

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**

**Л. Н. Сутягина**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы»,  
часть 1**

**Учебно-методическое пособие**

Самара, 2022

УДК 621.391.2  
ББК 00.000  
С 906

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол № 20 от 15.03.2022 г.

Сутягина Л.Н.

С 906 Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 1: учебно-методическое пособие / Л.Н. Сутягина. - Самара: ПГУТИ, 2022. - 40 с.

Учебно-методическое пособие «Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 1» содержит задание на контрольную работу, краткую характеристику цифровых платформ, расчет оборудования которых необходимо выполнить, методику для выполнения этого расчета.

Разработано в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», предназначено для студентов (бакалавриат) заочной и дистанционной форм обучения для подготовки к самостоятельной работе и сдаче зачета по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы».

© Сутягина Л.Н., 2022

© Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Задание на контрольную работу.....	5
2 Структура ЦСК и порядок расчета её оборудования.....	7
2.1 Обобщенная структура ЦСК .....	7
2.2 Порядок разработки структурной схемы и расчета объема оборудования ЦСК.....	8
3 Разработка структурной схемы и порядок расчета оборудования ЦСК типа EWSD.....	9
3.1 Разработка структурной схемы ОПС типа EWSD.....	9
3.2 Расчет объема абонентского оборудования ЦСК типа EWSD... ..	11
3.3 Расчет числа линейных групп LTG.....	14
3.4 Выбор емкости и расчет параметров коммутационного поля SN(B).....	15
3.5 Расчет оборудования управляющего устройства сети ОКС №7...	17
4 Разработка структурной схемы и порядок расчета оборудования ЦСК Alcatel 1000 S12.....	18
4.1 Разработка структурной схемы ОПС типа Alcatel 1000 S12.....	18
4.2 Расчет объема абонентского оборудования.....	19
4.3 Расчет оборудования цифровых трактов.....	20
4.4 Расчет объема оборудования коммутационного поля.....	26
4.5 Расчет оборудования сигнализации.....	21
5 Разработка структурной схемы и порядок расчета объема оборудования ЦСК АХЕ-10.....	26
5.1 Разработка структурной схемы ОПС типа АХЕ-10.....	26
5.2 Расчет оборудования подсистемы абонентских блоков.....	28
5.3 Расчет оборудования подсистемы соединительных линий TSS и подсистемы сигнализации ОКС№7 CCS.....	30
5.4 Расчет оборудования подсистемы группового коммутатора GSS	30
Рекомендуемая литература.....	32
Приложения.....	33

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы» является частью блока 1 дисциплин (модулей), формируемых участниками образовательных отношений, ОПОП ВО бакалавриата по направлению подготовки 11.03.02. «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» профиля «Оптические и проводные сети и системы связи», и предназначена студентам 3-4 курсов (6-7 семестры), заочной и дистанционной форм обучения. Дисциплина реализуется кафедрой ССС на факультете заочного и дистанционного обучения.

Цель дисциплины: изучение основных принципов построения, эксплуатации и развития мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ различного назначения.

Задачи:

- получение представлений об основных научно-технических проблемах и перспективах развития сетей связи и систем канальной и пакетной коммутации, о построении мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ;

- приобретение знаний о принципах цифровой коммутации, об использовании на мультисервисных сетях связи перспективных методов сигнализации и управления;

- умение рассчитывать основные параметры мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ;

- умение использовать полученные знания для проектирования мультисервисных сетей связи и коммутационных платформ и их эффективной эксплуатации.

В данных методических рекомендациях по выполнению контрольной работы по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы» на основании технической документации цифровых систем EWSD, Alcatel 1000 S12, AXE-10 и материалов из методик расчета оборудования, предлагаемых фирмами-изготовителями, представлены основные этапы разработки структурных схем и порядок расчета оборудования указанных цифровых платформ.

# 1 ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Цель выполнения контрольного задания: изучение принципов построения цифровых платформ, широко используемых на сетях связи российской федерации, и получение практических навыков по расчету объема оборудования конкретных цифровых платформ.

В контрольной работе необходимо:

1. Разработать схему организации связей и структурную схему проектируемой цифровой системы при различном ее использовании в соответствии с вариантом табл.1.1 (номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки). На структурной схеме проектируемой системы показать включение различных типов линий и каналов, абонентских концентраторов.

2. В соответствии с исходными данными, приведенными в табл.1.2, (номер варианта соответствует предпоследней цифре номера зачетной книжки) необходимо выполнить расчет следующего оборудования:

- абонентского оборудования;
- оборудования цифровых трактов;
- оборудования коммутационного поля;
- оборудования сигнализации с учетом межстанционной сигнализации и наличия телефонных аппаратов с тональным набором DTMF.

Исходные данные для выполнения контрольной работы:

- нумерация на сети – шестизначная,
- удельная исходящая нагрузка аналогового абонента -  $y_a = 0,05$  Эрл;
- удельная исходящая нагрузка абонента ISDN -  $y_{ISDN} = 0,125$  Эрл;
- удельная исходящая междугородняя нагрузка -  $y_m = 0,004$  Эрл .

Таблица 1.1

## Исходные данные для разработки структурной схемы проектируемой ЦСК

№ варианта	Тип ЦСК	Использование ЦСК в качестве	Тип включаемых линий и каналов
1	Alcatel 1000 S12	ОПС с одним выносным абонентским. блоком IRSU	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
2	EWSD	ОПС с одним выносным абонентским блоком RCU	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
3	EWSD	ОПС	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
4	Alcatel 1000 S12	ОПС	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
5	EWSD	ОПТС с тремя выносными абонент. блоками RCU	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
6	AXE-10	ОПТС	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
7	EWSD	Транзитный узел (УИВС)	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
8	Alcatel 1000 S12	ОПТС с двумя выносными абонент. блоками IRSU	АЛ,СЛ,ЗСЛ,СЛМ
9	AXE-10	ОПС с двумя выносными абонентскими блоками RSS	АЛ, СЛ, ЗСЛ,СЛМ
0	Alcatel 1000 S12	ОПС с выносным абонентским. блоком RTSU	АЛ, СЛ,ЗСЛ,СЛМ

**Исходные данные для расчета объема оборудования**

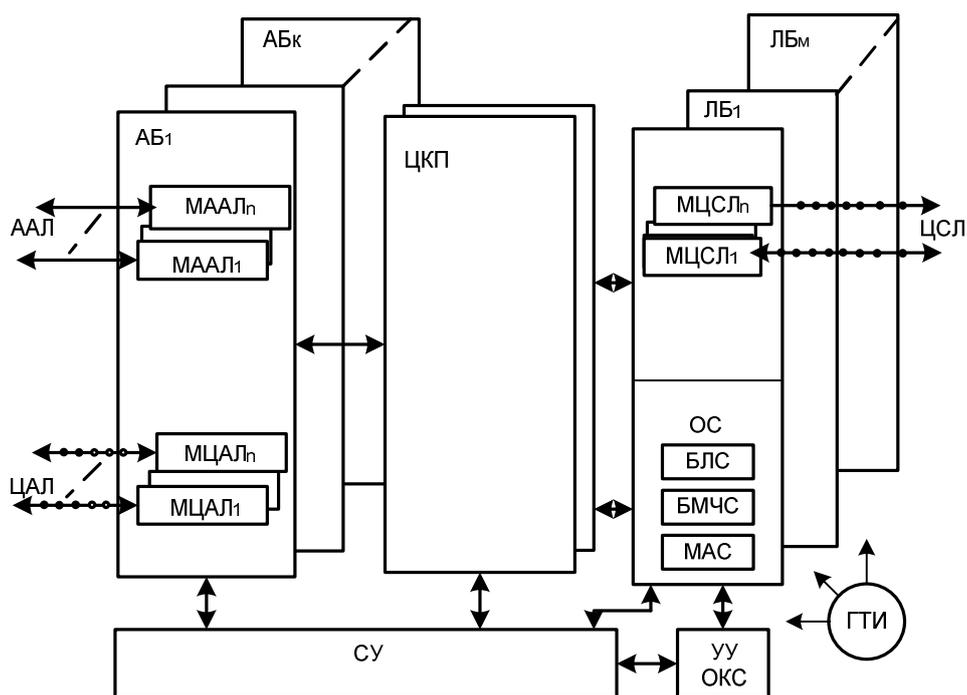
№ варианта	Емкость проектируемой ЦСК, номеров	Доля аналоговых абонентов, %	Доля цифровых абонентов, %	Доля аналоговых абонентов, имеющих DTMF, %	Интенсивность межстанционной нагрузки $Y_{мсс}$ , Эрл	Число звеньев сигнализации ОКС №7 (ЗС)	Доля нагрузки, обслуживаемой с использованием ОКС №7, $k_{окс}$
1	20000	90	10	5	560	8	0,2
2	15000	85	15	8	460	18	0,3
3	25000	82	18	7	750	10	0,18
4	10000	84	16	6	320	5	0,25
5	30000	80	20	12	940	12	0,15
6	15000	85	15	8	600	10	0,3
7	28000	93	7	10	900	20	0,27
8	18000	95	5	4	520	16	0,25
9	20000	86	14	6	920	24	0,3
0	18000	92	8	5	530	12	0,26

Все межстанционные направления проектируемых цифровых систем работают с использованием сигнализации ОКС №7.

## 2 СТРУКТУРА ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ КОММУТАЦИИ И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ОБОРУДОВАНИЯ

### 2.1 Обобщенная структура ЦСК

Цифровая платформа или цифровая система коммутации (ЦСК) характеризуется тем, что при коммутации каналов в её коммутационном поле, передача информации осуществляется в цифровом виде. Обобщенная структура ЦСК представлена на рис. 2.1.



ААЛ	- аналоговая абонентская линия;	ЦАЛ	- цифровая абонентская линия;
АБ	- абонентский блок;	МААЛ	- модуль аналоговых АЛ;
МЦАЛ	- модуль цифровых АЛ;	МЦСЛ	- модуль цифровых СЛ;
ЦСЛ	- цифровая соединительная линия;	ЛБ	- линейный блок;
ЦКП	- цифровое коммутационное поле;	СУ	- система управления;
ОС	- оборудование сигнализации;	УУ ОКС	- устройство управления сетью сигнализации ОКС№7;
ГТИ	- генератор тактовых импульсов;	БЛС	- блок линейных сигналов;
МАС	- модуль акустических сигналов;	БМЧС	- блок многочастотной сигнализации

Рис. 2.1 - Обобщенная структура ЦСК

## 2.2 Порядок расчета объема оборудования ЦСК

Расчет объема оборудования ЦСК выполняется на основании следующих исходных данных:

- назначение проектируемой ЦСК;
- монтируемая емкость и структурный состав абонентов;
- число линий межстанционных связей или матрица межстанционных нагрузок, позволяющая определить соответствующие межстанционные пучки соединительных линий;
- число линий для связи с ЗТУ (зоновый транзитный узел) и узлом спецслужб (УСС);
- используемые системы сигнализации в межстанционных направлениях.

Проектирование конкретной цифровой системы коммутации производится в следующей последовательности:

1. Разработка структурной схемы проектируемой системы коммутации в соответствии с ее назначением, типами абонентского доступа, видами межстанционной сигнализации.

2. Расчет оборудования абонентских блоков, расположенных на самой станции или удаленных от нее.

3. Расчет оборудования блоков соединительных линий с учетом типа межстанционной сигнализации.

4. Определение состава оборудования сигнализации с учетом межстанционной сигнализации и наличия телефонных аппаратов с тональным набором DTMF.

5. Расчет оборудования коммутационного поля с учетом обслуживаемой нагрузки или числа подключаемых линейных блоков.

6. Состав системы управления, как правило, уже определен для каждого типа ЦСК, поэтому при проектировании проверяется производительность управляющего комплекса, исходя из величины возникающей и межстанционной нагрузок.

7. Расчет оборудования ОКС№7 выполняется, исходя из числа направлений, работающих с использованием сигнализации ОКС№7, и количества звеньев сигнализации, обслуживающих межстанционную нагрузку этих направлений.

8. Состав и объем оборудования станционных тональных сигналов и тактовых последовательностей заранее определен для каждого типа ЦСК.

9. Размещение рассчитанного объема оборудования по типовым статавам, а также размещение статавов в соответствующих производственных помещениях.

10. Выбор типа и расчет параметров электропитающей установки.

## **3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ОБОРУДОВАНИЯ ЦСК ТИПА EWSD**

### **3.1 Разработка структурной схемы ОПС типа EWSD**

Разработка структурной схемы и порядок расчета объема оборудования ЦСК типа EWSD выполняется после изучения соответствующих разделов в [1,3,4]. Структурная схема станции типа EWSD является типовой, но в зависимости от ее использования на сети в состав оборудования могут входить те или иные функциональные блоки подсистемы доступа.

При разработке структурной схемы конкретного узла коммутации необходимо определить состав оборудования станции, способ размещения блоков DLU (локальные или выносные) и способ их подключения к линейным группам. Выбрать типы используемых линейных групп LTG, системы сигнализации для работы с другими станциями сети и необходимое для этого оборудование.

Например, при использовании системы EWSD V.15 в качестве опорной станции (ОПС) или опорно-транзитной станции (ОПТС) на городской сети связи (ГСС) в состав оборудования подсистемы доступа должны входить: локальные цифровые абонентские блоки DLU, выносные абонентские блоки RCU (если имеются), линейные группы LTG с функциями В (для подключения блоков DLU к SN) и линейные группы LTG с функциями С (для подключения к SN линейных групп, обслуживающих направление к другим ЦСК сети и к ЗТУ).

Кроме того, для всех применений EWSD необходимы:

- линейные группы LTG различных типов, например, LTGH, LTGN, LTGM и т.д.;
- коммутационное поле типов SN(B) или SN(D);
- буфер сообщений типов MB(B) или MB(D);
- центральный генератор тактовой частоты CCG;
- координационный процессор CP113C;
- оборудование, обслуживающее направления, работающие с использованием системы сигнализации ОКС №7 - CCNC или SSNC.

В качестве примера предложена методика разработки структурной схемы и расчет объема оборудования опорной станции (ОПС) ГСС емкостью 20000 номеров, из которых 7000 номеров обслуживаются удаленными абонентскими блоками.

При разработке структурной схемы проектируемой ОПС необходимо в соответствии с вариантом руководствоваться данными табл.1.1, т.е. учесть все возможные направления межстанционных связей (МСС) и функциональные возможности блоков EWSD.

Выбор блоков для проектируемой станции обоснован следующим:

- для подключения аналоговых и ISDN абонентов необходимо использовать блоки DLU.

Из возможных типов блоков DLU, представленных в табл.4.2[3], для локального включения абонентских линий выбран блок DLUG, а для выносных концентраторов (RCU0 ÷ RCU2) - блок DLUD. Для управления выносными DLUD будет использоваться - RCU.

Это оборудование - последней модификации данной системы. Оно, при прочих аналогичных возможностях, имеет более компактные размеры.

Локальные и удаленные блоки DLU подключаются к коммутационному полю станции через линейные группы LTGN(B), которые по сравнению с аналогичными типами блоков других версий более компактны, имеют более высокую надежность и меньшую потребляемую мощность. Для обслуживания направлений МСС выбран блок LTGN(C).

Так как проектируемая ОПС имеет, кроме аналоговых абонентов, абонентов сети ISDN, то для их обслуживания выбран блок автономной линейной группы LTGN и работающий совместно с ним блок пакетной коммутации PSM.

Для обслуживания направлений, работающих с использованием системы сигнализации ОКС №7, предусматривается модуль CCNC.

Из возможных модификаций модулей коммутационного поля SN(B) и SN(D) версии V.15 можно выбрать блок типа SN(B), если суммарное количество блоков LTG проектируемой станции меньше 126.

Остальные блоки и модули проектируемой станции являются типовыми и выбираются в соответствии со структурной схемой, представленной на рис. 3.1.

На рис.3.1 используются следующие обозначения:

- DLUG - цифровой абонентский блок типа G;
- RDLUD – удаленный цифровой абонентский блок типа D;
- RCU - блок управления удаленным абонентским блоком;
- LTG - линейная группа;
- DDF - цифровой кросс;
- MDF – кросс абонентских линий;
- CP - координационный процессор;
- SN – цифровое коммутационное поле
- MB - буфер сообщений;
- CCG - центральный генератор тактовой частоты;
- EM - внешняя память (накопители на магнитных дисках);
- OMT - терминалы эксплуатации и техобслуживания;
- SYP - системная панель;
- CCNC - блок управления системы сигнализации ОКС №7.

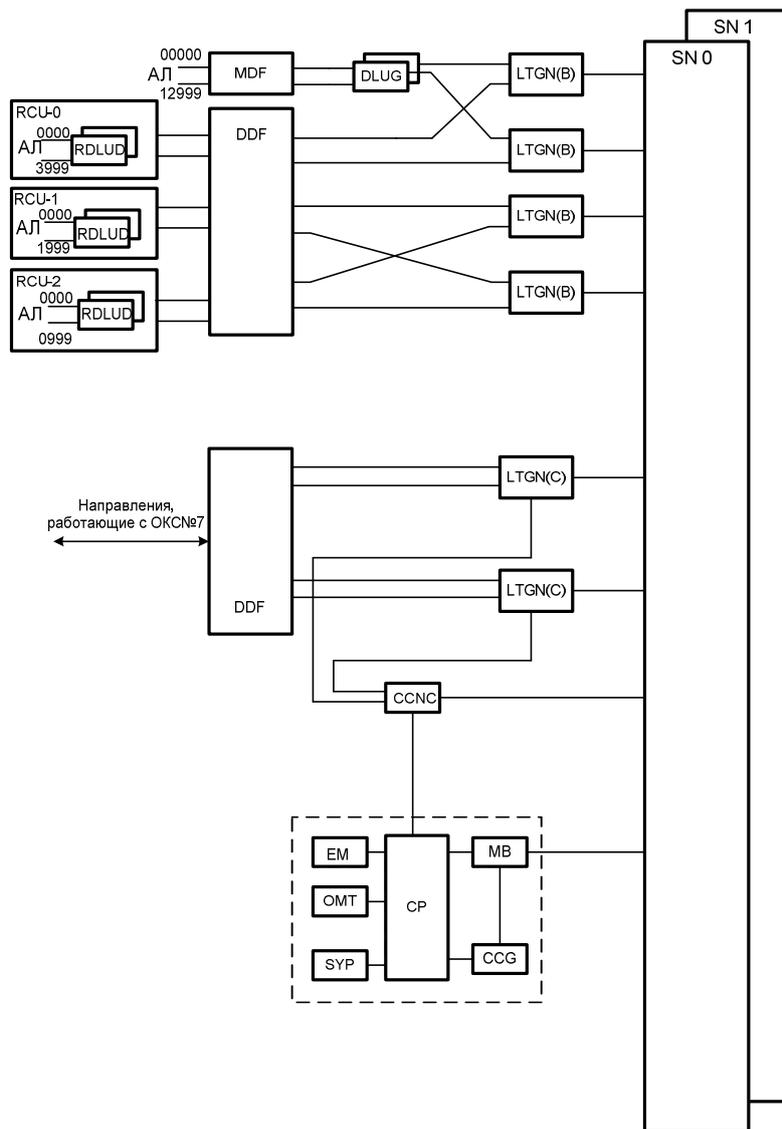


Рис. 3.1 - Структурная схема ОПС типа EWSD с удалёнными выносными абонентскими блоками типа RCU

### 3.2 Расчет объема абонентского оборудования ЦСК типа EWSD

Расчет абонентского оборудования ведется отдельно для локального и удаленного включения абонентов. Для локального включения аналоговых и ISDN абонентов выбран блок DLUG.

Так как в одном аналоговом абонентском модуле SLMA имеется до 32-х аналоговых АК SLCA, а в одном цифровом абонентском модуле SLMD - 16 цифровых АК SLCD, то число аналоговых и цифровых абонентских модулей определяется по формулам:

$$M_{SLMA} = \left\lceil \frac{N_{JIA}}{32} \right\rceil, \quad (3.1)$$

$$M_{SLMD} = \left\lceil \frac{N_{JISDN}}{16} \right\rceil, \quad (3.2)$$

где  $N_{ЛЛ}$  - число локальных аналоговых абонентов,  
 $N_{ISDN}$  - число локальных ISDN абонентов,  
 $\lceil \dots \rceil$  - округление результата расчета в большую сторону до целого числа.

Количество аналоговых или цифровых АЛ, включенных в один блок DLUG, равно:

- аналоговых АЛ -  $\frac{1984}{2} = 992$  ;
- цифровых АЛ -  $\frac{720}{2} = 360$  .

Число локальных блоков DLUG можно определить по формуле:

$$N_{DLUG} = \left\lceil \frac{N_{ЛЛ}}{992} + \frac{N_{ЛISDN}}{360} \right\rceil . \quad (3.3)$$

Каждый цифровой абонентский блок занимает две модульные кассеты по две полки. На одном стative размещено, как правило, два абонентских блока (4 модульных кассеты, 8 полок). Так как в один стative DLUG можно включить 1984 аналоговых АЛ или 720 цифровых АЛ, то число стативов DLUG для размещения локальных абонентских блоков можно определить по формуле:

$$S_{DLUG} = \left\lceil \frac{N_{ЛЛ}}{1984} + \frac{N_{ЛISDN}}{720} \right\rceil . \quad (3.4)$$

Для управления удаленными концентраторами, укомплектованными компактными блоками DLUD, используются удаленные блоки управления RCU. В один концентратор RCU можно включить до 5568 аналоговых абонентских линий или до 4608 цифровых абонентских линий, следовательно, число блоков RCU может быть определено по формуле (3.5):

$$N_{RCU} = \left\lceil \frac{N_{y\partial}}{5568} + \frac{N_{y\partial.ISDN}}{4608} \right\rceil , \quad (3.5)$$

где  $N_{y\partial}$  - количество удаленных аналоговых абонентов;

$N_{y\partial.ISDN}$  - количество удаленных ISDN абонентов.

В одном аналоговом абонентском модуле SLMA в блоках DLUD имеются 32 аналоговых абонентских комплекта SLCA, а в одном цифровом абонентском модуле SLMD – 16 цифровых абонентских комплектов SLCD, поэтому число аналоговых и цифровых абонентских модулей равно:

$$M_{SLMA} = \left\lceil \frac{N_{y\partial}}{32} \right\rceil ; \quad M_{SLMD} = \left\lceil \frac{N_{y\partial.ISDN}}{16} \right\rceil . \quad (3.6)$$

Количество аналоговых или цифровых АЛ, включенных в один DLUD:

- аналоговых АЛ с ILTF –  $1904/4 = 476$ ,
- аналоговых АЛ с DTMF –  $1888/4 = 472$ ,
- цифровых АЛ –  $1536/4 = 384$ .

Число блоков DLUD определяется по формуле:

$$N_{DLUD} = \left[ \frac{N_{y\delta.ILTF}}{476} + \frac{N_{y\delta.DTMF}}{472} + \frac{N_{y\delta.ISDN}}{384} \right]. \quad (3.7)$$

Так как в один статив DLUD можно включить 1904 аналоговых АЛ с ILTF или 1888 аналоговых АЛ с DTMF, или 1536 цифровых АЛ, то число стативов DLUD для размещения удаленных абонентских блоков определяется по формуле:

$$S_{DLUD} = \left[ \frac{N_{y\delta.ILTF}}{1904} + \frac{N_{y\delta.DTMF}}{1888} + \frac{N_{y\delta.ISDN}}{1536} \right]. \quad (3.8)$$

Нагрузка, поступающая на блок DLUG, например локальный, определяется выражением:

$$Y_{DLUG} = N_a \cdot y_a + N_{ISDN} \cdot y_{ISDN}, \quad (3.9)$$

где  $N_a$ ,  $N_{ISDN}$  - число соответственно аналоговых и цифровых линий, включенных в абонентский блок,

$y_a$ ,  $y_{ISDN}$  - удельная абонентская нагрузка соответственно аналоговых абонентов и абонентов ISDN.

Число абонентов соответствующей категории в формуле (3.10) определяется выражениями:

$$N_a = \frac{N_{л.ан}}{N_{DLUG}} \quad \text{и} \quad N_{ISDN} = \frac{N_{л.ISDN}}{N_{DLUG}}, \quad (3.10)$$

где  $N_{л.ан}$  и  $N_{л.ISDN}$  - соответственно число аналоговых и цифровых абонентов проектируемой ЦСК.

Если расчетное значение нагрузки меньше нормированного (100 Эрл):  $Y_{DLUG_{расч.}} < Y_{DLUG_{норм.}}$ , то выбранный блок DLU будет обслуживать включенных в него абонентов с заданным качеством.

При подключении локальных блоков DLUG к линейным группам LTGN(B) в каждый абонентский блок включено по две ИКМ-линии со скоростью 4,096 Мбит/с, отсюда:

$$N_{ИКМ4} = 2 \cdot N_{DLUG}, \quad (3.11)$$

где  $N_{ИКМ4}$  – число ИКМ-линий со скоростью 4,096 Мбит/с.

Удаленные блоки управления RCU подключаются к станции с помощью 4-х ИКМ-линий со скоростью 2,048 Мбит/с, т.е. число ИКМ-линий равно:

$$N_{ИКМ2} = 4 \cdot N_{RCU} \cdot S_{DLUD}, \quad (3.12)$$

где  $S_{DLUD}$  - число статов DLUD в каждом концентраторе.

### 3.3 Расчет числа линейных групп LTG

Локальные и удаленные блоки DLU подключаются к коммутационному полю SN(B) через линейные группы с функцией В - LTGN(B). Причем в каждый блок LTGN(B) включаются два блока DLU, а каждый DLU включается в два блока LTG, отсюда число блоков LTGN(B) равно числу блоков DLU:

$$N_{LTGN(B)} = N_{DLUG} + N_{RCU}. \quad (3.13)$$

В каждую линейную группу с функцией С - LTGN(C) включается по четыре ИКМ-линии со скоростью 2048 Кбит/с, то есть:

$$N_{LTGN(C)} = \left\lceil \frac{N_{\Sigma ИКМ}}{4} \right\rceil, \quad (3.14)$$

где  $N_{\Sigma ИКМ}$  - суммарное число ИКМ-линий со скоростью 2,048 Мбит/с.

Суммарное число ИКМ линий со скоростью 2,048 Мбит/с определяется выражением:

$$N_{\Sigma ИКМ} = N_{ex} + N_{ucx} + N_{3СЛ} + N_{СЛМ}. \quad (3.15)$$

На одном стативе R: LTGN расположены четыре кассеты F: LTGN по 16 (0÷15) модулей LTGN в кассете. Одна линейная группа LTGN занимает один модуль. Таким образом, число кассет F:LTGN равно:

$$K_{LTGN} = \left\lceil \frac{N_{LTGN(B)} + N_{LTGN(C)}}{16} \right\rceil. \quad (3.16)$$

Число статов R: LTGN равно:

$$S_{LTGN} = \left\lceil \frac{K_{LTGN}}{4} \right\rceil. \quad (3.17)$$

Число модулей подключения цифровых линий LTU равно:

$$N_{LTU} = N_{\Sigma ИКМ} + 4 \cdot N_{DLU2} + 2 \cdot N_{DLU4}. \quad (3.18)$$

LTGH - автономная линейная группа, в которой отсутствуют внешние интерфейсы для соединения с окружением станции. Используется в ОПС, в которых ISDN-абоненты с базовым доступом (BA) используют –каналы для передачи пакетных данных.

Каждая группа LTGH содержит до 4-х устройств обработки кадров FHMA. В одно устройства FHMA включается до 11BD – DLU-каналов (каналов пакетной коммутации от канала D базового доступа) от 11 цифровых абонентских блоков DLU с абонентами ISDN. Число LTGH определяется формулой:

$$N_{LTGH} = \left\lceil \frac{N_{DLUISDN}}{11 \cdot 4} \right\rceil, \quad (3.19)$$

где  $N_{DLUISDN}$  – число блоков DLU с абонентскими линиями ISDN.

На одной кассете размещается две группы LTGH, поэтому число кассет F:LTGH равно:

$$K_{LTGH} = \left\lceil \frac{N_{LTGH}}{2} \right\rceil. \quad (3.20)$$

На одном стative R:LTGH находится до 10 блоков LTGH, т.е. число статов LTGH равно:

$$S_{LTGH} = \left\lceil \frac{N_{LTGH}}{10} \right\rceil. \quad (3.21)$$

### 3.4 Выбор емкости и расчет параметров коммутационного поля SN(B)

Для выбора емкости коммутационного поля SN(B) необходимо знать общее число блоков LTG, включенных на станции:

$$\sum N_{LTG} = N_{LTGN(B)} + N_{LTGN(C)} + N_{LTGH} + N_{CCNC}, \quad (3.22)$$

где  $N_{CCNC}$  - число контроллеров ОКС№7.  $N_{CCNC} = 1$ .

По числу LTG выбирается стандартная емкость SN(B): на 63, 126, 252 или 504 LTG, которая должна быть не менее  $\sum N_{LTG}$ .

Число модулей TSM(B) в коммутационном поле типа SN(B) равно:

$$M_{TSM(B)} = \left\lceil \frac{\sum N_{\Sigma LTG}}{8} \right\rceil. \quad (3.23)$$

Число модулей интерфейсов LIL(B) в каждой коммутационной группе равно:

$$M_{LIL(B)} = 2M_{TSM(B)}.$$

Число коммутационных групп TSG(B) равно:

$$K_{TSG(B)} = \left\lceil \frac{N_{\Sigma LTG}}{63} \right\rceil \quad \text{или} \quad K_{TSG(B)} = \left\lceil \frac{M_{TSM(B)}}{8} \right\rceil. \quad (3.24)$$

Соответствующее число модулей LIS(B); SSM8(B); SSM16(B) определяется по формулам:

$$M_{LIS(B)} = \left\lceil \frac{M_{TSM(B)}}{16} \right\rceil, \quad M_{SSM8(B)} = \left\lceil \frac{M_{LIS(B)}}{8} \right\rceil, \quad M_{SSM16(B)} = \left\lceil \frac{M_{SSM8(B)}}{16} \right\rceil \quad (3.25)$$

Число коммутационных групп:

$$K_{SSG(B)} = \left\lceil \frac{M_{SSM8(B)}}{8} \right\rceil. \quad (3.26)$$

Для размещения коммутационного поля SN(B) на 63 LTG требуется одна кассета для каждой стороны поля, т.е.  $K_{SN(B)} = 2$ .

Обе кассеты с коммутационным полем SN(B) размещаются на станине для линейных групп LTGH (R:LTGH) вместе с одной кассетой LTGH (две линейные группы LTGH).

Если в проектируемой станции в качестве коммутационного поля выбраны блоки типа SN(D), то расчет данного оборудования производится в следующей последовательности.

Для выбора емкости коммутационного поля SN(D) необходимо знать общее число блоков LTG. По этим данным выбирается стандартная емкость поля SN(D), которая должна быть не менее  $\Sigma N_{LTG}$ . В табл. 4.5 [3] приведена зависимость структуры и емкости коммутационного поля SN(D) от суммарного числа групп LTG.

Число модулей LIL(D) равно:

$$M_{LIL(D)} = \frac{\sum N_{LTG}}{16}. \quad (3.27)$$

На одной кассете F: SNMUXA расположено по 8 модулей интерфейсов LIL(D). Число мультиплексоров SNMUXA и матриц коммутационного поля SNMAT можно определить по формуле:

$$M_{SNMUXA} = \frac{N_{LIL(D)}}{8}. \quad (3.28)$$

Число стативов для размещения кассет F: SNMUXA равно:

$$S_{SNMUXA} = \left\lceil \frac{M_{SNMUXA}}{2} \right\rceil. \quad (3.29)$$

### 3.5 Расчет оборудования управляющего устройства сети ОКС №7

При проектировании системы EWSD, работающей с сигнализацией ОКС№7, необходимо выбрать тип используемого оборудования сигнализации ОКС №7: CCNC или SSNC. При выборе оборудования CCNC выполняется расчет следующих функциональных блоков управляющего устройства CCNC:

- цифровых оконечных устройств звена сигнализации SILTD;
- групп оконечных устройств звена сигнализации SILTG;
- мультиплексоров MUXM;
- адаптеров сигнальной периферии SIPA в процессорах сети сигнализации по общему каналу CCNP.

Цифровое оконечное устройство звена сигнализации SILTD постоянно закреплено за звеном сигнализации, поэтому количество SILTD ( $N_{SILTD}$ ) равно количеству звеньев сигнализации ОКС№7, включенных в станцию:

$$V_{OKC} = N_{SILTD}.$$

Если проектируемая ОПС работает с использованием ОКС№7, то число звеньев сигнализации для обслуживания межстанционных нагрузок этих направлений выбирается из табл.1.2.

В одну группу оконечных устройств звена сигнализации SILTG включается до 8 SILTD, следовательно, количество групп равно:

$$N_{SILTG} = \left\lceil \frac{N_{SILTD}}{8} \right\rceil. \quad (3.30)$$

На станции используется 2 мультиплексора (00 и 10), т.к. число звеньев сигнализации не превышает 127.

В блоке CCNC для обеспечения надежности всегда устанавливается два процессора сигнализации по общему каналу CCNP0 и CCNP1. Один адаптер сигнальной периферии SIPA отвечает за четыре группы SILTG и их число в каждом процессоре CCNC равно:

$$N_{CIPA} = \left\lceil \frac{N_{SILTG}}{4} \right\rceil. \quad (3.31)$$

Так как на станции используется менее 12 групп оконечных устройств звена сигнализации SILTG, то необходим один стив R:CCNP/SILTD.

## 4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ЦСК ALCATEL 1000 S12

### 4.1 Разработка структурной схемы ОПС типа Alcatel 1000 S12

Разработка структурной схемы и порядок расчета объема оборудования ЦСК типа Alcatel 1000 S12 выполняется после изучения соответствующих разделов в [1,3,4].

В качестве примера рассмотрим разработку структурной схемы ОПС типа Alcatel 1000 S12 емкостью 10000 номеров, из которых 4000 номеров обслуживаются двумя выносными абонентскими блоками IRSU (К-1 и К-2).

При разработке структурной схемы проектируемой ОПС необходимо руководствоваться данными табл.1.1 в соответствии с вариантом, т.е. учесть все возможные направления межстанционных связей (МСС) и функциональные возможности модулей цифровой системы Alcatel 1000 S12.

Выбор модулей для проектируемой станции обоснован следующим:

1) для подключения аналоговых абонентских линий используются модули ASM;

2) с учетом того, что к станции будут подключены абоненты ЦСИС, выбирается модуль ISM;

3) для обслуживания направлений межстанционной связи, работающих с использованием сигнализации ОКС№7, можно предусмотреть использование модуля НССМ, если проектируемая станция работает в качестве ЗТУ, ТМГУС или ТМнУС.

Чаще всего в качестве оборудования, обслуживающего сигнализацию ОКС №7, используются модули IPTM, работающие вместе с модулями цифровых трактов DTM<sub>ОКС</sub>.

Другие модули DTM предусматриваются для обслуживания направлений межстанционной связи, работающих с использованием сигнализации R1,5(2ВСК+МЧК).

К ОПС подключаются два выносных абонентских блока. В качестве выносных модулей выбираются блоки IRSU, для подключения которых к ОПС будут использоваться модули IRIM с однократным включением. Если проектируемая станция выполняет функции ЗТУ, то для подключения рабочих мест операторов на станции предусматривается модуль OIM, совместно с которым работает модуль цифровой конференц-связи DCM. Для реализации функции автоответчика может быть использован модуль DIAM.

Для обслуживания направлений, работающих с сигнализацией МЧК и абонентов, имеющих телефонные аппараты с тональным набором, необходимо предусмотреть модуль служебных комплектов SCM.

Кроме перечисленных модулей необходимо предусмотреть использование системных модулей СТМ, ТТМ, Р&L, а также АСЕ, обеспечивающих дополнительные ресурсы емкости станции. Структурная схема проектируемой ОПС представлена на рис. 4.1.

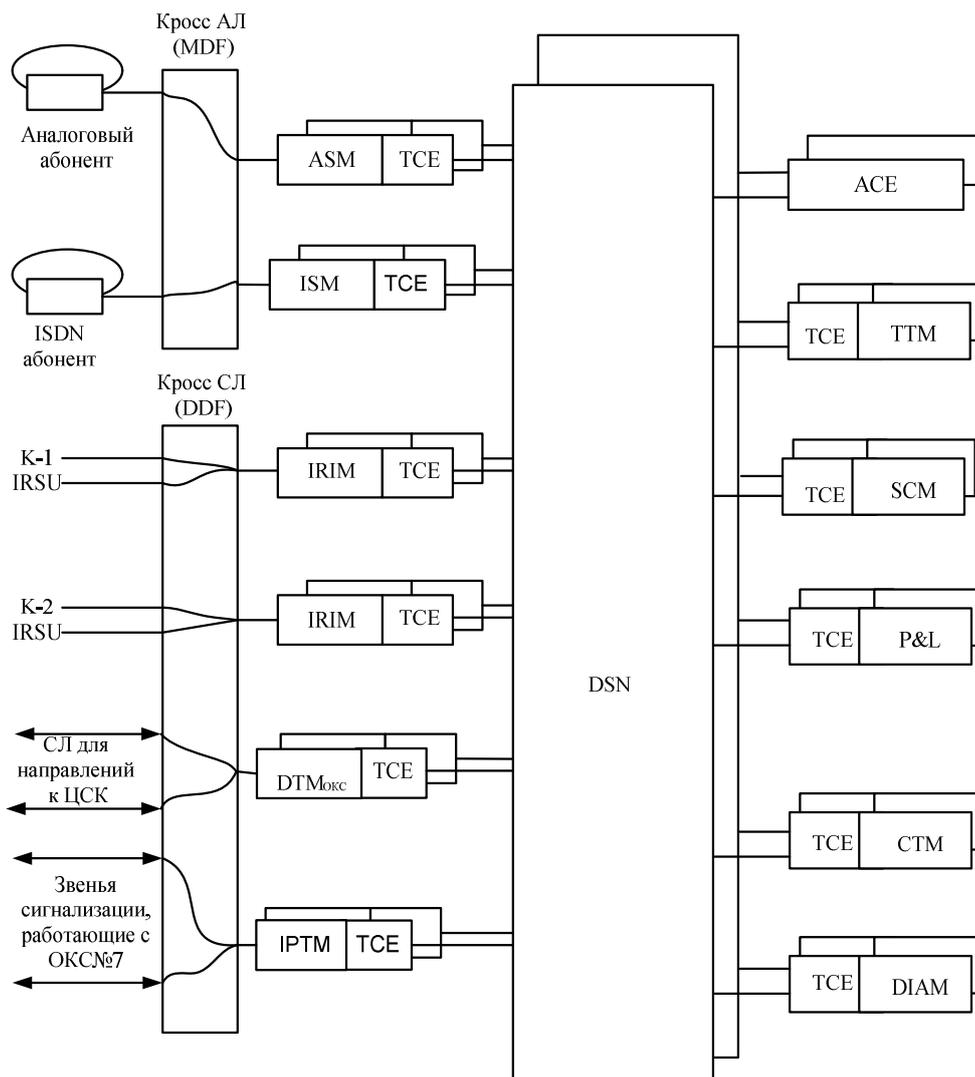


Рис. 4.1 - Структурная схема ОПС

#### 4.2 Расчет объема абонентского оборудования

В состав абонентского оборудования системы Alcatel 1000 S12 входят:

- модули аналоговых абонентских линий ASM;
- модули абонентов ISDN - ISM;
- удаленные абонентские модули IRSU;
- модули интерфейса удаленных абонентских модулей IRSU - IRIM.

Модуль аналоговых абонентских линий ASM обеспечивает подключение до 8 плат абонентских комплектов (ALCN) на 16 аналоговых линий каждая.

Таким образом, количество плат абонентских комплектов -  $N_{ALCN}$  определяется выражением:

$$N_{ALCN} = \left\lceil \frac{N_{AJI}}{16} \right\rceil, \quad (4.1)$$

где  $N_{AJI}$  - число аналоговых абонентских линий;  
 $\lceil x \rceil$  - ближайшее целое число, не меньшее  $x$ ,

Количество модулей ASM:

$$N_{ASM} = \left\lceil \frac{N_{ALCN}}{8} \right\rceil. \quad (4.2)$$

В целом модуль ASM обслуживает до 128 аналоговых линий, поэтому число модулей ASM может быть определено также по формуле:

$$N_{ASM} = \left\lceil \frac{N_{AJI}}{128} \right\rceil. \quad (4.3)$$

Модуль абонентов цифровой сети с интеграцией служб ISDN - ISM обслуживает базовые доступы (BA). Каждый модуль ISM включает до восьми плат абонентских комплектов ISDN, а каждая плата обеспечивает 8 BA, поэтому число модулей ISM равно:

$$N_{ISM} = \left\lceil \frac{N_{ISDN}}{64} \right\rceil. \quad (4.4)$$

Расчет числа выносных блоков IRSU производится с учетом максимального количества абонентских линий, включаемых в соответствующие блоки. Данные о максимальных емкостях блоков и возможных сочетаниях аналоговых и цифровых абонентских линий приведены в табл.6.1[3].

К одному модулю IRIM, соединенному с каждым выносным абонентским блоком IRSU двумя ИКМ - трактами, можно подключить один блок IRSU при использовании конфигурации однократного доступа, т.е. число модулей IRIM равно:

$$N_{IRIM} = N_{IRSU}. \quad (4.5)$$

где  $N_{IRIM}$  - число выносных абонентских блоков IRSU.

### 4.3 Расчет оборудования цифровых трактов

Число модулей цифровых трактов DTM определяется числом цифровых трактов межстанционной связи с другими АТС и числом ИКМ-трактов для связи с удаленными абонентскими модулями RTSU (если такие блоки используются). Таким образом, число модулей цифровых трактов DTM:

$$N_{DTM} = N_{DTM_{ucx}} + N_{DTM_{ex}} + N_{DTM_{OKC}} + N_{DTM_{RTSU}}, \quad (4.6)$$

где  $(N_{DTM_{исх}} + N_{DTM_{вх}})$  - соответствует числу цифровых исходящих и входящих СЛ с сигнализацией R1,5 из табл.1.2;

$N_{DTM_{OKC}}$  - определяется по величине нагрузки  $Y_{OKC}$ , которая может быть определена по формуле (4.7), используя данные табл.1.2:

$$Y_{OKC} = k_{окс} \cdot Y_{MCC} . \quad (4.7)$$

Зная  $Y_{OKC}$  и вероятность потерь  $p_6 = 0,01$  по таблицам Пальма первой формулы Эрланга можно определить  $N_{DTM_{OKC}}$ .

$N_{DTM_{RTSU}}$  определяется по числу модулей RTSU ( $N_{RTSU}$ ) по формуле:

$$N_{DTM_{RTSU}} = 2 \cdot N_{RTSU} . \quad (4.8)$$

#### 4.4 Расчет объема оборудования коммутационного поля

Для определения числа плоскостей цифрового коммутационного поля DSN рассчитывается интенсивность нагрузки, поступающей на коммутаторы доступа AS -  $Y_{AS}$ .

Один коммутатор доступа AS при двух плоскостях ступеней GS может обслужить нагрузку до 69 Эрл, при трех - до 110 Эрл, при четырех плоскостях - до 159 Эрл.

К одному AS можно подключить до восьми модулей ASM или до четырех модулей DTM.

Нагрузка, поступающая на AS от четырех модулей DTM, определяется по формуле:

$$Y_{AS}^{DTM} = Y_{кан}^{DTM} \cdot 30 \cdot 4 , \quad (4.9)$$

где  $Y_{кан}^{DTM}$  - средняя интенсивность нагрузки, поступающей на один канал цифровой соединительной линии:

$$Y_{кан}^{DTM} = \frac{Y_{исх}^{DTM} + Y_{вх}^{DTM} + Y_{OKC}^{DTM}}{\sum_j V_{канj}} , \quad (4.10)$$

где  $(Y_{исх}^{DTM} + Y_{вх}^{DTM} + Y_{OKC}^{DTM})$  - суммарная нагрузка для направлений межстанционных связей -  $Y_{MCC}$  (табл.1.2);

$\sum_j V_{канj}$  - соответствует числу физических СЛ, для направлений MCC.

Эта величина может быть определена по значению  $N_{DTM}$  (формула (4.6)) следующим образом:

$$\sum_j V_{канj} = N_{DTM} \cdot 30 . \quad (4.11)$$

После определения числа плоскостей DSN проверяется загрузка коммутаторов доступа AS. Для этой цели рассчитывается модульный

коэффициент  $M$ , определяющий максимальное число модулей ASM, которое может быть включено в AS с учетом 20% перегрузки:

$$M = \frac{Y_{AS}^{DTM}}{Y_{аб}^{ASM} \cdot 1,2 \cdot 128}, \quad (4.12)$$

где  $Y_{аб}^{ASM}$  - интенсивность исходящей и входящей нагрузки, поступающей по одной абонентской линии на AS:

$$Y_{аб}^{ASM} = \frac{Y_{возн.}}{N}, \quad (4.13)$$

где  $Y_{возн.}$  - возникающая нагрузка проектируемой ОПС;  
 $N$  – число абонентов проектируемой ОПС.

В формуле (4.12) используются значения  $Y_{AS}^{DTM}$  и  $Y_{аб}^{ASM}$ , т.к. эти нагрузки учитывают, что в один коммутатор доступа AS может быть подключено 8 модулей ASM и только 4 модуля DTM.

Полученный результат расчета коэффициента  $M$  необходимо округлить до 4, 6 или 8 в меньшую сторону.

С учетом вышеизложенного, число AS для подключения модулей ASM определяется выражением:

$$N_{AS}^{ASM} = \left\lceil \frac{N_{ASM}}{4} \right\rceil. \quad (4.14)$$

Число AS для подключения модулей DTM:

$$N_{AS}^{DTM} = \left\lceil \frac{N_{DTM}}{4} \right\rceil. \quad (4.15)$$

Во входы одного цифрового коммутационного элемента DSE первой ступени групповых коммутаторов может быть включено до четырех AS, поэтому число DSE этой ступени одной плоскости равно:

$$N_{DSE I} = N_{GS I} = \left\lceil \frac{N_{ASM} + N_{DTM}}{4} \right\rceil. \quad (4.17)$$

Фирмой Alcatel рекомендуется общую комплектацию DSN определять, используя  $N_{AS}$  ( $N_{AS} = N_{AS}^{ASM} + N_{AS}^{DTM}$ ) и данных табл.4.1.

В табл. 4.1 в зависимости от  $N_{AS}$  указано количество DSE на первой ( $N_{GSI}$ ), второй ( $N_{GSII}$ ) и третьей ( $N_{GSIII}$ ) ступенях группового коммутатора GS.

Кроме того, в табл.4.1 приведено количество DSE на ступенях группового искания в целом для одной плоскости ( $N_{GS}$ ) и общее количество DSE, содержащих две, три и четыре плоскости ступеней групповых коммутаторов.

Таким образом, общее количество DSE:  $N_{\Sigma} = N_{DSE AS} + N_{GS}$ .

Таблица 4.1

## Комплектация DSN

Количество DSE							
2ПЛ	3ПЛ	4ПЛ	$N_{GSIII}$	$N_{GS}$	2ПЛ	3ПЛ	4ПЛ
-	-	-	-	-	-	-	-
10	11	12	-	1	10	11	12
28	34	40	-	6	28	34	40
48	56	64	-	8	48	56	64
96	112	128	-	16	96	112	128
288	384	480	64	96	288	384	480
320	416	512	64	96	320	416	512
384	496	608	64	112	384	496	608
416	528	640	64	112	416	528	640
480	608	736	64	128	480	608	736
512	640	768	64	128	512	640	768
560	704	848	64	144	560	704	848
576	720	864	64	144	576	720	864
592	736	880	64	144	592	736	880
608	752	896	64	144	608	752	896
672	832	992	64	160	672	832	992
704	864	1024	64	160	704	864	1024
768	944	1120	64	176	768	944	1120
800	976	1152	64	176	800	976	1152
864	1056	1248	64	192	864	1056	1248
896	1088	1280	64	192	896	1088	1280
1664	1984	2304	64	320	1664	1984	2304

## 4.5 Расчет оборудования сигнализации

## 4.5.1 Расчет числа модулей служебных комплектов SCM

Учитывая, что модуль SCM обеспечивает поддержку функций регистровой сигнализации для межстанционной многочастотной сигнализации R1,5, а также для обслуживания абонентских аппаратов с многочастотным набором номера (DTMF) и каналов для устройств конференц-связи, то расчет модулей SCM производится отдельно для каждого вида сигнализации.

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

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

$$Y_{DTMF} = K_{DTMF} \cdot Y_{ВОЗН} \cdot (t_{DTMF} + t_{OC}) / t_{cl}, \quad (4.18)$$

где  $K_{DTMF}$  - доля абонентов, имеющих DTMF (из табл.1.1 значения  $K_{DTMF}$  подставляются в формулу в долях единицы);

$Y_{\text{ВОЗН}}$  - возникающая на ОПС нагрузка, в Эрл;

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

$n$  - значность абонентского номера;

$t_{\text{OC}}$  - среднее время слушания сигнала «Ответ станции» ( $t_{\text{OC}} = 3$  сек);

$t_{\text{cl}}$  - средняя длительность одного занятия при местном соединении ( $t_{\text{cl}} = 72$ сек.).

Так как по заданию все направления межстанционной связи работают с использованием сигнализации ОКС№7, то рассчитывать число модулей SCM, обслуживающих соединительные линии, организованные с использованием многочастотной сигнализации, не требуется.

Зная нагрузки  $Y_{\text{SCM}}$ , можно определить число соответствующих SCM по номограммам второй формулы Эрланга или методом подбора по формуле:

$$P(\gamma > t) = P(\gamma > 0) \cdot e^{-(V_{\text{SCM}} - Y_{\text{SCM}}) \cdot t / \bar{t}_{\text{SCM}}}, \quad (4.19)$$

где  $P(\gamma > t)$  - вероятность ожидания свыше допустимого времени  $t$ . Норма на вероятность ожидания свыше 1 с равна  $P(\gamma > t) \leq 0,001$ .

$$P(\gamma > 0) = \frac{E_{V_{\text{SCM}}}(Y_{\text{SCM}}) \cdot V_{\text{SCM}}}{V_{\text{SCM}} - Y_{\text{SCM}} \cdot [1 - E_{V_{\text{SCM}}}(Y_{\text{SCM}})]}, \quad (4.20)$$

где  $V_{\text{SCM}}$  - число приемопередатчиков для соответствующего вида многочастотной сигнализации;

$E_{V_{\text{SCM}}}(Y_{\text{SCM}})$  - 1-ая формула Эрланга;

$t_{\text{SCM}}$  - средневзвешенное время занятия SCM.

В расчетах можно принять отношение ( $t / \bar{t}_{\text{SCM}}$ ) равным единице.

В состав одного модуля SCM входят 32 приемопередатчика SCM, поэтому число модулей SCM равно:

$$N_{\text{SCM}} = \left\lceil \sum_i \frac{V_{\text{SCM}}^*}{32} \right\rceil, \quad (4.21)$$

где  $V_{\text{SCM}i}^*$  - число приемопередатчиков, обслуживающих сигнализацию соответствующего вида ( $V_{\text{SCM}i}^* = V_{\text{SCM}i} + 1$ , где «1» - резерв для данной группы).

#### 4.5.2 Расчет объема оборудования ОКС№7

В ЦСК типа Alcatel 1000 S12 система сигнализации ОКС№7 может быть реализована в нескольких версиях: базовой (полной) и упрощенных. На конечных станциях, где не предусмотрена работа с транзитными сообщениями, используется упрощенная версия. В этом случае обработка

входящих и исходящих сообщений, передаваемых по ОКС, производится совместно модулем ДТМ<sub>ОКС</sub> с ИРТМ.

Модуль ИРТМ состоит из процессора и четырех плат терминального звена сигнализации, каждая из которых может обработать одно звено ОКС№7, поэтому число модулей ИРТМ равно:

$$N_{ИРТМ} = \left\lceil \frac{N_{ОКС}}{4} \right\rceil, \quad (4.22)$$

где  $N_{ОКС}$  - количество звеньев сигнализации (в табл.1.2 значения приведены с учетом резерва).

При наличии большого числа направлений, работающих с сигнализацией ОКС№7, целесообразно использовать модули общего канала сигнализации высокой производительности - НССМ.

Модуль НССМ состоит из процессора и восьми плат терминального звена сигнализации, каждая из которых может обработать одно звено ОКС№7. Число модулей НССМ определяется по формуле:

$$N_{НССМ} = \left\lceil \frac{N_{ОКС}}{8} \right\rceil, \quad (4.23)$$

где  $N_{ОКС}$  - количество звеньев сигнализации (в табл.1.2 значения приведены с учетом резерва).

В полной версии реализации ОКС№7 могут использоваться модули ССМ, каждый из которых может поддерживать до 16 звеньев сигнализации ОКС№7, поэтому число модулей данного типа определяется выражением:

$$N_{ССМ} = \left\lceil \frac{N_{ОКС}}{16} \right\rceil. \quad (4.24)$$

Число модулей общего управления не зависит от нагрузки, поэтому

$$N_{СТМ} = 2, N_{P\&L} = 2, N_{ТТМ} = 2, N_{ОИМ} = 2, N_{ДИАМ} = 2, N_{ДСМ} = 2.$$

## **5 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ЦСК АХЕ-10**

### **5.1 Разработка структурной схемы ОПС типа АХЕ-10**

В соответствии с характеристикой оборудования цифровой системы АХЕ-10, назначением и емкостью проектируемой ОПС в состав оборудования этой станции должны входить:

1. Подсистема абонентских блоков (SSS), реализуемая двумя типами блоков:

- CSS - центральная абонентская подсистема, расположенная на опорной станции;

- RSS - удаленная абонентская подсистема для размещения оборудования RSS-10 и RSS-11.

2. Подсистема групповой коммутации - GSS.

3. Подсистема соединительных линий и сигнализации - TSS.

4. Подсистема сигнализации по общему каналу (ОКС-7) - CCS.

5. Подсистема региональных процессоров - RPS.

6. Подсистема центрального процессора - CPS.

7. Подсистема управления сетью - NMS.

8. Подсистема ввода/вывода.

9. Подсистема эксплуатации и технического обслуживания - OMS.

Подсистемы CSS и RSS содержат однотипное оборудование, исключение составляют входящие в состав RSS удаленный сигнальный терминал STR и плата станционного терминала ЕТВ, заменяющая аналогичную плату соединительного терминала JTC в подсистеме CSS.

Подсистема групповой коммутации комплектуется платами для построения ступеней временной коммутации - TSM и ступени пространственной коммутации - SPM. Также в состав оборудования GSS будет входить модуль тактов CLM. GSS имеет три модуля CLM

Из потока сообщений с ЗТУ выделяется синхронизационная информация, которая представляется в виде независимого тактового генератора. Из ЕТС информация поступает в CLM, где она обрабатывается. Для стабильной работы CLM, а также на случай потери внешней синхронизации предусмотрен дополнительный локальный генератор RCM, выполненный на кварцевых резонаторах.

На проектируемой ОПС предусматривается два RCM и модуль ICM - входной конверсионный модуль, через который подключается удаленный цезиевый генератор, работающий с частотой 5 МГц.

Для надежности подсистемы групповой коммутации GSS она оборудована двумя полностью оснащенными ступенями группового искания: плоскость А и плоскость В.

TSS - подсистема соединительных линий и сигнализации, управляющая сигнализацией и контролем связей с другими станциями, на проектируемой

ОПС не требуется, так как данная ОПС будет использовать на межстанционных направлениях сигнализацию ОКС №7.

ССС - подсистема сигнализации по общему каналу (ОКС №7) комплектуется платами сигнальных терминалов ST-7, причем, один модуль ССС-7 может содержать до 10 терминалов ST-7. Сигнальные терминалы подключаются к ступени группового искания через РСД-D. Возможно совмещение функций РСД-D и ST в одном модуле TRHM, который может обрабатывать сигнализацию ОКС №7 и EDSS-1.

Структурная схема проектируемой ОПС представлена на рис. 5.1.

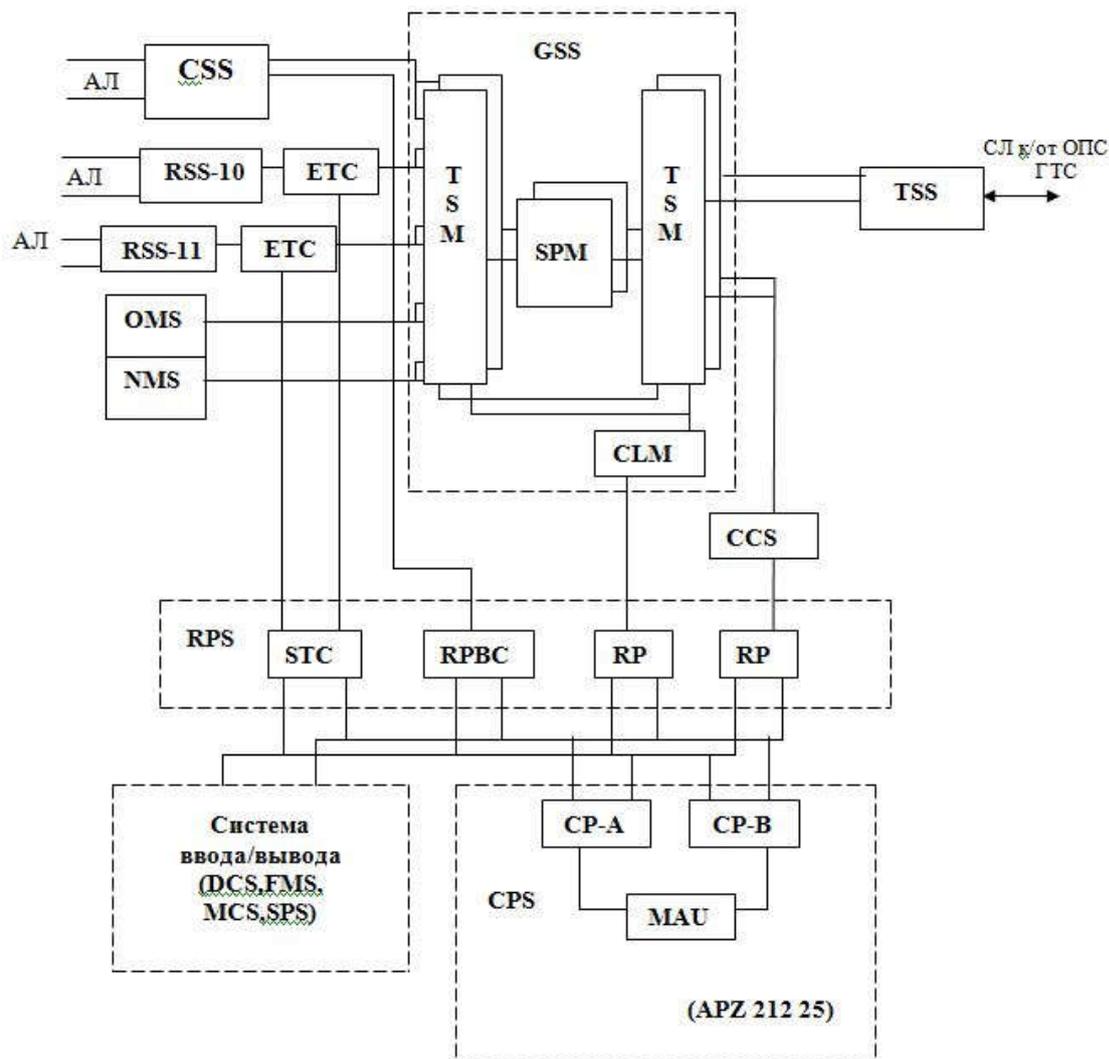


Рис. 5.1 - Структурная схема проектируемой ОПС

Расчет оборудования проектируемой ОПС состоит в определении необходимого количества плат и модулей, входящих в состав следующих подсистем:

- подсистемы абонентских блоков SSS (RSS и CSS);
- подсистемы групповой коммутации GSS;
- подсистемы сигнализации ОКС-7 ССС;
- подсистемы управления APZ.

## 5.2 Расчет оборудования подсистемы абонентских блоков

В состав аппаратных средств подсистемы центральных абонентских блоков CSS входят расширенные групповые модули EMG, каждый из которых в полной комплектации позволяет подключить 2048 абонентских линий, следовательно, число модулей EMG определяется по формуле:

$$N_{EMG} = \left\lceil \frac{N_i}{2048} \right\rceil, \quad (5.1)$$

где  $N_i$  - емкость проектируемой станции.

Расширенный групповой модуль EMG комплектуется из линейных модулей LSM, максимальное количество которых - 16, т.е.

$$N_{EMG} = \left\lceil \frac{N_{LSM}}{16} \right\rceil, \quad (5.2)$$

где  $N_{LSM}$  - число модулей LSM.

Каждая абонентская линия подключается к CSS через комплект линейного интерфейса LIC. Комплекты LIC для подключения цифровых абонентских линий располагаются на плате линейного интерфейса - LIB, где можно расположить до 4 цифровых комплектов LIC, поэтому число плат LIB равно:

$$N_{LIB} = \left\lceil \frac{N_{цал}}{4} \right\rceil, \quad (5.3)$$

где  $N_{цал}$  - число цифровых абонентских линий.

Аналоговые абонентские линии подключаются к комплектам LIC для аналоговых абонентов. Комплекты данного типа располагаются либо на платах LIB, либо на платах ALB (8 комплектов LIC) плюс индивидуальные счетчики, поэтому число плат аналоговых абонентских линий типа ALB составляет:

$$N_{ALB} = \left\lceil \frac{N_{aал}}{8} \right\rceil, \quad (5.4)$$

где  $N_{a.ал}$  - число аналоговых абонентских линий.

Максимально модуль LSM позволяет подключить 128 аналоговых абонентских линий или 64 цифровых абонентских линий, т.е. число модулей LSM можно определить по формуле:

$$N_{LSM} = \left\lceil \frac{N_{aал}}{128} + \frac{N_{цал}}{64} \right\rceil. \quad (5.5)$$

Каждый модуль LSM имеет свой временной коммутатор TSW, с помощью которого абоненты, обслуживаемые одним модулем EMG, могут

соединяться между собой, поэтому число коммутаторов TSW равно числу модулей LSM, т.е.

$$N_{TSM} = N_{LSM}.$$

Для обслуживания абонентов, имеющих телефонный аппарат с тональным набором DTMF, в модуле LSM предусмотрены приемники - KRC, число которых определяется в зависимости от нагрузки, создаваемой DTMF. Так как KRC работают по системе с ожиданием, то их количество можно определить по 2-ой формуле Эрланга:

$$P(y > t) = P(y > 0) \cdot e^{-\left(V_{KRC} - Y_{KRC}\right) \cdot t / t_{KRC}}, \quad (5.6)$$

где  $P(y > t)$  - вероятность ожидания свыше допустимого времени  $t$ . Норма на вероятность ожидания свыше 1 с равна  $P(y > t) \leq 0,001$ .

$$P(y > 0) = \frac{E_{V_{KRC}}(Y_{KRC}) \cdot V_{KRC}}{V_{KRC} - Y_{KRC} [1 - E_{V_{KRC}}(Y_{KRC})]}, \quad (5.7)$$

где  $V_{KRC}$  - число приемников для соответствующего вида многочастотной сигнализации;

$E_{V_{KRC}}(Y_{KRC})$  - вероятность потерь, вычисленная по 1-ой формуле Эрланга, табличные значения которой приведены в приложении П.1;

$t_{KRC}$  - средневзвешенное время занятия KRC;

$Y_{KRC}$  - величина нагрузки, поступающей на приемники тонального набора от абонентских линий с DTMF, определяется по формуле:

$$Y_{KRC} = k_{DTMF} \cdot Y_{возн.} (t_{KRC} + t_{OC}) / t, \quad (5.8)$$

где  $k_{DTMF}$  - доля абонентов, имеющих DTMF;

$Y_{возн.}$  - возникающая нагрузка данной станции, Эрл.

$t_{KRC} = (0,08 \cdot n)$  - время занятия KRC при приеме номера частотным способом ( $n$  - число цифр абонентского номера), с;

$t_{OC}$  - среднее время слушания сигнала «ответ станции» ( $t_{OC} = 3$  с.);

$t$  - средняя длительность одного занятия (при местной связи  $t = 72$  с.).

Зная  $Y_{KRC}$  и принимая во внимание, что  $P(y > t) \leq 0,001$ , можно определить число приемников KRC -  $V_{KRC}$ . Так как на одной плате KRC размещается 8 приемников, то число плат KRC равно:

$$N_{KRC} = \frac{V_{KRC}}{8}, \quad (5.9)$$

Модуль LSM подключается к коммутационному полю GSS через платы ЛТС (ЕТВ), поэтому число таких плат равно числу модулей LSM:

$$N_{ЛТС} = N_{ЕТВ} = N_{LSM} = N_{ИКМ\ СС}$$

Между EMG и GSS может быть до 32-х ИКМ линий. Модули EMG размещаются на стативах SSS. Один статив SSS вмещает 6 модулей LSM. Групповой модуль EMG на 2048 абонентов размещается на трех стативах, следовательно, число стативов SSS определяется формулой:

$$M_{SSS} = 3 \cdot N_{EMG}, \quad (5.10)$$

где  $N_{EMG}$  - число модулей EMG.

### 5.3 Расчет оборудования подсистемы соединительных линий TSS и подсистемы сигнализации ОКС№7 CCS

Блок TSS - подсистема соединительных линий и сигнализации реализована платами ETC для подключения цифровых соединительных линий ИКМ-тракта E1 и платами CR/CS (CSR) - прием/передатчики для приема и передачи многочастотной регистровой сигнализации (МЧК «2 из 6»). Следовательно, число плат ETC равно:

$$N_{ETC} = N_{ПЦГ}, \quad (5.11)$$

где  $N_{ПЦГ}$  - число потоков E1 для направлений межстанционных связей.

Число плат CSR определяется по 2-ой формуле Эрланга или по номограммам (П.2), используя величину нагрузки от станций, работающих МЧК «2 из 6» по формулам (5.6) - (5.8).

Модули CCS-7 обслуживают направления, работающие с использованием сигнализации ОКС-7. Один модуль CCS-7 может обслуживать до 10 звеньев сигнализации, используя сигнальные терминалы ST-7, которые подключаются к групповому коммутатору GSS через комплект цифрового приспособления PCD-D. Таким образом, число модулей CCS-7 и соответственно число комплектов PCD-D, можно определить по формуле:

$$N_{CCS-7} = \frac{N_{ЗС}}{10}, \quad (5.12)$$

где  $N_{ЗС}$  - число звеньев сигнализации;

$$N_{PCD-D} = N_{CCS-7}$$

Проектируемая ОПС будет работать только с использованием сигнализации ОКС№7.

### 5.4 Расчет оборудования подсистемы группового коммутатора GSS

Подсистема группового коммутатора GSS содержит полнодоступное неблокирующее коммутационное поле GS, которое коммутирует речевые сообщения и данные между ИКМ трактами и построено по принципу «время –

пространство – время». TST-структура группового коммутатора образуется модулями временной TSM и пространственной SPM коммутации. Модули TSM и SPM дублированы. Групповой коммутатор GS содержит 256 TSM. В один TSM можно включить 16 ИКМ трактов по 32 канальных интервала (КИ), поэтому для определения числа модулей TSM необходимо определить число задействованных точек цифрового поля.

Количество модулей TSM для одной плоскости определяется по формуле:

$$N_{TSM} = \frac{N_{mцп}}{512}, \quad (5.13)$$

где  $N_{mцп}$  – число задействованных точек цифрового поля.

Для определения  $N_{mцп}$  заполняется табл. 5.1.

Таблица 5.1

### Расчет оборудования, подключенного к GSS

Наименование оборудования	Число плат данного типа	Количество точек поля на 1 плату	Всего задейств. точек поля
JTC (CSS)		32	
ETB (RSS)		32	
ETC (TSS)		32	
AST-D4		64	
CSR (TSS)		16	
CCD		32	
PCD-D		32	
CCS		32	
Итого		-	$\sum N_{mцп}$

Столбцы 2 и 4 табл. 5.1 заполняются по результатам расчетов.

Один модуль пространственной коммутации SPM может подключить к себе не более 32 TSM, следовательно, число модулей SPM равно:

$$N_{SPM} = \frac{N_{TSM}}{32}, \quad (5.14)$$

Модули SPM распределяются поровну между плоскостями поля А и В.

Всё оборудование GSS размещается в двух односторонних шкафах GSS.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Росляков, А. В. Системы коммутации [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [для бакалавров дневного и заоч. отд-ний]. / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,91 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017; Режим доступа: [http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Sistemy\\_kommutacii\\_uchebnoe\\_posobie2.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Sistemy_kommutacii_uchebnoe_posobie2.pdf).
2. Росляков, А. В. Сети связи [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,99 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. издания 2017 г. - Режим доступа: [http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Seti\\_svyazi\\_uchebnoe\\_posobie\\_2017.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Seti_svyazi_uchebnoe_posobie_2017.pdf).
3. Цифровые системы коммутации для ГТС [Текст] / Под редакцией В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. - М.: Эко - Трендз, 2008. - 348с.
4. Росляков, А.В. Принципы построения и расчет объема оборудования цифровых систем коммутации [Текст] / учебное пособие ПГУТИ, 2009.- 162 с.

# Приложения

## П.1

Таблицы Эрланга для полнодоступного включения

Система с явными потерями:  $P = E_v(Y) = \frac{Y^v}{v!} * \frac{1}{\sum_{i=0}^v \frac{Y^i}{i!}}$  ;

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

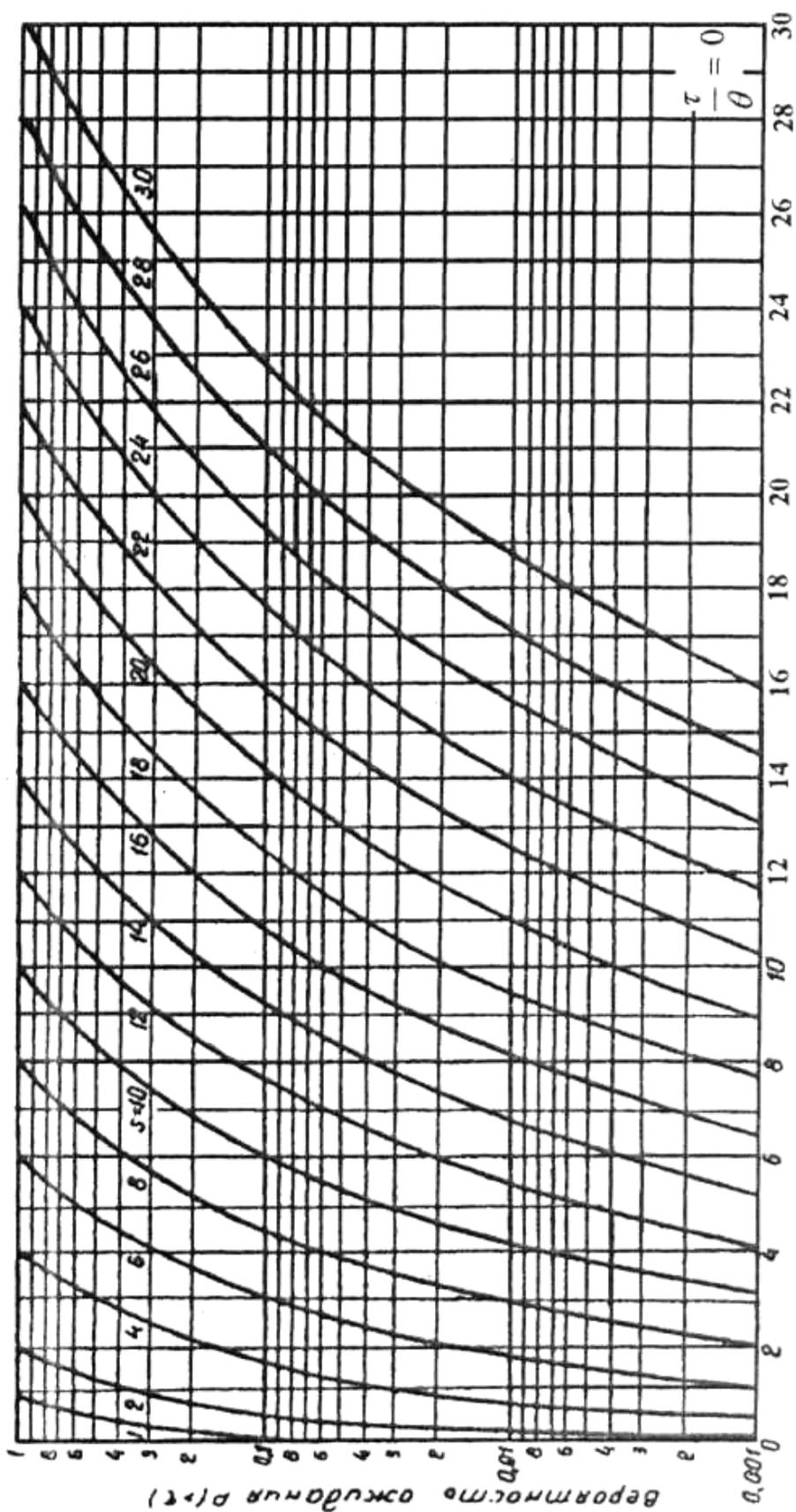
Поступающая нагрузка, Эрл, при P, равном									
V	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
1	0,001	0,002	0,003	0,005	0,010	0,020	0,053	0,111	0,25
2	0,046	0,065	0,081	0,105	0,153	0,223	0,381	0,595	1,00
3	0,194	0,249	0,289	0,349	0,455	0,602	0,899	1,27	1,93
4	0,439	0,535	0,602	0,701	0,869	1,09	1,52	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

<b>Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равном</b>									
<b>У</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
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
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

<b>Поступающая нагрузка, Эрл, при Р, равном</b>									
<b>У</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
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
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

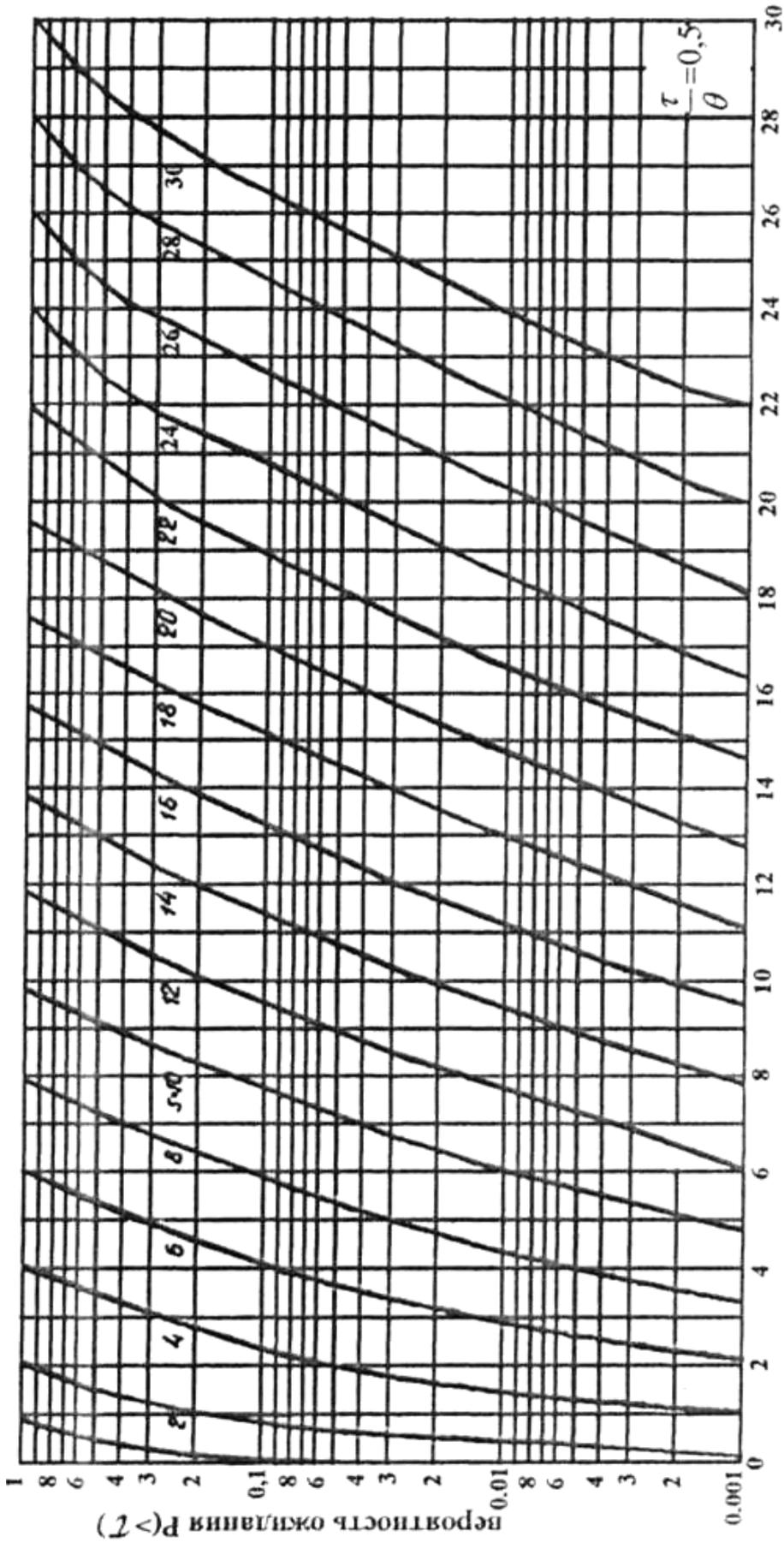
<b>Поступающая нагрузка, Эрл, при R, равном</b>									
<b>V</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
148	118,1	121,0	122,9	125,5	129,7	134,8	144,6	156,9	180,5
150	119,9	122,9	124,8	127,4	131,6	136,8	146,7	159,1	183,0
152	121,8	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
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

Номограммы для определения вероятности ожидания сверх допустимого времени  $P(>t)$  в зависимости от нагрузки и числа линий



Нагрузка в часо-занятиях

Рис. 1 -  $P(\gamma > t)$  при  $t = 0$  у.е.в.



нагрузка в часо - занятиях

Рис.2-  $P(\gamma > t)$  при  $t=0,5$  у.е.в.

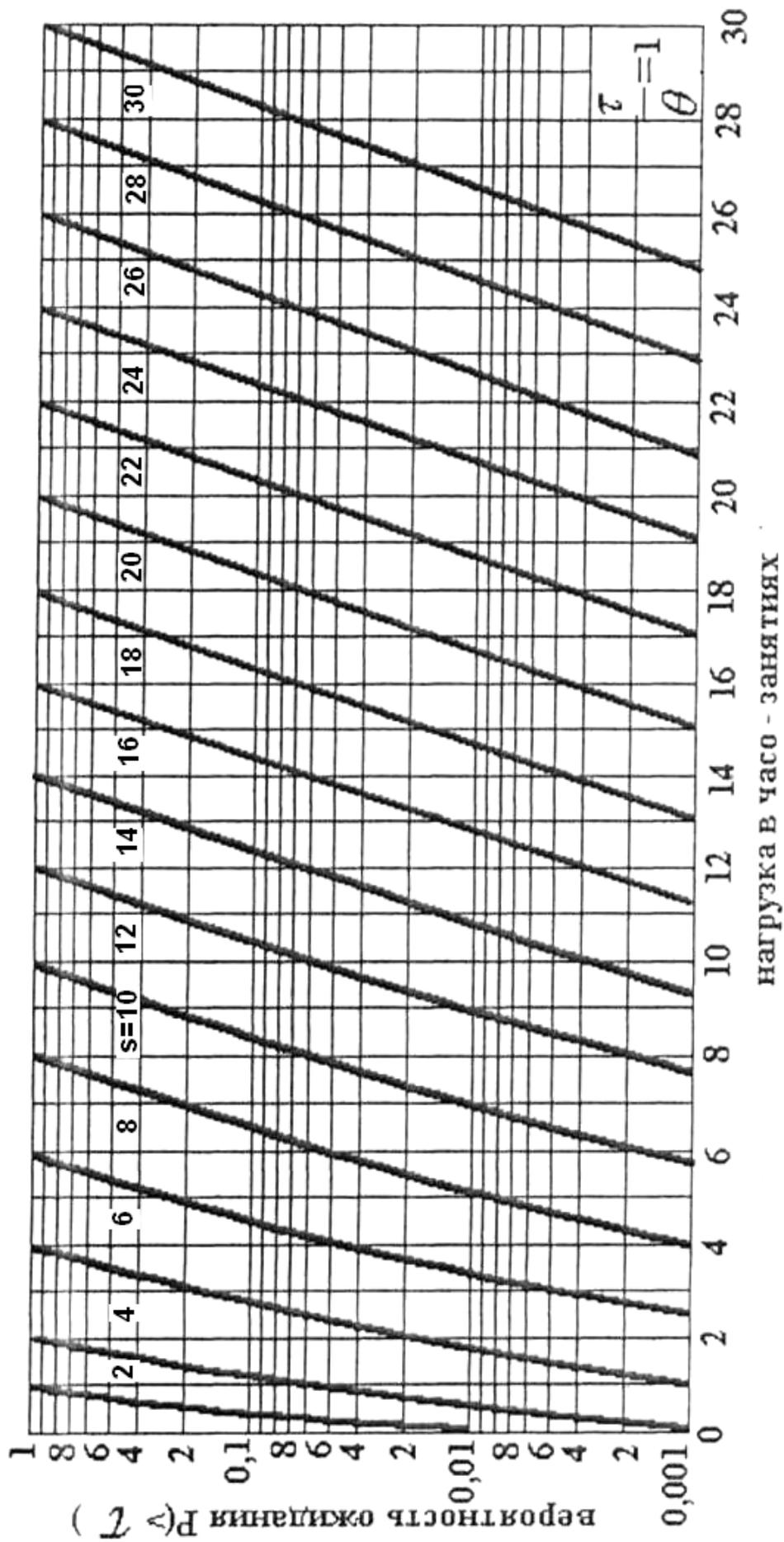


Рис. 3 -  $P(\gamma > t)$  при  $t = 1$  у.е.в.

