

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Кафедра «Сети и системы связи»

**«Утверждаю»**

Зав.кафедрой ССС,  
д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.В.Росляков  
«30» августа 2019г.

**Методические указания по выполнению контрольной работы  
по дисциплине «Теория телетрафика»  
для студентов заочного отделения направления подготовки  
11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
профиль подготовки  
Оптические и проводные сети и системы связи**

Обсуждено  
на заседании кафедры ССС  
«30» августа 2019г.  
Протокол №1

Самара  
2019 г.

## ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Для выполнения контрольной работы по дисциплине «Теория телетрафика» необходимо использовать следующие исходные данные:

1. На городской сети связи (ГСС) «*m*» цифровых станций емкостью от 15000 до 40000 номеров. Тип и расположение станций приведены в таблице 1. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.

2. Число опорно-транзитных станций (ОПТС) на ГСС -  $N_{\text{оптс}}$   
 $N_{\text{оптс}} = 1$  - для нечетных вариантов;  $N_{\text{оптс}} = 2$  - для четных вариантов.

3. Структурный состав абонентов существующих станций представлен в таблице 2. Номер варианта соответствует предпоследней цифре номера зачетной книжки.

4. На ГСС имеются цифровой узел спецслужб (УСС), расположенный на одной из цифровых станций и ЗТУ (зоновый транзитный узел) типа EWSD.

5. Нумерация на сети – шестизначная.

6. Интенсивность нагрузки к УСС принимается равной 2% от общей возникающей нагрузки.

7. Доля абонентов, имеющих телефонный аппарат с тональным набором (DTMF) -  $k_{\text{DTMF}}$ , указана в таблице 2 (только для цифровых станций).

8. Нагрузка на ЗСЛ от одного абонента  $a_{\text{зсл}} = 0.002$  Эрл.

Нагрузка на СЛМ для одного абонента  $a_{\text{слм}} = 0,0015$  Эрл.

9. Средняя интенсивность исходящей нагрузки на одну абонентскую линию:

- $a_k = 0,03$  Эрл (квартирный сектор);
- $a_{\text{нх}} = 0,07$  Эрл (народно-хозяйственный сектор)- для «делового» района;
- $a_{\text{нх}} = 0,03$  Эрл (народно-хозяйственный сектор)- для «спального» района;
- $a_{\text{ISDN}} = 0,25$  Эрл (для одного абонента ЦСИС).

10. Вероятности потерь сообщения принимаются равными:

- соединительные линии между станциями – 0,01;
- направление к ЗТУ - 0,004;
- направление от ЗТУ - 0,002;
- направление к УСС - 0,001.

Таблица 1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расположение станции	Тип оборудования									
Деловой	S-12	AXE-10	S-12	S-12	EWSD	EWSD	EWSD	S-12	S-12	S-12
Спальный	S-12		S-12		EWSD		EWSD		S-12	
Деловой										
Спальный	EWSD	AXE-10		S-12		AXE-10		EWSD	S-12	AXE-10
Деловой	EWSD	S-12	EWSD	EWSD	S-12	S-12	S-12	EWSD	S-12	EWSD
Спальный	S-12	EWSD	EWSD	S-12	S-12	S-12	EWSD	EWSD	EWSD	EWSD
Спальный	S-12	S-12	S-12	S-12	EWSD	EWSD	S-12	S-12	EWSD	S-12
Деловой	EWSD	AXE-10	EWSD	EWSD	AXE-10	EWSD	AXE-10	EWSD	S-12	EWSD

Таблица 2

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$N_{к}, \%$	70	80	90	75	72	85	90	70	80	70
$N_{нх}, \%$	25	14	8	19	21	10	7	26	12	26
$N_{ISDN}, \%$	5	6	2	6	7	5	3	4	8	4
$k_{DTMF}$	0,1	0,05	0,07	0,08	0,12	0,09	0,15	0,06	0,1	0,06

### В контрольной работе необходимо:

1. Составить структурную схему межстанционных связей ГСС. Указать в таблице, аналогичной таблице 3, емкости, системы ОПС, структурный состав абонентов. Дать краткую характеристику схем включения линий, применяемых в ЦСК.

2. Рассчитать возникающие нагрузки всех станций ГСС.

3. Определить все межстанционные нагрузки и нагрузки к УСС и ЗТУ. Использовать рекомендации НТП [1]. Составить матрицу межстанционных потоков, нагрузок к УСС и к ЗТУ.

4. Определить число межстанционных соединительных линий, а также линий к УСС и ЗТУ для каждой станции ГСС, используя при расчете числа СЛ, ЗСЛ и СЛМ соответствующий аналитический метод.

5. Рассчитать число операторов справочной службы (09) при  $P(\gamma > 0) = 0,2$  и  $P(\gamma > 0) = 0,3$ . Определить качество обслуживания для этих условий при  $t_d = 0,5; 1,0$ . Определить среднее время ожидания. Учесть, что 30% нагрузки к УСС направляется на справочную службу «09». Среднее время обслуживания одного вызова службой «09» составляет 20 с.

6. Определить число приемников тонального набора (ПТН) для цифровых ОПС и ОПТС для обслуживания абонентских телефонных аппаратов с многочастотным набором (DTMF- МЧК «2 из 8»), которые работают по системе с ожиданием.

Таблица 3

№ станции	Система станции	Емкость, номеров	Нумерация	Структурный состав		
				$N_{к}, \%$	$N_{нх}, \%$	$N_{ISDN}, \%$
ОПС-40/41	EWSD	16000	40-00-00÷-41-59-99	90	7	3
ОПТС-42/43	EWSD	15000	42-00-00÷43-49-99	90	8	2
ОПС-44/45	EWSD	20000	44-00-00÷45-99-99	90	8	2
ОПС-51/52	EWSD	18000	51-00-00÷52-79-99	90	7	3
ОПТС-53/54	S-12	18000	53-00-00÷54-79-99	90	8	2
ОПС-55/56/57	EWSD	25000	55-00-00÷57-49-99	90	8	2

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети. НТП 112. 2000, РД 45.120-2000. М.: Информсвязь, 2001.-168 с.
2. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. – М.: Радио и Связь, 1996 . – 270с.
3. Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации. М.: Радио и связь, 1985. –184с.
4. Крылов В.В., Самохвалов С.С. Теория телетрафика и ее приложения.-Санкт-Петербург.: «БХВ-Петербург », 2005.-287с.
5. Решетников Н.В., Теория телетрафика. Курсовое и дипломное проектирование. Справочное пособие –М.: Радио и связь, 2005.-99 с.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

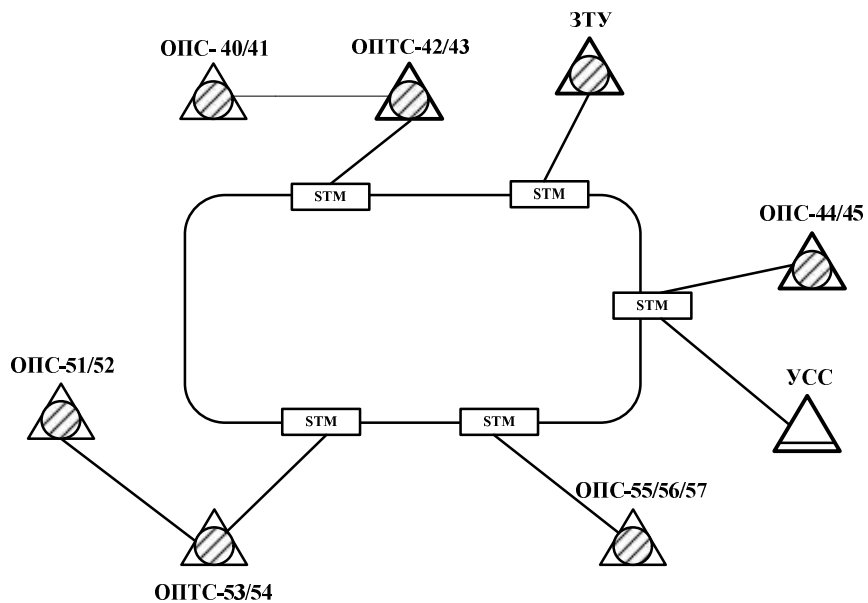
В соответствии с заданием на контрольную работу по дисциплине «Теория телетрафика» необходимо:

**1. Составить структурную схему межстанционных связей ГСС.** Указать в таблице, аналогичной таблице 3, емкости, системы ОПС, структурный состав абонентов. Дать краткую характеристику схем включения линий, применяемых в ЦСК.

В зависимости от применяемых систем АТС используются различные способы включения линий: однозвенные и звеньевые, полнодоступные и неполнодоступные включения. Кроме того, схема включения может быть блокирующей и неблокирующей.

Однозвенным включением называется такое включение, при котором вход и выход коммутационной системы (КС) соединяются через одну точку коммутации. В таких схемах требуется большое число точек коммутации, равное произведению числа входов на число выходов. Однозвенное полнодоступное включение используется в ЦСК.

Существующая ГСС представляет собой «цифровую» ГСС, на которой действуют цифровые системы коммутации. Все станции ГСС связаны между собой по принципу «каждая с каждой», используя в качестве транспортной сети кольцевую SDH структуру. На одной из ОПС имеется УСС. Выход на междугородную телефонную сеть осуществляется через ЗТУ. Вариант структурной схемы ГСС с двумя ОПТС представлен на рис. 1.1.



STM-синхронный транспортный модуль: выполняет функции мультиплексора ввода/вывода

Рис.1.1 - Структурная схема ГСС с двумя ОПТС

Вариант структурной схемы ГСС с одной ОПТС представлен на рис. 1.2.

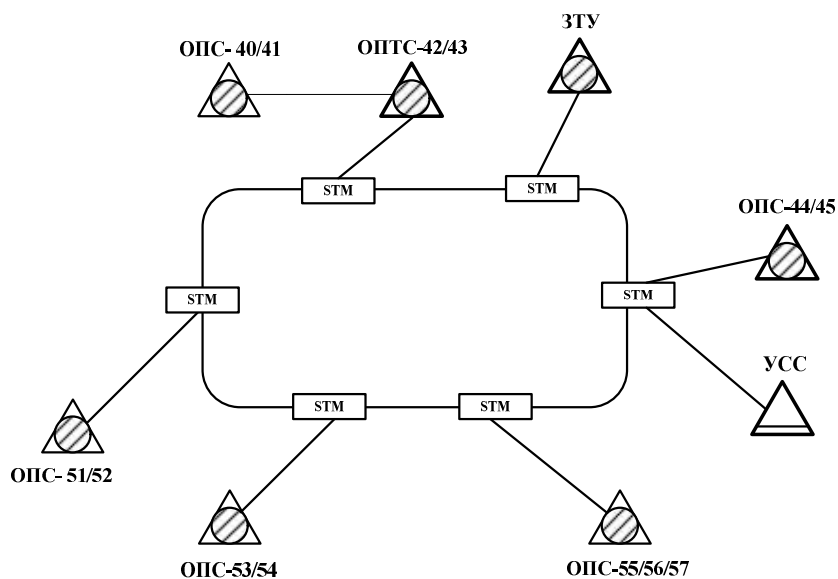


Рис. 1.2 - Структурная схема ГСС с одной ОПТС

## 2. Рассчитать возникающие нагрузки всех станций ГСС

Возникающая местная нагрузка от каждой ОПС определяется по формуле:

$$y_i = N_i \cdot a_i, \quad (1)$$

где  $N_i$  - соответственно число абонентов квартирного, народно-хозяйственного сектора или абонента ЦСИС;

$a_i$  - удельная абонентская нагрузка соответственно абонентов квартирного, народно-хозяйственного сектора или абонента ЦСИС с учетом места расположения станций.

Общая возникающая местная нагрузка сети:

$$y_{сети} = \sum_{i=1}^k y_i, \quad (2)$$

где  $k$  - число станций на сети;

$y_i$  - возникающая нагрузка  $i$  станции;

Нагрузка от ОПС в направлении к ЗТУ определяется по формуле:

$$y_{зсл} = N \cdot a_{зсл}, \quad y_{слм} = N \cdot a_{слм} \quad (3)$$

где  $a_{зсл}$  - средняя нагрузка на ЗСЛ от одного абонента, Эрл.

$a_{слм}$  - средняя нагрузка на СЛМ для одного абонента, Эрл.

Время занятия выхода коммутационного поля (степени искания) всегда меньше времени занятия его входа, поэтому :

$$y_{вых\ кп} = \varphi \cdot y_i, \quad (4)$$

где  $\varphi = 0,9$  – для ОПС. При расчете  $y_{зсл}$  принимается :  $\varphi = 1$ .

## 3. Определить все межстанционные нагрузки и нагрузки к УСС и ЗТУ

Использовать рекомендации НТП [1]. Составить матрицу межстанционных потоков, нагрузок к УСС и к ЗТУ.

Для выполнения пункта 3 задания, рекомендуется воспользоваться методикой расчета межстанционных потоков, изложенной в [1].

Согласно этой инструкции расчет проводится в следующем порядке:

а) для каждой АТС сети определяется возникающее телефонное сообщение и доля его в процентах к общему возникающему сообщению сети (без учета нагрузки по ЗСЛ);

б) по таблице 1 Приложения для каждой АТС находится величина внутри-станционного сообщения в процентах от возникающего сообщения данной АТС;

в) определяются потоки исходящего сообщения от каждой АТС сети путем вычета из возникающих потоков величин внутристанционного сообщения и сообщения к УСС;

$$y_{исх.i} = y_{вых.кп.i} - y_{вн..i} - y_{i.усс} \quad (5)$$

г) полученные потоки исходящего сообщения от каждой станции распределяются между всеми остальными АТС пропорционально доле исходящих потоков этих станций в общем исходящем сообщении сети, рассчитываются по формуле:

$$y_{ij} = y_{ucxi} \cdot \frac{y_{ucxj}}{\left( \sum_{k=1}^n y_{ucxk} \right) - y_{ucxi}}, \quad (6)$$

где n- число станций на сети .

**4. Определить число межстанционных соединительных линий**, а также линий к УСС и ЗТУ для каждой станции ГСС, используя при расчете числа СЛ, ЗСЛ и СЛМ соответствующий аналитический метод.

Для выполнения пункта 4 задания необходимо изучить материал по вопросам расчета числа линий при различных способах включения выходов коммутационной системы.

Число соединительных линий от цифровых ОПС (ОПТС) рассчитывается по первой формуле Эрланга, так как коммутационное поле цифровых станций с точки зрения оценки пропускной способности относится к однозвенным полнодоступным схемам. Поэтому число соединительных линий от цифровых ОПС можно определить, воспользовавшись таблицами Пальма, по известной величине нагрузки и соответствующей величине потерь, которая приведена в исходных данных.

### 5. Рассчитать число операторов справочной службы (09)

Операторы справочной службы обслуживают поступающие вызовы по системе с ожиданием, поэтому расчет числа операторов должен производиться следующим образом:

1) на городской сети связи действуют несколько ОПТС и ОПС, каждая из которых создает нагрузку на УСС -  $y_{УСС i}$ .

Суммарная нагрузка от всех станций ГСС на УСС составляет  $\sum y_{УСС i}$ . Известно, что 30% этой нагрузки направляется на справочную службу «09», то есть:  $y_{09} = 0,3(\sum y_{УСС i})$  Эрл.

Среднее время обслуживания одного вызова составляет  $h = 20$  с.

2) требуется определить необходимое число операторов справочной службы при вероятности ожидания  $P(\gamma > 0) = 0,3$ , а также долю вызовов, задержанных свыше допустимого времени ожидания  $t_g$  среднее, время ожидания любого поступившего вызова. Величина  $t_g = 0,5; 1,0$  условных единиц времени (у. е. в.).

Например, по номограммам (рис.1 Приложения) имеем при  $P(\gamma > 0) = 0,3$  и  $y_{09} = 9$  Эрл необходимое число операторов на справочной службе  $V = 12$ . По номограммам (рис.2 и рис.3 Приложения) находим соответственно доли задержанных вызовов выше  $t_g$ :

$$P(\gamma > 0,5) = 0,06; \quad P(\gamma > 1) = 0,0015.$$

Таким образом, 6% вызовов ожидают начала обслуживания более 10 с, а 1,5% вызовов - более 20с.

Среднее время ожидания для любого поступившего вызова:

$$\bar{\gamma} = \frac{P(\gamma > 0)}{v - y} = \frac{0,3}{12 - 9} = 0,1 \text{ у.е.в. или } 2 \text{ с,}$$

Среднее время ожидания для задержанного вызова составляет:

$$\bar{\gamma}_3 = \frac{1}{v - y} = \frac{1}{12 - 9} = 0,33 \text{ у.е.в. или } 6,6 \text{ с.}$$

Так как по номограммам обычно трудно получить достаточно точное значение характеристик, то расчеты числа операторов при вероятностях  $P(\gamma > 0,5)$  и  $P(\gamma > 1)$  необходимо повторить, используя формулы для расчета систем с ожиданием:

$$P(\gamma > 0) = \frac{E_v(y)}{1 - \frac{y}{v} \cdot [1 - E_v(y)]} = D_v(y). \quad (7)$$

Вероятность того, что поступивший вызов будет ожидать свыше допустимого времени:

$$P(\gamma > t) = P(\gamma > 0) \cdot e^{-(v-y)t}, \quad (8)$$

где  $\gamma$  и  $t$  выражены в условных единицах времени (у.е.в.).

Аналогичный расчет числа операторов выполняется для  $P(\gamma > 0) = 0,2$ .

## 6. Расчет числа приемников тонального набора для цифровых ОПС

Учитывая, что приемники тонального набора (ПТН) обеспечивают поддержку функций регистровой сигнализации для межстанционной многочастотной сигнализации «2 из 6», а также для обслуживания абонентских аппаратов с многочастотным набором номера (DTMF- МЧК «2 из 8») связи, то расчет модулей ПТН производится отдельно для каждого вида сигнализации.

Число модулей ПТН зависит от величины поступающей на них нагрузки, качества обслуживания и дисциплины обслуживания. ПТН обслуживают вызовы по системе с ожиданием.

Величина нагрузки, поступающей на ПТН от телефонных аппаратов с частотным набором номера DTMF, определяется по формуле:

$$y_{DTMF} = k_{DTMF} \cdot y_{возн} \cdot (t_{DTMF} + t_{OC}) / t_{сл}, \quad (9)$$

где  $k_{DTMF}$  - доля абонентов, имеющих DTMF (из таблицы 2 задания на КР), значения  $k_{DTMF}$  подставляются в формулу в долях единицы);

$y_{возн}$  - возникающая на ОПС нагрузка, в Эрл;



$t_{DTMF} = 0,08 \cdot n$  – время набора номера частотным способом, сек;

$n$  – значность номера;

$t_{OC}$  - среднее время слушания сигнала «Ответ станции»:  $t_{OC} = 3$  сек;

$t_{сл}$  - средняя длительность одного занятия при местном соединении:  $t_{сл} = 72$  сек.

Если для примера  $y_{DTMF} = 9,25$  Эрл., то  $V_{ПТН_{DTMF}} = 14$ .

## **Приложения**

П.1

Таблица 1

Зависимость величины внутривысостанционного сообщения от возникающего сообщения  
АТС, в %

Возникающее сообщение АТС к сообщению сети, %	Процент внутреннего сообщения в возникающем сообщении	Возникающее сообщение АТС к сообщению сети, %	Процент внутреннего сообщения в возникающем сообщении
0,5	16,0	12,0	30,0
1,0	18,0	13,0	31,5
1,5	18,7	14,0	32,9
2,0	19,0	15,0	33,3
2,5	19,2	20,0	38,5
3,0	19,4	25,0	42,4
3,5	19,7	30,0	46,0
4,0	20,0	35,0	50,4
4,5	20,2	40,0	54,5
5,0	20,4	45,0	58,2
5,5	20,7	50,0	61,8
6,0	21,0	55,0	66,6
7,0	22,6	65,0	72,8
7,5	23,5	70,0	76,4
8,0	24,2	75,0	80,4
8,5	25,1	80,0	81,3
9,0	25,8	85,0	88,1
9,5	26,4	90,0	92,2
10,0	27,4	95,0	95,1
10,5	27,6	100,0	100,0
11,0	28,3		

П.2

Таблица 2

Величины коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  в формуле  $V = \alpha \cdot y + \beta$  при различных значениях  $d$  и  $P$

$d$	P=0,001		P=0,002		P=0,003		P=0,005		P=0,010	
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
8	2,37	3,1	2,17	3,0	2,07	2,9	1,93	2,7	1,77	2,5
9	2,15	3,5	1,99	3,3	1,90	3,2	1,80	3,0	1,66	2,7
10	1,99	3,8	1,86	3,6	1,79	3,5	1,70	3,3	1,68	2,9
11	1,87	4,2	1,76	3,9	1,70	3,8	1,62	3,6	1,52	3,1
12	1,78	4,5	1,68	4,2	1,62	4,1	1,55	3,9	1,46	3,3
13	1,71	4,8	1,61	4,5	1,56	4,4	1,50	4,2	1,42	3,5
14	1,64	5,1	1,58	4,8	1,51	4,7	1,46	4,4	1,39	3,7
15	1,58	5,4	1,51	5,1	1,47	4,9	1,42	4,6	1,36	3,9
16	1,54	5,7	1,47	5,4	1,44	5,1	1,39	4,8	1,33	4,1
17	1,50	6,0	1,44	5,6	1,41	5,3	1,36	5,0	1,31	4,3
18	1,47	6,3	1,41	5,8	1,38	5,5	1,34	5,2	1,29	4,5
19	1,44	6,6	1,38	6,0	1,36	5,7	1,32	5,4	1,27	4,7
20	1,41	6,9	1,36	6,3	1,34	5,9	1,30	5,6	1,25	4,9
21	1,39	7,1	1,34	6,5	1,32	6,1	1,28	5,8	1,24	5,1
22	1,37	7,3	1,32	6,7	1,30	6,3	1,27	6,0	1,23	5,3
23	1,35	7,5	1,31	6,9	1,28	6,5	1,26	6,2	1,22	5,5
24	1,33	7,7	1,30	7,1	1,27	6,7	1,25	6,4	1,21	5,6
25	1,31	7,9	1,28	7,3	1,26	6,9	1,24	6,6	1,20	5,7
26	1,30	8,1	1,27	7,5	1,25	7Д	1,23	6,8	1,19	5,8
27	1,29	8,3	1,26	7,7	1,24	7,3	1,22	7,0	1,18	5,9
28	1,28	8,5	1,25	7,9	1,23	7,5	1,21	7,2	1,17	6,0
30	1,26	8,9	1,23	8,3	1,21	7,9	1,19	7,5	1,16	6,2
32	1,24	9,3	1,21	8,7	1,20	8,2	1,18	7,7	1,15	6,4
34	1,22	9,7	1,20	9,1	1,19	8,5	1,17	7,9	1,14	6,6
36	1,21	10,1	1,19	9,5	1,18	8,8	1,16	8,1	1,13	6,8
38	1,20	10,5	1,18	9,9	1,17	9,1	1,15	8,3	1,12	7,0
40	1,19	10,9	1,17	10,2	1,16	9,4	1,14	8,5	1,12	7,2
43	1,17	11,4	1,15	10,6	1,14	9,8	1,13	9,00	1,11	7,5
46	1,16	11,8	1,14	11,0	1,13	10,2	1,12	9,5	1,10	7,8
50	1,15	12,2	1,13	11,5	1,12	10,8	1,11	10,0	1,09	8,2

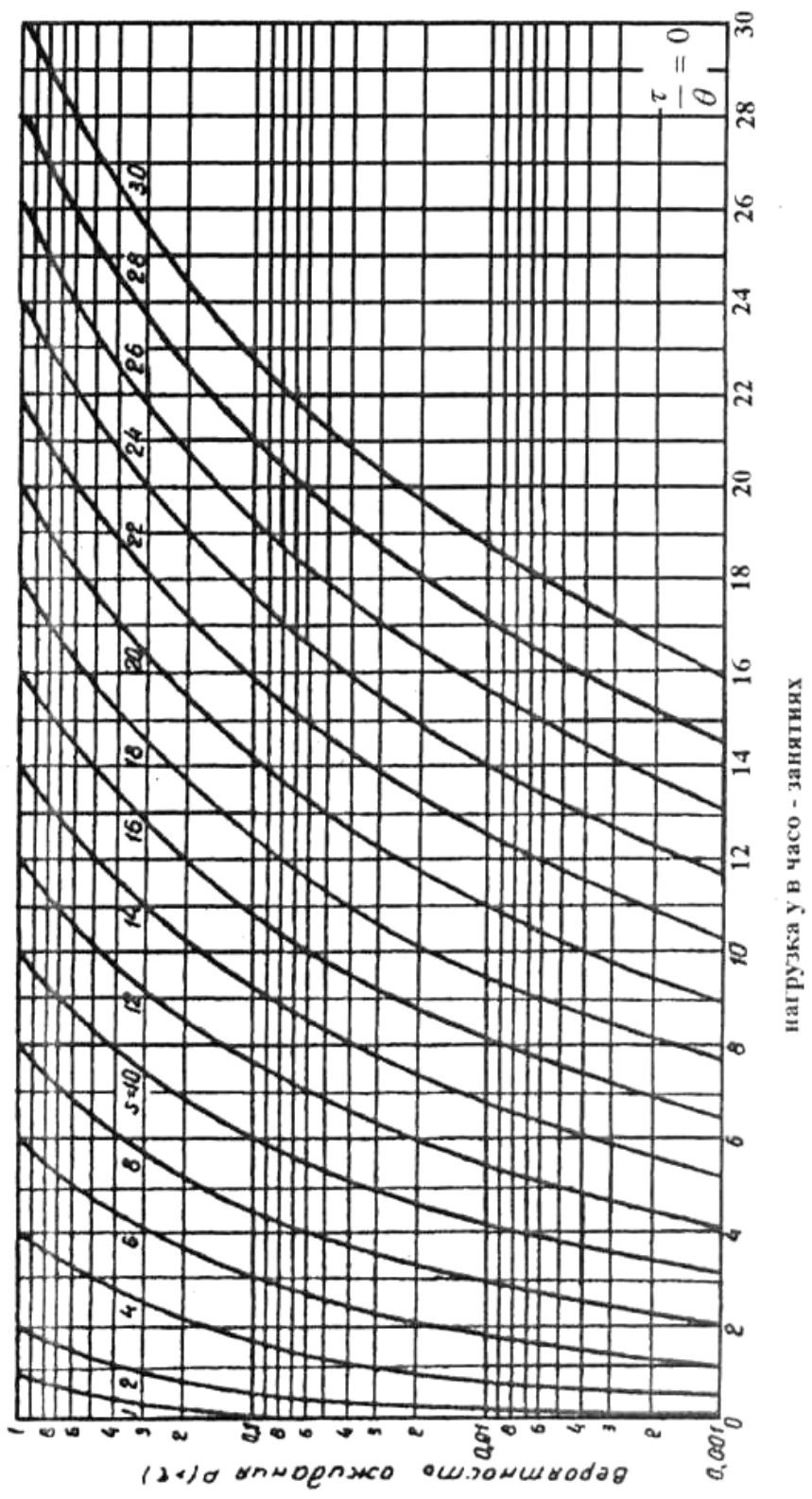


Рис. 1 -  $P(\gamma > t)$  при

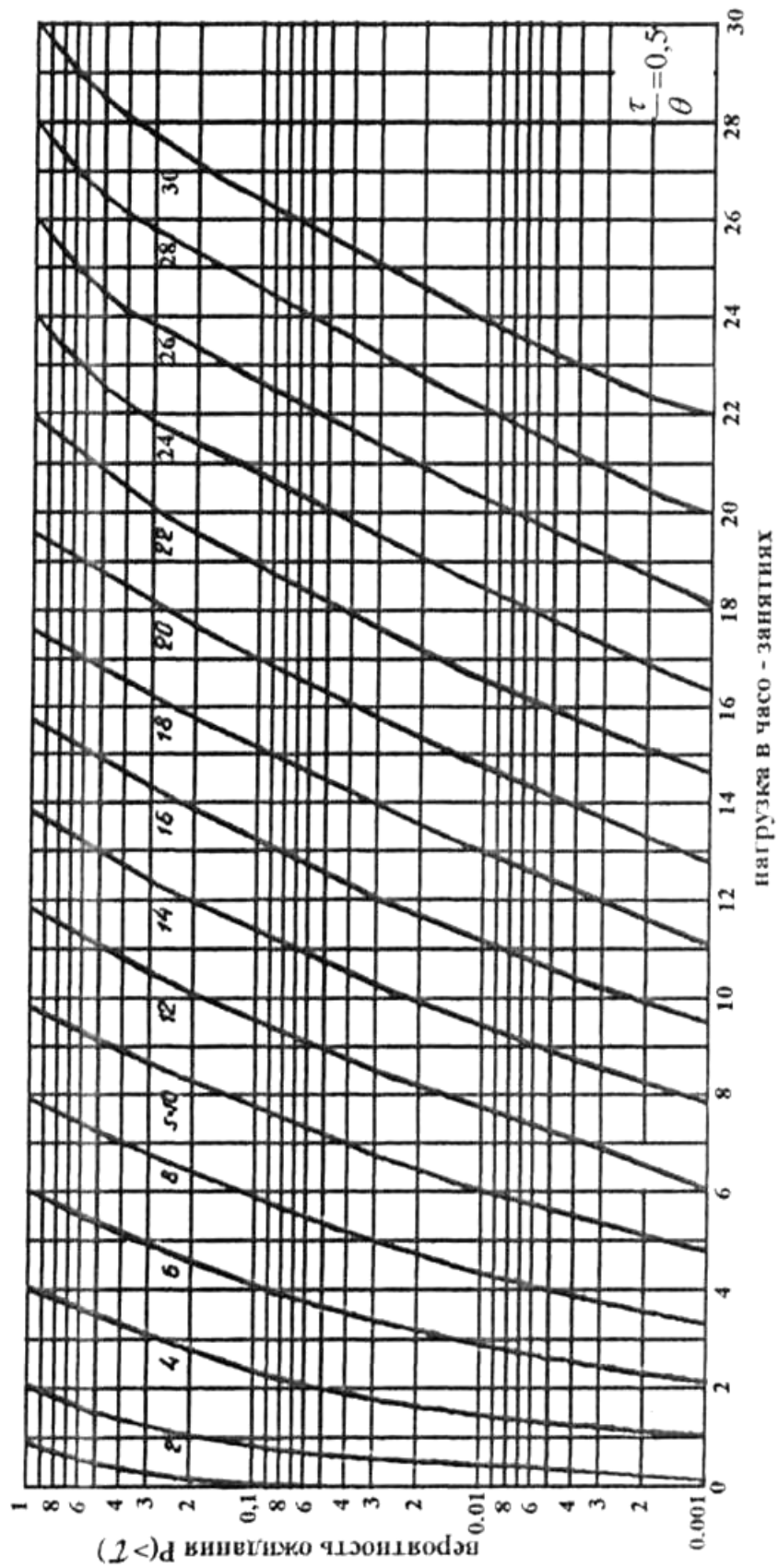


Рис.2-  $P(\gamma > t)$  при  $t=0.5$

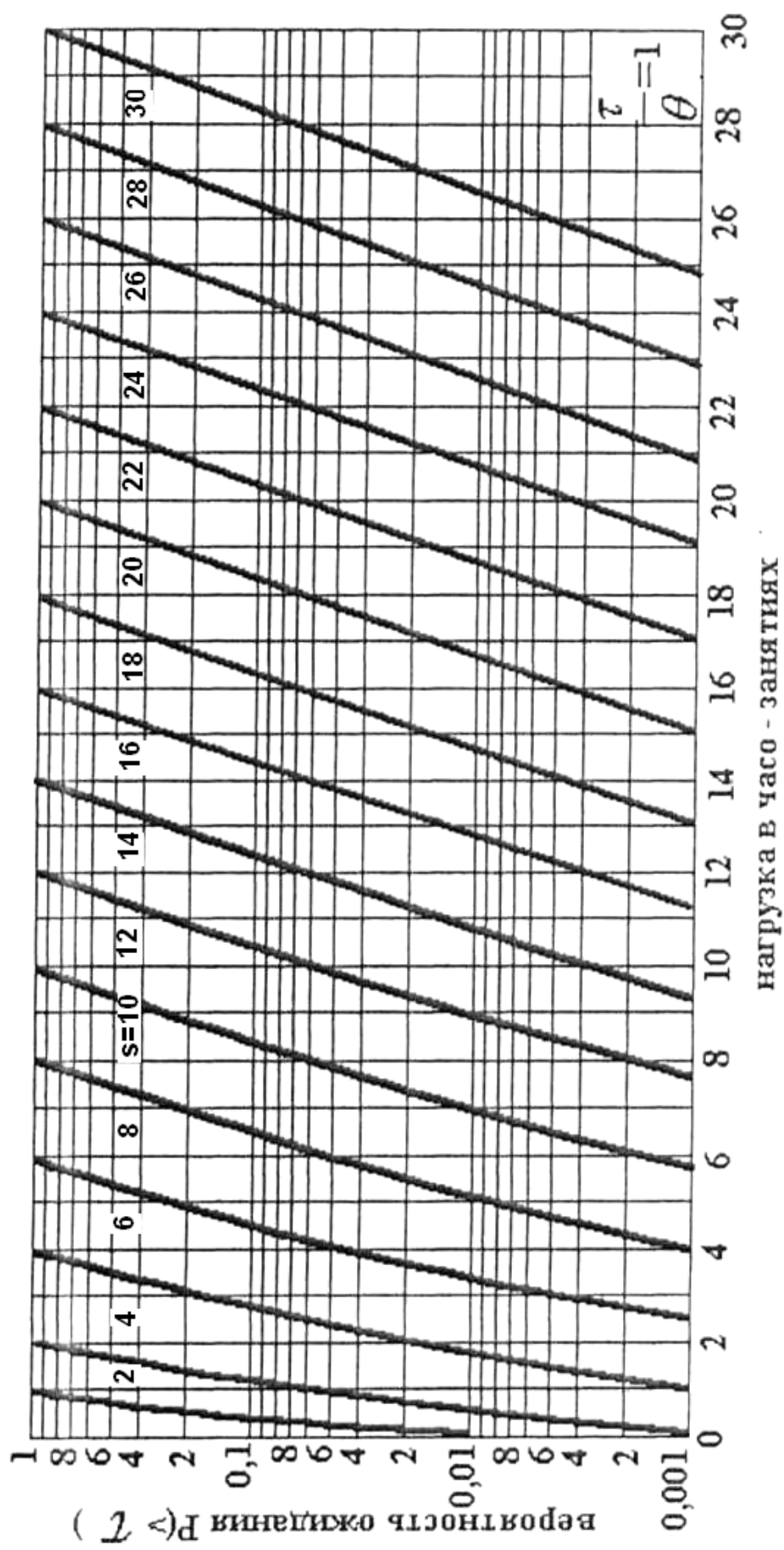


Рис. 3 -  $P(\tau > t)$  при  $t = 1$

## П.4

### Таблицы Эрланга для полнодоступного включения

$$\text{Система с явными потерями } P = E_V(Y) = \frac{Y^V}{V!} \cdot \frac{1}{\sum_{i=0}^V \frac{Y^i}{i!}},$$

Y-поступающая нагрузка, V- число линий, P - вероятность потерь

Поступающая нагрузка, Эрл, при P, равном									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
1	0,001	0,002	0,003	0,005	0,010	0,020	0,053	0,111	0,25
2	0,046	0,065	0,081	0,105	0,153	0,223	0,381	0,595	1,00
3	0,194	0,249	0,289	0,349	0,455	0,602	0,899	1,27	1,93
4	0,439	0,535	0,602	0,701	0,869	1,09	1,52	2,05	2,95
5	0,762	0,900	0,994	1,13	1,36	1,66	2,22	2,88	4,01
6	1,15	1,33	1,45	1,62	1,91	2,28	2,96	3,76	5,11
7	1,58	1,80	1,95	2,16	2,50	2,94	3,74	4,67	6,23
8	2,05	2,31	2,48	2,73	3,13	3,63	4,54	5,60	7,37
9	2,56	2,85	3,05	3,33	3,78	4,34	5,37	6,55	8,52
10	3,09	3,43	3,65	3,96	4,46	5,08	6,22	7,51	9,68
11	3,65	4,02	4,27	4,61	5,16	5,84	7,08	8,49	10,9
12	4,23	4,64	4,90	5,28	5,88	6,61	7,95	9,47	12,0
13	4,83	5,27	5,56	5,96	6,61	7,40	8,83	10,5	13,2
14	5,45	5,92	6,23	6,66	7,35	8,20	9,73	11,5	14,4
15	6,08	6,58	6,91	7,38	8,11	9,01	10,6	12,5	15,6
16	6,72	7,26	7,61	8,10	8,88	9,83	11,5	13,5	16,8
17	7,38	7,95	8,32	8,83	9,65	10,7	12,5	14,5	18,0
18	8,05	8,64	9,03	9,58	10,4	11,5	13,4	15,5	19,2
19	8,72	9,35	9,76	10,3	11,2	12,3	14,3	16,6	20,4
20	9,41	10,1	10,5	11,1	12,0	13,2	15,2	17,6	21,6
21	10,1	10,8	11,2	11,9	12,8	14,0	16,2	18,7	22,8
22	10,8	11,5	12,0	12,6	13,7	14,9	17,1	19,7	24,1
23	11,5	12,3	12,7	13,4	14,5	15,8	18,1	20,7	25,3
24	12,2	13,0	13,5	14,2	15,3	16,6	19,0	21,8	26,5
25	13,0	13,8	14,3	15,0	16,1	17,5	20,0	22,8	27,7
26	13,7	14,5	15,1	15,8	17,0	18,4	20,9	23,9	28,9
27	14,4	15,3	15,8	16,6	17,8	19,3	21,9	24,9	30,2
28	15,2	16,1	16,6	17,4	18,6	20,2	22,9	26,0	31,4
29	15,9	16,8	17,4	18,2	19,5	21,0	23,8	27,1	32,6
30	16,7	17,6	18,2	19,0	20,3	21,9	24,8	28,1	33,8
31	17,4	18,4	19,0	19,9	21,2	22,8	25,8	29,2	35,1
32	18,2	19,2	19,8	20,7	22,0	23,7	26,7	30,2	36,3
33	19,0	20,0	20,6	21,5	22,9	24,6	27,7	31,3	37,5
34	19,7	20,8	21,4	22,3	23,8	25,5	28,7	32,4	38,8
35	20,5	21,6	22,2	23,2	24,6	26,4	29,7	33,4	40,0
36	21,3	22,4	23,1	24,0	25,5	27,3	30,7	34,5	41,2
37	22,1	23,2	23,9	24,8	26,4	28,3	31,6	35,6	42,4
38	22,9	24,0	24,7	25,7	27,3	29,2	32,6	36,6	43,7
39	23,7	24,8	25,5	26,5	28,1	30,1	33,6	37,7	44,9
40	24,4	25,6	26,3	27,4	29,0	31,0	34,6	38,8	46,1



Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равном									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
41	25.2	26.4	27.2	28.2	29.9	31.9	35.6	39.9	47.4
42	26.0	27.2	28.0	29.1	30.8	32.8	36.6	40.9	48.6
43	26.8	28.1	28.8	29.9	31.7	33.8	37.6	42.0	49.9
44	27.6	28.9	29.7	30.8	32.5	34.7	38.6	43.1	51.1
45	28.4	29.7	30.5	31.7	33.4	35.6	39.6	44.2	52.3
46	29.3	30.5	31.4	32.5	34.3	36.5	40.5	45.2	53.6
47	30.1	31.4	32.2	33.4	35.2	37.5	41.5	46.3	54.8
48	30.9	32.2	33.1	34.2	36.1	38.4	42.5	47.4	56.0
49	31.7	33.0	33.9	35.1	37.0	39.3	43.5	48.5	57.3
50	32.5	33.9	34.8	36.0	37.9	40.3	44.5	49.6	58.5
51	33.3	34.7	35.6	36.9	38.8	41.2	45.5	50.6	59.7
52	34.2	35.6	36.5	37.7	39.7	42.1	46.5	51.7	61.0
53	35.0	36.4	37.3	38.6	40.6	43.1	47.5	52.8	62.2
54	35.8	37.2	38.2	39.5	41.5	44.0	48.5	53.9	63.5
55	36.6	38.1	39.0	40.4	42.4	44.9	49.5	55.0	64.7
56	37.5	38.9	39.9	41.2	43.3	45.9	50.5	56.1	65.9
57	38.3	39.8	40.8	42.1	44.2	46.8	51.5	57.1	67.2
58	39.1	40.6	41.6	43.0	45.1	47.8	52.6	58.2	68.4
59	40.0	41.5	42.5	43.9	46.0	48.7	53.6	59.3	69.7
60	40.8	42.4	43.4	44.8	46.9	49.6	54.6	60.4	70.9
61	41.6	43.2	44.2	45.6	47.9	50.6	55.6	61.5	72.1
62	42.5	44.1	45.1	46.5	48.8	51.5	56.6	62.6	73.4
63	43.3	44.9	46.0	47.4	49.7	52.5	57.6	63.7	74.6
64	44.2	45.8	46.8	48.3	50.6	53.4	58.6	64.8	75.9
65	45.0	46.6	47.7	49.2	51.5	54.4	59.6	65.8	77.1
66	45.8	47.5	48.6	50.1	52.4	55.3	60.6	66.9	78.3
67	46.7	48.4	49.5	51.0	53.4	56.3	61.6	68.0	79.6
68	47.5	49.2	50.3	51.9	54.3	57.2	62.6	69.1	80.8
69	48.4	50.1	51.2	52.8	55.2	58.2	63.7	70.2	82.1
70	49.2	51.0	52.1	53.7	56.1	59.1	64.7	71.3	83.3
71	50.1	51.8	53.0	54.6	57.0	60.1	65.7	72.4	84.6
72	50.9	52.7	53.9	55.5	58.0	61.0	66.7	73.5	85.8
73	51.8	53.6	54.7	56.4	58.9	62.0	67.7	74.6	87.0
74	52.7	54.5	55.6	57.3	59.8	62.9	68.7	75.6	88.3
75	53.5	55.3	56.5	58.2	60.7	63.9	69.7	76.7	89.5
76	54.4	56.2	57.4	59.1	61.7	64.9	70.8	77.8	90.8
77	55.2	57.1	58.3	60.0	62.6	65.8	71.8	78.9	92.0
78	56.1	58.0	59.2	60.9	63.5	66.8	72.8	80.0	93.3
79	56.9	58.8	60.1	61.8	64.4	67.7	73.8	81.1	94.5
80	57.8	59.7	61.0	62.7	65.4	68.7	74.8	82.2	95.7
81	58.7	60.6	61.8	63.6	66.3	69.6	75.8	83.3	97.0
82	59.5	61.5	62.7	64.5	67.2	70.6	76.9	84.4	98.2
83	60.4	62.4	63.6	65.4	68.2	71.6	77.9	85.5	99.5
84	61.3	63.2	64.5	66.3	69.1	72.5	78.9	86.6	100.7
85	62.1	64.1	65.4	67.2	70.0	73.5	79.9	87.7	102.0
86	63.0	65.0	66.3	68.1	70.9	74.5	80.9	88.8	103.2
87	63.9	65.9	67.2	69.0	71.9	75.4	82.0	89.9	104.5
88	64.7	66.8	68.1	69.9	72.8	76.4	83.0	91.0	105.7
89	65.6	67.7	69.0	70.8	73.7	77.3	84.0	92.1	106.9
90	66.5	68.6	69.9	71.8	74.7	78.3	85.0	93.1	108.2
91	67.4	69.4	70.8	72.7	75.6	79.3	86.0	94.2	109.4
92	68.2	70.3	71.7	73.6	76.6	80.2	87.1	95.3	110.7
93	69.1	71.2	72.6	74.5	77.5	81.2	88.1	96.4	111.9
94	70.0	72.1	73.5	75.4	78.4	82.2	89.1	97.5	113.2
95	70.9	73.0	74.4	76.3	79.4	83.1	90.1	98.6	114.4

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равном									
V	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2
96	71,7	73,9	75,3	77,2	80,3	84,1	91,1	99,7	115,7
97	72,6	74,8	76,2	78,2	81,2	85,1	92,2	100,8	116,9
98	73,5	75,7	77,1	79,1	82,2	86,0	93,2	101,9	118,2
99	74,4	76,6	78,0	80,0	83,1	87,0	94,2	103,0	119,4
100	75,2	77,5	78,9	80,9	84,1	88,0	95,2	104,1	120,6
102	77,0	79,3	80,7	82,7	85,9	89,9	97,3	106,3	123,1
104	78,8	81,1	82,5	84,6	87,8	91,9	99,3	108,5	125,6
106	80,5	82,8	84,3	86,4	89,7	93,8	101,4	110,7	128,1
108	82,3	84,6	86,2	88,3	91,6	95,7	103,4	112,9	130,6
110	84,1	86,4	88,0	90,1	93,5	97,7	105,5	115,1	133,1
112	85,8	88,3	89,8	92,0	95,4	99,6	107,5	117,3	135,6
114	87,6	90,1	91,6	93,8	97,3	101,6	109,6	119,5	138,1
116	89,4	91,9	93,5	95,7	99,2	103,5	111,7	121,7	140,6
118	91,2	93,7	95,3	97,5	101,1	105,5	113,7	123,9	143,1
120	93,0	95,5	97,1	99,4	103,0	107,4	115,8	126,1	145,6
122	94,7	97,3	98,9	101,2	104,9	109,4	117,8	128,3	148,1
124	96,5	99,1	100,8	103,1	106,8	111,3	119,9	130,5	150,6
126	98,3	100,9	102,6	105,0	108,7	113,3	121,9	132,7	153,0
128	100,1	102,7	104,5	106,8	110,6	115,2	124,0	134,9	155,5
130	101,9	104,6	106,3	108,7	112,5	117,2	126,1	137,1	158,0
132	103,7	106,4	108,1	110,5	114,4	119,1	128,1	139,3	160,5
134	105,5	108,2	110,0	112,4	116,3	121,1	130,2	141,5	163,0
136	107,3	110,0	111,8	114,3	118,2	123,1	132,3	143,7	165,5
138	109,1	111,9	113,7	116,2	120,1	125,0	134,3	145,9	168,0
140	110,9	113,7	115,5	118,0	122,0	127,0	136,4	148,1	170,5
142	112,7	115,5	117,4	119,9	123,9	128,9	138,4	150,3	173,0
144	114,5	117,4	119,2	121,8	125,8	130,9	140,5	152,5	175,5
146	116,3	119,2	121,1	123,6	127,7	132,9	142,6	154,7	178,0
148	118,1	121,0	122,9	125,5	129,7	134,8	144,6	156,9	180,5
150	119,9	122,9	124,8	127,4	131,6	136,8	146,7	159,1	183,0
152	121,8	124,7	126,6	129,3	133,5	138,8	148,8	161,3	185,5
154	123,6	126,5	128,5	131,2	135,4	140,7	150,8	163,5	188,0
156	125,4	128,4	130,3	133,0	137,3	142,7	152,9	165,7	190,5
158	127,2	130,2	132,2	134,9	139,2	144,7	155,0	167,9	193,0
160	129,0	132,1	134,0	136,8	141,2	146,6	157,0	170,2	195,5
162	130,8	133,9	135,9	138,7	143,1	148,6	159,1	172,4	198,0
164	132,7	135,8	137,8	140,6	145,0	150,6	161,2	174,6	200,4
166	134,5	137,6	139,6	142,5	146,9	152,6	163,3	176,8	202,9
168	136,3	139,4	141,5	144,3	148,9	154,5	165,3	179,0	205,4
170	138,1	141,3	143,4	146,2	150,8	156,5	167,4	181,2	207,9
172	139,9	143,1	145,2	148,1	152,7	158,5	169,5	183,4	210,4
174	141,8	145,0	147,1	150,0	154,6	160,4	171,5	185,6	212,9
176	143,6	146,9	149,0	151,9	156,6	162,4	173,6	187,8	215,4
178	145,4	148,7	150,8	153,8	158,5	164,4	175,7	190,0	217,9
180	147,3	150,6	152,7	155,7	160,4	166,4	177,8	192,2	220,4
182	149,1	152,4	154,6	157,6	162,3	168,3	179,8	194,4	222,9
184	150,9	154,3	156,4	159,5	164,3	170,3	181,9	196,6	225,4
186	152,8	156,1	158,3	161,4	166,2	172,3	184,0	198,9	227,9
188	154,6	158,0	160,2	163,3	168,1	174,3	186,1	201,1	230,4
190	156,4	159,8	162,1	165,2	170,1	176,3	188,1	203,3	232,9
192	158,3	161,7	163,9	167,0	172,0	178,2	190,2	205,5	235,4
194	160,1	163,6	165,8	168,9	173,9	180,2	192,3	207,7	237,9
196	161,9	165,4	167,7	170,8	175,9	182,2	194,4	209,9	240,4
198	163,8	167,3	169,6	172,7	177,8	184,2	196,4	212,1	242,9
200	165,6	169,2	171,4	174,6	179,7	186,2	198,5	214,3	245,4

Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равном									
V	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2
202	167,5	171,0	173,3	176,5	181,7	188,1	200,6	216,5	247,9
204	169,3	172,9	175,2	178,4	183,6	190,1	202,7	218,7	250,4
206	171,2	174,8	177,1	180,4	185,5	192,1	204,7	221,0	252,9
208	173,0	176,6	179,0	182,3	187,5	194,1	206,8	223,2	255,4
210	174,8	178,5	180,9	184,2	189,4	196,1	208,9	225,4	257,9
212	176,7	180,4	182,7	186,1	191,4	198,1	211,0	227,6	260,4
214	178,5	182,2	184,6	188,0	193,3	200,0	213,0	229,8	262,9
216	180,4	184,1	186,5	189,9	195,2	202,0	215,1	232,0	265,4
218	182,2	186,0	188,4	191,8	197,2	204,0	217,2	234,2	267,9
220	184,1	187,8	190,3	193,7	199,1	206,0	219,3	236,4	270,4
230	193,3	197,2	199,7	203,2	208,8	215,9	229,7	247,5	282,8
240	202,6	206,6	209,2	212,8	218,6	225,9	240,1	258,6	295,3
250	211,9	216,0	218,7	222,4	228,3	235,8	250,5	269,6	307,8
300	258,6	263,2	266,2	270,4	277,1	285,7	302,6	325,0	370,3
350	305,7	310,8	314,2	318,7	326,2	335,7	354,8	380,4	432,7
400	353,0	358,5	362,1	367,2	375,3	385,9	407,1	435,8	495,2
450	400,5	406,4	410,3	415,8	424,6	436,1	459,4	491,3	557,7
500	448,2	454,5	458,7	464,5	474,0	486,4	511,8	546,7	620,2
600	543,9	551,0	555,7	562,3	573,1	587,2	616,5	657,7	745,1
700	640,1	647,9	653,1	660,4	672,4	688,2	721,4	768,7	870,1
800	736,6	745,1	750,7	758,7	771,8	789,3	826,4	879,7	995,1
900	833,3	842,5	848,6	857,2	871,5	890,6	931,4	990,8	1120
1000	930,3	940,1	946,6	955,9	971,2	991,9	1036	1102	1245