

ЗАДАЧА № 2

Определите загрузку тракта системы передачи с ЧРК, по которому организовано следующее число каналов (см. табл. 2.1):

Таблица 2.1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Система передачи	К-60	К-60	К-12 0	К-12 0	К-30 0	К-30 0	К- 1920	К- 1920	К- 1920	VLT- 1920
Тракт	ПГ	лин.	лин	лин	ВГ	лин	ПГ	ВГ	ТГ	лин
ТЛФ	8	42	98	80	40	250	7	40	210	1250
ТЛГ с ЧМ	1	6	6	12	5	20	2	5	35	150
ПД	2	4	6	10	10	17	1	4	34	190
ФТ с ЧМ	1	2	4	12	2	10	2	2	10	100
ЗВ федеральн ое	-	2(6)	2(6)	1(3)	1(3)	1(3)	-	3(9)	3(9)	2(6)
Газета-2 коаксиал с АМ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(60)

2.1. Методические указания для выполнения задачи

Задачу №2 выполните после изучения соответствующего раздела курса [1,стр.96-117], [2, стр.28-35], [3, стр.215-266], [4, стр.35-58]. При выполнении этой задачи руководствуйтесь материалом из [2,стр.31-35]. Ниже изложена предельно упрощенная методика расчета.

При планировании первичной магистральной сети и в условиях эксплуатации приходится сталкиваться с вопросом: допустим ли данный вариант загрузки для конкретного тракта? Это вызвано тем, что уровни

сигналов некоторых видов значительно превышают условный уровень загрузки на канал ТЧ, который принимается при расчете аппаратуры систем передачи.

Известно, что многоканальный сигнал - случайный процесс с нулевым средним значением и дисперсией

$$D\{U(t)\} = \frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt$$

Последняя представляет собой среднюю мощность сигнала P_{cp} , выделяемую на единичном сопротивлении. В зависимости от выбранного интервала усреднения T различают:

- а) среднюю долговременную мощность \bar{P}_o ($T \rightarrow \infty$)
- б) среднечасовую мощность $P_{сч}$ ($T = 1$ ч)
- в) среднeminутную мощность $P_{см}$ ($T = 1$ мин).

Поскольку средняя мощность многоканального сигнала, определенная на одинаковых по продолжительности отрезках времени, не остается постоянной и ее изменения носят также случайный характер, то P_{cp} также является случайной величиной, которая характеризуется средним и максимальным значением, дисперсией и законом распределения мгновенных значений (статистическими характеристиками). Статистические характеристики многоканального сигнала определяются соответствующими характеристиками образующих их сигналов. Последние определяются эмпирически.

Вопрос о допустимости того или иного варианта загрузки может быть решен путем расчета параметров многоканального сигнала и сопоставления их с максимально допустимыми параметрами сигналов, определяемых нормами на входе данного тракта.

Нормами определены максимальная среднечасовая ($P_{м.сч.дон}$) и максимальная среднeminутная ($P_{м.см.дон}$) мощности, определения которых даны в [2, стр.29].

Измерения показывают, что максимальная среднечасовая мощность мало отличается от средней долговременной мощности \bar{P}_o многоканального сигнала. Поэтому для упрощения расчетов принимают $P_{м.сч} \approx \bar{P}_o$ и сравнивают это

значение с допустимой мощностью $P_{м.сч.доп.}$ в соответствующем групповом или линейном тракте.

Для расчета максимальной среднеминутной мощности необходимо знать среднее значение $\bar{P}_{см}$, дисперсию $D\{P_{см}\}$ и закон распределения мгновенных значений среднеминутной мощности.

В свою очередь средняя долговременная мощность многоканального сигнала зависит от статистических характеристик канальных сигналов, которые приведены в табл.. В частности, если канальные сигналы однородны, т.е. имеют одинаковые статистические параметры, то

$$\bar{P}_{\partial_n} = n\bar{P}_{\partial} \quad (2.1)$$

$$D_n\{P_{см}\} = nD\{P_{см}\} \quad (2.2)$$

$$\gamma_n = \frac{\gamma}{n} \quad (2.3)$$

где n - число однородных канальных сигналов;

\bar{P}_{∂} - средняя долговременная мощность канального сигнала;

$D\{P_{см}\}$ - дисперсия среднеминутной мощности канального сигнала;

γ – коэффициент эксцесса, характеризующий отличие функции распределения мгновенных значений сигнала от нормального закона.

Если многоканальный сигнал состоит из неоднородных канальных сигналов, то он разбивается на j пучков, в каждом из которых n_j однородных канальных сигналов. Тогда при числе каналов в тракте N

$$\bar{P}_{\partial N} = \sum_{j=1}^m \bar{P}_{\partial n_j}, \quad (2.4)$$

$$D\{P_{см N}\} = \sum_{j=1}^m D\{P_{см n_j}\}, \quad (2.5)$$

где n_j - число однородных канальных сигналов в j -ом пучке;

$\bar{P}_{\partial n_j}$ - средняя долговременная мощность в j -ом пучке;

$D\{P_{см n_j}\}$ - дисперсия среднеминутной мощности в j -ом пучке.

Следует иметь в виду, что средняя мощность некоторых канальных сигналов практически не изменяется во времени (например, ТЛГ с ЧМ, ПД).

Для этих сигналов $D\{P_{cm_j}\} = 0$, а максимальная среднeminутная мощность многоканального сигнала, состоящего из таких канальных сигналов, равна среднему значению, которое определяется по формуле (2.4).

Для определения $P_{m,cm}$ многоканального сигнала в общем случае следует знать закон распределения мгновенных значений этого сигнала. Если в тракте из N каналов ($12 \leq N \leq 300$) N_1 канал используется для передачи сигналов телефонии, звукового вещания и факсимильного телеграфирования с АМ, то для сигнала такой группы допустима аппроксимация закона распределения логарифмически-нормальным законом. В этом случае

$$P_{m,cm_{N_1}} = \bar{P}_{\partial_{N_1}} \times \exp\left\{\frac{\sigma_z \times (2t_\varepsilon - \sigma_z)}{2}\right\} \quad (2.6)$$

$$\text{где } \sigma_z = \sqrt{\ln\left(1 + D\{P_{cm_{N_1}}\} / \bar{P}_{\partial_{N_1}}^2\right)} \quad (2.7)$$

$\bar{P}_{\partial_{N_1}}$ определяется по формуле (2.4),

t_ε - аргумент, определяемый по таблицам функции распределения нормального закона и зависящий от принятой вероятности превышения многоканальным сигналом рассчитанного значения. Обычно принимают, $\varepsilon = 10^{-3}$, тогда $t_\varepsilon = 3,1$.

Если тракт, кроме N_1 каналов с указанными видами информации содержит еще N_2 каналов, сигналы в которых практически не меняют среднюю мощность, то

$$\bar{P}_{\partial_N} = \bar{P}_{\partial_{N_1}} + \bar{P}_{\partial_{N_2}}, \quad (2.8)$$

$$P_{m,cm_N} = P_{m,cm_{N_1}} + P_{m,cm_{N_2}}, \quad (2.9)$$

При малом числе каналов с нетелефонными сигналами в тракте (в пределах 10%) и общем числе каналов $12 \leq N \leq 300$ также допустима аппроксимация закона распределения логарифмически-нормальным законом.

При числе каналов $N > 300$ закон распределения можно считать нормальным. В этом случае

$$P_{m,cm_N} = \bar{P}_{\partial_N} + t_\varepsilon \sqrt{D\{P_{cm_{N_1}}\}} \quad (2.10)$$

Для окончательного решения вопроса о правильной загрузке групповых и линейных трактов систем передачи с ЧРК необходимо знание максимальной эквивалентной мощности $P_{м.экв}$, которая определяется по формуле:

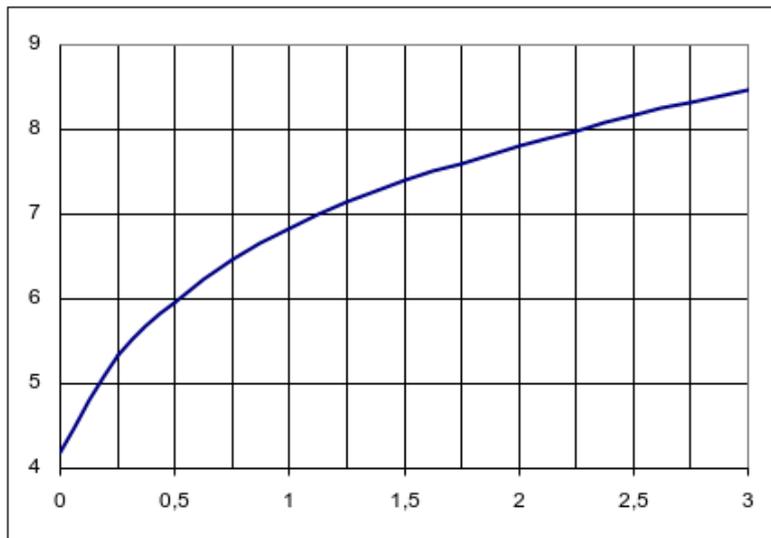
$$P_{м.экв} = t_{\varepsilon_2}^2 \frac{P_{м.сМ_N}}{2} \quad (2.11)$$

где t_{ε_2} - максимальное нормированное напряжение, зависящее от коэффициента эксцесса многоканального сигнала γ_N .

Для группового или линейного тракта из N каналов

$$\gamma_N = \frac{\sum_{i=1}^N \gamma_i \bar{P}_{\sigma_i}}{\bar{P}_{\sigma_N}^2} \quad (2.12)$$

Зная γ_N , по экспериментальному графику определяется значение t_{ε_2} . При числе каналов $N > 300$ коэффициент эксцесса группового сигнала можно не рассчитывать и принимать $t_{\varepsilon_2} = 4,42$.



Последовательность расчета

1. Все количество каналов N в тракте разбивается по видам сигналов передаваемой информации на m пучков с однородными сигналами (с одинаковыми статистическими характеристиками);
2. По (2.1), (2.2) для сигналов каждого пучка каналов определяется средние долговременные мощности и дисперсии среднeminутной мощности;

3. При числе каналов в тракте $12 \leq N \leq 300$ пучки каналов с однородными сигналами объединяются в две группы. К первой подгруппе относятся сигналы с дисперсией среднеминутной мощности, отличной от нуля. Ко второй подгруппе относятся сигналы с неизменяющейся средней мощностью.
4. Для первой подгруппы с числом каналов N_1 и числом пучков m_1 по (2.4) определяются средняя долговременная мощность, по (2.5) дисперсия среднеминутных мощностей, по (2.7) параметр логарифмически-нормального распределения и по (2.6) максимальная среднеминутная мощность. Для второй подгруппы определяется средняя долговременная мощность по (2.4).
5. Для всего многоканального сигнала с числом каналов N в тракте вычисляется средняя долговременная мощность по (2.8), затем по (2.9) - максимальная среднеминутная мощность, по (2.11) - максимальная эквивалентная мощность
6. Мощности $P_{M.CM}$, $P_{M.ЭКВ}$ сравниваются с максимально допустимыми значениями для данного тракта из табл.2.2
7. При $N > 300$ проводятся операции, указанные в пп.1 и 2, затем по (2.4) и (2.5) определяются средняя долговременная мощность и дисперсия среднеминутных мощностей многоканального сигнала и по (2.10) - максимальная среднеминутная мощность. Затем проводят сопоставление расчетных и допустимых параметров.

Таблица 2.1

Вид сигнала	P, мкВт	D{P}, мкВт ²	γ
ТФ	32	1,04×10 ³	36
ТТ с ЧМ	135	0	0
ФТ с АМ	640	60×10 ³	0,6
ФТ с ЧМ	100	0	-1,43
ПД с ЧМ, ОФМ	50	0	-1,43
ЗВ	920	236×10 ³	3
“Газета-2”			
по коаксиальной паре	1920	91,4×10 ³	0,6
по симметричной паре	384	1,3×10 ³	0,6

Таблица 2.2

Вид тракта	Система передачи	Максимальная мощность, мВт ₀		
		<i>P_{м.сч.доп.}</i>	<i>P_{м.см.доп.}</i>	<i>P_{м.экв.доп.}</i>
Линейный	К-60, К-60П, V-60	8	11	160
	К-120	10	13,5	175
	К-300	12	15	185
	К-300Р	15	19	225
	К-1020	50	60	560
	К-1920	74	85	830
	VLT-1920	96	106	1035
	К-3600	144	156	1525
ПГ	Все	3	4	110
ВГ	Все	8	11	160
ТГ	К-1020, К-1920, VLT-1920, К-3600	15	19	225