	5
5	60	68	15	20	70	46
25	35	10	25	40	10	15
5	28	40	15	30	25	28
7	15					

Вариант 13

10,2	30	48,9	34,5	1,6	2,1	2,2
40,2	16,5	24,5	14,2	1,3	19,7	24,4
27,3	22,2	8,7	69,1	10,3	23,6	11,6
7,5	6,3	5,3	13,4	5,1	25,5	1,3
41,6	0,7	49,2	12,7	5,9	2,6	3,8
17,4	15	10,2	0,6	52,9	32,1	2
21,8	7,1	3,3	9,6	1,2	13,9	11,3
6,6	6	39,3	13	5,1	4,8	1,8
0,5	4,5	28,2	1,5	2,9	36,9	11,8
42,3	14,6	6,8	50	31,7	2,5	1,9
23,4	26,3	9,4	1,1	5,8	12,9	12,6
6,1	58,5	12,1	15,4	25	12,2	2,7
24	13,8	29,6	75,5	55,2	1,6	1,3
14,1	66,9	0,4	31,3	18,2	1,8	20,8
24,1	16,6	14,7	57,3	1	5,6	16,5
47,7	12,5	6,2	5,2	13,4	10,8	4
5,4	29,3	44,2	3,3	38,8	22,5	24,6
3,1	8,8	31,1	50,6	1,7	2	33,4
22,7	14,9	0,9	4,7	60,1	34,9	19,3
27,8	43,8	15,2	34	11,6	23,4	35,1
8,1	0,4	3,8	37,6	55,4	25,9	24,2
9,3	30,5	5,9	12,6	5,7	2,3	10,7
17,3	15,9	26,1	0,8	1,4	19,8	38,8

Вариант 14

14,1	17,4	2,3	15	8,6	4,9	4,5
7,9	6,1	27,6	64,4	4,1	9,6	37,1
1,6	12,9	2,6	29,3	4,5	6	44,9
44,5	0,4	11,8	2,8	22,1	2	29,1
17,6	25,5	27,7	8,2	5,3	12,3	6,9
24	12,9	14,7	4,5	0,7	21,9	4,8
0,9	3	10,2	3,8	20,5	4,9	14,2
10	0,2	10	1,5	2,2	1,9	1
2	26,8	7,3	8,9	10,6	22,3	17,1
2,6	8,2	13,4	1,5	8,7	7	5
4,5	3,5	33,5	19,7	20	14,5	10,1
0,6	2,2	1,3	2,4	5,7	35,2	5
25,1	5	24,4	12,3	17,7	20,6	19,3
11,3	40,2	52,4	0,8	5,3	6,2	5,2
3,5	1,9	4,3	18,6	16,3	4,1	1,7
28,1	8	18,9	5,9	34,3	27,5	13,2
11,3	7,4	6	11	26	5,2	20,1
50,6	1	14,8	8,1	4,6	0,9	11,4
18,4	13	19,4	28,3	29,8	6,7	1,1
23,9	1,5	2,3	29,4	1,2	1,8	2
58,7	0,5	11,6	32,6	20,4	10,3	21,2
33,8	14,4	7,9	14,1	6,1	19,9	3,6
13,3	4,4	2,1	7,5	9,4	10,5	40,2

Значения функции F(x)

x		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,	5000	5040	5080	5120	5160	5199	5239	5279	5319	5359
0,1	0,	5398	5438	5478	5517	5557	5596	5636	5675	5714	5753
0,2	0,	5793	5832	5871	5910	5948	5987	6026	6064	6103	6141
0,3	0,	6179	6217	6255	6293	6331	6368	6406	6443	6480	6517
0,4	0,	6554	6591	6628	6664	6700	6736	6772	6808	6844	6879
0,5	0,	6915	6950	6985	7019	7054	7088	7123	7157	7190	7224
0,6	0,	7257	7291	7324	7357	7389	7422	7454	7486	7517	7549
0,7	0,	7580	7611	7642	7673	7704	7734	7764	7794	7823	7852
0,8	0,	7881	7910	7939	7967	7995	8023	8051	8078	8106	8133
0,9	0,	8159	8186	8212	8238	8264	8289	8315	8340	8365	8389
1,0	0,	8413	8438	8461	8485	8508	8531	8554	8577	8599	8621
1,1	0,	8643	8665	8686	8708	8729	8749	8770	8790	8810	8830
1,2	0,	8849	8869	8888	8907	8925	8944	8962	8980	8997	9015
1,3	0,9	0320	0490	0658	0824	0988	1149	1308	1466	1621	1774
1,4	0,9	1924	2073	2220	2364	2507	2647	2785	2922	3056	3189
1,5	0,9	3319	3448	3574	3699	3822	3943	4062	4179	4295	4408
1,6	0,9	4520	4630	4738	4845	4950	5053	5154	5254	5352	5449
1,7	0,9	5543	5637	5728	5818	5907	5994	6080	6164	6246	6327
1,8	0,9	6407	6485	6562	6637	6712	6784	6856	6926	6995	7062
1,9	0,9	7128	7193	7257	7320	7381	7441	7500	7558	7615	7670
2,0	0,9	7725	7778	7831	7882	7932	7982	8030	8077	8124	8169
2,1	0,9	8214	8257	8300	8341	8382	8422	8461	8500	8537	8574
2,2	0,9	8610	8645	8679	8713	8745	8778	8809	8840	8870	8899
2,3	0,9	8928	8956	8983	9010	9036	9061	9086	9111	9134	9158
2,4	0,99	1802	2024	2240	2451	2656	2857	3053	3244	3431	3613
2,5	0,99	3790	3963	4132	4297	4457	4614	4766	4915	5060	5201
2,6	0,99	5339	5473	5603	5731	5855	5975	6093	6207	6319	6428
2,7	0,99	6533	6636	6736	6833	6928	7020	7110	7197	7282	7365
2,8	0,99	7445	7523	7599	7673	7744	7814	7882	7948	8012	8074

Окончание табл. 1

2,9	0,99	8134	8193	8250	8305	8359	8411	8462	8511	8559	8605
3,0	0,99	8650	7694	8736	8777	8817	8856	8893	8930	8965	8999
3,1	0,93	0324	0646	0957	1260	1553	1836	2112	2378	2636	2886
3,2	0,93	3129	3363	3590	3810	4024	4230	4429	4623	4810	4991
3,3	0,93	5166	5335	5499	5658	5811	5959	6103	6242	6376	6505
3,4	0,93	6631	6752	6869	6982	7091	7197	7299	7398	7493	7585
3,5	0,93	7674	7760	7842	7922	7999	8074	8146	8215	8282	8347
3,6	0,93	8409	8469	8527	8583	8637	8689	8739	8787	8834	8879
3,7	0,93	8922	8964	9004	9043	9080	9116	9150	9184	9216	9247
3,8	0,94	2765	3052	3327	3593	3848	4094	4331	4558	4777	4988
3,9	0,94	5190	5385	5573	5753	5926	6092	6252	6406	6554	6696
4,0	0,94	6833	6964	7090	7211	7327	7439	7546	7649	7748	7843
4,1	0,94	7934	8022	8106	8186	8264	8338	8409	8477	8542	8605
4,2	0,94	8665	8723	8778	8832	8882	8931	8978	9023	9066	9107
4,3	0,95	1460	1837	2198	2544	2876	3193	3497	3788	4066	4332
4,4	0,95	4588	4832	5065	5288	5502	5706	5902	6089	6268	6439
4,5	0,95	6602	6759	6908	7051	7187	7318	7442	7561	7675	7784
4,6	0,95	7888	7987	8081	8172	8258	8340	8419	8494	8566	8634
4,7	0,95	8699	8761	8821	8877	8931	8983	9032	9079	9124	9166
4,8	0,96	2067	2454	2822	3173	3508	3827	4131	4420	4696	4958
4,9	0,96	5208	5446	5673	6888	6094	6289	6475	6652	6821	6981
5,0	0,96	7134	7278	7416	7548	7672	7791	7904	8011	8113	8210
5,1	0,96	8302	8389	8472	8551	8626	8698	8765	8830	8891	8949
5,2	0,97	004	056	105	152	197	240	280	318	354	388
5,3	0,97	421	752	481	509	539	560	584	606	628	648
5,4	0,97	667	685	702	718	734	748	762	775	787	799
5,5	0,97	810	821	831	840	857	865	873	880	886	886
5,6	0,97	893	899	905	910	915	920	924	929	933	936
5,7	0,98	40	44	47	50	53	55	58	60	63	65
5,8	0,98	67	69	71	72	74	75	77	78	79	81
5,9	0,98	82	83	84	85	86	87	87	88	89	90