



**РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫБОРУ ЧАСТОТ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ
ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
35,110,220,330,500 И 750 КВ**

**РД 34.48.153
СО 34.48.153**



**МОСКВА
2009**

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ ЦДУ ЕЭС СССР

**РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫБОРУ ЧАСТОТ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ
ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
35, 110, 220, 330, 500 И 750 кВ**



ОРГРЭС

МОСКВА 1977

**РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫБОРУ ЧАСТОТ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ
ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
35, 110, 220, 330, 500 И 750 кВ**

С о с т а в и т е л и инж. И.И.ЦИГВЕР (гл. 1-4),
канд. физ.-мат. наук М.Х.ЗАХАР-ИТКИН (гл. 5-8)

В Руководящих указаниях приведена методика выбора частот и электрического расчета высокочастотных (ВЧ) каналов по ВЛ 35, 110, 220, 330, 500 и 750 кВ, а также необходимые справочные материалы.

Руководящие указания базируются на методах упрощенного расчета ВЧ трактов по фазным проводам, проводящим грозозащитным тросам и изолированным один от другого проводам расцепленных фаз.

Приведены материалы по анализу распределения частот ВЧ каналов с помощью ЭВМ.

Руководящие указания предназначены для специалистов проектных институтов и эксплуатационных организаций Минэнерго СССР.

С выходом настоящих Руководящих указаний выпущенные ранее "Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по проводам линий электропередачи напряжением 35, 110, 220, 330 и 500 кВ" (БТИ ОРГРЭС, 1964) аннулируются.

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник Главинипроекта
А. А. ТРОИЦКИЙ
9 декабря 1975 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер ЦДУ ЕЭС СССР
Г. А. ЧЕРНЯ
30 октября 1975 г.

В В Е Д Е Н И Е

Наиболее ответственным этапом при проектировании и организации ВЧ каналов по ВЛ для телефонии, телемеханики, релейной защиты и противоаварийной автоматики является выбор рабочих частот.

Методика выбора частот базируется на данных измерений электрических параметров аппаратуры ВЧ каналов, теории распространения электромагнитных колебаний вдоль ВЛ, исследованиях ВЧ помех от короны. Методика позволяет рационально решать задачи выбора частот, т.е. наиболее целесообразно использовать частотный диапазон, выделенный для ВЧ связи энергосистем, исключив взаимные влияния между каналами.

До выпуска настоящих Руководящих указаний при выборе частот ВЧ каналов проектные организации и работники энергосистем пользовались [Л.1 и 2]. В настоящее время эти работы частично устарели, так как за последние годы часть аппаратуры ВЧ связи по линиям электропередачи снята с производства и заменена более совершенной; создано оборудование для передачи информации устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики; методика расчета ВЧ трактов и ВЧ помех от короны уточнена и дополнена новыми исследованиями [Л.3-9]; организованы новые виды ВЧ трактов по ВЛ с использованием проводящих грозозащитных тросов и изолированных проводов расщепленных фаз [Л.10 и 11]; выполнены некоторые разработки в области рационального использования ВЧ диапазона [Л.12-15]; внедрены в проектных организациях и энергосистемах ЭВМ, позволяющие автоматизировать отдельные этапы выбора частот.

Выбор частот, как правило, осуществляется при разработке перспективных схем ВЧ каналов в энергосистеме. На этом этапе отсутствуют окончательные сведения о конфигурации электрических сетей и конструкции ВЛ, поэтому при выборе частот используются методы упрощенного расчета затухания ВЧ трактов, основанные на материалах [Л.4].

В Руководящих указаниях упрощенные методы расчета ВЧ трак-

тов применены таким образом, что погрешность результатов увеличивает запас по таким параметрам, как перекрываемое аппаратурой затухание и разнос частот между каналами.

Материалы [Л.4] и технические данные ВЧ аппаратуры в настоящих Руководящих указаниях переработаны и систематизированы с целью обеспечения максимального сокращения объема и длительности электрических расчетов при выборе частот ВЧ каналов.

В соответствии с принятой методикой упрощенного расчета затухание ВЧ тракта для полезного и мешающего сигналов принимается равным сумме затуханий всех элементов вдоль тракта, т.е. затуханий ВЧ кабелей, аппаратуры обработки и присоединения, ВЛ, ответвлений, шунтирующих сопротивлений, разделительных фильтров, переходов между линиями.

Для определения переходных затуханий для проектируемых ВЛ и подстанций используются в основном прежние ориентировочные данные [Л.1 и 2], поскольку отсутствуют методика и данные, которые могли бы дополнить или скорректировать материалы.

Высокочастотный тракт распространения мешающего сигнала в большинстве случаев содержит элементы переходов между ВЛ через шины подстанций и через электромагнитную связь между ВЛ. Затухание этих переходов, как правило, выше затухания ВЛ, поэтому расчет затухания ВЛ, расположенных после первого перехода, упрощен и сведен к определению минимально возможного затухания междупазного канала.

Методика, изложенная в ч. I Руководящих указаний, универсальна и позволяет решать практические задачи выбора частот. При использовании ее исходные материалы оформляются в виде скелетной схемы ВЧ каналов, нанесенной на схеме электрических сетей и графика частот.

При большом количестве ВЧ каналов и сложной схеме электрических сетей проверку правильности выбора частот целесообразно осуществлять на ЭВМ. Методика такого анализа с помощью ЭВМ изложена в ч. II. При использовании ЭВМ исходные материалы оформляются в виде четырех матриц, по которым перфокарты подготавливаются к программе.

В обеих частях Руководящих указаний для определения уровней мешающего сигнала и влияния между каналами принята одинаковая методика упрощенного расчета затухания ВЧ трактов, переходных затуханий, ВЧ псмех ст короны и одинаковые характеристики избирательности приемников ВЧ аппаратуры.

Часть I Руководящих указаний содержит четыре главы. В гл. I приведена методика определения наибольшей возможной частоты канала и справочные материалы, даны рекомендации по рациональному использованию частотного диапазона, приведены нормы допустимого отношения уровней полезного и мешающего сигналов на входе ВЧ приемника, а также методика определения минимальных значений разности частот между каналами и сдвига частот для промежуточных усилителей сложных каналов. Для автоматических импульсных искателей повреждений на ВЛ напряжением 330, 500 и 750 кВ указаны полосы частот для работы в зависимости от напряжения, длины и схемы трансформации линии, а также приведены рекомендации по схемам подключения искателя повреждений к фазным проводам линий.

В гл. 2 приведены материалы и рекомендации по выполнению поверочного электрического расчета ВЧ трактов и каналов различной сложности при конкретном проектировании с целью уточнения основных качественных характеристик по более точным данным применяемой аппаратуры и конструкции ВЛ.

Глава 3 содержит формулы, использованные для построения графиков и составления справочных данных; пояснения к рекомендациям по ограничению применяемого частотного диапазона; обоснования принятых норм отношения уровней сигнала и помех на входе ВЧ приемника; пояснения к методу расчета затухания простых и сложных ВЧ трактов и ВЧ каналов различных назначений; пояснения к рекомендациям по выбору частот ВЧ каналов с промежуточными усилителями и без них.

В гл. 4 разобраны четыре примера выбора частот и поверочного расчета ВЧ каналов. В первом примере определяется полоса частот для ВЧ канала по ВЛ 110 кВ с ответвлением, в которой это ответвление можно не обрабатывать загрязителем. Выбор частот и поверочный расчет простых и сложных ВЧ каналов по ВЛ 110 кВ с ответвлениями для телефонии, телемеханики и релейной защиты рассмотрены во втором и третьем примерах. В четвертом примере приводятся расчеты для выбора оптимальных схем ВЧ обхода линейного разъединителя на ВЛ 35 кВ в зависимости от расстояния до места его установки от ближайшей подстанции.

Часть II Руководящих указаний содержит четыре главы, в которых излагается методика расчета на ЭВМ влияний (перекрестных помех) между ВЧ каналами энергосистемы.

В гл. 5 описывается способ подготовки исходного числового ма-

териала об энергосистеме и ее каналах связи, ориентированный на ввод этой информации в память ЭВМ и отличающийся от графического задания информации при использовании методики ч. I Руководящих указаний. В приложении к гл. 5 поясняется, как используется программой анализа распределения частот заданный в виде матриц исходный числовой материал.

Глава 6 содержит инструкции по использованию ЭВМ типа М-20 при выборе частот: по подготовке перфокарт, соответствующих матрицам исходного числового материала об энергосистеме и ее ВЧ каналах, по составлению расчетной колоды перфокарт и запуску на ЭВМ рабочей программы, по чтению выданных на бумажную ленту результатов расчета на ЭВМ типа М-222. Кроме того, описаны варианты различного использования программы анализа распределения частот, в том числе для назначения частоты вновь проектируемых каналов. Приведены пробивка перфокарт АЛГОЛ-программы и результаты ее трансляции на ЭВМ типа М-222 с помощью транслятора ТА-2М.

В гл. 7 приводится контрольный пример расчета по программе анализа распределения частот энергосистемы. Показано, как по электрической схеме линий и подстанций и скелетной схеме ВЧ каналов составляются матрицы МК, МШ, ОБ, ЭМ исходного числового материала и по ним пробиваются перфокарты, приведены рабочая программа для расчета по программе и результаты расчета, напечатанные ЭВМ типа М-222 на бумажной ленте.

Методика анализа распределения частот высокочастотных каналов энергосистемы с помощью ЭВМ изложена в гл. 8, составляющей приложение к ч. II Руководящих указаний. Поскольку программа составлена на языке АЛГОЛ-60, изложение методики, заложенной в программу, дано с привлечением текстов на языке АЛГОЛ. Обозначения переменных величин и числовых массивов, используемых АЛГОЛ-программой в гл. 6, соответствуют системе обозначений, принятой в гл. 5, и сохранены в гл. 8.

Все замечания и пожелания по составу и содержанию данной работы просьба направлять в Службу телемеханики и связи ЦДУ ЕЭС СССР по адресу: 103074, Москва, К-74, Китайский проезд, д. 7.

Ч А С Т Ь I

ВЫБОР ЧАСТОТ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

Г л а в а I. ВЫБОР ЧАСТОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

I. I. Общие положения

I. I. I. Выбор рабочих частот ВЧ каналов по ВД должен производиться при составлении перспективных схем развития сети связи в энергосистемах.

Выбор частот ВЧ каналов может производиться при разработке технического или технорабочего проекта, если проектируемые каналы отсутствуют в перспективных схемах.

I. I. 2. Выбор частот выполняется с учетом существующих и запроектированных ранее ВЧ каналов таким образом, чтобы обеспечить размещение в используемом диапазоне максимального количества каналов для заданной схемы связи.

I. I. 3. На выбранных частотах затухание ВЧ тракта канала не должно превышать допустимого значения, а работа ВЧ каналов должна обеспечиваться без взаимных помех между каналами, без помех со стороны радиостанций центрального и местного радиосвязания на ВЧ каналы и без помех со стороны ВЧ каналов радиоприему и ВЧ связи по воздушным линиям связи.

I. I. 4. Для выбора частот ВЧ каналов необходимы следующие исходные материалы:

1) данные об электрической сети в районе прохождения проектируемых каналов;

2) схемы существующих, ранее запроектированных и перспективных ВЧ каналов в энергосистеме или районе прохождения проектируемых каналов;

3) данные о радиовещательных станциях;

4) данные о гололедности района;

- 5) технические характеристики ВЧ оборудования;
- 6) данные по сближению ВЛ с воздушными линиями связи, уплотненными в диапазоне частот до 150 кГц.

1.1.5. Данные об электрической сети должны содержать: однолинейную схему сети с указанием электростанций и подстанций и общих коридоров; схему присоединения энергообъектов; схему подходов линий к подстанциям, напряжение, конструктивные данные, схему трансформации, протяженность линий; однолинейную схему первичных цепей подстанций, на которых устанавливаются усилители.

1.1.6. На схемах ВЧ каналов должны быть указаны: пункты установки оконечной аппаратуры и промежуточных усилителей; способ подключения аппаратуры к ВЛ; тип оборудования; назначение и частоты каналов; полосы настройки аппаратуры присоединения и обработки ВЛ.

1.1.7. Данные о радиовещательных станциях должны содержать частоты радиостанций центрального и местного вещания, расположенных в районе прохождения каналов и работающих в диапазоне ВЧ связи по ВЛ.

1.1.8. В данных о гололедности должны содержаться сведения, к какому району по гололеду относится местность, по которой проходит трасса ВЛ.

1.1.9. Технические характеристики ВЧ оборудования должны содержать сведения об избирательности и чувствительности приемников, мощности передатчиков, полос настройки, о ВЧ параметрах фильтров присоединения, заградителей, разделительных фильтров.

1.1.10. Частоты существующих, ранее запроектированных и перспективных ВЧ каналов удобно представить в виде графика, на котором должны быть также указаны частоты радиовещательных станций, которые учитываются при выборе частот в данном районе.

Выбор рабочих частот осуществляется в такой последовательности:

- 1) определяется наибольшая возможная частота для каждого запроектированного канала. Методика определения наибольшей возможной частоты приведена в пп. 1.2.1 - 1.2.5;

- 2) определяются свободные участки диапазона на графике частот в пределах наибольшей возможной частоты, которые могут быть заняты для полос частот проектируемых каналов. Выбор свободных участков частот для конкретных каналов осуществляется согласно рекомендациям пп. 1.2.6 - 1.2.7;

3) определяется минимальный разнос частот между проектируемым и существующим (или ранее запроектированным) каналами, при котором обеспечивается работа каналов без взаимных помех в выбранном свободном участке диапазона частот. Минимальный разнос частот определяется согласно рекомендациям разд. I.3 и I.4;

4) выбираются рабочие частоты проектируемых каналов с минимальным разном полюс частот между каналами и допустимым - между приемником и передатчиком проектируемого канала, чтобы диапазон частот был использован достаточно экономично и в будущем была возможность выбора частот для новых каналов.

Выбор частот осуществляется с учетом рекомендаций пп. I.1.2, I.2.8 - I.2.16 и технических параметров аппаратуры.

I.1.11. Для рационального использования целесообразно диапазон частот 36-600 кГц разбить на единичные полосы шириной 2 кГц. Частоты деления должны быть целыми числами, кратными двум.

Для организации одного канала телефонной связи и канала противосаарийной автоматики в одном направлении передачи используется двойная полоса частот, равная 4 кГц. Для многоканальных систем телефонной связи занимаетя полоса частот в одном направлении, равная $4n$ кГц, где n - число каналов системы.

Для каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала используется одна единичная полоса, равная 2 кГц (несущая частота располагается в середине используемой полосы).

I.2. Правила определения предпочтительного диапазона для размещения частот каналов

I.2.1.* Значение наибольшей возможной частоты канала $f_{\text{макс}}$ зависит от напряжения ВЛ, расположения фаз и наличия транспозиций, параметров ВЧ аппаратуры и схемы ее присоединения к ВЛ, сложности ВЧ тракта, района по гололеду, в котором расположена трасса ВЛ. С учетом этого оно определяется по значению наибольшего возможного километического затухания линейного тракта, которое допускается для данной ВЛ (рис. I-1 + I-2I):

* Здесь и далее звездочкой обозначены пункты, к которым даны пояснения в гл.3.

$$\alpha_{(ф)max} = \frac{A_{пер} - a_{за} - A_{зап}}{l} \quad \text{дБ,} \quad (I-1)$$

- где $A_{пер}$ - затухание, перекрываемое ВЧ аппаратурой, дБ;
 $a_{за}$ - затухание всех элементов ВЧ тракта усилительного или переприемного участка канала, кроме затухания междуфазной волны, дБ;
 $A_{зап}$ - запас по перекрываемому затуханию на случай увеличения затухания ВЧ тракта при гололеде и коротких замыканиях на ВЛ или увеличения помех от короны при ухудшении погодных условий, дБ;
 l - длина ВЛ, км.

В табл. I-1 приведен перечень рисунков, по которым определяются значения f_{max} .

Для ВЧ каналов по фазным проводам ВЛ 750 кВ значение f_{max} определяется по значению наибольшего возможного затухания ВЧ тракта. Расчеты затухания ВЧ тракта на различных частотах для этой цели должны выполняться на ЭВМ.

Если неизвестны марка проводов и расположение фаз ВЛ, то значение f_{max} ВЧ канала по такой ВЛ рекомендуется определять по графикам для линий с горизонтальным расположением фаз с проводами:

Напряжение ВЛ, кВ	Марка проводов
35	АС-70
110	АС-120
220	АС-300
330	2хАС-300
500	3хАС-400

1.2.2.* Затухание, перекрываемое ВЧ аппаратурой, определяется по формуле:

$$A_{пер} = P_{пер} - P_{пр.мин} \quad \text{дБ,} \quad (I-2)$$

где $P_{пер}$ - уровень передачи сигнала, дБ;
 $P_{пр.мин}$ - минимальный уровень приема в канале, дБ.

Уровень передачи сигнала $P_{пер}$ приведен в табл. I-2 и I-3.

При использовании дополнительных усилителей мощности (например, УМ-1/12-100) уровень передачи определяется по формула

$$P_{пер} = P'_{пер} + (P_{ум} - P_{макс}) \text{ дБ}, \quad (I-3)$$

где $P_{пер}$ - расчетный уровень передачи сигнала по табл. I-2;
 $P_{ум}$ - максимальный уровень дополнительного усилителя мощности. Для УМ-1/12-100 $P_{ум} = 50$ дБ;
 $P_{макс}$ - максимальный уровень передатчика ВЧ аппаратуры по табл. I-2.

Минимальный уровень приема:

1) для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала на аппаратуре УПЗ-70, ПБЗД, ПБЗК и АЗВ принимается равным уровню порога записывания (наощення) для данного класса напряжения линии электропередачи (по табл. I-4);

2) для ВЧ каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала, противоаварийной автоматики и сигнализации гололедообразования на аппаратуре с ограничителем максимальных амплитуд (ВЧТО-М, ДСТ-68) принимается равным уровню порога ограничения (чувствительности) приемника.

Если средний уровень распределенных помех на линии в полосе фильтров широкополосной части приемника, расположенных до ограничителя амплитуд, равен или выше уровня порога ограничения, то минимальный уровень приема определяется в зависимости от среднего уровня помех в точке подключения устройства присоединения к линии:

$$P_{пр.мин} = P_{пом} + 10 \lg \Delta f + \Delta P_{прим} + 4 \text{ дБ}; \quad (I-4)$$

3) для ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики определяется в зависимости от среднего уровня распределенных помех на линии в точке подключения устройства присоединения к линии:

$$P_{пр.мин} = P_{пом} + 10 \lg \Delta f + \Delta P'_{пом} + P_{с/п} + \Delta P_{прим} \text{ дБ}. \quad (I-5)$$

В формулах (I-4) и (I-5) приняты обозначения:

Т а б л и ц а I-I

Номера рисунков для определения $f_{\text{макс}}$

Напряжение ВЛ, кВ; схемы транспозиции	Расположение фаз	Схема присоединения аппаратуры	Номер рисунка для опре- деления $f_{\text{макс}}$	Частотный диапазон, кГц
35	Любое	К любой фазе	I-1	18-600
110-500; нетранспонирован- ные	Горизонталь- ное	Средняя фаза - земля	I-2, I-3, I-4, I-5	40-600
110-330; нетранспонирован- ные	Треугольное	Верхняя фаза - земля	I-3, I-6, I-7	40-600
110 и 220; нетранспонирован- ные	Горизонталь- ное	Крайняя фаза - земля	I-8, I-9	По рис.2-5, 2-6 область частот I
	Треугольное	Нижняя фаза - земля	I-10, I-11	По рис.2-9, 2-10 область частот I
	Вертикальное на двухцепных опорах	Нижняя фаза - земля	I-11, I-12	По рис.2-12, 2-13 область частот I
110-330; нетранспонирован- ные	Вертикальное на двухцепных опорах	Фаза - земля, фаза - фаза, к фазам 1, 2, 4, 5 (по рис.2-4,а)	I-13, I-14	40-600

220-500; транспортированные (по рис. 2-4,б)	Горизонтальное	Фаза - земля	I-15, I-16, I-17	Расчетная частота не выше значения по рис. I-15, I-16, I-17 для данной длины ВЛ и схемы присоединения
220 и 330; транспортированные (по рис.2-4,б)	Треугольное	Фаза - земля	I-18, I-19	Расчетная частота не выше значения по рис. I-18, I-19 для данной длины ВЛ и схемы присоединения
330 и 500; нетранспортированные и транспортированные	Любое	Провод - провод расщепленной фазы (внутрифазный тракт)	I-20	36-600
500 и 750; транспортированные	Любое	Трос - земля, два троса - земля, трос - трос к проводящим грозозащитным тросам	I-21	36-340, 420-600

Таблица 1-2

Основные электрические параметры комбинированной ВЧ аппаратуры

Тип аппаратуры	Диапазон частот, кГц	Число каналов		Ширина линейного спектра частот, кГц	Полоса частот телефонного канала, кГц	Скорость передачи в канале телемеханики, Бод	Максимальный уровень передачи, + дБ	Расчетный уровень передачи, + дБ	Чувствительность приемника, дБ
		Телефонных	Телемеханики						
АСК-1	40-304	I	4	3,7	3,1 или 2,0	-	40,0	37,5	-23,5
		II	3	3,7	2,0	50	40,0	33,0	
		III	1	3,7	2,0	100	40,0	32,5	
		IV	1	3,7	2,0	200	40,0	35,0	
	301-500	I	4	3,7	3,1 или 2,0	-	39,0	36,5	-23,5
		II	3	3,7	2,0	50	39,0	32,0	
АСК-1 с УМ-1/12-100	40-500	I	4	3,7	3,1 или 2,0	-	50,0	47,5	-23,5
		II	3	3,7	2,0	50	50,0	43,0	
		III	1	3,7	2,0	100	50,0	42,5	
		IV	1	3,7	2,0	200	50,0	45,0	
АСК-3	40-500	I	3	3,7	3,1 или 2,0	-	39,0	28,0	-23,5
		II	3	3,7	2,0	50	39,0	24,0	
		I	3	3,7	2,0	100	39,0	26,0	
		II	3	3,7	2,0	200	39,0	25,5	

АСК-3 с УМ-Л/12-100	40-500	3 3 3 3	3 3 3 3	II, I II, I II, I II, I	3, I или 2, 0 2, 0 2, 0 2, 0	- 50 100 200	50, 0 50, 0 50, 0 50, 0	39, 0 35, 0 37, 0 36, 5	-23, 5
ВЧА-11Ф	40-500	I II II I	- 4 2 II IO	3, 4 3, 4 3, 4 3, 4 3, 4	3, I или 2, I 2, I 2, I 2, I -	- 50 100 200 50	40, 0 40, 0 40, 0 40, 0 40, 0	37, 5 32, 0 34, 0 35, 0 19, 0	-30, 5
ВЧА-11Ф с УМ-Л/12-100	40-500	I II II I	- 4 2 II IO	3, 4 3, 4 3, 4 3, 4 3, 4	3, I или 2, I 2, I 2, I 2, I -	- 50 100 200 50	50, 0 50, 0 50, 0 50, 0 50, 0	47, 5 42, 0 44, 0 45, 0 29, 0	-30, 5
ВЧА-31Ф	40-500	3 3 3 3 2	- 6 3 3 IO	II, 4 II, 4 II, 4 II, 4 II, 4	3, I или 2, I 2, I 2, I 2, I 3, I или 2, I	- 50 100 200 50	40, 0 40, 0 40, 0 40, 0 40, 0	29, 5 26, 0 27, 0 26, 5 26, 5	-30, 5
ВЧА-31Ф с УМ-Л/12-100	40-500	3 3 3 3 2	- 6 3 3 IO	II, 4 II, 4 II, 4 II, 4 II, 4	3, I или 2, I 2, I 2, I 2, I 3, I или 2, I	- 50 100 200 50	50, 0 50, 0 50, 0 50, 0 50, 0	39, 5 36, 0 37, 0 36, 5 36, 5	-30, 5
АСК-РС	40-500	I	I	8, 0	2, 0	50	36, 0	32, 0	-9, 0
ВЧА-СЧ	40-200 20I-500	I I	- -	7, 4 7, 4	2, I 2, I	- -	37, 0 35, 0	34, 0 32, 0	-9, 0
АСМ	50-53 100-103 150-153	I I I	- - -	2, 7 2, 7 2, 7	2, I 2, I 2, I	- - -	30, 0 30, 0 30, 0	30, 0 30, 0 30, 0	-48, 0

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы I-2

Тип аппаратуры	Диапазон частот, кГц	Число каналов		Ширина линейного спектра частот, кГц	Полоса частот телефонного канала, кГц	Скорость передачи в канале телемеханики, Бод	Максимальный уровень передачи, + дБ	Расчетный уровень передачи, + дБ	Чувствительность приемника, дБ
		теле-фонных	теле-механики						
МП-58	50-100 101-151	1 1	-	1,7 1,7	1,7 1,7	-	31,5 27,0	31,5 27,0	-30,5
В-12-3	36-143	12	-	48,0	3,1	-	39,0	22,0	-33,0
В-12-3 с УМ-1/12-100	36-143	12	-	48,0	3,1	-	50,0	35,0	-33,0
В-12-3 с МПУ-12	168-602	12	-	48,0	3,1	-	39,0	22,0	-33,0
В-12-3 с МПУ-12 и УМ-1/12-100	168-602	12	-	48,0	3,1	-	50,0	35,0	-33,0
УМ-1/12-100	36-602	Определяется оконечной аппаратурой					50,0	-	-
КП-59М	100-250	2 1	- 6	5,4 5,4	2,1 2,1	- 50	40,0 40,0	32,0 32,5	-30,5
	50-100 и 251-350	2 1	- 6	5,4 5,4	2,1 2,1	- 50	40,0 38,0	16,5 30,5	
МК-60М	100-250	1	-	2,6	1,5	-	40,0	37,5	-21,5
		1	2	2,6	1,5	50	40,0	34,0	

	50-100 25I-350	I I	- 2	2,6 2,6	1,5 1,5	- 50	38,0 38,0	35,0 32,5	
КММ-64 (передача от КII к ДII)	100-250	I I	- 3	2,5 2,5	1,5 1,5	- 40	40,0 40,0	37,5 33,0	-21,5
	50-100 25I-350	I I	- 3	2,5 2,5	1,5 1,5	- 40	38,0 38,0	35,0 31,0	
КММ-226 КМК-64 (передача от ДII к КII)	50-350	2 2	- 6	6,0 6,0	1,5 1,5	- 40	43,0 43,0	35,0 31,0	-21,5
АРС-64	18-66	I	5	12,0	1,7	-	33,0	32,0	-12,0
ТГД-70	40-300	I	2	5,0	2,4	-	34,5	34,5	-9,0
	30I-500	I	2	5,0	2,4	-	30,5	30,5	

Таблица I-3

Технические данные приемопередатчиков ВЧ релейных защит,
противоаварийной автоматики и телесигнализации

Тип аппаратуры	Назначение	Система передачи	Диапазон частот, кГц	Полоса ВЧ фильтра приемника, кГц	Время передачи сигнала, с	Уровень передачи, +дБ	Частоты прием - передача	Уровень порога чувствительности приемника, дБ	Уровень порога заграждения (насыщения, ограничения), дБ	Тип релейной защиты	Количество передатчиков в канале
УПЗ-70	Релейная защита	АМ	40-100	1,4	-	45*	Однородные Сближенные (1,5-2,0 кГц) С разнесом не менее 10%	+8,0	+11,5	Дифференциально-фазная, направленная, дистанционная	2-4
			100,5-300	1%	-	44*		+4,0	+7,5		
			300,5-500	1%	-	43*		0,0	+3,5		
ПВЗД	То же	АМ	40-300	1% (но не менее 1,4)	-	45	Однородные Сближенные (1,5-2,0 кГц) С разнесом не менее 10%	+8,0	+11,5	То же	2-3
								+4,0	+7,5		
АЗВ	Релейная защита	АМ	40-200	1% (но не менее 1,4)	-	45	Однородные Сближенные (1,5-2,0 кГц) С разнесом 5%, но не менее 5 кГц	-6,0	-6,0	Дифференциально-фазная, направленная, дистанционная	2-4
			200,5-600	1	-	43		-10,0	-10,0		
								+10,0	-10,0		

ПВЗК	То же	АМ	50-300	1% (но не ме- нее 1,4)	-	43**	Одинаковые	0,0	4,0	То же	2-3
ВЧТО-М	Релей- ная зешита, теле- авто- матика	ЧМ	40-300	3,5	0,05	42	-	-30,0	-20,0	С отклю- чающим сигна- лом	Один пере- датчик и не- сколь- ко прие- мников
			301-500	3,5	0,05	40					
АСК-РС Блоки теле- отклю- чения	То же	ЧМ	40-500	0,4	0,1	36	-	-19,0	-9,0	То же	То же
ДСТ-68	Сигна- лизация гололеда	ЧМ	30-50	2,5	-	34,5	-	-40,0	-30,0	-	Один прие- мник и до пяти пере- датчи- ков

* При питании от источника напряжением 110 В уровень передачи снижается на 7 дБ.

** При питании от источника напряжением 110 В уровень передачи снижается на 5 дБ.

П р и м е ч а н и я:

1. Уровень порога чувствительности - минимальный уровень сигнала, при котором начинается изменение тока в выходном рабочем органе.
2. Уровень порога запирания (насыщения) - для приемопередатчиков УПЗ-70, ПВЗД, АЗВ, ПВЗК, уровень порога ограничения (в заводской документации соответствует чувствительности приемника) - для приемников ВЧТО-М, АСК-РС и ДСТ-68.
3. Для приемопередатчиков АЗВ приведены данные опытной серии.
4. АМ - амплитудная модуляция, ЧМ - частотная модуляция.

$R_{пом}$ - средний уровень помех от короны на фазных проводах в полосе 1 кГц, дБ. Он принимается по табл. 1-5 или определяется согласно рекомендациям гл.2, если имеются данные для расчетов. Для существующих линий рекомендуется принимать среднестатистический уровень помех согласно измерениям на данной ВЛ;

Δf - полоса эффективно передаваемых частот канала, кГц. Для каналов на аппаратуре с ограничителем максимальных амплитуд (ВЧГО-М, ДСТ-68, ТСОД-70) уровень помех определяется в полосе фильтров широкополосной части приемника, расположенных до ограничителя амплитуд;

$\Delta p'_{пом}$ - поправка, учитывающая изменение среднего уровня помех для ВЛ трактов по грозозащитным тросам и внутрифазным трактам по проводам расщепленных фаз. Принимается равной:

Схема присоединения	$\Delta p'_{пом}$	дБ
Трос - трос	-4,5	
Трос - земля	-3,0	
Два троса - земля	-1,0	
Провод - провод расщепленной средней фазы	+2,5	
То же расщепленной крайней фазы	-1,5	

$R_{с/п}$ - минимальная разность уровней сигнала и распределенной помехи на входе приемника. Определяется в точке подключения устройства присоединения к ВЛ и принимается для каналов с системой передачи:

Канал	Система передачи	$R_{с/п}$ дБ
Телефонной связи	ОБП	26
То же	ЧМ	22
Телемеханики для скорости передачи 50 Бод	ЧМ-ОБП	18
То же для скорости передачи 100, 200 и 300 Бод	ЧМ-ОБП	22

$\Delta P_{\text{пром}}$ - поправка, учитывающая суммирование распределенных помех в каналах с промежуточными усилителями и переприемами. Определяется по формуле

$$\Delta P_{\text{пром}} = 10 \lg (m+1) \quad \text{дБ}, \quad (\text{I-6})$$

где m - число промежуточных усилителей и переприемов,

На ВЛ с низкими уровнями распределенных помех (например, на ВЛ 35 и 110 кВ и при временной работе ВЛ за напряжения ниже проектного) могут иметь место случаи, когда чувствительность приемников аппаратуры ниже расчетного уровня $P_{\text{пр.мин}}$. В подобных случаях за расчетный уровень $P_{\text{пр.мин}}$ принимается уровень чувствительности приемника, приведенный в табл. I-2.

I.2.3^ж. Затухание элементов ВЧ тракта $\alpha_{\Sigma \text{эл}}$ для расчета значения $f_{\text{макс}}$ определяется из выражений:

- для ВЧ трактов по фазным проводам

$$\alpha_{\Sigma \text{эл}} = n_1 \alpha_{\text{к}} + \Delta \alpha_{\text{трг}} + n_2 \Delta \alpha_{(0)} + 2n_3 \alpha_3 + (2n_4 - 1) \alpha_{\text{ф.л}} + (m_1 - 1) \alpha_{\text{каб}} + \\ + \Sigma \alpha_{\text{ш}} + m_2 \alpha_{\text{проч}} + m_3 \alpha_{\text{р.ф}} + m_4 \alpha_{\text{отд}} + m_5 \alpha_{\text{рад}} \quad \text{дБ}, \quad (\text{I-7})$$

где n_1 - количество ВЛ в ВЧ тракте канала;

n_2 - количество ВЛ короче 20 км в ВЧ тракте канала;

m - количество элементов данного вида в ВЧ тракте канала;

$\alpha_{\text{к}}$ - концевые затухания двух концов ВЛ, дБ;

$\Delta \alpha_{\text{трг}}$ - дополнительное затухание, обусловленное многократными отражениями междуфазной волны от концов ВЛ и ответвлений, дБ. Учитывается для сложных ВЧ трактов с обходами и ответвлениями;

$\Delta \alpha_{(0)}$ - поправка, учитывающая увеличение затухания из-за влияния земляной волны на ВЛ короче 20 км для схем присоединения фаза - земля;

α_3 - затухание, вносимое заградителем, дБ;

$\alpha_{\text{ф.л}}$ - затухание фильтра присоединения, дБ;

$\alpha_{\text{каб}}$ - затухание ВЧ кабеля, соединяющего ВЧ аппаратуру с фильтром присоединения, дБ;

$\alpha_{\text{ш}}$ - затухание, вносимое параллельно включенной аппаратурой других ВЧ каналов на оконечном пункте, дБ;

- $\alpha_{прот}$ - затухание, вносимое в транзитный канал аппаратурой уплотнения на промежуточном пункте, подключенной к схеме ВЧ обхода, дБ;
- $\alpha_{р.ф}$ - затухание разделительного фильтра (дБ), учитываемое на передающем конце и в пункте ВЧ обхода;
- $\alpha_{отв}$ - затухание, вносимое ответвлением от ВЧ, дБ;
- $\alpha_{рад}$ - затухание, обусловленное ответвлением ВЧ энергии в другие ВЧ тракты при радиально-лучевой схеме канала, дБ.

Значения затуханий элементов ВЧ тракта для расчетов по формуле (I-7) приведены в табл. I-6;

- для ВЧ трактов по биметаллическим (проводящим) грозозащитным тросам и внутрифазным трактам (по расщепленной фазе)

$$\alpha_{эл} = \alpha_{к} + 2\alpha_{з} + \alpha_{ф.л} + \alpha_{каб} + m_2 \alpha_{ш} + m_4 \alpha_{р.ф} + m_7 \alpha_{ш.д} + m_8 \alpha_{трансл.л} + m_9 \alpha_{трансл.ВЛ} \text{ дБ,} \quad (\text{I-8})$$

- где $\alpha_{трансл.л}$ - затухание, вносимое транспозицией на тросах в ВЧ тракт по грозозащитным тросам, дБ;
- $\alpha_{трансл.ВЛ}$ - затухание, вносимое транспозицией фазных проводов в ВЧ тракт по грозозащитным тросам, дБ;
- $\alpha_{ш.д}$ - затухание, вносимое ВЧ дросселем, шунтирующим тросы, дБ.

Остальные обозначения те же, что для выражения (I-7).

Значения затуханий элементов ВЧ тракта для расчетов $\alpha_{эл}$ по формуле (I-8) приведены в табл. I-6.

П р и м е ч а н и е. Для ВЧ каналов всех назначений, минимальный уровень приема которых определен по формулам (I-4) и (I-5) и исходя из уровня распределенных помех на ВЛ, на приемном конце учитываются только затухание, вносимое заградителем.

Для ВЧ каналов, минимальный уровень которых принят равным уровню порога запыления (насыщения) или порогу ограничения приемника (для каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики и сигнализации гололедооборзвания на аппаратура УПС-70, ПЭСД, ПЭСК, АЗВ, ВЧТО-М, ДСТ-68), и для каналов по ВЛ 35-110 кВ на аппаратуре с приемниками невысокой чувствительности, для которых минимальный уровень приема принят равным чувствительности приемника (ВИА-СЧ, АСК-РС, ТСП-70, АРС-64), затухание элементов ВЧ тракта $\alpha_{ф.л}$, $\alpha_{каб}$, $\alpha_{ш}$, $\alpha_{р.ф}$ должно учитываться и на приемном конце канала.

Таблица I-4

Минимальный уровень приема для ВЧ каналов релейной защиты

Тип приемопередатчика	Тип релейной защиты	Подключение к фазе	Разнос частот приема в передаче, кГц	$P_{пр.мин}$ (дБ) для ВЧ напряжением, кВ				
				35, 110	154, 220	330		500, 750
						Один провод в фазе	Расщепленные фазы	
ПВЗК	Дифференциально-фазная	Любой	0	+4,0	+4,0	-	-	-
УПЗ-70, ПЗД	Дифференциально-фазная на электромеханических реле	Любой	0	+11,5	+11,5	+14,5	+11,5	+11,5
		Любой	1,5	+7,5	+7,5	+14,5	+7,5	+7,5
	Направленная, дистанционная	Любой	0 1,5	+11,5 +7,5	+11,5 +7,5	+11,5 +7,5	+11,5 +7,5	+11,5 +7,5
АЗВ	Дифференциально-фазная на электро-механических реле	Средней	0	-6,0 ^ж	-2,0 ^ж	+11,0 ^ж	-3,5 ^ж	+2,0 ^ж
		Средней	1,5	-10,0 ^ж	-2,0 ^ж	+11,0 ^ж	-3,5 ^ж	+2,0 ^ж
		Крайней	0 1,5	-6,0 ^ж -10,0 ^ж	-5,0 ^ж -5,0 ^ж	+8,5 ^ж +8,5 ^ж	-6,5 ^ж -6,5 ^ж	-1,0 ^ж -1,0 ^ж
	Дифференциально-фазная на трансисторах	Средней	0 и 1,5	-5,0 ^ж	+2,5 ^ж	+16,0 ^ж	+1,0 ^ж	+6,0 ^ж
		Крайней	0 и 1,5	-5,0 ^ж	-1,0 ^ж	+12,0 ^ж	-2,0 ^ж	+2,5 ^ж
	Направленная, дистанционная на электромеханических реле	Любой	0	-6,0	-6,0	-2,5 ^ж	-6,0	-6,0
Любой		1,5	-10,0	-10,0	-2,5 ^ж	-10,0	-10,0	

О г о н ч а н и е т а б л и ц ы I-4

Тип приемопередатчика	Тип релейной защиты	Подключение к фазе	Разнос частот приема и передачи, кГц	$P_{\text{пр. мин}}$ (дБ) для ВЛ напряжением, кВ				
				35, 110	154, 220	330		500, 750
						Один провод в фазе	Расщепленные фазы	
АЗВ	Направленная, дистанционная на транзисторах	Любой	0	-6,0	-6,0	0,0 [*]	-6,0	-6,0
		Любой	1,5	-10,0	-10,0	0,0 [*]	-10,0	-9,5 [*]

* На частотах настройки приемопередатчика $f_0 > 200$ кГц значение $P_{\text{пр. мин}}$ увеличивается на $\Delta p = 10 \lg f_0 - 21,5$ дБ, где f_0 - в кГц.

Т а б л и ц а I-5

Уровни распределенных помех на фазных проводах ВЛ
в полосе I кГц

Напряжение, кВ	Число проводов в фазе	Средний уровень помех, дБ
Воздушные линии:		
35	I	- 45
110	I	- 38
220	I	- 29
330	I	- 15
330	2	- 30
500	3	- 25
750	4 и 5	- 20
Кабельные линии:		
6 и 10	-	- 43 (- 52)*
35	-	- 61

* В скобках - для диапазона частот выше 100 кГц.

П р и м е ч а н и е. Для районов с повышенной загрязненностью атмосферы расчетный уровень помех рекомендуется увеличивать на 9 дБ для ВЛ с одним проводом в фазе и на 5 дБ для ВЛ с разделенными фазами.

Таблица I-6

Расчетные значения затухания элементов ВЛ тракта

Схема присоединения ВЛ аппаратуры	Значения $\alpha_{эл}$, дБ															
	α_k		$\Delta \alpha_{тр}$	$\Delta \alpha_{(ф)}$	α_2	$\alpha_{ф.л}$	$\alpha_{каб}$	$\alpha_{ш}$	$\alpha_{пром}$	$\alpha_{р.ф}$	$\alpha_{отв}$		$\alpha_{трансл.БЛ}$	$\alpha_{трансл.г}$	$\alpha_{ш.л}$	$\alpha_{рад}$
	БЛ на одиночных опорах	БЛ на двухцепных опорах									не используемые для связи	используемые для связи				
Фаза - земля	2,5	1,0	3,0	2,0	3,0	1,5	0,5	1,0	3,5	1,0	5,5	7,0	-	-	-	10lgm
Фаза - фаза	0	0	0	0	3,0	1,5	0,5	1,0	3,5	1,0	3,0	5,0	-	-	-	10lgm
Провод - провод расщепленной фазы	0	0	0	0	1,0	1,5	0,5	1,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-
Трос - земля	7,0	-	0	0	-	1,5	1,0	1,0	-	1,0	-	-	1,0	0	1,0	-
Два троса - земля	2,0	-	0	0	-	1,5	1,0	1,0	-	1,0	-	-	1,0	0	1,0	-
Трос - трос	1,0	-	0	0	-	1,5	1,0	1,0	-	1,0	-	-	1,0	1,3	1,0	-

1.2.4.* Параллельное подключение аппаратуры каналов телефонной связи и телемеханики к аппаратуре канала релейной защиты и противоаварийной автоматики должно осуществляться через разделительный фильтр, запирающий частоту канала релейной защиты.

Параллельное подключение аппаратуры каналов релейной защиты и аппаратуры каналов противоаварийной автоматики должно осуществляться через разделительные фильтры.

В таких случаях значение затухания, вносимого в БЧ тракт канала, определяется из выражений:

- для канала релейной защиты или противоаварийной автоматики

$$\Sigma \alpha_{ш} = 1 + (m_{р.з} - 1) + m_{р.ф} \text{ дБ,} \quad (I-9)$$

где $m_{р.з}$ - число приемопередатчиков релейной защиты (противоаварийной автоматики), включенных параллельно;

$m_{р.ф}$ - число разделительных фильтров, включенных последовательно в БЧ кабель ВЧ аппарата рассчитываемого канала;

- для канала телефонной связи и телемеханики

$$\Sigma \alpha_{ш} = m_{т.ф} + (m_{т.ф} - 1) + m_{р.ф} \text{ дБ,} \quad (I-10)$$

где $m_{т.ф}$ - число БЧ аппаратов телефонной связи и телемеханики, включенных параллельно.

1.2.5.* Запас по перекрываемому затуханию $A_{зап}$ в канале необходим для обеспечения нормальной работы канала при увеличении уровня распределенных помех на ВЛ из-за ухудшения погодных условий, при увеличении затухания линейного тракта от гололеда и тумана, а для каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала - также и при увеличении затухания линейного тракта при коротких замыканиях фазных проводов.

Значение $A_{зап}$ определяется в зависимости от назначения канала и района по гололеду, в котором находится трасса ВЛ. Если ВЛ проходит в различных районах по гололеду, то значение $A_{зап}$ принимается для района с большим номером.

Значения $A_{зап}$, принимаемые в расчетах БЧ каналов, определяются по формулам:

- для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала

$$A_{\text{зап}} = 13 + \Delta a_{\text{гол}f} \quad \text{дБ.} \quad (I-II)$$

Допускается в отдельных случаях снижение значения $A_{\text{зап}}$ до

$$A_{\text{зап}} = 10 + \Delta a_{\text{гол}f} \quad \text{дБ} \quad (I-IIa)$$

с обоснованием в проекте этого снижения.

Максимальное расчетное значение $A_{\text{зап}}$ может быть ограничено 20 дБ в I-м районе по гололеду и 25 дБ - в остальных районах;

- для ВЧ каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала и ВЧ каналов противосаварийной автоматики

$$A_{\text{зап}} = 22 + \Delta a_{\text{гол}f} \quad \text{дБ;} \quad (I-12)$$

- для ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики

$$A_{\text{зап}} = \Delta a_{\text{гол}f} \quad \text{дБ.} \quad (I-13)$$

но не менее 9,0 дБ. Допускается снижение значения $A_{\text{зап}}$ до 9,0 дБ для ВЧ каналов по ВЛ 35-110 кВ с линейными трактами с ответвлениями и ВЧ обходами, если невозможно обеспечить расчетное значение $A_{\text{зап}}$ по формуле (I-13);

- для ВЧ каналов сигнализации гололедообразования

$$A_{\text{зап}} = a_{\text{гол}} = K_3 s m \ell \quad \text{дБ.} \quad (I-14)$$

но не менее 9,0 дБ.

В формулах (I-II) - (I-14) принято:

$\Delta a_{\text{гол}f}$ - прирост затухания линейного тракта из-за гололеда на расчетной частоте. Определяется по рис. I-22-I-29. Если длина линейного тракта короче 30 км, то значение $\Delta a_{\text{гол}f}$, определенное по рис. I-22 - I-29, уменьшается в $30/\ell$ раз, где ℓ - длина линейного тракта, км;

$a_{\text{гол}}$ - прирост затухания из-за гололеда на всей длине линейного тракта при толщине стенок гололеда, принятой для срабатывания датчика нагрузки;

K_3 - коэффициент, равный 1,0; 0,68; 0,48; 0,32 соответственно при числе проводов в фазе 1, 2, 3 и 5;

s, m - по рис. I-30 - I-31;

ℓ - длина линейного тракта, км.

При невозможности обеспечения значения $A_{\text{зап}}$ по формулам (I-11) и (I-12) для ВЧ каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики возможность снижения значения $A_{\text{зап}}$ согласовывается с заказчиком.

Поскольку значение $\Delta a_{\text{Тод}f}$, учитываемое запасом по перекрываемому затуханию $A_{\text{зап}}$, зависит от частоты, расчет значения $f_{\text{макс}}$ по формуле (I-1) рекомендуется начинать, приняв максимальное значение $\Delta a_{\text{Тод}f}$ (например, для частот 400-500 кГц). Если определенное значение $f_{\text{макс}}$ будет ниже 400 кГц, необходимо снизить значение $\Delta a_{\text{Тод}f}$ и выполнить повторный расчет. Определение $f_{\text{макс}}$ заканчивается в случае, если достигнуто соответствие частот для $\Delta a_{\text{Тод}f}$ и $f_{\text{макс}}$.

После определения $f_{\text{макс}}$ ВЧ каналов по проводящим грозозащитным тросам и внутрифазным трактам рекомендуется выполнять проверку достаточности принятого значения $A_{\text{зап}}$ путем сравнения его с затуханием из-за изморози на проводах линии. Увеличение затухания из-за изморози можно определить по формуле

$$\Delta a_{\text{из}} \approx 0,5 \cdot K_3 \cdot S \cdot m \cdot \ell_{\text{из}} \text{ дБ}, \quad (\text{I-15})$$

где K_3, S, m - то же, что и в формуле (I-14);

$\ell_{\text{из}}$ - длина линейного тракта, покрытого изморозью, км.

Значения длины линейного тракта, покрытого изморозью, и толщины стенок изморози на проводах линии $d_{\text{из}}$ могут быть определены по климатологическим справочникам.

Расчет по формуле (I-15) выполняется для такого одновременного сочетания $\ell_{\text{из}}$ и $d_{\text{из}}$, которое дает наибольшее значение $\Delta a_{\text{из}}$ за пятилетний период наблюдений.

Если значение $\Delta a_{\text{из}}$ более принятого значения $A_{\text{зап}}$, то оно должно быть скорректировано и принято равным $\Delta a_{\text{из}}$. После этого значение $f_{\text{макс}}$ должно быть заново рассчитано.

1.2.6. После расчета наибольших возможных рабочих частот по исходному графику частот определяются свободные участки диапазона для отдельных частот, которые могут быть заняты для проектируемых каналов.

Выбор частот производится с учетом назначения канала, затухания ВЧ тракта, возможных взаимных влияний между каналами, возмож-

ных помех ВЧ каналам от радиостанций, возможных помех радиопряму и ВЧ связи по воздушным проводным линиям, а также участка диапазона, который наиболее удобно использовать для применяемого оборудования (табл. I-2, I-3, I-7 ÷ I-I4).

В тех случаях, когда частоты проектируемого канала можно разместить только в диапазоне выше расчетной наибольшей рабочей частоты, рекомендуется на выбранных частотах выполнить поверочный расчет ВЧ канала с использованием уточненных значений затухания элементов ВЧ тракта и уровней распределенных помех на ВЛ. Поверочный расчет выполняется в соответствии с рекомендациями гл.2.

I.2.7. Размещение каналов различного назначения в диапазоне 36-600 кГц рекомендуется осуществлять с учетом следующего:

1) для каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики можно выбирать частоты во всем диапазоне 36-600 кГц с учетом ограничений, изложенных в пп. I.2.8 и I.2.10. На длинных линиях частоты этих каналов выбираются в диапазоне 36-92 кГц. В исключительных случаях на длинных линиях в диапазоне 36-92 кГц можно выбирать частоты каналов другого назначения;

2) в диапазоне 92-252 кГц выбираются частоты для межсистемных каналов диспетчерской связи ОДУ, магистральных каналов диспетчерской связи ДП РЭУ с ПЭС и с другими объектами системного значения, которые наиболее сложны и имеют большую протяженность;

3) в диапазоне 252-600 кГц выбираются частоты каналов для внутрисистемной телефонной связи наибольшей протяженности с учетом ограничений, изложенных в пп. I.2.8 и I.2.9. В слаболодильных районах следует использовать более высокие частоты;

4) для каналов линейно-эксплуатационной связи с подвижными объектами на аппаратуре АСМ выделены полосы частот 50-53, 100-103 и 150-153 кГц.

I.2.8. Для автоматических локационных искателей повреждений "ЛИДА", применяемых на ВЛ напряжением 330-750 кВ, требуется полоса частот 70 кГц. Рекомендуемые полосы частот для искателей повреждений приведены в табл. I-15.

В полосе частот, используемой для работы автоматических искателей, нельзя размещать частоты ВЧ каналов, организуемых по фазным проводам и тросам данной линии (обслуживаемой искателем) и по второй линии, расположенной на тех же опорах (если ВЛ двухцепная),

Т а б л и ц а I-7

Электрические данные ВЧ заградителей серии ВЗ

Тип заградителя	Индуктивность силовой катушки, мГ	Номинальный ток силовой катушки, А	Термическая устойчивость в течение I с, кА	Электродинамическая устойчивость, кА	Полоса заграждения по активному сопротивлению, кГц	Активное сопротивление в полосе заграждения, Ом
ВЗ-600-0,25 (выпуск с 1973 г.)	0,25	600	20	30	100-140; 120-180; 150-260; 200-400; 300-600	500
ВЗ-600-0,25 (выпуск до 1973 г.)	0,25	600	20	30	110-150; 140-200; 165-265; 205-430; 245-470	500
ВЗ-1000-0,6 (выпуск с 1973 г.)	0,6	1000	30	42	40-50; 45-58; 50-65; 60-90; 75-115; 100-200; 120-300; 180-500	600
ВЗ-1000-0,6 (выпуск до 1973 г.)	0,6	1000	30	42	45-53; 50-70; 60-90; 70-110; 90-185; 110-300; 220-600	600
ВЗ-2000-1,2	1,2	2000	65	75	41-74; 53-125; 110-650	600

Т а б л и ц а 1-8

Значения резонансных сопротивлений заградителя ВЗ-600-0,25
при одночастотной и двухчастотной настройках

Диапазон настройки, кГц	Минимальное значение резонансного сопротивления при схемах настройки, кОм			
	резонансной одночастот- ной	резонансной двухчастот- ной	притупленной одночастот- ной	притупленной двухчастот- ной
40-100	3,0	1,2	1,2	0,8
100-250	6,0	3,0	2,0	0,8

П р и м е ч а н и я. Отношение резонансных частот при двухчастот-
ной настройке допускается в пределах 1,1-2,5.

Электрические данные заградителей серий ВЧЗ и ВЧЭС

Тип заградителя	Индуктивность силовой катушки, мГ	Полоса заграждения по активному сопротивлению, кГц	Активное сопротивление в полосе заграждения (Ом) не менее	Номинальный ток силовой катушки, А	Термическая устойчивость в течение I с, кА	Электродинамическая устойчивость, кА
ВЧЗ-300-0,15	0,16	50-600*	500	300	10	25,6
ВЧЗ-100-0,15	0,14	50-600*	500	100	4,5	13,5
ВЧЭС-200	1,3 (1,65)**	25-33; 32-47; 39-61; 45-81; 53-108; 60-153; 73-600	500	200	8,3	22,0
ВЧЭС-200-В	1,3 (1,65)**	70-600	500	200	8,3	22,0
ВЧЭС-100	1,3 (1,65)**	27-34; 33-47; 40-62; 46-78; 53-103; 65-190; 74-600	500	100	4,5	13,5
ВЧЭС-100-В	1,3 (1,65)**	70-600	500	100	4,5	13,5

* Диапазон, в котором осуществляется настройка на полосу частот.

** 1,3 мГ - на частоте 50 Гц; 1,65 мГ - на частоте 27 кГц.

Т а б л и ц а I-10

Электрические данные фильтров присоединения ФП и ФШ

Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Рабочее затухание, дБ	Схема фильтра	Напряжение ВЛ, кВ
2140	40-60	700	1,7	Тр	330
2140	50-85	680	1,7	Тр	330
2140	60-120	680	1,7	Тр	330
2140	100-800	666	1,7	АТр	330
2200	40-60	760	1,3	Тр	110
2200	50-85	660	1,3	Тр	110
2200	60-120	660	1,3	Тр	110
2200	100-800	730	1,3	Тр	110
3000	36-60	630	1,7	Тр	750
3000	52-110	600	1,7	Тр	750
3000	60-160	617	1,7	Тр	750
3000	100-800	515	1,7	АТр	750
3200	36-84	855	1,7	Тр	220
3200	60-300	720	1,7	Тр	220
3200	100-800	483	1,3	Тр	220
4650	36-75	545	1,3	Тр	500
4650	52-210	550	1,3	Тр	500
4650	100-800	405	1,3	АТр	500
6400	36-165	685	1,3	Тр	110
6400	65-800	450	1,3	АТр	110
7000	36-350	630	1,3	АТр	330
7000	65-800	450	1,3	АТр	330
17500	36-800	366	1,3	АТр	Любое*

* Используется для присоединения аппаратуры ВЧ каналов к проводящим грозозащитным тросам.

П р и м е ч а н и я: 1. Рабочее затухание фильтра присоединения на частотах 10% и менее от края полосы пропускания не более 1,7 дБ.-2. Схемы фильтров присоединения: Тр - трансформаторная, АТр - автотрансформаторная.

Т а б л и ц а I-II

Электрические данные фильтров присоединения
ФП-4 и ФП-500

Тип фильтра присоеди- нения	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характе- ристиче- ское со- противле- ние, Ом	Максималь- ное рабо- чее зату- хание, дБ
ФП-4	1100	49-120	1750	3,0
То же	1100	75-200	1200	2,0
" "	1100	125-300	740	2,0
" "	2200	49-120	875	2,0
" "	2200	75-200	600	2,0
" "	2200	125-300	340	2,0
ФП-500	4650	40-200	720	1,0
То же	4650	120-600	205	0,5

П р и м е ч а н и е. Схема фильтра присоединения - трансфор-
маторная.

Таблица I-12

Электрические данные модификаций фильтра присоединения ОЭП-4

Мо- дифи- ка- ция	Емкость конден- сатора связи, пФ	Полоса пропу- скания, кГц	Характе- ристиче- ское со- против- ление, Ом	Макси- мальное рабочее затуха- ние, дБ	Схема филь- тра	Модифи- кация	Емкость конден- сатора связи, пФ	Полоса пропу- скания, кГц	Характе- ристиче- ское со- против- ление, Ом	Макси- маль- ное ра- бочее затух- ание, дБ	Схема филь- тра
A-1	1100	51-63	400	1,5	Тр	Б-4	2200	95-200	400	1,0	Тр Тр АТр Тр Тр Тр АТр АТр АТр АТр АТр Тр Тр АТр
A-2	1100	57-69	400	1,5	Тр	Б-5	2200	115-350	400	1,0	
A-3	1100	62-76	400	1,5	Тр	Б-6	2200	120-500	400	1,5	
A-4	1100	66-92	400	1,0	Тр	Б-7	2200	35-56	800	2,0	
A-5	1100	79-96	400	1,0	Тр	Б-8	2200	45-87	800	2,0	
A-6	1100	96-120	400	1,5	Тр	Б-9	2200	62-187	800	2,0	
A-7	1100	107-205	400	1,5	Тр	Б-10	2200	85-420	800	2,0	
A-8	1100	125-225	400	1,0	Тр	Б-11	2200	37-110	1600	2,0	
A-9	1100	175-340	400	1,0	Тр	Б-12	2200	45-140	1600	2,0	
A-10	1100	39-56	800	2,0	Тр	Б-13	2200	50-220	1600	2,5	
A-11	1100	48-63	800	1,5	Тр	В-1	4400	110-1000	250	1,5	
A-12	1100	51-71	800	2,0	Тр	В-2	4400	39-57	400	1,0	
A-13	1100	61-96	800	1,5	Тр	В-3	4400	56-110	400	1,0	
A-14	1100	81-135	800	2,0	Тр	В-4	4400	60-320	400	1,5	

A-15	II00	105-410	800	2,0	АТр	В-5	4400	39-125	800	2,0	АТр
A-16	II00	33-49	1600	2,0	Тр	Г-1	3200	37-61	400	2,0	Тр
A-17	II00	47-77	1600	2,0	Тр	Г-2	3200	45-75	400	2,0	Тр
A-18	II00	62-200	1600	2,0	АТр	Г-3	3200	58-94	400	2,0	Тр
A-19	II00	85-280	1600	2,0	АТр	Г-4	3200	62-123	400	2,0	Тр
A-20	II00	36-75	1600	3,0	АТр	Г-5	3200	85-200	400	2,0	АТр
A-21	II00	47-110	2000	3,0	Тр	Г-6	3200	100-500	400	2,0	АТр
A-22	II00	65-240	2000	3,0	АТр	Д-1	6400	33-80	400	2,0	АТр
Б-1	2200	49-75	400	1,0	Тр	Д-2	6400	70-190	250	2,0	Тр
Б-2	2200	65-100	400	1,0	Тр	Д-3	6400	100-500	200	2,0	АТр
Б-3	2200	71-120	400	1,0	Тр						.

П р и м е ч а н и е. Схема фильтра присоединения: Тр - трансформаторная, АТр - автотрансформаторная.

Электрические данные фильтра присоединения УФП-75

Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Схема фильтра	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Схема фильтра	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Схема фильтра
1100	288-600	600	ФВЧ	2200	49-81	800	ПФ	6200	35-600	800	ФВЧ
1100	140-268	600	ПФ	2200	43-68	800	ПФ	6400	152-600	200	ФВЧ
1100	94-240	800	ПФ	3200	95-600	600	ФВЧ	6400	90-224	200	ПФ
1100	70-144	800	ПФ	3200	57-140	600	АТр	6400	72-140	200	ПФ
1470	232-600	600	ФВЧ	3200	54-116	600	ПФ	6400	72-600	400	ФВЧ
1470	144-280	600	ПФ	3200	45-78	600	ПФ	6400	47-135	400	ПФ
1470	106-222	600	ПФ	3200	75-600	800	ФВЧ	6400	41-90	400	ПФ
1470	94-164	600	ПФ	3200	53-170	800	АТр	6400	50-600	600	ФВЧ
1470	78-117	600	ПФ	4400	212-600	200	ФВЧ	6400	42-280	600	АТр
1470	62-89	800	ПФ	4400	124-311	200	ПФ	6400	39-166	600	ПФ
2200	200-600	400	ФВЧ	4400	108-230	200	ПФ	6400	40-600	800	ФВЧ
2200	126-324	400	ПФ	4400	80-123	200	ПФ	7000	48-600	600	ФВЧ
2200	106-220	400	ПФ	4400	104-600	400	ФВЧ	11670	82-600	200	ФВЧ
2200	80-125	400	ПФ	4400	65-154	400	ПФ	11670	40-600	400	ФВЧ
2200	68-96	400	ПФ	4400	54-110	400	ПФ	11670	27-600	600	ФВЧ
2200	144-600	600	ФВЧ	4400	47-79	400	ПФ	14000	28-600	600	ФВЧ

2200	92-250	600	ИФ	4400	42-62	400	ИФ	17500	52-600	200	ФВЧ
2200	73-142	600	ИФ	4400	76-600	600	ФВЧ	17500	32-600	400	ФВЧ
2200	63-105	600	ИФ	4400	46-136	600	ИФ	17500	18-600	600	ФВЧ
2200	54-77	600	ИФ	4400	40-90	600	ИФ	17500	14-600	800	ФВЧ
2200	108-600	800	ФВЧ	4400	52-600	800	ФВЧ	35000	27-600	200	ФВЧ
2200	60-210	800	АТр	4400	52-330	800	АТр	35000	14-600	400	ФВЧ
2200	65-156	800	ИФ	4400	40-140	800	АТр	35000	10-600	600	ФВЧ
2200	55-113	800	ИФ	4400	36-105	800	ИФ				
				4400	40-600	800	ФВЧ				

Примечания: 1. Рабочее затухание фильтра присоединения в полосе пропускания не более 1,74 дБ (на краях полосы пропускания не более 2,18 дБ).
 2. Схемы фильтров присоединения: ФВЧ - фильтра верхних частот, ИФ - полосового фильтра, АТр - автотрансформаторная.

Таблица I-14

Электрические динты фальга присоединения:
ФП-РС-6-35

Емкость конденсатора связи, Ом	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее напряжение, В	Схема фальга	Емкость конденсатора связи, Ом	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее напряжение, В	Схема фальга
4400	18-39	1600	3,5	КУ	17500	54-66	200	0,5	ФВЧ
4400	29-57	1100	2,5	КУ	17500	27-66	400	0,5	ФВЧ
4400	27-39	800	2,5	КУ	17500	18-66	800	2,5	ФВЧ
4400	36-66	650	2,0	КУ	35000	54-66	100	1,5	ФВЧ
4400	36-48	650	1,5	КУ	35000	27-66	200	1,0	ФВЧ
4400	45-57	460	1,5	КУ	35000	18-66	400	0,5	ФВЧ
4400	54-66	450	1,0	КУ	107000	18-66	100	1,5	ФВЧ
11670	36-66	400	1,5	ФВЧ	107000	18-66	200	0,5	ФВЧ
11670	18-66	800	1,0	ФВЧ	107000	18-66	400	0,5	ФВЧ

Примечания в. Схемы фальгов присоединения: КУ - комбинированного устройства, ФВЧ - фальга высоких частот.

Таблица I-15

Полосы частот, рекомендуемые для работы автоматических искателей повреждений "ЛИДА" на ВЛ 330-750 кВ

Напряжение ВЛ, кВ	Схема ВЛ	Подключение генератора искателя к фазе ВЛ	Рекомендуемая полоса частот (кГц) при длине ВЛ, км	
			до 200	выше 200
330	Транспонированная	Любой	265-335	215-285
500, 750	То же	То же	215-285	165-235
330-750	Нетранспонированная	Средней	365-435	-
330-750	То же	Крайней	215-285	-

однако между полосами ВЧ каналов и искателя повреждений допускается нулевой разнос частот.

1.2.9. Для устранения помех радиоприему, а также помех в проектируемых каналах со стороны радиостанций центрального и местного вещания края рабочих полос каналов должны размещаться не ближе 6 кГц от несущих частот радиостанций. Это требование относится ко всем радиостанциям вещания области, по территории которой проходит трасса ВЛ, а также к радиостанциям смежных областей, если эти радиостанции располагаются на расстоянии до 300 км от ВЛ, по которой проектируются ВЧ каналы.

Частоты радиостанций общесоюзного вещания 173±6, 236±6, 263±6 кГц не разрешается занимать по всей территории СССР.

Во избежание возможных помех радиоустройствам, осуществляющим обмен сигналами вызова и бедствия, не разрешается занимать для ВЧ каналов полосы частот 333±4, 500±4 кГц по всей территории СССР.

1.2.10. Выбор частот каналов для релейной защиты с передачей блокирующего сигнала производится без учета частот радиовещательных станций, кроме случаев, когда ВЛ проходит на расстоянии 10 км и менее от мощных радиостанций.

В таких случаях для каналов релейной защиты выбор частот осуществляется в соответствии с п. 1.2.9.

1.2.11.* Выбор частот каналов с внутрифазным трактом (по изолированному один от другого проводам расщепленной фазы) производится без учета частот радиовещательных станций.

1.2.12. Мешающее влияние ВЧ каналов по ВЛ на ВЧ каналы по воздушным проводным линиям связи следует учитывать при пересечениях и обложениях ВЛ с линиями связи шириной менее 100 м в случае применения передатчиков мощностью более 5 Вт на один канал с полосой 4 кГц. В этих случаях рекомендуется проверять возможность применения для ВЧ каналов по ВЛ частот выше 150 кГц.

Влияния ВЧ каналов по ВЛ с передатчиками мощностью более 5 Вт в диапазоне 18-150 кГц на ВЧ каналы трех- и двенадцатиканальных систем по воздушным линиям связи можно не учитывать для:

- передатчиков каналов релейной защиты с кратковременной передачей сигналов в линию;

- одноканальных и многоканальных систем с внутрифазными трактами по расщепленным фазам;

- двенадцатиканальных систем совместно с усилителями с пиковой мощностью до 100 Вт при любых схемах подключения к проводам ВЛ;

- линий связи, оборудуемых в местах пересечения с ВЛ кабельными вставками;

- передатчиков мощностью более 5 Вт (но не свыше 10 Вт) на один канал, если при сближении шириной 100 м и пересечении с линией связи напряжение помехи от ВЧ канала по ВЛ на входе усилительной станции будет не выше значений, приведенных в "Правилах защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи. Часть II. Мешающее влияние". ("Связь", 1972), с учетом дополнительных документов, вносящих поправки в Правила.

1.2.13. В случае большой загрузки диапазона частот существующими ВЧ каналами, приводящей к невозможности выбора частот для вновь проектируемых каналов, следует рассмотреть целесообразность перестройки или реконструкции части существующих каналов с целью более рационального использования диапазона частот, или сооружения разделительного ВЧ фильтра для увеличения переходного затухания между ВЛ (см. п. 1.5.11).

1.2.14.* Для лучшего использования диапазона частот ВЧ каналов, а также для уменьшения взаимного влияния между каналами, аппаратура которых подключена к различным фазам и линиям, рекомендуется группировать частоты приемников и передатчиков. При этом между полосами частот (или несущими частотами) каналов внутри групп и между группами должен быть обеспечен необходимый разнос по частоте.

При параллельном подключении ВЧ аппаратуры нескольких каналов рекомендуется чередовать частоты передатчиков и приемников, что позволит уменьшить разнос частот между каналами.

1.2.15. Для ВЧ каналов с обходами подстанций при параллельном подключении аппаратуры нескольких каналов к одной фазе рекомендуется группировать частоты каналов с различным количеством обходов и разделять полосы частот этих каналов с помощью разделительных фильтров, включаемых в ВЧ обход. Разделительные фильтры

должны пропускать через обход частоты транслятных каналов и запырять частоты каналов, заканчивающихся на подстанции с обходом.

При такой схеме обеспечиваются лучшие частотные характеристики ВЧ тракта и большое значение переходного затухания подстанции в месте обхода для частот близких каналов.

1.2.16. Выбор частот каналов с ВЧ трактами с обходами подстанций, имеющих входное сопротивление более 50 Ом (как правило, это подстанции 35-220 кВ, имеющие только две ВЛ одного напряжения), рекомендуется осуществлять вне полосы частот повышенного затухания, если смена рабочего провода в пункте ВЧ обхода затруднительна.

Полосы частот повышенного затухания для ВЧ обходов с фильтрами присоединения ОП-4 и ФП приведены в табл. I-16.

1.3. Условия, определяющие разнос частот

1.3.1. Разнос частот между рабочими полосами или несущими передатчика и приемника дуплексного ВЧ канала должен быть не менее значений, указанных в технической документации на аппаратуру завода-изготовителя (табл. I-17).

1.3.2^ж. Частоты передатчиков УПЗ-70, АЗВ в ВЧ каналах релейной защиты должны различаться:

Схема и длина ВЛ, км	Разность частот передатчиков, кГц
Без ответвлений, короче 100	0
Без ответвлений, более 100	1,5
С ответвлениями	0,5

На ВЛ без ответвлений длиной более 100 км допускается работа передатчиков на одной частоте, если соблюдается условие

$$\alpha_{(фз)} \ell \geq \frac{A_{пер} - \delta}{2} \quad \text{дБ,} \quad (I-16)$$

где $\alpha_{(фз)} \ell$ - затухание линейного тракта, дБ.

П р и м е ч а н и е. На ВЛ без ответвлений короче 100 км допускается принимать разность частот 1,5 кГц для приемопередатчиков УПС-70, если необходимо увеличить перекрываемое затухание в канале на 4 дБ (см. табл. I-4).

Т а б л и ц а I-16

Области повышенного затухания ВЧ обхода подстанции с входным сопротивлением 50 Ом и более с фильтрами присоединения ОП-4 и ФП

Тип фильтра присоединения	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания фильтра присоединения, кГц	Области повышенного затухания ВЧ обхода (кГц) при схеме включения обмоток обоих фильтров присоединения	
			одинаковой	встречной
ОП-4	2200	49-120	63-88	49-52
	2200	75-200	95-135	{ 75-79 192-200
	2200	125-300	156-212	125-130
ФП, ФПУ	2200	40-60	47-56	40-42
	2200	50-85	61-78	50-52
	2200	60-120	75-101	60-63
	2200	100-500	120-220	100-105
	2200	100-800	130-210	-
	3200	36-84	47-69	36-38
	3200	60-300	75-135	"
	3200	100-800	138-210	-
	6400	36-165	49-83	36-39
	6400	65-800	80-140	-

1.3.3^ж. Разнос частот между рабочими полосами или несущими различных ВЧ каналов по ВЛ должен обеспечивать работу каналов без взаимных помех.

В настоящих Руководящих указаниях приняты следующие нормы

Т а б л и ц а I-17

Частотные параметры приемников ВЧ аппаратуры

Тип аппара- туры	Рабочий диапазон частот, кГц	Минимальный разнос частот приемника и передатчика, %	Полоса частот зеркального канала, кГц		Минимальная выбирательность приемника по зеркальному каналу, дБ
			$f_{\text{ЗМ1}} > f_{\text{Б}}$	$f_{\text{ЗМ1}} < f_{\text{Б}}$	
АСК-1	40-500	5(но не менее 5 кГц)*	$f_{\text{Б.В}}+(40-44)$	$f_{\text{Б.Н}}-(40-44)$	95,0
АСК-3	40-500	5(но не менее 12 кГц)*	$f_{\text{Б.В}}+(40-52)$	$f_{\text{Б.Н}}-(40-52)$	87,0
АСК-РС	40-300	-	$f_{\text{Б.В}}+(40-48)$	$f_{\text{Б.Н}}-(40-48)$	70,0
	301-500	-	$f_{\text{Б.В}}+(40-48)$	$f_{\text{Б.Н}}-(40-48)$	52,0
ВЧА-СЧ	40-500	-	$f_{\text{Б.В}}+(16-24)$	$f_{\text{Б.Н}}-(16-24)$	44,0
ВЧА-170	40-300	7(но не менее 8 кГц)*	$f_{\text{Б.В}}+(24-28)$	$f_{\text{Б.Н}}-(24-28)$	52,0
	301-500	То же	$f_{\text{Б.В}}+(24-28)$	$f_{\text{Б.Н}}-(24-28)$	44,0
ВЧА-370	40-300	10(но не менее 12 кГц)*	$f_{\text{Б.В}}+(8-20)$	$f_{\text{Б.Н}}-(8-20)$	44,0
	301-500	То же	$f_{\text{Б.В}}+(8-20)$	$f_{\text{Б.Н}}-(8-20)$	39,0
МУ-12	168-602	50 кГц при двухпро- водном выходе. Любой при четырех- проводном выходе	$f_{\text{Б.В}}+(72-120)$ или	$f_{\text{Б.Н}}-(72-120)$ или	87,0
			$f_{\text{Б.В}}+(188-236)$	$f_{\text{Б.Н}}-(188-236)$	
КМК-64 КМК-226	50-160	12**	$f_{\text{Б.В}}+(13,8-15,9)$ (МК-63)	$f_{\text{Б.Н}}-(13,8-15,9)$ (МК-63)	83,0 (МК-63)
	161-260	15**	$f_{\text{Б.В}}+(7-12,5)$ (ВЧ-63)	$f_{\text{Б.Н}}-(7-12,5)$ (ВЧ-63)	70,0 (ВЧ-63)
	261-350	17**			70,0 (МК-63-01)

Тип аппаратуры	Рабочий диапазон частот, кГц	Минимальный разнос частот приемника и передатчика, %	Полоса частот зеркального канала, кГц		Минимальная избирательность приемника по зеркальному каналу, дБ
			$f_{\text{дм1}} > f_{\text{с}}$	$f_{\text{дм1}} < f_{\text{с}}$	
ТСД-70	40-500	10 (но не менее 10 кГц) ^{ЖЖ}	$f_{\text{нес}} + (20 \pm 3)$	-	52,0
ДСГ-68	30-50	-	$f_{\text{нес}} + (20 \pm 3)$	-	52,0
АСМ	50-53	-	900-903	-	70,0
	100-103	-	900-903	-	70,0
	150-153	-	850-853	-	70,0
ВЧТО-М	40-200	5 (но не менее 10 кГц) ^{ЖЖ}	$f_{\text{нес}} + 20$	-	61,0
	201-500	То же	-	$f_{\text{нес}} - 20$	61,0

* От верхнего края нижней полос частот.

ЖЖ Между средними частотами полос или несущими частотами.

ЖЖЖ Между несущими частотами ВЧТО-М или несущей частотой ВЧТО-М и ближайшим краем полосы передатчика другого канала при их параллельном подключении.

Примечание: $f_{\text{дм1}}$ - частота первого демодулятора; $f_{\text{с.в}}$, $f_{\text{с.н}}$ - верхняя и нижняя граничные частоты рабочей полосы приема; $f_{\text{нес}}$ - несущая частота.

разности уровней полезного и мешающего сигналов, обеспечивающие работу ВЧ каналов без взаимных помех:

- на выходе приемника телефонного канала мешающий сигнал должен быть ниже полезного сигнала не менее чем на 35 дБ, а на входе приемника канала телемеханики - не менее чем на 25 дБ;

- уровень мешающего сигнала на выходе ВЧ фильтра приемника аппаратуры УПЗ-70, ПЗЗД, ПЗЗК, АЗВ ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала должен быть ниже уровня порога чувствительности не менее чем на 10 дБ;

- уровень мешающего сигнала на выходе фильтров широкополосной части приемника (до ограничителя амплитуд) ВЧ каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала, противоаварийной автоматики, телесигнализации должен быть ниже уровня порога чувствительности не менее чем на 10 дБ;

- на входе первого преобразователя частоты приемника с двойным преобразованием мешающий сигнал, частота которого находится за пределами полос рабочих частот, может превышать полезный сигнал не более чем на 9,0 дБ (для аппаратуры ВЧТО-М это значение превышения относится к уровню порога ограничения).

1.3.4. В соответствии с методикой выбора частот, принятой в настоящих Руководящих указаниях, разность уровней полезного и мешающего сигналов определяется на входе приемника ВЧ канала для наихудших условий для данного района по гололеду.

1.3.5. Мешающее влияние автоматических искателей повреждений на ВЧ каналы всех назначений, кроме каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики, на смежных ВЛ не учитывается (на ВЛ, не обслуживаемых искателем повреждений). Для этих каналов можно выбирать частоты в полосах, рекомендуемых для искателя повреждений. Полоса частот искателя повреждений и частоты каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики на смежных ВЛ не должны совпадать.

1.3.6. Уровень мешающего сигнала определяется с учетом переходного затухания между ВЧ трактами каналов.

На существующих ВЛ значения переходных затуханий между передатчиком и приемником, подверженным влиянию, рекомендуется определять измерениями.

Для проектируемых ВЛ переходные затухания определяются согласно рекомендациям разд. I.4 и I.5.

I.3.7. Выбор частот для промежуточного усилителя на смежных участках может производиться без смены частот, с инверсией частот приема и передачи или со сдвигом частот.

Без смены частот и с инверсией частот приема и передачи требуется меньшее количество полос частот, чем при усилении со сдвигом частот.

I.3.8*. Возможность применения для промежуточного усилителя частот без их смены на смежных участках (прямое усиление) определяется выражениями:

- для ВЧ каналов по фазным проводам

$$S_{ус} \leq A_{л.б} - 13 - \Delta A_{АРУ} - 10 \lg m \text{ дБ}, \quad (I-17)$$

- где $S_{ус} = P_{пер} - P_{пр}$ - усиление промежуточного усилителя, дБ;
 $P_{пер}$ - уровень передачи сигнала промежуточного усилителя, дБ;
 $P_{пр}$ - расчетный уровень сигнала на входе приемника промежуточного усилителя, дБ; определяется для нормальных погодных условий;
 $A_{л.б}$ - переходное затухание между фазами ВЛ (или тросами ВЛ), к которым подключается промежуточный усилитель, на ближнем конце, дБ; определяется согласно рекомендациям разд. I.5;
 $\Delta A_{АРУ}$ - расчетное значение автоматической регулировки уровня системы АРУ промежуточного усилителя, дБ; принимается равным $A_{зан}$;
 m - количество промежуточных усилителей прямого усиления в канале;

- для ВЧ каналов по грозозащитным тросам

$$S_{ус} \leq A_{л.б} - 13 - \Delta A_{АРУ} \text{ дБ}, \quad (I-17a)$$

I.3.9*. Возможность применения инверсии частот для промежуточного усилителя на смежных участках определяется следующими условиями:

I) переходное затухание с ближнего конца для частот передачи

$$A_{л.д} \geq 26 + \Delta\rho_{пер} + 10 \lg m \quad \text{дБ,} \quad (I-18)$$

где $\Delta\rho_{пер}$ - разность уровней передачи сигналов промежуточного усилителя в противоположных направлениях, дБ. Рекомендуется принимать $\Delta\rho_{пер} \leq 4$ дБ.

Остальные обозначения те же, что и в (I-17);

2) переходное затухание с дальнего конца для частот приема

$$A_{п.д} \geq 26 + \Delta\rho'_{пр} + 10 \lg m \quad \text{дБ,} \quad (I-19)$$

где $\Delta\rho'_{пр} = \Delta\rho_{пр} + \Delta A_{пр}$ - разность уровней приема сигналов со смежных усилительных участков при гололедных образованиях на ВЛ одного из усилительных участков, дБ;

$\Delta\rho_{пр}$ - разность уровней приема сигналов со смежных усилительных участков при нормальных условиях, дБ.

Рекомендуется принимать $\Delta\rho_{пр} \leq 4$ дБ.

Остальные обозначения те же, что и в (I-17).

При определении переходных затуханий, согласно рекомендациям разд. I.5, возможность применения инверсии частот проверяется для наихудших условий, т.е. по выражению (I-19), поскольку переходные затухания принимаются независимыми от частоты.

Применение промежуточных усилителей с инверсией частот на линиях, у которых усилительные участки различаются по затуханию более чем на 4 дБ, не рекомендуется ввиду невозможности эффективного использования усилительной способности аппаратуры. Применение более двух промежуточных усилителей с инверсией частот в одном ВЧ канале по фазным проводам ВЛ не рекомендуется, поскольку многочисленные цепи обратных связей могут послужить причиной нестабильности остаточного затухания и паразитной генерации в канале [Л.5].

В случае применения для промежуточных усилителей сдвига частот значение сдвига определяется так же, как и значение разноса частот между различными каналами в соответствии с разд. I.4 с учетом переходных затуханий.

I.3.10. С целью рационального использования диапазона частот следует повторять частоты ВЧ каналов на равных участках электростанции

ческой сети (включая ВЧ каналы на смежных участках ВЧ), особенно на линиях различного напряжения. Возможность повторения частот проверяется по условию допустимой разности уровней полезного и мешающего сигналов на входе приемника аппаратуры и определяется по рис. I-32 ÷ I-46 для нулевого значения разноса частот. Уровень приема полезного сигнала в этих случаях принимается равным минимальному уровню приема, а уровень мешающего сигнала определяется с учетом затухания ВЧ тракта при нормальных погодных условиях.

I.3.II. При определении необходимого разноса частот между каналами влияние передатчиков каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала на приемники каналов телефонной связи и телемеханики можно не учитывать, так как передача сигналов релейной защиты осуществляется кратковременно во время аварии или при проверках канала.

I.3.I2*. Разнос частот между несущими каналов релейной защиты, противоаварийной автоматики, краем рабочей полосы канала телефонной связи и телемеханики при параллельном включении аппаратуры этих каналов через разделительный фильтр РФ должен быть не менее 10% частоты настройки фильтра. При этом затухание, вносимое фильтром в канал, будет не более 1,0 дБ.

I.3.I3*. Допустимость совместной работы приемника и передатчика, частота которого попадает в полосу зеркального канала приемника (рис. I-47), проверяется по условию:

- для канала телефонной связи

$$P_{\text{меш. макс}} - A_{\text{зерк}} \leq P_{\text{пр. мин}} - 35 \text{ дБ}, \quad (\text{I-20})$$

где $P_{\text{меш. макс}}$ - максимальный уровень мешающего передатчика (дБ), значение которого принимается из табл. I-1 и I-2;

$A_{\text{зерк}}$ - избирательность приемника в полосе зеркального канала (дБ), берящаяся из табл. I-17;

$P_{\text{пр. мин}}$ - минимальный уровень приема ВЧ канала, для которого проверяется условие (I-20);

- для канала телемеханики

$$P_{\text{меш. макс}} - A_{\text{зерк}} \leq P_{\text{пр. мин}} - 25 \text{ дБ}; \quad (\text{I-20a})$$

- для каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала, противоаварийной автоматики, телесигнализации гололедообразования

$$P_{\text{пеш. макс}} - A_{\text{звук}} \leq P_{\text{пч}} - 10 \quad \text{дБ,} \quad (I-206)$$

где $P_{\text{пч}}$ - уровень порога чувствительности приемника по табл. I-3.

Значение $P_{\text{пеш. макс}}$ для передатчиков одноканальных и трехканальных систем принимается равным максимальному уровню передачи, а для передатчиков двенадцатиканальных систем, занимающих полозу 48 кГц, - равным уровню передачи на один канал.

I.3.I4. На протяженных ВЛ 500 и 750 кВ, по которым организуются ВЧ каналы по проводящим тросам с применением двенадцатиканальной системы в спектре частот 36-143 кГц, допускается сокращение количества телефонных каналов этой системы с занятием освободившихся полос частот для организации каналов релейной защиты (или противоаварийной автоматики) по фазным проводам.

Необходимый разнос частот между несущими каналами для релейной защиты и ближайшим телефонным каналом двенадцатиканальной системы определяется по рис. I-41 ÷ I-44. Уровень мешающего сигнала на входе приемника релейной защиты определяется с учетом переходного затухания между линейными трактами согласно рекомендациям разд. I.5.

В указанных случаях необходимо учитывать следующее:

1) не рекомендуется использование для каналов релейной защиты полос, в которых расположены контрольные частоты двенадцатиканальной системы;

2) при организации нескольких ВЧ каналов релейной защиты по фазным проводам (например, для основной и резервных защит) следует стремиться к сокращению у двенадцатиканальной системы каналов обоих направлений передачи и к использованию промежутка между полосами обоих направлений. При этом количество неиспользуемых каналов у двенадцатиканальной системы будет минимальным.

I.4. Определение минимального разноса частот между каналами

I.4.I^{*}. При параллельном подключении нескольких передатчиков к общей фазе (тросу) разнос частот между краями рабочих полос передатчиков должен быть не менее:

Передатчик	Разнос полос частот, %
Мощностью до 10 Вт	10 (но не менее 8 кГц)
УМ-1/12-100 с полосой 4 и 12 кГц	10 (но не менее 10 кГц)
УМ-1/12-100 с полосой 48 кГц	15 (но не менее 30 кГц)

1.4.2*. Значение минимального разнеса частот между полезными и мешающим сигналами для приемников аппаратуры (см. табл. I-1 и I-2) определяется по рис. I-32 + I-46, где Δf соответствует разнесу частот между ближайшими краями полос полезного и мешающего сигналов для однополосной аппаратуры, а также между несущей частотой и ближайшей частотой мешающего сигнала для аппаратуры системы ЧМ и релейной защиты (ТСД-70, ДСГ-68, ПВЗК, ПВЗД, УПЗ-70, АЗВ, ВЧТС-М).

$$\Delta p = p_{пр} - p_{меш}$$

1.4.3. Уровень мешающего сигнала на входе приемника определяется по формуле

$$P_{меш} = P_{меш. макс} - \alpha_{гр} \text{ дБ,} \quad (I-21)$$

где $\alpha_{гр}$ - затухание тракта на частоте мешающего передатчика от места его включения до входа приемника, подверженного влиянию, дБ;

$P_{меш. макс}$ - то же, что в формуле (I-20).

Значение $\alpha_{гр}$ определяется приближенно по формуле

$$\alpha_{гр} = 7,5 + \sum \alpha_{(ф)} \ell + 3,5 m_{отв} + 10 m_{дл} + \sum A_{пр х} \text{ дБ,} \quad (I-22)$$

где 7,5 дБ - затухание элементов ВЧ тракта на передатчем конце и концевые затухания.

Принято:

$$\alpha_3 = 3,0 \text{ дБ; } \alpha_{ф.л} = 1,5 \text{ дБ; } \alpha_{длг} = 0,5 \text{ дБ; } \alpha_k = 2,5 \text{ дБ;}$$

$\sum \alpha_{(ф)} \ell$ - сумма затуханий линейных трактов всех ВЧ на частоте мешающего передатчика, дБ; определяется по рис. I-1 + I-7; I-13 + I-19 в зависимости от класса напряжения ВЛ, расположения фаз и наличия транспозитинг;

3,5 дБ - среднее затухание, вносимое ответвлением;

$m_{отб}$ - количество ответвлений;

10 дБ - среднее затухание, вносимое ВЧ обходом, которое принимается для оценки затухания ВЧ тракта для мешающего сигнала;

$m_{обх}$ - количество обходов;

$\Sigma A_{прх}$ - сумма всех переходных затуханий подстанций, не имеющих ВЧ обходов на частоте мешающего передатчика, дБ; определяется согласно рекомендациям разд. I.5.

Схема ВЧ обхода подстанции учитывается формулой (I-21) как обход в случае, если ВЧ обход выполнен на фазе, одноименной с фазой мешающего передатчика; частота мешающего передатчика расположена в полосе настройки заградителей и фильтров присоединения обхода, в схеме обхода нет разделительных фильтров, заширавших частоту мешающего передатчика.

Если одно из условий, указанных выше, не выполняется, то ВЧ обход не учитывается, а затухание такой подстанцией определяется $A_{прх}$ из формулы (I-22).

Если уровень мешающего сигнала определяется через один участок ВЛ и более (рис. I-48), переходное затухание промежуточных подстанций (например, п/ст.2 на рис. I-48, а и п/ст.1 на рис. I-48, б) рекомендуется учитывать следующим образом:

1) для подстанций, на которых расположен приемник, подверженный влиянию (например, на п/ст.1 рис. I-48, б для мешающих сигналов Прд1 и Прд2 на Прм3), переходное затухание определяется с дальнего конца. При этом заградитель на п/ст.1 со стороны ВЛ2 учитывается в тех случаях, когда он включен в фазу, одноименную с фазой мешающего передатчика, если ВЛ2 симметричная (области частот I по рис. 2-5, 2-6, 2-9 ÷ 2-13), или в среднюю (верхнюю) фазу, если ВЛ2 несимметричная или транспонированная;

2) для промежуточных подстанций (например, п/ст.2 на рис. I-48, а для мешающего сигнала Прд3 на Прм1) переходное затухание учитывается в тех случаях, когда на промежуточной подстанции имеется заградитель, включенный в фазу, одноименную с фазой мешающего передатчика, если ВЛ перед этой подстанцией (ВЛ2) симметричная, или в среднюю (верхнюю) фазу, если ВЛ несимметричная или транспонированная.

При возможности распространения мешающего сигнала по нескольким трактам расчет по формуле (I-21) производится для тракта с наименьшим затуханием.

Формулой (I-21) нужно пользоваться в случаях, когда передатчики мешающего и полезного сигналов расположены на различных подстанциях (например, Прд2 и ПрдI или Прд3 и ПрдI на рис. I-48,а).

При расположении передатчиков на одном объекте полезный и мешающий сигналы распространяются до приемника, подверженного влиянию, по одной и той же ВЛ (см. рис. I-48,б). Поэтому в таких случаях разность уровней полезного и мешающего сигналов Δp или уровень мешающего сигнала $P_{меш}$ можно определять из выражений:

$$\Delta p = A_{л.б} - (P_{меш.макс} - P_{пер}) \quad \text{дБ,} \quad (I-23)$$

где $A_{л.б}$ - переходное затухание между ВЛ на ближнем конце, дБ; определяется согласно рекомендациям разд. I.5;

$P_{меш.макс}$ - то же, что и в формуле (I-20);

$P_{пер}$ - уровень передачи полезного сигнала, дБ; определяется по табл. I-2 и I-3;

$$P_{меш} = P_{меш.макс} - A_{л.б} - \alpha_{(ф)} l \quad \text{дБ,} \quad (I-24)$$

где $\alpha_{(ф)} l$ - линейное затухание на частоте мешающего передатчика до входа приемника, подверженного влиянию, дБ.

I.4.4. При расположении мешающего передатчика и приемника, подверженного влиянию, на одном объекте (например, ПрдI и Прд2 на рис. I-48,а) значения Δp и $P_{меш}$ определяются из выражений:

$$\Delta p = P_{пр.мин} - (P_{меш.макс} - A_{л.б}) \quad \text{дБ;} \quad (I-25)$$

$$P_{меш} = P_{меш.макс} - A_{л.б} \quad \text{дБ.} \quad (I-26)$$

Если для каналов телефонной связи и телемеханики может быть рассчитан уровень приема полезного сигнала $P_{пр}$ при нормальных атмосферных условиях, значение Δp может быть определено по формуле

$$\Delta p = P_{пр} - A_{зап} - (P_{меш.макс} - A_{л.б}) \quad \text{дБ,} \quad (I-27)$$

1.4.5. Возможность размещения рядом полюс мешающего и полезного сигналов каналов на аппаратуре системы ОБИ проверяется по рис. I-32 ÷ I-40, I-45 и I-46 для разброса частот 0,6 кГц.

1.5. Определение переходных затуханий

1.5.1. Расчетные значения переходного затухания между фазами одной ВЛ 35-750 кВ и между фазами разных ВЛ на двухцепных опорах принимаются согласно табл. I-18.

1.5.2^ж. Переходное затухание между фазами разных линий электропередачи, заведенных на общую подстанцию, определяется переходами ВЧ энергии через шины подстанции (электрическая связь) и электромагнитной связью между линиями электропередачи при их параллельном расположении в общем коридоре. Общее значение переходного затухания между ВЛ определяется в зависимости от значений указанных двух переходов в предположении, что фазовые соотношения между составляющими переходов случайны.

1.5.3^ж. Затухание перехода подстанции с ближнего конца для ВЧ трактов со схемой присоединения фаза - земля разных ВЛ одного напряжения, обусловленное электрической связью ($A_{л.δ}$) без смены обрабатываемой фазы, определяется по рис. I-49.

Входное сопротивление подстанции с длиной сборных шин не более 30 м на одну фазу (без учета спусков к оборудованию) в диапазоне частот до 500 кГц приближенно определяется по формуле

$$Z_n = -j \frac{1,59 \cdot 10^8}{f C_n} \text{ Ом,} \quad (I-28)$$

где f - расчетная частота канала, кГц;

$C_n = \sum C$ - сумма эквивалентных емкостей оборудования и сборных шин одной фазы на землю, пФ; определяется по данным табл. I-19.

При отсутствии одного из заградителей значение $A_{л.δ}$, определенное по рис. I-49, уменьшается на 9,0 дБ. При расчете уровня мешающего сигнала на входе приемника канала релейной защиты и противоаварийной автоматики значение $A_{л.δ}$ таких подстанций принимается равным 10 дБ при наличии заградителей на частоте мешающего сигнала.

Т а б л и ц а I-18

Переходные затухания между фазами ВЛ 35-750 кВ

Напря- жение ВЛ, кВ	Переходное затухание, дБ								
	Симметрич- ная ВЛ		Транспонированная ВЛ с одним пиклом транспозиции		Нетранспонированные ВЛ				
	А _{л.б}	А _{л.в}	А _{л.б}	А _{л.в}	А _{л.б}			А _{л.в}	
					I-2	I-3	2-I	I-2 и I-3	2-I
35	18	5	18	5	-	-	-	-	-
110	18	5	18	5	13	18	13	0	5
220	22	5	22	5	18	22	18	0	5
330 и выше	-	-	26	5	22	26	22	0	5

П р и м е ч а н и я:

1. Значение $A_{л.в}$, равное 5 дБ для транспонированных ВЛ и 0 дБ для нетранспонированных ВЛ, дано в диапазоне частот, рекомендуемом для организации ВЧ связи. Вне пределов рекомендуемого диапазона $A_{л.в}$ может принимать значения до 0 дБ для транспонированных ВЛ и до минус 22 дБ для нетранспонированных ВЛ. 2. Графа I-2 - переход с крайней фазы на среднюю фазу; I-3 - переход с одной крайней фазы на другую крайнюю; 2-I - переход со средней фазы на крайнюю.

Если длина сборных или подстанции превышает 30 м, значение $A_{л.б}$ между одноименными фазами не рассчитывается и принимается равным 0 дБ - при отсутствии заградителей, 20 дБ - при наличии заградителя в одной ВЛ, 25 дБ - при наличии заградителей в обеих ВЛ.

Смена обрабатываемой фазы на подстанции увеличивает затухание перехода подстанции с ближнего конца на 9,0 дБ независимо от наличия заградителей.

1.5.4^ж. Затухание перехода подстанции с ближнего конца для линейных трактов со схемой присоединения фаза - земля ВЛ разных классов напряжения определяется суммированием значений, указанных в п.1.5.3, и значений, приведенных в табл. I-20.

1.5.5^ж. Затухание перехода подстанции с дальнего конца для линейных трактов со схемой присоединения фаза - земля ориентировочно определяется из выражения

Таблица I-19

Эквивалентная емкость оборудования подстанции

Тип оборудования	На- пря- же- ние об- мот- ки, кВ	Экви- валент- ная ем- кость, пФ	Тип оборудования	На- пря- же- ние об- мот- ки, кВ	Эквива- лентная емкость, пФ
ТМ-1800/35	37	280	ТФНД-110	110	280
ТМ-5600/35	35	640	ТФНД-220	220	150
ОДГ-10500/110	110	1350	ТФНД-500	500	120
ТМГ-5600/110	110	790	ВМД-35	35	350/190**
ТДТГ-10000/110	110	760	МКД-110М	110	1220/350**
ТДТГ-20000/110	110	630	ВВН-110/800	110	75/-**
ТДТГ-60000/110	112	970	ВВН-220	220	500/-**
ТДНГ-20000/110	112	1040	ВВН-500/2000	500	470/300**
ТДНГ-20000/110	112	1200	РНЗ-35/600	35	140/45**
ОДТГ-30000/220	242	2500**	РНЗ-110М	110	130/23**
	121	1500	Нож РНЗ-110М	110	100
СДТГ-40000/220	242	2680**	РНЗ-220	220	240/200**
	121	2170	РНЗ-500/2000	500	200/50**
ОДТА-138000/220	242	3100	Нож РНЗ-500/2000	500	140
	121	8700	РВС-35	35	50
АТДТН-250000/500	600	2000	РВС-110	110	85
НОМ-35	37	160	РВС-220	220	85
НКБ-110	121	110	РВМК-500	500	200
НКБ-220	220	50	Сборные шины	-	7,5
НКБ-500	500	100	(на I м длины)		
ТФН-35	35	90			

* В диапазоне частот 40-250 кГц.

** Числитель соответствует включенному положению, знаменатель - отключенному.

Т а б л и ц а I-20
Увеличение переходного затухания
для ВЛ разных напряжений

Напряжение первой ВЛ, кВ	Увеличение затухания $\Delta A_{п.б}$ (дБ) при напряжении второй ВЛ, кВ					
	35	110	220	330	500	750
35	0	18	26	44	44	44
110	18	0	18	26	44	44
220	26	18	0	18	26	44
330	44	26	18	0	18	26
500	44	44	26	18	0	18
750	44	44	44	26	18	0

$$A_{п.д} - A_{п.б} \sim 8 \quad \text{дБ, (I-29)}$$

со схемой присоединения фаза - фаза $A_{п.д} \approx A_{п.б}$.

I.5.6^ж. Переходное затухание внутрифазного тракта (провод - провод расщепленной фазы) на аналогичный тракт по другой фазе этой же ВЛ принимается равным 60 дБ на ближнем конце и 50 дБ на дальнем конце.

Переходное затухание внутрифазного тракта на тракт фаза - земля другой фазы той же ВЛ принимается равным 40 дБ на ближнем конце и 30 дБ на дальнем конце. Если переходное затухание определяется на линейные тракты по схеме фаза - земля других ВЛ, то оно определяется суммированием указанных значений и значений переходных затуханий, определенных согласно пп. I.5.3 и I.5.4.

I.5.7^ж. Переходное затухание между линейным трактом по грозозащитным тросам и трактом со схемой присоединения фаза - земля той же ВЛ принимается равным 20 дБ на ближнем конце и 5 дБ на дальнем конце.

Переходное затухание между линейным трактом по грозозащитным тросам и трактом со схемой присоединения фаза - земля других ВЛ определяется суммированием указанных значений и значений переходных затуханий, приведенных в пп. I.5.3 и I.5.4.

1.5.8*. Переходное затухание между линейным трактом трос - земля на аналогичный тракт по второму тросу принимается равным 20 дБ на ближнем конце и 5 дБ на дальнем конце.

1.5.9*. Переходное затухание на ближнем конце между линейными трактами по грозозащитным тросам в пункте промежуточного усиления на трассе ВЛ принимается равным для схем присоединения:

Схема присоединения	Переходное затухание <i>A_{л.б}</i> , дБ
Трос - трос	52
Трос - земля	37
Два троса - земля	32

1.5.10*. Переходное затухание между линейными трактами со схемой присоединения фаза - земля разных ВЛ, обусловленное электромагнитной связью на участке сближения, на ближнем конце определяется по формуле

$$A_{э.л.б} = A_{э.л.б.∞} + \Delta_1 A \quad \text{дБ,} \quad (1-30)$$

где $A_{э.л.б.∞}$ - переходное затухание при бесконечной длине параллельного расположения, дБ; определяется по рис. 1-50;

$\Delta_1 A$ - поправка, учитывающая конечную длину параллельного расположения, дБ; определяется по рис. 1-51.

При параллельном расположении двух ВЛ на длине $l \geq \frac{810}{f}$ км значение $\Delta_1 A$ принимается равным нулю, а при $l \leq \frac{15}{f}$ км электромагнитная связь не учитывается.

В случае, когда две ВЛ имеют косое сближение (рис. 1-52), эквивалентное расстояние между ними определяется по формуле

$$d_{п.с} = \frac{d_{\max} + 2d_{\min}}{3} \quad \text{м,} \quad (1-31)$$

где d_{\max} и d_{\min} - максимальное и минимальное расстояния между осями ВЛ. Расчетная длина косого сближения принимается из условия $d_{\max} = 5d_{\min}$.

Если на одной или обеих ВЛ используется схема присоединения фаза - фаза или сближение двух ВЛ имеет место только на трассе при

удалении от подстанции на расстоянии $l \geq \frac{800}{f}$ км с любой схемой присоединения аппаратуры на этих подстанциях, значение $A_{эм.б}$ ориентировочно принимается на 20 дБ больше определенного по формуле (I-30).

I.5.II*. Суммарное переходное затухание между ВЛ на ближнем конце, обусловленное электрической связью через шины подстанции и электромагнитной связью между ВЛ, определяется по формуле

$$A_{д.б} = A_{л.б} - \Delta_2 A \quad \text{дБ.} \quad (\text{I-32})$$

где $\Delta_2 A$ - поправка, определяемая по рис. I-53 в зависимости от значения $A_{л.б} - A_{эм.б}$ дБ.

I.5.I2. Частотное деление различных частей электроосети можно осуществлять включением ВЧ фильтра в разрез между разделяемыми ВЛ. Одна из возможных схем разделительного ВЧ фильтра приведена на рис. I-54 [Л.6].

Разделительный ВЧ фильтр может быть включен у подстанции или в ячейке отходящей ВЛ, если между ВЛ нет сильной электромагнитной связи. При наличии электромагнитной связи разделительный ВЧ фильтр должен включаться в конце параллельного расположения линий, т.е. в месте, где ВЛ расходятся по разным трассам.

Затухание перехода подстанции с разделительным ВЧ фильтром определяется как сумма затуханий перехода подстанции, определенных согласно пп. I.5.3-I.5.6, I.5.I0, I.5.II, и разделительного фильтра.

I.5.I3. Переходное затухание между линейными трактами, определенное по рекомендациям разд. I.5, должно ограничиваться значениями 65 дБ для схем присоединения фаза - земля, трос - земля, два троса - земля и 85 дБ для схем присоединения фаза - фаза и трос - трос. Это ограничение отсутствует, если определяется переходное затухание с линейных трактов по фазным проводам и тросам на внутрифазный тракт других ВЛ.

I.6. Рекомендации по схемам подключения автоматического локационного искателя повреждений

I.6.I. Генератор импульсов автоматического локационного искателя повреждений "ЛИД" рекомендуется подключать к выделенной фазе по схеме фаза - земля. При невозможности выделения фазы подключение генератора импульсов искателя повреждений можно осуществ-

лять параллельно с аппаратурой ВЧ каналов любого назначения, кроме релейной защиты и противоаварийной автоматики, с ограничением напряжения генерируемых импульсов до 1 кВ (рис. I-55).

I.6.2. Приемник искателя повреждений подключается ко всем трем фазам линии. Высокочастотные загорадители и фильтры присоединения всех трех фаз, к которым подключается искатель повреждений, должны выбираться согласно рекомендациям пп. I.6.3 и I.6.4.

На противоположном конце линии, где искатель повреждений не устанавливается, ВЧ загорадители для искателя повреждений не требуются.

I.6.3. Высокочастотные загорадители должны обеспечивать в полосе рабочих частот искателя повреждений активную составляющую полного сопротивления не менее 350 Ом.

Затухание фильтров присоединения в полосе рабочих частот искателя повреждений не должно превышать 2,5 дБ.

I.6.4. Разделительные фильтры между аппаратурой ВЧ каналов по фазным проводам и искателя повреждений "ЛИДА" устанавливаются в случаях, если длина ВЧ кабеля между этими аппаратами определяется выражением

$$l_{\text{каб}} > \frac{3 \cdot 10^4}{f} \text{ м,} \quad (\text{I-33})$$

где f - максимальная рабочая частота, запираемая разделительным фильтром, кГц.

Затухание, вносимое в ВЧ тракт разделительным фильтром на рабочих частотах, расположенных в полосу пропускания, не должно превышать 1 дБ.

I.6.5. В тех случаях, когда для ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики по проводящим грозозащитным тросам ВЛ необходимо занять частоты в полосе, используемой для искателя повреждений на этой же ВЛ, допускается кратковременное прерывание передачи в канале телефонной связи и телемеханики на время около 0,1 с коммутационным устройством искателя повреждений.

Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЫСКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

2.1. Расчетные условия и последовательность проведения расчетов

2.1.1. Электрические расчеты ВЧ каналов производятся после выбора рабочих частот, поскольку выбор частот осуществляется на основе ориентировочно определенного затухания ВЧ тракта.

Электрические расчеты каналов являются проверочными, т.е. оценивающими правильность предварительно принятых проектных решений с точки зрения обеспечения качества ВЧ каналов.

2.1.2. Если расчет выявляет недопустимость какого-либо значения, принимаются меры по приведению его к норме изменением рабочих частот, изменением схемы подключения ВЧ аппаратуры к ВЛ, перераспределением каналов, заменой типа оконечной и промежуточной аппаратуры, применением усилителей мощности и т.д. После этого производится повторный расчет.

Расчет считается законченным только в том случае, когда полученные значения соответствуют нормам.

2.1.3. Электрический расчет ВЧ каналов производится в такой последовательности:

1) определяется затухание, перекрываемое данным типом ВЧ аппаратуры при работе ее на ВЛ данного напряжения и конструкции. Для каналов с промежуточными усилителями и передатчиками, организуемых по ВЛ с различными уровнями распределенных помех, перекрываемое затухание определяется для каждого усилительного и передаточного участка. Расчет перекрываемого затухания производится в соответствии с разд.1.2. на основании уточненных значений уровней распределенных помех, определяемых по данным разд.2.2;

2) определяется затухание ВЧ тракта канала. Для каналов с промежуточными усилителями и передатчиками затухание определяется для каждого усилительного и передаточного участка. Расчет затухания ВЧ тракта производится в соответствии с разд.2.4.

Расчетное значение затухания ВЧ тракта каждого усилительного и передаточного участков канала сверяется с допустимым значением;

3) для ВЧ каналов, оборудованных промежуточными усилителями с прямым усилением и инверсией частот, отроится диаграмма уровней передачи.

2.1.4. Затухание ВЧ тракта канала определяется для высшей

частоты рабочей полосы канала при использовании систем с передачей в линию одной боковой полосы частот (ОБП) и для несущей частоты для систем ЧМ в каналах релейной защиты.

При организации дуплексных (двусторонних) ВЧ каналов без промежуточных усилителей и с промежуточными усилителями со сдвигом частот расчет затухания ВЧ тракта производится в одном направлении для высшей частоты канала, если нет необходимости в построении диаграммы уровней передачи или оценка неравномерности затухания ВЧ тракта, обусловленной многократными отражениями междуфазной волны.

2.1.5. В случае применения комбинированной аппаратуры для организации ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики расчет ВЧ тракта производится только для канала телефонной связи, поскольку при соответствии ВЧ тракта телефонного канала принятым нормам качественные показатели каналов телемеханики также будут им соответствовать.

2.1.6. При организации каналов телефонной связи и телемеханики на многоканальной аппаратуре расчет производится для одного канала. Если при этом каналы имеют различную протяженность (например, в случае переприема некоторых из них на аппаратуру другого ВЧ канала), расчет ВЧ тракта усилительного участка производится для канала, имеющего наибольшее количество усилительных участков.

2.1.7. Основные исходные материалы для электрических расчетов ВЧ трактов каналов перечислены в разд. I.1.

2.1.8. Параметры аппаратуры ВЧ каналов, необходимые для электрических расчетов, приведены в табл. I-2, I-3, I-7 ÷ I-14.

При выполнении электрических расчетов ВЧ каналов необходимо соблюдать следующее: длина ВМ и ВЧ кабелей определяется с точностью до 5%, значение затуханий междуфазной волны, ВЧ кабелей, разделительных фильтров, фильтров присоединения определяется с точностью до 0,5 дБ.

При определении затухания, перекрываемого аппаратурой, в минимального уровня приема в канале все значения, входящие в расчет, и конечный результат определяются с точностью до 0,5 дБ.

2.2. Определение высокочастотных помех от короны на фазных проводах ВЛ

2.2.1. Средний уровень распределенных помех в полосе I кГц на фазных проводах ВЛ 35-500 кВ в районах с малой загрязненностью

атмосферы определяется для номинального напряжения на средней фазе по формуле

$$P_{ном} = -75 + 63,5 \frac{E}{\delta E_0} \text{ дБ}, \quad (2-1)$$

где $E = 0,0147(1 + k \frac{r_{пр}}{a}) \frac{CU_L}{\pi r_{пр}}$ или принимается по данным проекта ВЛ для номинального напряжения.

$E_0 = 24,8 + \frac{7,43}{\sqrt{r_{пр}}}$ или определяется по данным табл.2-1;

$\delta = 1 - 0,0875 H'$ - относительная плотность воздуха. При высоте трассы ВЛ над уровнем моря до 1 км значение δ принимается равным единице;

H - высота трассы ВЛ над уровнем моря, км;

a - расстояние между проводами расщепленной фазы, см;

$r_{пр}$ - радиус провода, см (приведен в табл.2-1);

m - количество проводов в расщепленной фазе;

C - рабочая емкость фазы ВЛ, пФ/м;

U_L - линейное напряжение ВЛ (номинальное), кВ;

k - коэффициент, равный 0; 2 и 3,5 соответственно для одного, двух и трех проводов в расщепленной фазе.

Рабочая емкость средней фазы принимается согласно проекту ВЛ. Для ВЛ с горизонтально расположенными фазами при расстоянии между ними S_{12} см рабочую емкость можно определить по формуле

$$C = \frac{66,8}{\ln \frac{1,25 \cdot S_{12}}{\sqrt{r_{пр} a^{m-1}}}} - 1,2 \text{ пФ/м}.$$

На рис.2-1 приведена рассчитанная по (2-1) зависимость

$$P_{ном} \approx 9 \left(\frac{E}{\delta E_0} \right).$$

2.2.2. Для районов с повышенной загрязненностью атмосферы уровень помех, определенный по (2-1), рекомендуется увеличивать на 9 дБ для ВЛ с одиночными проводами в фазе и на 5 дБ для ВЛ с расщепленными фазами.

2.2.3. Уровень распределенных помех в любой полосе Δf кГц, отличной от 1 кГц, определяется по формуле

$$P_{ном \Delta f} = P_{ном} + 10 \lg \Delta f \text{ дБ}. \quad (2-2)$$

На частотах выше 100 кГц уровень помех может быть уменьшен на

Параметры линейных проводов

Марка провода	Ео кВ/см	Радиус провода, см	Марка провода	Ео кВ/см	Радиус провода, см
АС-70/11	34,68	0,565	АС-240/56	31,82	1,120
АС-70/72	33,27	0,770	АС-300/39	31,58	1,200
АС-95/15	33,84	0,675	АС-300/48	31,57	1,205
АС-95/16	33,84	0,675	АС-300/66	31,51	1,225
АС-95/141	32,27	0,990	АС-300/204	30,95	1,460
АС-120/19	33,32	0,760	АС-330/27	31,63	1,220
АС-120/27	33,24	0,775	АС-330/43	31,42	1,260
АС-120/24	32,84	0,855	АС-400/22	31,24	1,330
АС-120/34	32,74	0,875	АС-400/51	31,14	1,375
АС-185/24	32,44	0,945	АС-400/64	31,11	1,385
АС-185/29	32,46	0,940	АС-400/93	30,96	1,455
АС-185/43	32,31	0,980	АС-500/64	30,81	1,530
АС-185/128	31,71	1,155	АС-500/336	30,23	1,875
АС-240/32	31,95	1,080	АС-600/72	30,57	1,660
АС-240/39	31,95	1,080	АС-700/66	30,32	1,810

$$\Delta r_{\text{пом}} = 9,6 (\lg 0,01f)^2 \text{ дБ.} \quad (2-3)$$

2.2.4. Если ВЧ тракт организован с обходом на ВЛ разных классов напряжения, то уровень помех на выходе тракта со стороны ВЛ более низкого напряжения определяется по формуле

$$R_{\text{пом}} = R_{\text{пом.нн}} + \Delta r_{\text{пом}} \text{ дБ.} \quad (2-4)$$

где $\Delta r_{\text{пом}} = 10 \lg (1 + 10^{\alpha_{\text{тр}}} (R_{\text{пом.вн}} - R_{\text{пом.нн}} - \alpha_{\text{тр}}))$; (2-5)

$R_{\text{пом.нн}}$ - уровень помех на ВЛ низшего напряжения;

$R_{\text{пом.вн}}$ - то же высшего напряжения;

$\alpha_{\text{тр}}$ - затухание участка ВЧ тракта между точкой определения помех и ВЛ высшего напряжения, дБ.

Построенная по (2-5) зависимость $\Delta r_{\text{пом}} = f(R_{\text{пом.вн}} - R_{\text{пом.нн}} - \alpha_{\text{тр}})$ приведена на рис. 2-2.

2.2.5^в. Суммирование помех в каналах с промежуточными усилителями и передатчиками учитывается поправкой $\Delta r_{\text{прям}}$ по формуле (1-5). Расчет значения $\Delta r_{\text{прям}}$ выполняется без учета усилительных

и переприемных участков, для которых разность уровней сигнала и распределенной помехи на входе приемника $P_{к.с/п}$ соответствует выражению

$$P_{к.с/п} \geq P_{мин.с/п} + 10 \text{ дБ},$$

где $P_{мин.с/п}$ - минимальная разность уровней сигнала и распределенной помехи усилительного или переприемного участка канала, с которым сравниваются значения $P_{к.с/п}$ других участков, дБ.

Поправкой $\Delta P_{прям}$ не учитываются переприемы на кабели воздушных, кабельных и радиорелейных линий связи.

2.3*. Расчет затухания элементов высокочастотного тракта канала

Линия электропередачи

2.3.1. Затухание линейного тракта определяется в зависимости от напряжения ВЛ, расположения фаз, наличия транспозиций и схемы присоединения ВЧ аппаратуры к ВЛ.

Формулы для расчета затухания линейного тракта α_L приведены в табл.2-2.

В формулах (2-6), (2-8), (2-10), (2-11) табл.2-2 членом $\Delta \alpha_{(0)}$ учитывается влияние земляной волны на ВЛ короче 20 км.

Схему присоединения аппаратуры ВЧ каналов крайняя фаза - земля на одном конце и средняя фаза - земля на втором конце не-транспонированных ВЛ [табл.2-2, формула (2-14)] рекомендуется применять в тех случаях, когда невозможно использовать схему присоединения к одному проводу на обоих концах. Для такой схемы аппаратура обработки в крайней и средней фазах на обоих концах ВЛ должна быть настроена на частоты рассчитываемого канала.

2.3.2. Если на транспонированных ВЛ по схеме рис.2-4,б кроме транспозиций выполняются скрутки вблизи подстанции для фазировки проводов ВЛ на расстоянии $l \leq 900/f$ км (где f - в кГц), то их влияние на затухание α_L не учитывается.

Расчет затухания линейного тракта по ВЛ 330-500 кВ, имеющим схему транспозиции с количеством транспозиционных опор более двух, а также по ВЛ 750 кВ рекомендуется выполнять на ЭВМ.

Формулы для расчета загужания линейного тракта

Напряжение ВЛ, кВ; расположение фаз; транспозиция фаз	Схема присоединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
35; любое	Фаза - земля	$\alpha_{\text{л}} = \alpha_{(\varphi)} \ell + a_{\text{к}} + \Delta a_{(0)}$ (2-6)	18-500
	Фаза - фаза	$\alpha_{\text{л}} = \alpha_{(\varphi)} \ell$ (2-7) $\alpha_{(\varphi)}$ - по рис. 1-1 $a_{\text{к}}$ - по табл. I-6 $\Delta a_{(0)}$ - по рис. 2-3 ℓ - длина ВЛ, км	18-500
110-500; горизонтальное по рис. 2-4, а; не транспозиционные	Средняя фаза - земля	$\alpha_{\text{л}} = \alpha_{(1)} \ell + a_{\text{к}} + \Delta a_{(0)}$ (2-8) $\alpha_{(1)}$ - по рис. I-2 и I-5 $a_{\text{к}}$ - по табл. I-6 $\Delta a_{(0)}$ - по рис. 2-3 ℓ - длина ВЛ, км	40-500
110-330; треугольное по рис. 2-4 + 4, а; не транспозиционные	Верхняя фаза - земля	По формуле (2-8) $\alpha_{(\varphi)}$ - по рис. I-3; I-6 и I-7 $a_{\text{к}}$ - по табл. I-6 $\Delta a_{(0)}$ - по рис. 2-3 ℓ - длина ВЛ, км	40-500

Напряжение В, кВ; расположение фаз; транспонирование фаз	Схема соединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
110, 220; горизонтальное по рис.2-4,а, нетранспонирование	Крайняя фаза - земля	По формуле (2-6) $\alpha_{(1)}$ - по рис.1-8, 1-9 a_K - по табл.1-6 $\Delta a_{(0)}$ - по рис.2-3 l - длина ВЛ, км	Область частот I по рис.2-5,2-6
110, 220; треугольное и вертикальное по рис.2-4,а; нетранспонирование	Нижняя фаза - земля	По формуле (2-6) $\alpha_{(0)}$ - по рис.1-10 ÷ 1-12 a_K - по табл.1-6 $\Delta a_{(0)}$ - по рис.2-3 l - длина ВЛ, км	Область частот I по рис.2-9, 2-10, 2-12, 2-13
110, 220; любое; транспонирование многократно	Фаза - земля	По формуле (2-6)	40-500
	Фаза - фаза	По формуле (2-7) $\alpha_{(0)}$ - по рис.1-8 ÷ 1-12	40-500
110-330; вертикальное по рис. 2-4,а; нетранспонирование	Фаза 1 - фаза 2, фаза 1 - фаза 4, фаза 4 - фаза 5	$a_n = \alpha_{(1)} l$ (2-9)	40-500
	Фаза 1 - земля, фаза 4 - земля	$a_n = \alpha_{(1)} l + a_K + \Delta a_{(0)} + 2$ (2-10)	40-500

Фаза 2 - земля Фаза 5 - земля		$a_n = \alpha_{(1)} \ell + a_K + \Delta a_{(0)} + 3 \quad (2-11)$	40-500
Фаза 3 - земля Фаза 6 - земля		$a_n = \alpha_{(ф.э)} \ell + a_K \quad (2-12)$	Область частот 2 по рис. 2-14
		$a_n = \alpha_{(1)} \ell + a_K + 11 \quad (2-13)$ <p> $\alpha_{(1)}$ - по рис. 1-13, 1-14 $\alpha_{(ф.э)}$ - по рис. 2-15 a_K - по табл. 1-6 $\Delta a_{(0)}$ - по рис. 2-3 ℓ - длина ВЛ, км </p>	Область частот 4 по рис. 2-13, 2-14
ИТС-500; горизонтальное по рис. 2-4, а; нетранспортируемые	Крайняя фаза - земля на одном конце и средняя фаза - земля на другом конце	$a_n = \alpha_{(1)} \ell + a_K + 6 \quad (2-14)$	40-500
Крайняя фаза - земля		$a_n = a_{ф.э} + a_K \quad (2-15)$ $a_{ф.э} = \left \frac{D}{e^{a_1} + D_1 e^{-a_1} / k_2} \right \quad (2-16)$	Области частот 2, 3 по рис. 2-5, 2-6
		$a_n = \alpha_{(1)} \ell + a_K + 12 \quad (2-17)$	Область частот 4 по рис. 2-6 + 2-8

Напряжение ВЛ, кВ; расположение фаз, транспозиция фаз	Схема трансформации	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
		$\alpha_1 = 0,115 \alpha_1 \ell$ $\alpha_2 = 0,115 \alpha_2 \ell$ $\delta_2 = \Delta_{(2)} f \ell$ $D, D_1 - \text{ по рис. 2-3}$ $\alpha_{(1)} - \text{ по рис. 1-2 } \div \text{ 1-5}$ $\alpha_{(2)} - \text{ по рис. 2-15 } \div \text{ 2-19}$ $\Delta_{(2)} - \text{ по табл. 2-4 или рис. 2-21, 2-22}$ $\alpha_K - \text{ по табл. 1-5}$ $\ell - \text{ длина ВЛ, км}$	
110-500; горизонтальное и треугольное по рис. 2-4, а; нетранспонированные	Фаза I - фаза 2	$\alpha_L = \alpha_{ф.з}$ $\alpha_{ф.з} - \text{ по формуле (2-16)}$	40-500
220; 330; треугольное по рис. 2-4, а; нетранспонированные	Фаза I - земля	$\alpha_L = \alpha_{(1)} \ell + \alpha_K + 9,5 \quad (2-18)$	Область частот 4 по рис. 2-10, 2-11
	Нижняя фаза - земля по схемам табл. 2-3	По формулам (2-15), (2-16)	Области частот 2, 3 по рис. 2-10, 2-11
	Фаза 2 - фаза 3, фаза 1 - фаза 3	$\alpha_L = \alpha_{ф.з}$	Область частот 2 по рис. 2-10, 2-11

		$a_{ф.э}$ - по формуле (2-16) $\alpha_1 = C, II5 \alpha_{(1)} \ell$ $\alpha_2 = 0, II5 \alpha_{(2)} \ell$ $\delta_2 = \Delta_{(2)} f \ell$ A, B - по табл. 2-3 $\alpha_{(1)}$ - по рис. I-3, I-7 $\alpha_{(2)}$ - по рис. 2-20 $\Delta_{(2)}$ - по табл. 2-4 или рис. 2-21, б α_K - по табл. I-6 ℓ - длина ВЛ, км	
IIО-500; горизонтальное по рис. 2-4, а; два транспози- ционных опоры по рис. 2-4, б	Фаза В - земля на одном конце и фаза А - земли на дру- гом конце	По формуле (2-15), в которой $a_{ф.э} = \alpha_{(1)} [\ell_1 + \ell_2] + \delta$	40-500
	Фаза С - земля	По формуле (2-15), в которой $a_{ф.э} = 20 \lg \left \frac{10}{-1,45 e^{-(a_1 + a_2)} + 4,15 e^{-(a_1 + \delta_2)} + 3,7 e^{-(a_2 + \delta_1)} + 3,6 e^{-(\delta_1 + \delta_2)}} \right $	Области частот I, 2, 3 по рис. 2-5, 2-6, 2-7, а; 2-8, а без разрывов между областями. $\ell = \frac{\ell_1 + \ell_2}{2}$
	Фаза А - земля	По формуле (2-15), в которой $a_{ф.э} = 20 \lg \left \frac{10}{2,8 e^{-(a_1 + a_2)} + 7,2 e^{-(a_2 + \delta_1)}} \right $	Области частот I, 2 по рис. 2-5, 2-6, 2-7, а; 2-8, а; $\ell = \ell_1$

Напряжение ВЛ, кВ; расположение фаз; транспозиция фаз	Схема при- соединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
	Фаза В - земля	По формуле (2-15), в которой $\alpha_{ф.э} = 20 \lg \left \frac{10}{2,8e^{-(\alpha_1 + \alpha_2)} + 7,2e^{-(\alpha_1 + \beta_2)}} \right $	То же $\ell = \ell_2$
	Фаза А - фаза С	По формуле (2-15), в которой $\alpha_{ф.э} = 20 \lg \left \frac{10}{7,6e^{-(\alpha_2 + \beta_1)} + 2,4e^{-(\beta_1 + \beta_2)}} \right $	40-500
	Фаза В - фаза О	По формуле (2-15), в которой $\alpha_{л} = 20 \lg \left \frac{10}{7,6e^{-(\alpha_1 + \beta_2)} + 2,4e^{-(\beta_1 + \beta_2)}} \right $ $\alpha_{к}$ - по табл. I-6 $\alpha_1 = 0,115 \alpha_{(1)} \ell_1$ $\alpha_2 = 0,115 \alpha_{(1)} \ell_2$ $\beta_1 = (0,115 \alpha_{(2)} + j \Delta_{(2)} f) \ell_1$ $\beta_2 = (0,115 \alpha_{(2)} + j \Delta_{(2)} f) \ell_2$ $\alpha_{(1)}$ - по рис. I-2 и I-5 $\alpha_{(2)}$ - по рис. 2-16 и 2-19 $\Delta_{(2)}$ - по табл. 2-4 или рис. 2-21, 2-22 ℓ_1, ℓ_2 - длина участков ВЛ, км	40-500
220; горизонтальное по рис. 2-4,а; транспонирован- ные по рис. 2-4,б	Фаза - земля	По формуле (2-12) $\alpha_{(ф.э)}$ - по рис. I-15 $\alpha_{к}$ - по табл. I-6 ℓ - длина ВЛ, км	Не выше значения по рис. I-15

220, 330;
треугольное по рис.
2-4, а; транспонирован-
ные по рис. 2-4, б

Фаза - земля

По формуле (2-12)

$$\alpha_{(ф.э)} \text{ по рис. I-18, I-19}$$

$$\alpha_k \text{ - по табл. I-6}$$

$$l \text{ - длина ВЛ, км}$$

Не выше
значения
по рис.
I-18, I-19

330, 500;
горизонтальное по рис.
2-4, а; транспонирован-
ные по рис. 2-4, б

Фаза А -
земля

По формуле (2-12)

Области
частот
1, 2, 3 по
рис. 2-7, б;
2-8, б

Фаза В -
земля

По формуле (2-15), в которой

$$\alpha_{ф.э} = \alpha_{(1)} l + 18$$

Область
частот 5
по рис. 2-7, б;
2-8, б

Фаза С -
земля

По формуле (2-12)

Области
частот 1, 2
по рис. 2-7, б;
2-8, б

По формуле (2-15), в которой

$$\alpha_{ф.э} = \alpha_{(1)} l + 24$$

Области
частот 4, 5 по
рис. 2-7, б;
2-8, б

Фаза А -
земля на од-
ном конце и
фаза В - зем-
ля на другом
конце

По формуле (2-15), в которой

$$\alpha_{ф.э} = 20lg \left| \frac{4}{e^{-3a} - 3e^{-(2a+b)}} \right|$$

Области
частот 2, 3 по
рис. 2-7, б;
2-8, б

По формуле (2-15), в которой

$$\alpha_{ф.э} = \alpha_{(1)} l + 12$$

Области частот
4, 5 по рис.
2-7, б; 2-8, б

Фаза А -
фаза В

$$\alpha_l = \alpha_{(ф.э)} l$$

Области
частот 1, 2,
3 по рис.
2-7, б; 2-8, б

По формуле (2-15), в которой

$$\alpha_{ф.э} = \alpha_{(1)} l + 15$$

Область
частот 5
по рис.
2-7, б; 2-8, б

$$\alpha_{(1)} \text{ - по рис. I-4, I-5}$$

Напряжение ВЛ, кВ; расположение фаз; транспозиция фаз	Схема присоеди- нения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
		$\alpha_{(2)}$ по рис. I-16, I-17 $a = 0,115 \alpha_{(1)} \ell_T$ $b = (0,115 \alpha_{(2)} + \Delta_{(2)} f) \ell_T$ $\alpha_{(2)}$ - по рис. 2-18, 2-19 $\Delta_{(2)}$ - по рис. 2-21, 2-22 a_K - по табл. I-6 ℓ_T - длина шага транспозиции, км ℓ - длина ВЛ, км	-
330; 500; любое	Провод - провод расщеплен- ной фазы	По формула (2-7) $\alpha_{(1)}$ - по рис. I-20 ℓ - длина ВЛ, км	36-602
500; 750; любое	Трос - земля два троса - земля	$a_L = \alpha_{(1)} \ell + a_K + a_{\text{трансп. ВЛ}}$ (2-19)	36-340; 420-600
	Трос - трос	$a_L = \alpha_{(1)} \ell + a_K + a_{\text{трансп. т}} +$ $+ a_{\text{трансп. ВЛ}}$ (2-19а) $\alpha_{(1)}$ - по рис. I-21 a_K - по табл. I-6 $a_{\text{трансп. т}}$ - по табл. I-6 $a_{\text{трансп. ВЛ}}$ - по табл. I-6 ℓ - длина усилительного участка, км	36-340; 420-600

* Границы областей частот 2 и 3 неграциозированных ВЛ и границы частотного диапазона I;2 и 3 транспонированных ВЛ, в которых допустима работа ВЛ каналов, определены для удельного сопротивления земли на высоких частотах $\rho_z = 200$ Ом·м. Если значение $\rho_z < 200$ Ом·м, то частотный диапазон может быть расширен и определен по формулам (3-4), (3-5), (3-14), (3-15), в которых значения Δ_K определяются по [Л.4] для ВЛ 110 и 220 кВ и по рис. 2-21, 2-22 для ВЛ 330 и 500 кВ.

Заградители, шунтирующие сопротивления,
фильтры присоединения, ВЧ кабели,
разделительные фильтры

2.3.3. Затухание, вносимое заградителем, включенным на конце линейного тракта, определяется по формулам:

- для схемы присоединения фаза - земля

$$\alpha_z = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{\text{фл}} Z_n}{(Z_{\text{фл}} + Z_n) 2Z_z} \right| \quad \text{дБ}; \quad (2-20)$$

- для схемы присоединения фаза - фаза

$$\alpha_z = 20 \lg \left| 1 + \frac{2Z_{\text{фл}} Z_n}{(2Z_{\text{фл}} + Z_n) 2Z_z} \right| \quad \text{дБ}, \quad (2-21)$$

где $Z_{\text{фл}}$ - характеристическое сопротивление однофазного фильтра присоединения со стороны линии, Ом; определяется по табл. I-10 ÷ I-14;

Z_z - запирающее сопротивление заградителя, Ом; определяется по табл. I-7 ÷ I-9;

Z_n - входное сопротивление линейного тракта для принятой схемы присоединения, Ом; принимается равным:

Напряжение ВЛ, кВ	Z_n (Ом) для схемы присоединения фаза - земля	Z_n (Ом) для схемы присоединения фаза - фаза
35-220	450	760
330	330	560
500	310	525
750	280	475

Затухание, вносимое заградителем без элемента настройки, используемого для внутрифазового тракта (по проводам расщепленной фазы), определяется по формуле

$$\alpha_z = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{Z_{\text{фл}} Z_n}{Z_{\text{фл}} + Z_n} \right)^2 \frac{1}{K_z^2} \right] \quad \text{дБ}, \quad (2-22)$$

где Z_n - входное сопротивление внутрифазового тракта; принимается равным 420 Ом при расстоянии между проводами расщеплен-

ной фазы 40 см и 470 Ом при расстоянии между проводами 60 см;

$Z_{\text{фл}}$ - характеристическое сопротивление фильтра присоединения со стороны линии, Ом;

$X_z = 6,28 f L$ - реактивное сопротивление заградителей, включенных между проводами, Ом;

L - индуктивность заградителя, Г.

Т а б л и ц а 2-3

Расчетные значения коэффициентов D и D_1
для нетранспонированных ВЛ

Расположение фаз	Присоединение к фазам		D	D_1
	на передающем конце	на приемном конце		
Горизонтальное	I-2	I-2	1,35	0,35
	I - земля	I - земля	4	3
	I - земля	Э - земля	4	-3
Треугольное	I-2	I-2	I, II	0, II
	2-3	2-3	I, 8	0, 8
	I-3	I-3	23	22
	I - земля	I - земля	3	2
	Э - земля	Э - земля	15	14
	I - земля	Э - земля	6,5	-5,0

Т а б л и ц а 2-4

Расчетные значения разность фазовых скоростей второго и первого волновых каналов $\Delta_{(2)}$

Расположение фаз	Напряжение ВЛ, кВ	$\Delta_{(2)}$, град/км
Горизонтальное	110	$0,5 \cdot 10^{-2}$
	220	$1,2 \cdot 10^{-2}$
	330	По рис.2-21,а
	500	По рис.2-22
Треугольное	110	$0,3 \cdot 10^{-2}$
	220	$0,6 \cdot 10^{-2}$
	330	По рис.2-21,б

Подставив в формулу (2-22) вместо α_z выражение входного сопротивления заградительной петли, используемой для внутриканальных трактов, можно определить вносимое ею затухание

$$\alpha_z = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{Z_{\varphi, n}}{Z_{\varphi, n} + Z_n} \right)^2 \operatorname{ctg}^2 \frac{\pi}{2} \frac{f}{f_0} \right] \text{ дБ,} \quad (2-22a)$$

где

f — расчетная частота канала, кГц;
 $f_0 = \frac{f_n + f_8}{2}$ — резонансная частота заградительной петли, кГц;
 f_n, f_8 — нижняя и верхняя границы полосы заграждения петли, кГц.

Примечания:

1. Полоса заграждения петли Δf_n находится в пределах, в которых вносимое ею затухание в ВЧ тракте $\alpha_z \leq 3$ дБ. Практически можно использовать две полосы заграждения петли:

$$\Delta f_{n1} = (0,3 - 1,7) f_0 \quad \text{и} \quad \Delta f_{n2} = (2,3 - 3,7) f_0 \quad \text{кГц.}$$

2. Длина заградительной петли

$$l_n = 75 / f_0 \quad \text{км.}$$

Зависимости α_z от $Z_{\varphi, n}$, рассчитанные по формулам (2-20) и (2-22a), приведены на рис. 2-23 и 2-24.

2.3.4. Затухание, вносимое параллельно включенным сопротивлением (шунтом), $Z_{ш}$, определяется по паспортным данным (например, ВЧ аппаратура других каналов) или по формуле

$$\alpha_{ш} = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_n Z_n}{Z_{ш} (Z_n + Z_2)} \right| \text{ дБ,} \quad (2-23)$$

где Z_n — сопротивление нагрузки, параллельно которой включается шунтирующее сопротивление, Ом;

Z_2 — внутреннее сопротивление эквивалентного генератора, к которому подключено сопротивление нагрузки, Ом.

Затухание, вносимое ВЧ аппаратурой других каналов, согласно паспортным данным, не превышает 1,0 дБ при допустимом разное частот (см. I.3).

Затухание, вносимое ВЧ кабелями параллельных ВЧ трактов каналов, организованных по радиально-лучевой схеме, определяется по формуле

$$\alpha_{рад} = 10 \lg m \quad \text{дБ}, \quad (2-24)$$

где m — количество лучей (направлений).

При реактивном сопротивлении шунта и согласованных значениях сопротивлений нагрузки и эквивалентного генератора формула (2-23) примет вид

$$\alpha_{ш} = 10 \lg \left(1 + \frac{R_g^2}{4X_{ш}^2} \right) \quad \text{дБ}, \quad (2-25)$$

где $X_{ш} = \omega L$ или $\frac{1}{\omega C}$ Ом.

На рис. 2-25 приведена зависимость затухания, вносимого короткой кабельной вставкой в ВЛ 35 кВ, от частоты и длины вставки, рассчитанная по формуле (2-25) в предположении, что емкость жилы кабеля на землю составляет 0,035 мкФ/км.

Схемы присоединения ВЧ аппаратуры к фазным проводам ВЛ приведены на рис. 2-26.

Для ВЧ трактов по грозозащитным тросам, заземляемым через ВЧ дроссель (рис. 2-27), затухание, вносимое ВЧ дросселем, можно определять по формуле (2-22), в которой вместо X_2 подставляется $X_{ш}$. Входное сопротивление $Z_{в}$ принимается равным 500 Ом для схем присоединения по рис. 2-27, а, б, в, д) и 250 Ом для схем присоединения по рис. 2-27, б.

Для ВЧ дросселя из модернизированной силовой катушки заградителя ВЗ-1000-0,6 значения $\alpha_{ш}$, рассчитанные по (2-22), приведены в табл. 2-5.

Шунтирующим сопротивлением является аппаратура уплотнения на прямоугольной подстанции, включенная параллельно ВЧ обходу. Затухание, вносимое этой аппаратурой в тракт сквозного канала, определяется по формуле (2-23). Если параллельно ВЧ обходу подключена аппаратура других каналов, то затухание, вносимое этой аппаратурой, не превышает 1,0 дБ.

Аппаратура уплотнения, настроенная на частоты рассчитываемого канала, вносит в тракт сквозного канала затухание 3,5 дБ. При необ-

Таблица 2-5

Параметры ВЧ дросселя из реактора-заградителя ВЗ-1000-0,6
и расчетные значения заглушения, вносимого им в линейный
тракт по грозозащитным тросам

f кГц	30	60	100	130	165	200	250	300	350	400	450	500	550	620
$L_{\text{экв}}$ мГ	2,2	2,66	4,3	3,54	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$C_{\text{экв}}$ пФ	-	-	-	-	-	444	534	566	684	766	770	890	970	704
$\alpha_{\text{ш}}$ дБ	1	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	1	1	1,5	1

ходимости это затухание может быть уменьшено включением Г-образного удлинителя, как показано на рис.2-28. Сопротивления резисторов рекомендуется принимать равными $R_1 = R_2 = 200 \text{ Ом}$. При этом аппаратура уплотнения вносит в сквозной ВЧ тракт затухание 1,5 дБ, а расчетное затухание участка между оконечной аппаратурой и параллельно подключенной на обходе вычисляется с учетом затухания 9 дБ, вносимого Г-образным удлинителем. Нерекондуемая схема включения аппаратуры на обходе приведена на рис.2-29.

2.3.5. Затухание фильтра присоединения определяется по паспортным данным, приведенным в табл. I-10 - I-14. При использовании двух однофазных фильтров присоединения для схемы присоединения фаза - фаза затухание обоих фильтров принимается равным затуханию одного фильтра присоединения.

Если значение затухания фильтра присоединения неизвестно, его можно определить по формуле

$$\alpha_{ф.п} = 0,5 + 20 \lg \left| \frac{Z_{ф.п} + Z_{л}}{2\sqrt{Z_{ф.п} Z_{л}}} \right| \text{ дБ.} \quad (2-26)$$

2.3.6. Затухание устройства присоединения с антенной связью при использовании участка грозозащитного троса ВЧ длиной, равной четверти длины волны (рис.2-30,а), принимается ориентировочно 20 дБ.

Более точно затухание антенной связи может быть рассчитано по [Л.7].

2.3.7. Затухание ВЧ кабеля определяется по формуле

$$\alpha_{каб} = \alpha_{каб} \ell \text{ дБ,} \quad (2-27)$$

где $\alpha_{каб}$ - километлическое затухание ВЧ кабеля на расчетной частоте, дБ/км; определяется по рис.2-31;

ℓ - длина ВЧ кабеля, км.

Для схем присоединения фаза - фаза, трос - трос, два троса - земля, провод - провод расщепленной фазы с применением двух однофазных фильтров присоединения и двух коаксиальных ВЧ кабелей затухание ВЧ кабеля определяется по формуле (2-27), в которую подставляется длина одного кабеля, т.е. длина троссы кабеля.

2.3.3. Затухание разделительного фильтра в полосе пропускания определяется по паспортным данным. Стандартный разделительный фильтр РФ вносит затухание не более 1,0 дБ для частот, расположенных не ближе 10% от частоты настройки (запирания) фильтра.

Применение разделительных фильтров обязательно в тех случаях, когда параллельно с аппаратурой ВЧ канала релейной защиты или противоаварийной автоматики подключается аппаратура каналов телефонной связи и телемеханики. Разделительный фильтр включается в разрез ВЧ кабеля, отходящего к аппаратуре телефонной связи вблизи ВЧ аппаратуры релейной защиты (рис.2-32).

Затухание, вносимое разделительным фильтром в ВЧ тракт канала релейной защиты, рассчитывается в предположении, что входные цепи аппаратуры телефонной связи закорочены.

В таком режиме затухание, вносимое разделительным фильтром РФ в ВЧ тракт канала релейной защиты, будет не более 1,0 дБ.

Для разделительного фильтра другого типа вносимое им затухание в ВЧ тракт канала релейной защиты из-за шунтирующего действия разделительного фильтра можно определить по формуле

$$\alpha_{р.ф} = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{вх.пп}}{2Z_{р.ф}} \right| \quad \text{дБ.} \quad (2-28)$$

где $Z_{вх.пп}$ - входное сопротивление приемопередатчика релейной защиты или противоаварийной автоматики, Ом;

$Z_{р.ф}$ - сопротивление разделительного фильтра на частоте канала релейной защиты (противоаварийной автоматики), Ом.

Рекомендуется применять разделительные фильтры, у которых значение $\alpha_{р.ф}$ не более 1,0 дБ.

Разделительные фильтры рекомендуется применять также в тех случаях, когда параллельно включается аппаратура ВЧ каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики (см.рис.2-32). Затухание, вносимое разделительным фильтром РФ, включенным в разрез ВЧ кабеля рассчитываемого канала, будет не более 1,0 дБ. При такой схеме включения разделительных фильтров затухание, вносимое в рассчитываемый канал релейной защиты или противоаварийной автоматики параллельно включенной аппаратурой других каналов, можно определить по формуле (2-23) с учетом сопротивления разделительных фильтров.

Ответвления

2.3.9. В расчетах затухания ВЧ трактов принимается максимальное значение затухания, вносимого ответвлением, которое может иметь место для принятых схем присоединения ВЧ аппаратуры к ВЛ и электрических параметров заградителей и фильтров присоединения.

2.3.10*. Ответвление, используемое для организации связи, вносит в сквозной тракт затухание $\alpha_{отв, макс}$, определяемое по рис.2-33 и 2-34. Для ВЧ каналов, работа которых должна обеспечиваться при выключенной и отключенной от подстанции ВЛ, рекомендуется применять фильтры присоединения на конце ответвления с характеристическим сопротивлением, близким к значению $Z_{л}$ (см.п.2.3.3). При этом обеспечиваются меньшие значения вносимого ответвлением затухания и частотной неравномерности затухания ВЧ тракта (см. пп.2.4.4 и 2.4.5).

2.3.11*. Затухание, вносимое в ВЧ тракт коротким ответвлением, не используемым для связи, обработанным вначале заградителями, определяется по графику на рис.2-35. Высокочастотные заградители должны включаться не далее чем на расстоянии $l \leq \frac{15}{f\delta}$ км от точки разветвления ВЛ. Если соблюдение этого условия затруднительно, то допускается включение заградителя на подстанции в конце ответвления с установкой в рабочей фазе конденсатора связи с фильтром присоединения. Кабельная обмотка фильтра присоединения должна быть нагружена на резистор сопротивлением 75-100 Ом.

Затухание, вносимое ответвлением, в таких случаях определяется по рис.2-34 и 2-35 с учетом рекомендаций п.2.3.10. Принятие такого решения должно быть обосновано в проекте.

Если входное сопротивление подстанции на конце короткого ответвления чисто емкостное и ответвление не используется для организации связи, то оно может не обрабатываться заградителем для частот, определяемых по графику рис.2-36.

Емкостный характер входного сопротивления имеет подстанция 35-220 кВ с упрощенной схемой цепей высшего напряжения (по схеме блок - линия - трансформатор), имеющих длину сборных шин не более 30 м без учета отступов к оборудованию.

Если работа ВЧ каналов не должна нарушаться при заземлении ВЛ в конце ответвления, то допустимый диапазон частот ограничивается кривыми $C_{\Pi} = \infty$ (ВЛ заземлена) и C_{Π}/C_{078} .

Ёмкость оборудования подстанции по отношению к земле C_{Π} определяется как сумма эквивалентных емкостей оборудования и сборных шин одной фазы на землю по данным табл. I-19.

Для ВЧ каналов, работа которых необязательна при заземлении ВЛ на подстанции, диапазон частот ограничивается кривой C_{Π}/C_{078} .

При определении по рис. 2-36 полосы частот, в которой возможна работа ВЧ каналов релейной защиты, значения A_{078} может быть принято исходя из допустимого значения затухания ВЧ тракта с учетом возможного увеличения этого затухания, определяемого по формуле (2-36).

Для каналов телефонной связи и телемеханики определение рабочих полос частот по рис. 2-36 рекомендуется выполнять исходя из допустимого значения неравномерности затухания ВЧ тракта в полосе канала, которое зависит от коэффициента отражения K_{078} . Расчетное значение неравномерности затухания ВЧ тракта не должно превышать значений, приведенных в п. 2.4.5.

Рекомендации по организации высокочастотных обходов

2.3.12. Расчетное значение затухания, вносимого ВЧ обходом промежуточной подстанции, определяется по формуле

$$a_{обх} = 2a_z + 2a_{ф.л} + a_{каб} + a_{ш} + a_{р.ф} \quad \text{дБ.} \quad (2-29)$$

2.3.13. Применение ВЧ заградителей в схеме обхода с номинальным запирающим сопротивлением менее 500 Ом не рекомендуется.

2.3.14. Если ВЧ обход осуществляется для ВЧ трактов по ВЛ одного напряжения на подстанции с входным сопротивлением $Z_{\Pi} \geq 50$ Ом (как правило, это подстанции 35-220 кВ, имеющие только две ВЛ одного напряжения), может иметь место повышенное затухание обхода в полосах, указанных в табл. I-16, если рабочая фаза на подстанции обхода не мнется и обход выполняется по схеме фаза - земля.

Если рабочие частоты канала располагаются в полосе повышенно-

го затухания при любой схеме соединения обоих фильтров присоединения (см.табл. I-16), то рекомендуется в схеме ВЧ обхода выполнять смену рабочего провода.

При схеме присоединения фаза - фаза полоса частот повышенного затухания отсутствует.

2.3.15. При параллельном подключении аппаратуры нескольких каналов, имеющих различное количество ВЧ обходов подстанций, рекомендуется включать в ВЧ обход разделительный фильтр, пропускающий частоты транзитных каналов и запирающий частоты каналов, оканчивающихся на обходе. При такой схеме обеспечиваются лучшие характеристики ВЧ тракта ближних каналов, а также снижаются уровни мешающих частот в энергосистеме.

2.3.16. Высокочастотный обход подстанций с упрощенной схемой цепей высшего напряжения (по схеме блока ВЛ - трансформатор) можно осуществлять по упрощенной схеме, приведенной на рис.2-37, если диапазон частот не превышает 400 кГц. В этой схеме заградитель включается последовательно с заземляющим ножом разъединителя.

Затухание элементов схемы упрощенного обхода $\alpha_{обх.упр}$ при включенных ВЛ можно определять по рис.2-38. При отключенных и заземленных ВЛ затухание ВЧ обхода определяется по формуле (2-29).

Для ВЧ обходов по упрощенной схеме полоса повышенного затухания отсутствует.

2.3.17*. Затухание ВЧ обхода разомкнутого линейного разъединителя на трассе ВЛ по схемам рис.2-39 определяется по формуле (2-29). Затухание Т-образного фильтра верхних частот при организации ВЧ обхода по схеме рис.2-39,б определяется по формуле (2-26).

При согласованных входных сопротивлениях ВЛ и фильтров присоединения (или фильтра верхних частот) и сопротивлении заградителя, равном 500 Ом, затухание ВЧ обхода составит 8,5 дБ для схемы рис.2-39,а и 6,5 дБ для схемы рис.2-39,б.

Если линейный разъединитель включен и соединяет оба участка ВЛ (ВЛ1 и ВЛ2 на рис.2-39), то устройства присоединения схемы ВЧ обхода окажутся подключенными электрически почти к одной точке и будут являться шунтирующим сопротивлением для линейного тракта. Затухание, обусловленное этим шунтирующим сопротивлением, определяется следующим образом:

1) при расположении линейного разъединителя на расстоянии $l < \frac{900}{f}$ км от ближайшей подстанции - по формуле

$$\alpha_{\omega} = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{\Pi}}{2Z_{\omega}} \right| \quad \text{дБ,} \quad (2-30)$$

где Z_{ω} - шунтирующее сопротивление элементов ВЧ обхода, Ом.
Для схемы ВЧ обхода (см. рис. 2-39, а) формула (2-30) примет вид

$$\alpha_{\omega} = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{\Pi}}{Z_{\phi \Pi}} \right| \quad \text{дБ,} \quad (2-31)$$

а для схемы по рис. 2-39, б

$$\alpha_{\omega} = 10 \lg \left(1 + \frac{r R_{\Pi}}{r^2 + x^2} + \frac{R_{\Pi}^2}{4(r^2 + x^2)} \right) \quad \text{дБ,} \quad (2-32)$$

где r - активная составляющая полного сопротивления последовательного контура на расчетной частоте, Ом;

x - реактивная составляющая полного сопротивления того же контура на расчетной частоте, Ом;

R_{Π} - входное сопротивление ВЛ для схемы присоединения фаза - земля, которое в расчетах принимается активным;

2) при расположении линейного разъединителя на расстоянии $\ell \gg \frac{900}{f}$ км от ближайшей подстанции - по формуле

$$\alpha_{\omega} = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{0,85 + 0,0079 Z_{\omega}} \right| \quad \text{дБ.} \quad (2-33)$$

2.3.18^к. Осуществление ВЧ обхода на трассе ВЛ в начале параллельного сближения ВЛ не рекомендуется.

2.4. Расчет высокочастотных каналов

2.4.1. Расчетное затухание ВЧ тракта канала определяется арифметическим суммированием затуханий элементов ВЧ тракта:

$$\alpha_{\text{тр}} = \Sigma \alpha_{\text{л}} + \Sigma \alpha_{\text{з}} + \Sigma \alpha_{\text{ф.л}} + \Sigma \alpha_{\text{каб}} + \Sigma \alpha_{\text{рад}} + \Sigma \alpha_{\omega} + \\ + \Sigma \alpha_{\text{р.ф}} + \Sigma \alpha_{\text{отб}} + \Sigma \alpha_{\text{обх.упр}} + \Sigma \alpha_{\text{трансп}} \quad \text{дБ.} \quad (2-34)$$

Затухание элементов ВЧ тракта определяется согласно рекомендациям разд.2.2 и 2.3 и данным табл. I-6. На расчетной частоте канала должно соблюдаться условие

$$\alpha_{\text{тр}} \leq A_{\text{пер}} - A_{\text{зан}} \text{ дБ.} \quad (2-35)$$

Значение перекрываемого ВЧ аппаратурой затухания $A_{\text{пер}}$ определяется согласно п. I.2.2 с учетом уровня помех, определенного согласно разд.2-2.

Значение запаса по перекрываемому затуханию в канале на расчетной частоте $A_{\text{зан}}$ определяется согласно п. I.2.5.

2.4.2. Для ВЧ каналов с линейными трактами затуханием менее 10 дБ со схемой присоединения фаза - земля следует стремиться к использованию фильтров присоединенная с характеристическим сопротивлением $Z_{\text{ф.л}}$, близким к входному сопротивлению ВЛ $Z_{\text{в}}$. При этом может быть обеспечено приемлемое значение неравномерности затухания ВЧ тракта, обусловленное многократными отражениями междуфазной волны от концов ВЛ.

2.4.3. При расчете ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики, а также каналов другого назначения, для которых значение минимального уровня приема определено по формулам (I-4) и (I-5) исходя из уровня распределенной помехи на ВЛ, на приемном конце учитывается только затухание, вносимое заградителем. Для ВЧ каналов релейной защиты на аппаратуре ПЭСЗ, ПЭСД, УПС-70, АЗВ, ВЧТО-М, а также для каналов другого назначения, для которых минимальный уровень приема определяется чувствительностью приемника, на приемном конце учитывается затухание всех элементов ВЧ тракта.

2.4.4. При расчете ВЧ каналов со сложными трактами с ответвлениями и обходами необходимо учитывать возможность увеличения затухания ВЧ тракта из-за многократного отражения междуфазной волны от точек неоднородности (концов ВЛ, места включения ответвления).

Это увеличение затухания линейного тракта определяется в такой последовательности:

1) по номограмме на рис.2-40 определяется значение неравномерности затухания линейного тракта $\Delta\alpha_{\text{тр. } i}$ на каждом однородном участке. Для линейных трактов на ВЛ без ответвлений значение $\Delta\alpha_{\text{тр. } i}$ определяется в зависимости от значения $Z_{\text{ф.л}}$ на конце ВЛ и затухания междуфазной волны.

Для линейных трактов на ВЛ с одним ответвлением значение $\Delta a_{тр.ii}$ определяется для каждого участка. На одной из шкал номограммы откладывается значение коэффициента отражения от места включения ответвления, который определяется по рис.2-33 - 2-36, на другой - значение коэффициента отражения от конца ВЛ, определяемое по рис.2-41, в зависимости от $Z_{ф.л}$.

Если линейный трасс содержит несколько ответвлений, значение $\Delta a_{тр.ii}$ участка между смежными ответвлениями определяется в зависимости от коэффициентов отражения от каждого ответвления и затухания междупазной волны между этими ответвлениями;

2) из определенных величин $\Delta a_{тр.ii}$ выбираются две с максимальным значением $\Delta a_{тр.ii}$ и $\Delta a_{тр.ик}$.

Расчетное значение возможного увеличения затухания линейного тракта принимается равным

$$\Delta a_{тр} = \frac{1}{2} (\Delta a_{тр.ii} + \Delta a_{тр.ик}) \text{ дБ.} \quad (2-36)$$

2.4.5. Для ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики на комбинированной аппаратуре серии ВЧА, АСК и КМК со сложными линейными трактами с ответвлениями и обходами рекомендуется вычислять оценку неравномерности затухания ВЧ тракта в полосе канала, обусловленную многократными отражениями междупазной волны от точек неоднородности.

В расчетах принято определять максимальное возможное значение неравномерностей затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц ($\Delta a_{тр.1\Delta f}$), которое может иметь место при замыкании фаз ВЛ на землю или при их отключении без заземления.

Значение $\Delta a_{тр.1\Delta f}$ определяется в такой последовательности:

1) согласно рекомендациям п.2.4.4, определяются неравномерность затухания ВЧ тракта;

$$\Delta a_{тр.i} = \Delta a_{тр.ii} + \Delta a_{тр.ик} \text{ дБ.} \quad (2-37)$$

Если длина каждого участка более 25 км, то $\Delta a_{тр.1\Delta f} = \Delta a_{тр.i}$

2) если длина ВЛ менее 25 км, то по номограмме на рис.2-42 определяется значение $\Delta a_{тр.1\Delta f}$ в зависимости от значения $\Delta a_{тр.i}$, определенного по формуле (2-37), и длины ВЛ, которая определяется из выражений

$$l_{\text{ВЛ}} = \frac{l_i + l_k}{2} \text{ км,}$$

где l_i, l_k - длина участков ВЛ, для которых определялось значение $\Delta a_{\text{тр. } i}$ и $\Delta a_{\text{тр. } k}$.

Если длина одного из участков ВЛ менее 0,6 длины второго участка, то неравномерность $\Delta a_{\text{тр. } i}$ этого участка не учитывается;

3) определяется неравномерность затухания линейного тракта, обусловленная неравномерностью частотной характеристики затухания ответвления:

$$\Delta a_{\text{тр. } 2} = a_{\text{отв. макс}} - a_{\text{отв. мин}} \quad \text{дБ,} \quad (2-38)$$

где $a_{\text{отв. макс}}$ - максимальное значение затухания, вносимого ответвлением, дБ; определяется по рис. 2-34 - 2-37;

$a_{\text{отв. мин}}$ - минимальное значение затухания, вносимого ответвлением, дБ; определяется по рис. 2-34 и 2-35 для ответвлений, используемых для связи, и принимается равным нулю для ответвлений, не используемых для связи, обработанных затратаделами;

4) по номограмме (см. рис. 2-42) определяется значение $\Delta a_{\text{тр. } 2 \Delta f}$ в зависимости от $\Delta a_{\text{тр. } 2}$ и длины ответвления $l_{\text{отв}}$;

5) неравномерность затухания ВЧ тракта в полосе канала (3 кГц) с ответвлениями и обходами оценивается по формуле

$$\Delta a_{\text{тр. } \Delta f} = \sqrt{\Delta a_{\text{тр. } 1 \Delta f}^2 + \sum_i^m \Delta a_{\text{тр. } 2 \Delta f}^2} \quad \text{дБ.} \quad (2-39)$$

Рекомендуется, чтобы неравномерность затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц $\Delta a_{\text{тр. } \Delta f}$ не превышала значений (дБ):

Высокочастотный тракт канала телемеханики, телефонной связи и телемеханики на комбинированной аппаратуре, телефонной связи на двух- и трехканальной аппаратуре с промежуточными усилителями и переприемами	5,0
Высокочастотный тракт канала телефонной связи без промежуточных усилителей	9,0

2.4.6. Расчет ВЧ тракта канала с антенной связью на одном конце производится для направления передачи от антенного устройства присоединения. Если между антенным устройством присоединения и подстанцией ВЛ не имеет транспозиций, ВЧ аппаратуру на подстанции рекомендуется подключать к крайней фазе ВЛ с горизонтальным расположением фаз и к верхней фазе ВЛ с треугольным и вертикальным расположением фаз. При наличии одной транспозиции между антенным устройством присоединения и подстанцией ВЧ аппаратуру на подстанции рекомендуется подключать к средней фазе.

Г л а в а 3. ПОЯСНЕНИЯ К ГЛАВАМ I И 2

К п. I.2. I

1) Графики километрического затухания симметричных линий, приведенные на рис. I-1, I-8 - I-12, рассчитаны по формуле [Л.4]

$$\alpha_{(f)} = (K_{1(f)} \sqrt{f} + K_{2(f)} f) 10^{-3} \quad \text{дБ/км.} \quad (3-1)$$

Значения коэффициентов $K_{1(f)}$ и $K_{2(f)}$ приведены в табл. 3-1 и 3-2.

Диапазон изменения отношения $\frac{S}{h}$ для унифицированных опор (где $S = \sqrt{S_{12} S_{13} S_{23}}$ - среднее расстояние между проводами условной симметричной двухпроводной ВЛ; $h = \sqrt{h_{11} h_{22} h_{33}}$ - расчетная высота подвеса провода), для которых получены значения коэффициента $K_{2(f)}$, приведен в табл. 3-2.

2) Графики километрического затухания средней и верхней фаз нетранспонированных ВЛ с горизонтальным, треугольным и вертикальным расположением фаз (первого волнового канала), приведенные на рис. I-2 - I-7, I-14, а также второго волнового канала, приведенные на рис. 2-16 - 2-18, рассчитаны по формуле [Л.4]

$$\alpha_{(s)} = (K_{1(s)} K_3 \sqrt{f} + K_{2(s)} K_4 f) 10^{-3} \quad \text{дБ/км,} \quad (3-2)$$

где f - в килогерцах.

Значения коэффициентов $K_{1(s)}$, $K_{2(s)}$, K_3 , K_4 , K_5 и K_4 приведены в табл. 3-3 - 3-5.

Пределы изменений провекции расстояния между фазами к расчетной высоте подвески фаз для унифицированных опор трехпроводных и шестипроводных ВЛ, для которых получены значения коэффициентов $K_{2(1)}$ и $K_{2(2)}$, приведены в табл.3-6, 3-7.

3) Графики километрического затухания линейного тракта по транспонированной ВЛ, приведенные на рис. I-15 - I-19, заимствованы из [Л.4]. Частотное ограничение для заданной длины ВЛ рассчитано по рекомендациям [Л.4] по формулам:

- для схем присоединения фаза - земля и фаза - фаза к фазам А и В (рис. 2-4, б).

$$f_{\max} = \frac{810}{\Delta_{(2)} \ell} \text{ кГц}; \quad (3-3)$$

- для схемы присоединения фаза С - земля

$$f_{\max} = \frac{540}{\Delta_{(2)} \ell} \text{ кГц}, \quad (3-4)$$

где $\Delta_{(2)}$ - по табл.2-4 и рис.2-21, 2-22;
 ℓ - длина ВЛ, км.

Значения $\Delta_{(2)}$ приняты для $\rho_s = 200$ Ом.м, т.е. для наилучшего из наиболее часто встречающихся значений ρ_s .

Если значение ρ_s известно и менее 200 Ом.м, то частотный диапазон, в котором допустима работа ВЧ кабелей, может быть расширен. Граница этого частотного диапазона может быть определена по формулам (3-3) и (3-4), в которых значения $\Delta_{(2)}$ определяются по [Л.4] для ВЛ 110 и 220 кВ и по рис.2-21, 2-22 для ВЛ 330 и 500 кВ.

4) График километрического затухания внутрифазного тракта (провод - провод расщепленной фазы), приведенный на рис. I-20, заимствован из информационного материала института "Энергосетьпроект".

5) График километрического затухания линейного тракта по биметаллическим грозозащитным тросам ВЛ 500 и 750 кВ, приведенный на рис. I-21, построен по данным экспериментальных исследований ВНИИЭ на ВЛ 750 кВ, расположенных на территориях центральной части РСФСР и УССР.

Таблица 3-1
Расчетные значения коэффициента $K_{1(\varphi)}$ симметричных ВЛ

Марка провода	$K_{1(\varphi)}$	Марка провода	$K_{1(\varphi)}$	Марка провода	$K_{1(\varphi)}$
АС-50/8,0	7,4	АС-185/24 АС-185/29 АС-185/43	3,7	АС-300/48	3,0
АС-70/11	6,3			АС-300/66	
АС-95/15 АС-95/16	5,3			АС-185/128	3,0
		АС-240/32 АС-240/39 АС-240/56	3,3	АС-330/43	2,9
АС-95/14I	3,7			АС-400/22	2,6
				АС-120/19 АС-120/27	
		АС-400/64			
		АС-300/39	3,0		

Таблица 3-2
Расчетные значения коэффициента $K_{2(\varphi)}$ симметричных ВЛ

Напряжение ВЛ, кВ	Расположение фаз	$K_{2(\varphi)}$	Пределы изменения S/h
36	Треугольное Горизонтальное	0,09	0,49
110	Треугольное	0,12	0,45-0,5
	Горизонтальное	0,23	0,68-0,72
	Вертикальное двухплечное	0,16	0,52-0,66
220	Треугольное	0,25	0,7-0,74
	Горизонтальное	0,38	0,81-0,9
	Вертикальное двухплечное	0,25	0,6-0,72

Таблица 3-3
Расчетные значения коэффициентов $K_{1(1)}$ и $K_{1(2)}$

Марка провода	$K_{1(1)}$	$K_{1(2)}$	Марка провода	$K_{1(1)}$	$K_{1(2)}$	
АС-70/11	7,0	6,2	АС-300/39 АС-300/48 АС-300/66	3,4	3,0	
АС-95/15 АС-95/16	6,0	5,3				
АС-95/14I	4,2	3,7				
АС-120/19	5,3	4,7	АС-300/204	2,8	2,4	
АС-120/27			АС-330/43	3,2	2,8	
АС-185/24 АС-185/29 АС-185/43	4,2	3,7	АС-330/27	3,4	3,0	
АС-185/128			3,4	3,0	2,8	2,4
АС-240/32 АС-240/39 АС-240/56			3,7	3,3	АС-400/22	3,0
	АС-400/51					
	АС-400/64					
			АС-400/93	2,8	2,4	
			АС-500/64	2,7	2,3	

Т а б л и ц а 3-4

Расчетные значения коэффициентов K_3 и K_4

Количество проводов в фазе	K_3	K_4
1	1,00	1,00
2	0,68	1,35
3	0,48	1,45

Т а б л и ц а 3-5

Расчетные значения коэффициентов $K_{2(1)}, K_{2(2)}$ и разности фазовых скоростей второго и первого волновых каналов несимметричных ВЛ

Расположение фаз	Напряжение ВЛ, кВ	$K_{2(1)}$	$K_{2(2)}$	$\Delta_{(2)}$ град/(км·кГц)
Горизонтальное	110	$0,12 \cdot 10^{-1}$	0,32	$0,8 \cdot 10^{-2}$
	220	$0,24 \cdot 10^{-1}$	0,54	$1,2 \cdot 10^{-2}$
	330	$0,365 \cdot 10^{-1}$	В зависи- мости от $\frac{f}{f_1}$	По рис. 2-21, а
	500	$0,74 \cdot \sqrt{f} \cdot 10^{-2}$ (3-5)	То же	По рис. 2-22
Треугольное	110 (железо-бетонные опоры)	$0,24 \cdot 10^{-1}$	0,13	$0,3 \cdot 10^{-2}$
	110-150 (металлические опоры)	$0,24 \cdot 10^{-1}$	0,22	$0,3 \cdot 10^{-2}$
	220	$0,24 \cdot 10^{-1}$	0,28	$0,6 \cdot 10^{-2}$
	330	$0,24 \cdot 10^{-1}$	0,44	По рис. 2-21, б
Вертикальное двухцепное	35-330	0	0	0

Т а б л и ц а 3-6

Пределы изменений проекции расстояния между фазами
к расчетной высоте подвески фаз трехпроводных несимметричных ВЛ

Расположение фаз	Напряжение ВЛ, кВ	Пределы изменения	
		$\frac{b_{12}}{h_1}$	$\frac{b_{23}}{h_2}$
Горизонтальное	110	1,02-1,10	0,51-0,55
	220	1,22-1,50	0,51-0,75
	330	1,64-1,66	0,82-0,83
	550	2,06-2,20	1,03-1,10
Треугольное	110-154 (железобетонные опоры)	0,53-0,52	0,32-0,35
	110-154 (металлические опоры)	0,77-0,80	0,35-0,45
	220	0,89-1,01	0,45
	330	1,14-1,19	0,57

Т а б л и ц а 3-7

Пределы изменений проекции расстояния между фазами
к расчетной высоте подвески фаз шестипроводных ВЛ

Напряжение ВЛ, кВ	Пределы изменения		
	$\frac{b_{14}}{h_1}$	$\frac{b_{23}}{h_2}$	$\frac{b_{36}}{h_3}$
110	0,53-0,57	0,57-0,61	0,25-0,27
220	0,85	0,78-0,95	0,33
330	0,99	0,92	0,4

К п. I. 2. 2.

I. Уровни передачи сигнала $P_{пер}$, приведенные в табл. I-I и I-2:

1) для передатчиков каналов релейной защиты типа ПВЭК, ПВЭД, УПЗ-70, АЗВ и ВЧТО-М - соответствуют максимальному уровню передатчика, указанному в технической документации на аппаратуру;

2) для передатчиков однополосных систем каналов телефонной связи и телемеханики (комбинированная аппаратура) - соответствуют технической документации на аппаратуру.

Для тех сочетаний каналов телефонной связи и телемеханики, которые не приведены в технической документации на аппаратуру (например, при передаче информации со скоростями 100 и 200 Бод), уровни передачи телефонного канала рассчитывались в предположении, что напряжения сигналов всех каналов в групповом усилителе складываются арифметически. Напряжение каждого сигнала выбиралось исходя из условий, при которых влияние телефонных каналов на каналы телемеханики будет не более допустимого значения, приведенного в нормах на каналы телемеханики. Уровень передачи каждого канала определялся по формуле

$$P_{пер} = 10 + 20 \lg U_K \quad \text{дБ}, \quad (3-6)$$

где
$$U_K = \frac{m U_{макс}}{n_1 + 0,8n_2 + 0,74n_3 + 0,33(n_4 + n_7) + 0,2n_5 + 0,25n_6 + 0,43n_8} \text{ В}; \quad (3-7)$$

n - количество каналов соответствующего назначения по табл. 3-8. Индекс соответствует порядковому номеру канала (см. табл. 3-8);

m - коэффициент по табл. 3-8;

$U_{макс}$ - максимальное напряжение передатчика, В.

Максимальное напряжение передатчика для расчета по формуле (3-6) можно принимать разным:

$P_{макс}$ дБ (Вт) . . .	50 (100)	40 (10)	39 (8)
$U_{макс}$ В	100	31,6	28,3

Для других значений мощностей передатчика

$$U_{макс} = 10\sqrt{P} \text{ В (3-8)}, \text{ где } P - \text{максимальная мощность передатчика, Вт.}$$

Таблица 3-8
Значения коэффициента m для расчета уровня передачи

Номер индекса	Канал	Полоса эффективно передаваемых частот, кГц	Скорость передачи, Бод	Коэффициент m
1	Телефонный	0,3-3,4	-	1,0
2	То же	0,3-2,3	-	0,8
3	То же	0,3-2,0	-	0,74
4	Контрольной частоты	-	-	0,33
5	Телемеханики	-	40-60	0,2
6	То же	-	100	0,25
7	-"-	-	200	0,33
8	-"-	-	300	0,43

Для двенадцатиканальной системы количество одновременно работающих каналов телефонной связи принято равным 5.

Расчетанные по формуле (3-6) уровни передачи округлялись до 0,5 дБ.

Согласно технической документации, а также расчетам по формулам (3-6) и (3-7), каналы телефонной связи имеют наименьшее перекрываемое затухание, поэтому расчет ВЧ каналов на этой аппаратуре осуществляется для телефонного канала;

3) для передатчиков системы ЧМ каналов телефонной связи и телесигнализации типа ТСД-70 и ДСТ-68 - соответствует максимальному уровню передатчика, указанному в технической документации на аппаратуру.

II. Минимальная разность уровней сигнала и распределенной помехи на входе приемника ВЧ канала принята исходя из следующих соображений:

1) для телефонных каналов по ВЧ считается достаточной разность уровней сигнала и распределенной помехи $P_c/n = 26$ дБ на выходе канала. Приемники аппаратуры систем АМ ОБП не изменяют разности P_c/n , поэтому на ВЧ входе приемника принято то же значение. Собственные шумы приемника значительно ниже уровня помех на ВЧ и поэтому в расчетах не учитываются;

2) приемники систем ЧМ с индексом модуляции около 1 дают

выигрыш в помехозащищенности около 4 дБ [Л.5], поэтому на ВЧ входе приемника телефонного канала принято значение $P_{с/п} = 26-4 = 22$ дБ;

3) исследования, проведенные ВНИИЭ, показали, что в ВЧ каналах телемеханики по ВЛ с системой передачи ЧМ-ОБП при $P_{с/п} = 18$ дБ при скорости передачи 50 Бод и $P_{с/п} = 22$ дБ при скорости передачи 100, 200 и 300 Бод обеспечивается приемлемое качество передачи информации с вероятностью появления ошибки в элементарной посылке $4 \cdot 10^{-4}$;

4) согласно технической документации на аппаратуру ВЧТО-М, гарантируется нормальная работа выходного устройства приемника при минимальной разности уровней сигнала и гладкой помехи на входе приемника $P_{с/п} = 4$ дБ. Это же значение $P_{с/п}$ принято для аппаратуры сигнализации гололедообразования ДСТ-68 в формуле (1-4).

Если уровень помех в полосе фильтров широкополосной части приемника, расположенных до ограничителя максимальных амплитуд (в точке подключения устройства присоединения к линии), ниже уровня порога ограничения (чувствительности) приемника на 1 дБ и более, то значение $P_{с/п} \geq 4$ дБ обеспечивается на входе приемника вследствие затухания помехи в фильтре присоединения, ВЧ кабеле и шунтирующих сопротивлениях.

III. Уровень ВЧ помех от короны на проводах ВЛ не является постоянной величиной, а изменяется во времени в зависимости от условий погоды и состояния поверхности проводов. Поэтому в расчетах принимается средний уровень помех, вероятность появления которого соответствует 50%. В табл. I-5 приведены средние уровни помех, рассчитанные по формуле (2-1), для ВЛ, расположенных на высоте до 1000 м над уровнем моря, с горизонтальным расположением фаз, с усредненными размерами опор и наиболее часто применяемыми проводами (см. п. I.2.1).

Уровни ВЧ помех на кабельных линиях, приведенные в табл. I-2, взяты из [Л.2].

IV. Минимальный уровень приема ВЧ каналов релейной защиты на аппаратуре ПЭК, ПЭЗД, УПЗ-70 и АЗВ определен согласно [Л.16].

К п. I. 2.3

Затухание элементов ВЧ тракта на приемном конце $\alpha_{дл}$, $\alpha_{каб}$, $\alpha_{ш}$, $\alpha_{р.ф}$ одинаково для полезного сигнала и для помехи и не изменяет соотношения между ними. Поэтому для ВЧ каналов всех назначений, минимальный уровень приема которых определя исходя из уровня помех на ВЛ, затухание этих элементов не учитывается. Эта рекомендация распространяется на ВЧ каналы с приемниками высокой чувствительности (АСК-1, АСК-3, ВЧА-1, ВЧА-3 и т.д.).

Если для ВЧ канала минимальный уровень приема соответствует чувствительности приемника, то для обеспечения нормального остаточного затухания в телефонном канале или нормального уровня сигнала на выходе приемника релейной защиты (противоаварийной автоматики) необходимо учитывать затухания всех элементов ВЧ тракта на приемном конце.

К п. I. 2.4

При параллельном включении аппаратуры ВЧ каналов релейной защиты, противоаварийной автоматики, телефонной связи и телемеханики последовательно с каждым ВЧ аппаратом включаются разделительные фильтры.

Эти фильтры, включенные последовательно с аппаратурой телефонной связи и телемеханики, должны быть настроены на загираие частот параллельно включенных приемопередатчиков каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Разделительные фильтры, включенные последовательно с ВЧ аппаратурой релейной защиты и противоаварийной автоматики, должны быть настроены на загираие частот других параллельно включенных приемопередатчиков релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Разделительные фильтры ограждают ВЧ каналы релейной защиты и противоаварийной автоматики от нежелательных случайностей (например, коротких замыканий входных цепей параллельно включенной аппаратуры, низкого входного сопротивления параллельно включенного ВЧ кабеля при значительной его длине) и позволяют выводить аппаратуру каждого ВЧ канала на профилактические осмотры и ремонты без отключения аппаратуры других каналов.

Можно считать допустимым значение затухания, вносимого в ВЧ канал при коротком замыкании входных цепей параллельно включенной аппаратуры, равное 1 дБ. При этом условии активное сопро-

тивление разделительного фильтра на частоте настройки определяется из выражения

$$r_{p\phi} = \frac{r_{вх.каб}}{0,12 \left(1 + \frac{r_{вх.каб}}{r_{вх.пп}} \right)} \quad \text{Ом,} \quad (3-9)$$

где $r_{вх.каб}$ - входное сопротивление ВЧ кабеля, Ом;
 $r_{вх.пп}$ - входное сопротивление приемопередатчика на рабочей частоте, Ом.

При $r_{вх.каб} = 75$ Ом и $r_{вх.пп} = 100$ Ом, $r_{p\phi} = 357$ Ом.

При расчете затухания ВЧ тракта канала релейной защиты (противоаварийной автоматики) принято учитывать наиболее тяжелые условия, т.е. считать, что за разделительным фильтром входное сопротивление ВЧ кабеля равно нулю.

Стандартный разделительный фильтр РФ, согласно технической документации, имеет активное сопротивление на частоте настройки не менее 500 Ом.

При отстройке на 10% от частоты настройки разделительный фильтр РФ имеет небольшое комплексное сопротивление, которое при включении последовательно с ВЧ кабелем вносит затухание не более 1 дБ.

Если используется нестандартный разделительный фильтр (контур), то затухание, вносимое им в ВЧ тракт телефонного канала, можно определить по формуле [Л. 17]

$$\alpha_{p.k} = 10 \lg \left[\frac{x_{p.k}^2}{4 r_n^2} + \left(\frac{r_{p.k}}{2 r_n} + 1 \right)^2 \right] \quad \text{дБ,} \quad (3-10)$$

где $x_{p.k}$ - реактивная составляющая сопротивления разделительного контура, Ом;

$r_{p.k}$ - активная составляющая этого сопротивления, Ом;

r_n - входное сопротивление нагрузки (ВЧ аппаратуры) на рабочих частотах канала, Ом,

При $r_n = 100$ Ом, $r_{p.k} = 0$, $x_{p.k} \approx 100$ Ом, $\alpha_{p.k} = 1$ дБ.

К п. 1.2.5

Запасом по перекрываемому затуханию в канале $A_{зат}$ учитываются вероятность совпадения следующих факторов:

1) для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала - формула (I-11):

- 7 дБ - ухудшение параметров приемопередатчиков при снижении напряжения аккумуляторной батареи и старении электронных ламп;
- 6 дБ - помехи от работы линейных выключателей при отключении аварийных ВЛ;
- $\Delta\alpha_{гол}$ - прирост затухания линейного тракта при образовании гололеда на проводах линии;

2) для ВЧ каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала и противоаварийной автоматики - формула (I-12):

- 20 дБ - прирост затухания линейного тракта при замыкании на землю рабочей фазы (кроме случаев короткого замыкания на землю около конденсатора связи);
- 2 дБ - снижение уровня передачи при падении напряжения аккумуляторной батареи;
- $\Delta\alpha_{гол}$ - прирост затухания линейного тракта при образовании гололеда на проводах линии;

3) для каналов телефонной связи и телемеханики учитывается один из двух факторов:

- увеличение уровня распределенных помех при плохих погодных условиях. Принято значение $\Delta P_{ном} = 9,0$ дБ, соответствующее вероятности обеспечения принятой нормы $P_{с/п}$ в течение 97% времени;

- прирост затухания линейного тракта от гололеда $\Delta\alpha_{гол}$

В качестве $A_{зат}$ принимается тот фактор, который для данного района гололедности имеет наибольшее значение;

4) ограничение максимального расчетного значения $A_{зат}$ для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала принято по Эксплуатационному циркуляру № 6-1/74 [Л.16], в котором не рекомендуется устанавливать запас по перекрываемому затуханию более 20 дБ в I районе по гололеду и 25 дБ в остальных районах;

5) прирост затухания линейного тракта от гололеда в расчетах принят для следующей толщины стенки гололеда на проводах ВЛ повторяемостью один раз в пять лет в районах по гололеду: в I и II -

5 мм, в III - 10 мм, в IV - 15 мм.

Расчетная длина гололедного участка принимается равной 30 км при $\ell_{вл} > 30$ км и длине ВЛ, если $\ell_{вл} < 30$ км. На рис. I-22 - I-29 построены графики $\Delta\alpha_{гол}$ при длине гололедного участка 30 км. Марка проводов принималась для ВЛ 35 кВ АС-95/15; 110 кВ - АС-185/24; 220 кВ - АС-400/51; 330 кВ - АС-300/39; 500 кВ - АС-400/51; 750 кВ - АС-300/39. Грозозащитные проводящие тросы марки АС-70/72.

Значение $\Delta\alpha_{гол}$ определено по формуле [Л.4]

$$\Delta\alpha_{гол} = 2,3 K_3 m \ell g \left(1 + \frac{d_n}{r_{пр}} \right) \text{ дБ/км,} \quad (3-11)$$

где K_3 - коэффициент; для ВЛ 35-500 кВ принят по табл.3-4, для ВЛ 750 кВ принят равным 0,32;

m - коэффициент по рис. I-31;

d_n - толщина стенки гололеда, мм;

$r_{пр}$ - радиус провода (мм) по табл.2-1.

В формуле (I-14) коэффициент S получен из формулы (3-11):

$$S = 2,3 \ell g \left(1 + \frac{d_n}{r_{пр}} \right). \quad (3-12)$$

К п. I.2.11

Внутрифазный тракт по расщепленной фазе обладает высокой симметрией, поэтому излучение от ВЧ каналов по этому линейному тракту создает невысокую напряженность поля вблизи ВЛ, которая ниже минимального уровня нормального радиоприема.

Уровень сигнала радиостанций на входе приемника ВЧ канала с внутрифазным трактом ниже уровня помех от короны на этой же ВЛ.

К п. I.2.14

При параллельном подключении ВЧ аппаратуры нескольких каналов не учитываются влияния остатков несущих второй ступени преобразования передатчиков на приемники других каналов, даже если они попадают в полосу пропускания приемников. У передатчиков современной аппаратуры уровень остатков несущих второй ступени преобразования находится ниже уровня помех на ВЛ. У передатчиков аппара-

турн старых типов, находящихся в эксплуатации, можно подстройкой фильтров передатчика добиться того, чтобы уровень остатков несущих второй ступени преобразования был ниже уровня помех на ВЛ.

К д. I. 3. 2

Линейный тракт ВЧ канала по ВЛ практически никогда не бывает согласован. По этой причине импульсы высокой частоты, посылаемые в ВЛ при работе передатчика с дифференциально-фазной защитой, отражаются от конца ВЛ и попадают на вход своего приемника с запаздыванием на некоторый угол (около 12° на 100 км ВЛ).

На ВЛ без ответвлений короче 100 км основной и отраженный сигналы своего передатчика практически сливаются, поэтому отраженные сигналы не влияют на работу защиты. В таких каналах частоты обоих передатчиков могут быть одинаковыми.

На ВЛ длиннее 100 км отраженные сигналы запаздывают на значительный угол и заполняют существенную часть паузы между сигналами своего передатчика; по амплитуде они могут быть сравнимы с сигналами передатчика противоположного конца ВЛ. Если частоты передатчиков будут одинаковыми, то в результате биений между отраженным сигналом и сигналом, принятым с другого конца ВЛ, при небольшом линейном затухании могут появиться "провалы" в общем сигнале. Для устранения этого недостатка, а также для отстройки от отраженного сигнала своего передатчика частоты передатчиков в канале на ВЛ без ответвлений длиннее 100 км выбираются с разницей в 1,5 кГц. При соблюдении условия

$$\alpha_{(ф.э)} l \geq \frac{A_{пер} - \delta}{2} \text{ дБ} \quad (3-13)$$

уровень отраженного сигнала на входе приемника будет ниже минимального уровня приема, приведенного в табл. I-4, не менее чем на 10 дБ при $|K_{отр}| \leq 0,5$. В канале с таким линейным трактом можно выбирать одинаковые частоты для обоих передатчиков, поскольку из-за большой разницы уровней отраженного сигнала и сигнала передатчика противоположного конца ВЛ биения между ними на входе приемника не влияют на работу защиты.

На ВЛ с ответвлениями часто оказывается невозможным обеспечить во всех пунктах установки приемопередатчиков необходимую раз-

нию в напряженных сигналах, приходящих от других передатчиков. При одинаковых частотах передатчиков в канале на входе приемников могут возникать биения с появлением "провалов" в общем сигнале, что может привести к ложной работе защиты. Для устранения указанного недостатка частоты передатчиков в каждом пункте на ВЛ с ответвлениями должны отличаться не менее чем на 0,5 кГц.

К п. I. 3.3

Нормы допустимых помех между ВЧ каналами по ВЛ приняты на основании опыта эксплуатации ВЧ каналов в энергосистемах и исследовательских работ ВНИИЭ.

1. Помехи в каналах телефонной связи от других каналов идентичны невнятным переходным разговорам в многоканальных системах дальней связи. Исходя из этого, для ВЧ каналов по ВЛ считается достаточным, чтобы уровни мешающих сигналов были ниже уровня распределенной помехи на 9 дБ. При этом разность уровней полезного и мешающего сигналов будет равна 35 дБ.

2. Для каналов телемеханики считается достаточной разность уровней сигнала и помехи в 20 дБ.

Учитывая, что в каналах телемеханики суммируются помехи от корси и от других каналов (перекрестные помехи), принята разность уровней полезного и мешающего сигнала в 25 дБ.

3. Разность уровней сигнала и помехи для каналов релейной защиты в 10 дБ принята согласно [Л. 16].

4. Линейная работа демодулятора первого преобразователя обеспечивается при определенном уровне сигнала на демодуляторе, указанном в технической документации на аппаратуру. При наличии помех, проникающих через входной фильтр приемника на вход демодулятора, необходимо снижать уровень полезного сигнала таким образом, чтобы суммарный уровень сигнала и помехи на входе демодулятора не превышал допустимого значения. Считается допустимым, чтобы уровень мешающего сигнала, частоты которого находятся вне полосы рабочих частот канала, на входе демодулятора первого преобразователя был выше уровня полезного сигнала не более чем на 9 дБ.

При такой разности уровней сигнала и помехи обеспечивается установка режима линейной работы демодулятора приемника аппаратуры.

К п. 1.3.8.

Выражение (I-17), определяющее возможность применения частот без их смены (прямое усиление), составлено исходя из допустимости неравномерности частотной характеристики промежуточного усилителя (1 дБ) в полосе канала из-за обратной связи через шины подстанций. При этом предполагается, что в полосе канала фазовая характеристика цепи обратной связи, включая фильтры аппаратуры и переход через шины подстанции, может изменять угол от 0 до 180° и на каждой подстанции эти характеристики различны.

Для ВЧ каналов по трассам ВЛ с промежуточными усилителями прямого усиления предполагается, что фазовая характеристика перехода с выхода промежуточного усилителя на его вход в полосе канала стабильна и идентична для всех усилительных пунктов. Принимая во внимание идентичность фильтров аппаратуры всех промежуточных усилителей, можно специальным включением фильтров получить фазовую характеристику обратной связи четных промежуточных усилителей, сдвинутую на 180° по отношению к фазовой характеристике нечетных промежуточных усилителей, и этим избежать сложения неравномерностей частотной характеристики в канале.

Поэтому в формуле (I-17а) отсутствует член $10 \lg m$, входящий в формуле (I-17).

К п. 1.3.9.

Выражения (I-18) и (I-19), определяющие возможность применения усиления в канале с инверсией частот (одинаковые полосы частот передачи в обоих направлениях и одинаковые полосы частот приема в обоих направлениях), составлены исходя из допустимости колебания остаточного затухания в канале 1 дБ из-за биения контрольных частот обоих направлений на входе приемника промежуточного усилителя. Если контрольные частоты различны и их биение не наблюдается (обратное направление полос частот), то соблюдение зависимостей (I-18) и (I-19) обеспечивает уровень мешающего сигнала телемеханики обратного направления в телефонном канале прямого направления не менее 35 дБ.

К п. I.3.12

Разнос частот ВЧ каналов при параллельном включении аппаратуры через разделительный фильтр РФ, согласно техническим условиям на фильтр, должен быть не менее 10% частоты настройки РФ, т.е. несущей частоты канала релейной защиты (или противосаварийной автоматики). При этом затухание, вносимое фильтром в канал, согласно ТУ, не превышает 1,0 дБ.

К п. I.3.13

Помехозащищенность приемников с двойным преобразованием частот в полосе зеркального канала определяется в основном избирательными свойствами входного ВЧ фильтра приемника. Поскольку передатчики аппаратуры имеют уровни 40-50 дБ, а избирательность входного фильтра на частоте зеркального канала относительно невелика, то в некоторых случаях при параллельном подключении приемников и передатчиков не соблюдается принятая в настоящих Руководящих указаниях разность уровней полезного сигнала и мешающего передатчика (см. п. I.3.3).

К п. I.4.1

Разнос частот между краями рабочих полос передатчиков мощностью до 10 Вт не менее 10%, но не менее 8 кГц при параллельном подключении их принят временно по документации на аппаратуру АСК-1. Поскольку ВЧ характеристики линейных фильтров аппаратуры ВЧ каналов по ВД, перечисленной в табл. I-2 и I-3, близки, разнос частот для аппаратуры АСК-1 распространен на все типы передатчиков. При указанном разnose частот затухание, вносимое параллельно включенным передатчиком другого канала, будет не более 1,0 дБ, а продукты паразитной модуляции сигнала одного передатчика сигналом другого передатчика, проникающим через линейный фильтр на транзистеры (лампы) выходного каскада, не будут оказывать заметного влияния на работу ВЧ каналов. После проведения исследований указанное значение разноса частот может быть уточнено.

К п. I.4.2

Графики для определения минимального значения разноса частот составлены с учетом избирательности фильтров приемника со-

гласяо технической документации на аппаратуру и нормам, изложенным в п. I.3.3. Для приемников, имеющих высокую чувствительность, уровень которой практически во всех случаях ниже минимального уровня приема на ВЛ 35-500 кВ, графики разноса частот составлены в зависимости от разности уровней полезного и мешающего сигналов на входе приемника $\Delta p = p_{пр} - p_{меш}$.

Для приемников с невысокой чувствительностью (например, у аппаратуры ВЧА-СЧ, АСК-РС, ДСТ-68, ТСД-70, УПЗ-70, ШВД, ПВЗК), а также приемников ВЧО-М, которая, как правило, принимается в качестве минимального уровня приема, графики разноса частот составлены в зависимости от уровня мешающего сигнала на входе приемника $p_{меш}$.

К пп. I.5.2-I.5.8.

Приведены наиболее вероятные значения переходных затуханий на основании анализа измерений, проведенных при наладке каналов и исследовательских работах.

К п. I.5.9

Значения переходных затуханий на ближнем конце между линейными трактами по грозозащитным тросам в пункте промежуточного усиления на трассе ВЛ принят по [Л.10].

К пп. I.5.10 и I.5.11

Определение переходных затуханий между линейными трактами, обусловленных электромагнитной связью на участке параллельного следования, производится по данным [Л.4].

К п. 2.2.5.

Формула (I-5) для определения поправки $\Delta p_{пром}$, учитывающей квадратичное сложение распределенных помех в каналах с промежуточными усилителями и переоприемками, справедлива при равенстве значений $p_{с/п}$ всех усилительных участков.

Расчет значения $\Delta p_{пром}$ по формула (I-5) без учета усилительных и переоприемных участков, для которых $p_{к.с/п}$ выше на 10 дБ и более, чем для усилительного участка с наименьшим значением $p_{мин.с/п}$ имеет погрешность не более 1 дБ при числе усили-

тельных участков до четырех по сравнению с расчетом по точной формуле квадратичного сложения с учетом всех усилительных участков

$$\Delta P_{\text{прот}} = 10 \lg \left(1 + \sum 10^{-0,1(\beta_{\text{н.с/п}} - P_{\text{мин.с/п}})} \right) \text{ дБ.} \quad (3-14)$$

К п.2.3.

Рекомендации по расчету линейных трактов по фазным проводам ВЛ составлены по материалам [Л.4].

1. Увеличение затухания из-за влияния земной волны при схемах присоединения фазы - земля $\Delta \alpha_{(г)}$ (см. рис.2-3), рассчитано по формуле

$$\Delta \alpha_{(г)} = 20 \lg \left| 1 + e^{-0,115(\alpha_{(г)} - \alpha_{(ф)})l} \right| \text{ дБ.} \quad (3-15)$$

Значения $\alpha_{(г)}$ и $\alpha_{(ф)}$ определены из [Л.4].

2. Расчет линейных трактов по нетранспонированным шестипроводным ВЛ со схемой присоединения верхняя фаза - земля и средняя фаза - земля по формулам (2-10) и (2-11) дает погрешность (в сторону увеличения результата) против расчета по уточненной формуле [Л.4] соответственно на 2 и 3 дБ в нижней части диапазона частот.

3. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по крайним (нижним) фазам нетранспонированных ВЛ, приведенные на рис.2-5 - 2-14, означают:

- область 1 - область симметричных ВЛ. Граничные значения $f_{\text{г}}$ этой области частот приведены в табл.3-9 по [Л.4];

- область 2 - область несимметричных ВЛ при схема присоединения фазы - земля к одноименной фазе на обоих концах.

Граничные значения этой области рассчитаны по рекомендациям [Л.4] по формуле

$$l_{\text{вЛ}} = \frac{90}{\Delta_{(2)} f} \text{ км,} \quad (3-16)$$

где f - в кГц.

Значения $\Delta_{(2)}$ принимались для $\rho_{\text{г}} = 200 \text{ Ом.м.}$

При известном значении ρ_3 , границы области частот 2 могут быть уточнены по формуле (3-16), в которой значения $\Delta_{(2)}$ определяются по [Л.4] для ВЛ 110 и 220 кВ и по рис. 2-21 и 2-22 - для ВЛ 330 и 500 кВ;

- область 3 - область несимметричных трехпроводных ВЛ при схемах присоединения фаза - земля к равномерным фазам по концам

Граничные условия этой области рассчитаны по рекомендациям [Л.4] по формулам:

$$l_1 = \frac{120}{\Delta_{(2)} f} \text{ км}; \quad (3-17)$$

$$l_2 = \frac{270}{\Delta_{(2)} f} \text{ км}. \quad (3-18).$$

Значения $\Delta_{(2)}$ принимались для $\rho_3 = 200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

При известном значении ρ_3 , границы области частот 2 могут быть уточнены;

- область 4 - область частот, граничные условия которой рассчитаны по рекомендациям [Л.4] по формулам, приведенным в табл. 3-10.

Т а б л и ц а 3-9
Максимальные расчетные значения $f l$ симметричных ВЛ

Расположение фаз ВЛ	Напряжение ВЛ, кВ	$f_{\text{max}} l_{\text{ВЛ}}$ кГц·км
Горизонтальное	35	$20 \cdot 10^3$
	110	$8 \cdot 10^3$
	220	$5 \cdot 10^3$
Треугольное	35	$60 \cdot 10^3$
	110	$30 \cdot 10^3$
	220	$15 \cdot 10^3$
Двухцепное (бочка)	35	$75 \cdot 10^3$
	110	$33 \cdot 10^3$
	220	$9,5 \cdot 10^3$

П р и м е ч а н и е. ВЛ 330 кВ и выше считается несимметричными.

Расчетные формулы граничных условий области частот 4
нетранспонированных ВЛ

Расположение фаз ВЛ	Расчетная формула
Горизонтальное	$l_{\text{ВЛ}} = \frac{23}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}} \text{ км} \quad (3-19)$
Вертикальное	$l_{\text{ВЛ}} = \frac{17}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}} \text{ км} \quad (3-20)$
Треугольное для фазы I (рис. 2-4, а)	$l_{\text{ВЛ}} = \frac{19,5}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}} \text{ км} \quad (3-21)$

Погрешность расчета затухания линейного тракта в области частот 4 по формулам табл. 2-2 не превышает 2 дБ на границе области по сравнению с расчетом затухания по формулам [Л.4].

4. Границы областей частот 1-5 по рис. 2-7, б и 2-8, в, в которых допустима работа ВЧ каналов по транспонированным ВЛ 330 и 500 кВ с горизонтальным расположением фаз, соответствуют: 1, 2, 3 и 5 - области частот при схеме присоединения фазы А (В) - земля; 1, 2, 4 и 5 - области частот при схеме присоединения фазы С - земля; 2, 3, 4 и 5 - области частот при схеме присоединения фазы А - земля на одном конце и фазы В - земля на втором конце.

Граничные условия областей частот рассчитаны по формулам:
 области 2 $l_{\text{ВЛ}1} = \frac{360}{\Delta_{(2)} f} \text{ км}$; $l_{\text{ВЛ}2} = \frac{540}{\Delta_{(2)} f} \text{ км}$; области 3 $l_{\text{ВЛ}} = \frac{810}{\Delta_{(2)} f} \text{ км}$;
 - области 4 $l_{\text{ВЛ}} = \frac{70,6}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}} \text{ км}$; области 5 $l_{\text{ВЛ}} = \frac{88,7}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}} \text{ км}$.

Формулы граничных условий областей 4 и 5 получены из выражения

$$(\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}) l_r = 14 + 20 \lg \left| \frac{D_{21}}{D_1} \right| \quad (3-22)$$

Значения $\Delta_{(2)}$ принимались для $\rho_2 = 200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. При известном значении ρ_2 , границы областей частот 2 и 3 могут быть уточнены.

Формулы для определения затухания линейного тракта в областях 4 и 5 (по рис. 2-7, б и 2-8, б), приведенные в табл. 2-2, получены из выражения

$$\alpha_{(ф.э)} = 3\alpha_{(1)}l_r + 20\lg\left|\frac{10}{D_1}\right| \text{ дБ.} \quad (3-23)$$

Максимальная погрешность расчета затухания линейного тракта по формуле (3-23) не превышает 2 дБ на границе области по сравнению с расчетом затухания по точным формулам.

Для транспонированных ВЛ 110 и 220 кВ, а также для ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз границы областей частот, в которых применима формула (3-23) для расчета затухания линейного тракта, находятся выше 500 кГц при длине ВЛ до 250-300 км. Для этих ВЛ рекомендуется использование диапазона частот, ограниченного согласно рис. 1-15, 1-18 и 1-19 [см. пояснения к п. 1.2.1 - формулы (3-3) и (3-4)].

5. Расчеты, выполненные на ЭВМ, и измерения показали, что при схемах присоединения аппаратуры БЧ каналов к разным фазам по концам ВЛ изменение затухания эквивалентной междупазной волны не превышает 1-2 дБ при изменении сопротивления нагрузки нерабочих фаз от нуля до бесконечности, т.е. при замыкании их на землю и отключении от шин подстанции.

К п. 2.3.10

Кривые графиков на рис. 2-33 и 2-34 для определения затухания, вносимого ответвлением, используемым для связи, рассчитаны по формулам [Л. 4]:

$$\alpha_{\text{отв. макс}} = 20\lg\left|1 + 0,5 \operatorname{cth}(0,115a)\right|; \quad (3-24)$$

$$\alpha_{\text{отв. мин}} = 20\lg\left|1 + 0,5 \operatorname{th}(0,115a)\right|, \quad (3-25)$$

$$\text{где } \alpha = \alpha_{(ф)} \ell_{отв} + 10 \lg \left| \frac{1}{K_{11}} \right|;$$

K_{11} — коэффициент отражения междуфазной волны от конца ответвления.

Расчет по формулам (3-24) и (3-25) выполнялся для того режима работы ВЛ, при котором абсолютное значение K_{11} наибольшее. Сопротивление заградителей в рабочей фазе принималось равным 500 Ом.

Кривые $\alpha_{отв. мин}$, используемые для расчета неравномерности затухания ВЧ тракта, обусловленной неравномерностью частотной характеристики затухания ответвления, рассчитывались при $Z_{ф.л} = 400$ Ом. При других значениях $Z_{ф.л}$ в пределах 300–800 Ом значения $\alpha_{отв. мин}$ отличаются от приведенных на рис.2-33 и 2-34 не более чем на 20%.

К п.2.3.11

Кривые на рис.2-35 для определения максимального затухания, вносимого ответвлением, обработанным заградителями, рассчитаны по формуле

$$\alpha_{отв} = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{\xi} \right| \text{ дБ,} \quad (3-26)$$

где ξ определялась по [Л.4].

Кривые на рис.2-36 для определения максимального затухания, вносимого необработанным ответвлением, не используемым для оптимизации связи, рассчитаны по формуле [Л.4]:

$$\alpha_{отв} = 20 \lg \left| 1 + j 0,5 \operatorname{tg} \Psi \right| \text{ дБ,} \quad (3-27)$$

$$\text{где } \Psi = 1,2 f \ell_{отв} + 90 - \operatorname{arctg} \frac{4,2 \cdot 10^5 K_{11}}{f \ell_{отв} \frac{C_n}{\ell_{отв}}} \text{ град;}$$

C_n — емкость оборудования подстанции, пФ;

$K_4 = 1$ — коэффициент для ВЛ с фазами из одиночных проводов.

К п.2.3.17

Расчет затухания, вызванного в ВЧ тракте канала за счет функционирования устройствами присоединения обхода линейного разъединителя при включенном линейном разъединителе, выполняется с учетом следующих допущений:

1) при расположении линейного разъединителя на расстоянии не более трех длин волн ($l \leq \frac{900}{f}$ км) от ближайшей подстанции устройства присоединения рассматриваются как шунт, включенный только в рабочую фазу. Формула (2-30) получена из формулы (2-23) в предположении, что $Z_H = Z_r = Z_n$;

2) при расположении линейного разъединителя на расстоянии более трех длин волн ($l > \frac{900}{f}$ км) от ближайшей подстанции устройства присоединения рассматривается как короткое ответвление от ВЛ, при котором сопротивление нагрузки рабочей фазы равно шунтирующему сопротивлению $Z_{ш}$, а нерабочих фаз - бесконечности.

Формула (2-33) получена преобразованием формулы [Л.4].

$$\alpha_{отб} = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{\xi} \right| \text{ дБ}, \quad (3-28)$$

где

$$\xi = \frac{2(q_2 q_{(0)} + 2q_n q_{(0)} + 6q_n q_2)}{2q_n + 4q_2 + 3q_{(0)}};$$

$$q_2 = \frac{Z_2 K_H}{380}; \quad q_n = \frac{Z_n K_H}{380}; \quad q_{(0)} = \frac{Z_{B(0)}}{Z_{B(\varphi)}} = 1,7;$$

Z_2 - сопротивление нагрузки нерабочих фаз;

Z_n - сопротивление нагрузки рабочей фазы.

При выводе формулы (2-33) принималось:

$$Z_2 = \infty; \quad Z_n = Z_{ш}; \quad K_H = 1.$$

К п.2.3.18.

Вынос схемы ВЧ обхода в начало параллельного следования ВЛ, расположенных на участке параллельного следования на двухцепных опорах, может ухудшить частотную характеристику затухания ВЧ тракта за счет появления нескольких областей повышенного затухания в пределах полосы пропускания фильтра присоединения [Л.8].

Происходит это из-за сдвига по фазе напряжений на нерабочих фазах ВЛ до и после обхода.

Г л а в а 4. ПРИМЕРЫ ВЫБОРА ЧАСТОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

Пример I

Определить полосу частот, в которой можно не обрабатывать заградителем ответвление от ВЛ 110 кВ, длина которого 0,2 км. На конце ответвления расположена подстанция "Блок 110 кВ (линия - трансформатор)" по схеме рис.4-1.

Высокочастотный канал в этой полосе частот должен быть работоспособным при замыкании на землю ответвления на подстанции. Затухание, вносимое ответвлением, должно быть не более 3,0 дБ.

I. По данным табл. I-19 определяется емкость оборудования подстанции на землю для одной фазы, пФ:

Трансформатор ТДТ-60000/110.....	970
Разрядник РС-110, 2 шт.	170
Разъединитель РЛС-110 м.....	100
Шины 30 м по 7,5 пФ/м	225

$$\overline{C_n} = 1465$$

2. Относительная емкость подстанции в рабочем режиме

$$\frac{C_n}{l} = \frac{1465}{0,2} = 7325 \text{ пФ/км.}$$

3. По рис.2-36 находится значение $f\ell$ для двух крайних случаев, т.е. при замыкании ответвления на землю ($C_n = \infty$) и при включенной в работу подстанции на конце ответвления (расчетный режим подстанции) $\frac{C_n}{l} = 7325 \text{ пФ/км}$:

а) по кривой $C_n = \infty$ при замыкании на землю фаз в конце ответвления при $a_{отб} = 3,0 \text{ дБ}$

$$f\ell = 22 \text{ кГц}\cdot\text{км}; \quad f_1 = \frac{22}{0,2} = 110 \text{ кГц};$$

б) по кривой $C_n = 7325 \text{ кФ/км}$ для рабочего режима подстанции при $\alpha_{отв} = 3,0 \text{ дБ}$

$$f\ell = 30 \text{ кГц}\cdot\text{км}; \quad f_2 = \frac{30}{0,2} = 150 \text{ кГц}.$$

Согласно поставленным условиям для полосы частот 110-150 кГц, ответвления можно не обрабатывать заградителем.

Пример 2

Требуется выбрать рабочие частоты для вновь проектируемого БЧ канала на аппаратуре АСК-РС по ВЛ 110 кВ (рис.4-2). Воздушная линия одноцепная, нетранспонированная с горизонтальным расположением фаз. Фазные провода марки АС-185. Рабочий ток линии 500 А. Ударный ток короткого замыкания не превышает 30 кА. ВЛ проходит по территории П района по гололеду. На расстоянии до 300 км от ВЛ расположена радиовещательная станция с несущей частотой 254 кГц.

Районный диспетчерский пункт расположен при подстанции № 1; с ним должна осуществляться связь подстанций № 2 и 3. На подстанции № 1 располагается аппаратура ВНА-СЧ действующего канала по ВЛ 110 кВ.

1. Выбор частот

1. Минимальный уровень приема телефонного канала определяется по формуле (1-5)

$$P_{пр.мин} = P_{пом} + 10 \lg \Delta f + P_{с/п} = -38 + 3 + 26 = -9 \text{ дБ},$$

где $\Delta f = 2 \text{ кГц}$ - полоса эффективно передаваемых частот телефонного канала;

$P_{пом} = -38 \text{ дБ}$ - уровень помех на ВЛ 110 кВ в полосе частот 1 кГц;

$P_{с/п} = 26 \text{ дБ}$ - минимальная разность уровней сигнала и распределенной помехи в телефонном канале.

2. Затухание, перекрываемое аппаратурой АСК-РС, определяется по формуле (I-2):

$$A_{пер} = P_{пер} - P_{пр.мин} = 32 + 9 = 41 \text{ дБ.}$$

3. Затухание элементов ВЧ тракта определяется по формуле (I-7):

$$\begin{aligned} a_{эл} &= \alpha_k + \Delta\alpha_{тр} + 2a_3 + 2a_{фл} + 2a_{каб} + a_{отб} = \\ &= 2,5 + 3 + 6 + 3 + 1 + 7,0 = 22,5 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

Поскольку значение $P_{пр.мин}$ соответствует чувствительности приемника АСК-РС (по табл. I-2), в расчете $a_{эл}$ учитываются затухание всех элементов ВЧ тракта на приемном конце.

4. Наибольшая возможная рабочая частота канала определяется по рис. I-2 по максимально допустимому значению километрийского затухания междупазной волны:

$$\begin{aligned} \alpha_{(ф)макс} &= \frac{A_{пер} - a_{эл} - A_{зат}}{l} = \frac{41 - 22,5 - 11,5}{95} = 0,074 \text{ дБ/км;} \\ f_{макс} &= 270 \text{ кГц,} \end{aligned}$$

здесь $A_{зат} = 11,5$ дБ - затухание по перекрываемому затуханию в канале из рис. I-23 для частоты 270 кГц.

5. Минимальный разнос частот между краями рабочих полос аппаратуры АСК-РС и ВЧА-СЧ на подстанции № I определяется по рис. I-36 и I-37 в зависимости от уровня мешающего сигнала:

$$P_{меш} = P_{макс} - A_{п.б} = 36 - 25 = 11 \text{ дБ,}$$

где $P_{макс} = 36$ дБ - максимальный уровень передатчика АСК-РС и ВЧА-СЧ;

$A_{п.б} = 25$ дБ - затухание перехода подстанции.

$\Delta f_{мин1} = 1$ кГц для приемника аппаратуры АСК-РС;

$\Delta f_{мин2} = 2,5$ кГц для приемника аппаратуры ВЧА-СЧ.

Рабочая полоса частот проектируемого канала выбирается равной 138-146 кГц.

6. Высокочастотные заградители выбираются типа ВЗ-600-0,25 с полосой заграждения 120-180 кГц при минимальном значении актив-

ного сопротивления в полосе заграждения 500 Ом.

7. Фильтры присоединения выбираются типа УФП-75 на полосу пропускания 42-280 кГц при $Z_{ф.л} = 600$ Ом с конденсатором связи емкостью 6400 пФ.

II. Поверочный электрический расчет ВЧ канала

I. Затухание ВЧ тракта между подстанциями № I и 3

$$\begin{aligned} \alpha_{TP} &= \alpha_{\ell} + \alpha_K + 2\alpha_3 + 2\alpha_{ф.л} + 2\alpha_{каб} + \alpha_{отб} = \\ &= 5 + 2,5 + 7 + 3,5 + 1 + 8,5 = 27,5 \text{ дБ}; \\ \alpha_{(1)} \ell &= 0,053 \cdot 95 = 5 \text{ дБ (по рис. I-2)}. \end{aligned}$$

$$\alpha_3 = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{ф.л} Z_{л}}{(Z_{ф.л} + Z_{л}) Z_3} \right| = 20 \lg \left| 1 + \frac{600 \cdot 450}{(600 + 450) \cdot 500} \right| = 3,5 \text{ дБ};$$

$\alpha_{ф.л} = 1,74$ дБ - по паспортным данным (см. табл. I-10);

$\alpha_{каб} = 0,5$ дБ - по рис. 2-31 для кабеля марки РК-75 длиной по 0,25 км на один пункт;

$\alpha_{отб} = 8,5$ дБ - по рис. 2-33 при $Z_{ф.л} = 600$ Ом и $\alpha_{(ф)} \ell_{отб} = \approx 0$ дБ.

2. Запас по перекрываемому затуханию в канале

$$A_{зап} = A_{пер} - \alpha_{TP} = 41 - 27,5 = 13,5 \text{ дБ.}$$

III. Оценка неравномерности затухания ВЧ тракта канала, обусловленная многократными отражениями междуфазной волны от мест неоднородности и неравномерностью частотной характеристики затухания стволления

1. Коэффициент отражения от концов ВЛ при $Z_{ф.л} = 600$ Ом (по рис. 2-41); $K_1 = 0,52$.

2. Коэффициент отражения от места включения ответвления (по рис. 2-33) при $\alpha_{отб} = 8,5$ дБ $K_2 = K_{отб} = 0,62$.

3. Неравномерность затухания ВЧ тракта на первом участке подстанция № I - место включения ответвления при $\alpha_{(1)} \ell_{(1)} = \approx 0,053 \cdot 55 = 3$ дБ (по рис. 2-40) $\Delta \alpha_{TPH} = 3,0$ дБ.

4. Неравномерность затухания ВЧ тракта на втором участке подстанции № 3 - место включения ответвления при $\alpha_{(1)} l_2 = 0,053 \cdot 40 \approx 2,0$ дБ $\Delta a_{тр12} = 4,0$ дБ.

5. Суммарная неравномерность затухания ВЧ тракта на участке подстанции № I - подстанция № 3

$$\Delta a_{тр1} = \Delta a_{тр11} + \Delta a_{тр12} = 3,0 + 4,0 = 7,0 \text{ дБ.}$$

Неравномерность затухания ВЧ тракта 7,0 дБ будет наблюдаться в полосе частот канала одного направления, так как длина ВЛ более 25 км.

6. Неравномерность затухания ВЧ тракта, обусловленная неравномерностью частотной характеристики затухания ответвления, определяется по рис.2-42:

$$\Delta a_{тр2} = a_{отв.макс} - a_{отв.мин} = 8,5 - 1,5 = 7,0 \text{ дБ.}$$

Поскольку $l_{отв} < 25$ км, значение $\Delta a_{тр2}$ в полосе 3 кГц определяется по рис.2-34:

$$\Delta a_{тр2 \Delta f} = 2,5 \text{ дБ.}$$

7. Неравномерность затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц (полоса канала в одном направлении)

$$\Delta a_{тр \Delta f} = \sqrt{\Delta a_{тр1}^2 + \Delta a_{тр2 \Delta f}^2} = \sqrt{7^2 + 2,5^2} = 7,5 \text{ дБ.}$$

8. Максимально возможное затухание ВЧ тракта

$$a_{тр.макс} = a_{тр} + \frac{1}{2} \Delta a_{тр1} = 27,5 + \frac{7,0}{2} = 31 \text{ дБ.}$$

9. Минимальный запас по перекрываемому затуханию

$$A_{зап.мин} = A_{пер} - a_{тр.макс} = 41 - 31 = 10 \text{ дБ.}$$

Расчет считается законченным, поскольку характеристики ВЧ канала соответствуют нормам.

Пример 3

Требуется выбрать рабочие частоты для связи проектируемых каналов по ВЛ 110 кВ, показанных на рис.4-3; ВЛ 110 кВ подстанции № 2 - подстанция № 4 нетранспонированная с горизонтальным

расположением фаз; ВЛ 110 кВ подстанции № 1 — подстанция № 2 ветротранспортированная с треугольным расположением фаз. Марка фазных проводов приведена на рис. 4-3. Рабочий ток ВЛ не превышает 500 А. Ударный ток короткого замыкания — не более 30 кА. Линия электропередачи проходит по территории II района по гололеду. Заходы обеих ВЛ на подстанции № 2 располагаются в общем коридоре. На расстоянии до 300 км от ВЛ вещательных радиостанций нет. Учитываются несущие частоты 236 и 263 кГц радиостанций общесовязного вещания.

I. Выбор частот

1. Минимальный уровень приема канала определяется по формуле (I-5):

$$P_{пр.мин} = P_{пом} + 10 \lg \Delta f + P_{с/п} + P_{прот} :$$

а) для канала 1 с промежуточными усилителями на подстанции № 2

$$P_{пр.мин} = -38 + 10 \lg 2 + 26 + 10 \lg 2 = -6 \text{ дБ};$$

б) для канала 2 на аппаратуре АСК-РС

$$P_{пр.мин} = -38 + 10 \lg 2 + 26 = -9 \text{ дБ};$$

в) для каналов 3 и 4 на аппаратуре УПЗ-70

$$P_{пр.мин} = +7,5 \text{ дБ (по табл. I-4),}$$

где $P_{пом} = -38 \text{ дБ}$ — уровень помех на ВЛ 110 кВ в полосе 1 кГц (см. табл. I-5);

$\Delta f = 2 \text{ кГц}$ — полоса эффективно передаваемых частот телефонного канала;

$P_{с/п} = 26 \text{ дБ}$ — минимальная разность уровней сигнала и определенной помехи в телефонном канале.

2. Затухание, перекрываемое аппаратурой, определяется по формуле (I-2):

$$A_{пер} = P_{пер} - P_{пр.мин} :$$

а) для канала 1 с каналами телемеханики

$$A_{пер} = 33 + 6 = 39 \text{ дБ};$$

б) для канала 2

$$A_{пер} = 32+9 = 41 \text{ дБ};$$

в) для каналов 3 и 4

$$A_{пер} = 45-7,5 = 37,5 \text{ дБ.}$$

3. Затухание элементов ВЧ тракта определяется по формуле (I-7) на ВЛ подстанция № I - подстанция № 2:

$$\alpha_{эл} = \alpha_K + 2\alpha_3 + 2\alpha_{фл} + 2\alpha_{каб}:$$

а) для канала I

$$\alpha_{эл} = 2,5 + 2 \cdot 3,0 + 1,5 + 0,5 = 10,5 \text{ дБ,}$$

б) для канала 3

$$\alpha_{эл} = 2,5 + 2 \cdot 3,0 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 12,5 \text{ дБ.}$$

Для канала I на приемном конце учитывается затухание только заградителя, а для канала 3 - все элементы ВЧ тракта, так как значение $f_{пр. мин}$ канала 3 соответствует уровню порога зашумления приемника по табл. I-3.

4. Затухание элементов ВЧ тракта на ВЛ подстанция № 2 - подстанция № 4

$$\alpha_{эл} = \alpha_K + \Delta\alpha_{тр1} + 2\alpha_3 + 2\alpha_{фл} + 2\alpha_{каб} + 2\alpha_{рф} + \alpha_{ш} + \alpha_{отб}:$$

а) для канала I

$$\alpha_{эл} = 2,5 + 3 + 2 \cdot 3,0 + 1,5 + 0,5 + 1 \cdot 2 + 1 + 7,0 = 23,5;$$

б) для канала 2

$$\alpha_{эл} = 2,5 + 3 + 2 \cdot 3,0 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 7,0 = 27,5 \text{ дБ,}$$

в) для канала 4

$$\alpha_{эл} = 2,5 + 3 + 2 \cdot 3,0 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1 + 7,0 = 24,5 \text{ дБ.}$$

Для каналов 2 и 4 на приемном конце учитывается затухание всех элементов ВЧ тракта, так как значение $f_{пр. мин}$ этих каналов соответствует чувствительности и уровню порога зашумления приемников по табл. I-2 и I-3.

5. Наибольшая возможная рабочая частота канала определяется по максимально допустимому значению километрийческого затухания междупазной волны по формуле (I-1):

$$\alpha_{(f)\max} = \frac{A_{\text{пер}} - a_{\text{эл}} - A_{\text{зат}}}{l} ;$$

а) для канала I на участке подстанции № I - подстанции № 2

$$\alpha_{(f)\max} = \frac{39,0 - 10,5 - 13}{40} = 0,39 \text{ дБ/км,}$$

где $A_{\text{зат}} = 13$ дБ - по формуле (I-13) для частоты 500 кГц;

$$f_{\max} > 500 \text{ кГц (по рис. I-10);}$$

б) для канала 3

$$\alpha_{(f)\max} = \frac{37,5 - 12,5 - 23}{40} = 0,063 \text{ дБ/км,}$$

где $A_{\text{зат}} = 23$ дБ - по формуле (I-11) для частоты 200 кГц;

$$f_{\max} = 200 \text{ кГц (по рис. I-6);}$$

в) для канала I на участке подстанции № 2 - подстанции № 4

$$\alpha_{(f)\max} = \frac{39 - 23,5 - 9}{96,5} = 0,067 \text{ дБ/км;}$$

$$f_{(f)\max} = 330 \text{ кГц по рис. I-2;}$$

г) для канала 2 на участке подстанции № 2 - подстанции № 3

$$\alpha_{(f)\max} = \frac{41 - 27,5 - 9}{38,5} = 0,117 \text{ дБ/км;}$$

$$f_{(f)\max} > 500 \text{ кГц по рис. I-2;}$$

д) для канала 4 на участке подстанции № 2 - подстанции № 4

$$\alpha_{(f)\max} = \frac{37,5 - 24,5 - 20}{96,5} = \frac{-7,0}{96,5},$$

где $A_{\text{зат}} = 20$ дБ - по формуле (I-11a) для частоты 200 кГц.

Для канала 4 аппаратура УПС-70 не может быть применена, так как затухание ВЧ тракта больше допустимого значения. Провернется

возможность использования аппаратуры АЗВ с высокочувствительным приемником. Для аппаратуры АЗВ

$$P_{\text{пр.мин}} = -10 \text{ дБ на ВЛ 110 кВ (см. табл. I-4)}$$

$$A_{\text{пер}} = 45 + 10 = 55 \text{ дБ;}$$

$$\alpha_{(\varphi)\text{макс}} = \frac{55 - 24,5 - 25}{96,5} = 0,067 \text{ дБ/км,}$$

где $A_{\text{зал}} = 25 \text{ дБ}$ по формуле (I-II) для частоты 300 кГц;

$$f_{\text{макс}} = 330 \text{ кГц (по рис. I-2).}$$

6. Минимальный разнос частот между приемником УПБ-70 и мешающим передатчиком АСК-1 на подстанциях № 1 и 2 определяется по рис. I-42 в зависимости от уровня мешающего сигнала на входе приемника:

$$P_{\text{меш}} = P_{\text{макс}} - A_{\text{п.б}} = 40 - 18 = 22 \text{ дБ;}$$

$$\Delta f = 7 \text{ кГц (по рис. I-42 для } f = 200 \text{ кГц).}$$

7. Минимальный разнос частот между приемником АСК-РС и мешающим передатчиком АСК-1у на подстанции № 2 определяется по рис. I-36 в зависимости от $P_{\text{меш}} = P_{\text{макс}} = 40 \text{ дБ}$ для частоты 300 кГц:

$$\Delta f = 6 \text{ кГц.}$$

8. Минимальный разнос частот между приемником МК-50м и мешающим передатчиком АСК-1с на подстанции № 4 определяется по рис. I-10 в зависимости от значения $\Delta p = P_{\text{пр.мин}} - P_{\text{меш}} = 0 + 3 = 3 \text{ дБ,}$

$$\text{где } P_{\text{меш}} = P_{\text{макс}} - A_{\text{п.б}} = 40 - 43 = -3 \text{ дБ;}$$

$$P_{\text{пр.мин}} = P_{\text{ном}} + 10 \lg = 2 + 26 = -29 + 29 = 0 \text{ дБ;}$$

$$\Delta f = 3 \text{ кГц.}$$

9. Минимальный разнос частот между приемником АСК-1с и передатчиком МК-60м на подстанции № 4 определяется по рис. I-32 в зависимости от значения

$$\Delta p = -6 + 3 = -3 \text{ дБ;} \quad \Delta f = 1 \text{ кГц.}$$

где $P_{\text{меш}} = 40 - 43 = -3$ дБ.

10. Минимальный разнос частот между приемником АЗВ и мешающим передатчиком АСК-1С определяется по рис. I-4I в зависимости

от $P_{\text{меш}} = P_{\text{макс}} = 40$ дБ:

$$\Delta P = P_{\text{пр мин}} - P_{\text{меш}} \approx -10 - 40 = -50 \text{ дБ};$$

$$\Delta f = 8 \text{ кГц для частоты } 330 \text{ кГц.}$$

Поскольку используются разделительные фильтры типа РФ, то разнос частот определяется параметрами фильтра и должен быть не менее 10%.

11. Разнос частот между приемниками и передатчиками на подстанции № 2 определяется в зависимости от переходного затухания между линиями:

а) затухание перехода подстанции с ближнего конца

$$A_{\text{п.б}} = 25 \text{ дБ};$$

б) переходное затухание между линиями на ближнем конце из-за электромагнитной связи (по рис. I-50)

$$A_{\text{эм.б.с.}} = 40 \text{ дБ.}$$

Поскольку параллельный пробег ВЛ небольшой клины, возможно снижение значения $A_{\text{эм.б.}}$ на 4,5 дБ (по рис. I-51).

Расчетное значение $A_{\text{эм.б.}} = 40 - 4,5 = 35,5$ дБ;

в) переходное затухание между линиями с учетом пп. а и б

$$A_{\text{п.б.}} = A_{\text{п.б.}} - \Delta_2 A = 25 - 0,5 = 24,5 \text{ дБ,}$$

где $\Delta_2 A = 0,5$ дБ (по рис. I-53).

В зависимости от $A_{\text{п.б.}} - A_{\text{эм.б.}} = 25 - 35,5 = -10,5$ дБ.

12. Минимальный разнос частот между приемником АСК-1у одного направления и передатчиком АСК-1у другого направления на подстанции № 2 определяется по рис. I-32 в зависимости от

$$\Delta P = P_{\text{пр мин}} - P_{\text{меш}} = -6 - 17 = -23 \text{ дБ,}$$

где $P_{\text{меш}} = 40 - 23 = 17$ дБ;

$$\Delta f = 2 \text{ кГц.}$$

13. Полосы частот каналов I-4, выбранные с учетом определенных выше значений $f_{\text{макс}}$ и Δf , приведены на рис. 4-3 и 4-4.

14. Выбираются высокочастотные заградители КЗ-600-0,25. Полосы заграждения заградителей показаны на рис.4-3. Активное сопротивление в полосе заграждения не менее 500 Ом. Выбираются фильтры присоединения ФПУ. Полосы пропускания фильтров показаны на рис.4-3. Характеристическое сопротивление фильтров присоединения с конденсаторами связи емкостью 6400 пФ

$Z_{ф.л} = 450$ и 685 Ом на участке подстанция № 1 - подстанция № 2
и $Z_{ф.л} = 450$ Ом на участке подстанция № 2 - подстанция № 4.

II. Проверочный электрический расчет ВЧ канала

I. Затухание ВЧ тракта между подстанциями № 2 и 4 и подстанциями № 2 и 3

$$\alpha_{тр} = \alpha_{(1)} l + \alpha_n + 2\alpha_j + 2\alpha_{фп} + 2\alpha_{каб} + 2\alpha_{рф} + \alpha_{ш} + \alpha_{отб} \text{ дБ:}$$

а) для канала 1 $f_g = 250$ кГц, подстанций № 2 и 4

$$\alpha_{тр} = 0,05 \cdot 96,5 + 2,5 + 7,0 + 1,3 + 0,5 + 1 + 2 + 7,0 = 27,0 \text{ дБ;}$$

б) для канала 2 $f_g = 288$ кГц, подстанций № 2 и 3

$$\alpha_{тр} = 0,061 \cdot 33,5 + 2,5 + 7 + 2,5 + 1 + 2 + 3 + 4,5 = 25 \text{ дБ,}$$

где $\alpha_{отб} = 4,5$ дБ по рис.2-33 при $\alpha_{(1)} l_{отб} = 0,067 \cdot 60 = 4,0$ дБ.

в) для канала 4 $f_g = 326$ кГц, подстанций № 2 и 4

$$\alpha_p = 0,057 \cdot 96,5 + 2,5 + 7,0 + 2,5 + 1 + 2 + 7,0 = 28,5 \text{ дБ.}$$

Для канала 1 на аппаратуре АСК-1 не учитывается затухание элементов ВЧ тракта на приемном конце, кроме α_j .

Для каналов 2 и 3 учитываются затухания всех элементов ВЧ тракта на обоих концах, так как значение $P_{пр.мин}$ для этой аппаратуры соответствует чувствительности и уровню порога заграждения приемника.

2. Запас по перекрываемому затуханию в канале

$$A_{зан} = A_{пер} - \alpha_{тр} :$$

а) для канала 1 $A_{зан} = 39 - 27,0 = 12,0$ дБ;

б) для канала 2 $A_{зан} = 41 - 25 = 16,0$ дБ;

в) для канала 4 $A_{зан} = 55 - 28,5 = 26,5$ дБ.

3. Затухание ВЧ тракта между подстанциями № 1 и 2 определяется по формуле

$$\alpha_{тр} = \alpha_{(1)} \ell + \alpha_k + 2\alpha_z + 2\alpha_{фл} + 2\alpha_{каб} :$$

а) для канала 1 $f_{\delta} = 484$ кГц

$$\alpha_{тр} = 0,14 \cdot 40 + 2,5 + 7 + 1,3 + 0,5 = 17 \text{ дБ};$$

б) для канала 3 $f_{\delta} = 150$ кГц

$$\alpha_{тр} = 0,056 \cdot 40 + 2,5 + 7 + 2,5 + 1 = 15 \text{ дБ}.$$

4. Запас по перекрываемому затуханию в канале на участке между подстанциями № 1 и 2

$$A_{зан} = A_{пер} - \alpha_{тр}$$

а) для канала 1 $A_{зан} = 39 - 17 = 22,0$ дБ;

б) для канала 3 $A_{зан} = 37,5 - 15 = 22,5$ дБ.

III. Оценка неравномерности затухания ВЧ трактов каналов, обусловленная многократными отражениями междупазной волны от мест неоднородности и неравномерность частотной характеристики затухания ответвления на участке подстанция № 2 - подстанция № 4

1. Коэффициент отражения от концов ВЛ при

$$Z_{фл} = 450 \text{ Ом (по рис.2-41)} \quad K = 0,45.$$

2. Коэффициент отражения от места включения ответвления по рис.2-33 при $\alpha_{отб} = 7,0$ дБ

$$K_{отб} = 0,57.$$

3. Неравномерность затухания ВЧ тракта на участке подстанция № 2 - место включения ответвления (по рис.2-40):

а) для канала 1 при $\alpha_{(1)} \ell = 0,057 \cdot 36,5 = 2,0$ дБ

$$\Delta \alpha_{тр II} = 3,0 \text{ дБ};$$

б) для канала 4 при $\alpha_{(1)} \ell = 0,067 \cdot 36,5 = 2,5$ дБ

$$\Delta \alpha_{тр II} = 2,8 \text{ дБ};$$

в) для канала 2 при $\alpha_{(1)}\ell = 0,061 \cdot 36,5 = 2,2$ дБ

$$\Delta a_{\text{трн}} = 2,8 \text{ дБ.}$$

4. Неравномерность затухания ВЧ тракта на участке подстанции № 4 - место включения ответвления (по рис.2-40):

а) для канала I при $\alpha_{(1)}\ell = 0,057 \cdot 60 = 3,4$ дБ

$$\Delta a_{\text{тр12}} = 2,5 \text{ дБ;}$$

б) для канала 4 при $\alpha_{(1)}\ell = 0,067 \cdot 60 = 4$ дБ

$$\Delta a_{\text{тр12}} = 2,0 \text{ дБ.}$$

5. Неравномерность затухания ВЧ тракта канала 2 на участке подстанции № 3 - место включения ответвления к подстанции № 4 (по рис.2-40) при $\alpha_{(1)}\ell = 0,061 \cdot 2 = 0$ дБ

$$\Delta a_{\text{тр12}} = 4,5 \text{ дБ.}$$

6. Суммарная неравномерность затухания ВЧ тракта:

а) канала I подстанции № 2 - подстанции № 4

$$\Delta a_{\text{тр1}} = \Delta a_{\text{трн}} + \Delta a_{\text{тр12}} = 3,0 + 2,5 = 5,5 \text{ дБ;}$$

б) канала 4 подстанции № 2 - подстанции № 4

$$\Delta a_{\text{тр1}} = 2,8 + 2,0 = 4,8 \text{ дБ;}$$

в) канала 2 подстанций № 2 - подстанции № 3

$$\Delta a_{\text{тр1}} = 2,8 + 4,5 = 7,3 \text{ дБ.}$$

Полученная неравномерность затухания ВЧ тракта канала I будет наблюдаться в полосе канала (3 кГц), так как длина участков ВЧ более 25 км.

Для канала 2 неравномерность затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц определяется неравномерностью участка подстанции № 2 - место включения ответвления, так как длина второго участка ВЧ тракта этого канала (2 км) гораздо меньше длины первого участка:

$$\Delta a_{\text{тр12}} \approx 2,5 \text{ дБ.}$$

Для канала релейной защиты 4 неравномерность затухания ВЧ тракта рассматривается как возможный прирост затухания ВЧ тракта.

$$\Delta a_{\text{тр}} = \frac{1}{2} \Delta a_{\text{тр}1} = \frac{1}{2} \cdot 4,8 \approx 2,4 \text{ дБ};$$

7. Для телефонных каналов оценивается неравномерность затухания ВЧ тракта, обусловленная неравномерностью частотной характеристики затухания ответвления (по рис. 2-33):

а) для канала 1 $\alpha_{(1)} l_{\text{отв}} = 0 \text{ дБ},$

$$\Delta a_{\text{тр}2} = a_{\text{отв. макс}} - a_{\text{отв. мин}} = 7,5 - 1,5 = 6 \text{ дБ};$$

б) для канала 2 $\alpha_{(1)} l_{\text{отв}} = 4,0 \text{ дБ},$

$$\Delta a_{\text{тр}2} = 4,0 - 2,6 \approx 1,5 \text{ дБ}.$$

Поскольку длина ответвления для канала 1 менее 25 км, значение $\Delta a_{\text{тр}2}$ в полосе 3 кГц определяется по рис. 2-42 для $l_{\text{отв}} = 2 \text{ км}:$

$$\Delta a_{\text{тр}2\Delta f} \approx 0,2 \text{ дБ}.$$

Для канала 2 длина ответвления равна 60 км, поэтому

$$\Delta a_{\text{тр}2\Delta f} = \Delta a_{\text{тр}2} = 1,5 \text{ дБ}.$$

8. Неравномерность затухания ВЧ тракта телефонных каналов в полосе 3 кГц:

а) для канала 1

$$\Delta a_{\text{тр}\Delta f} = \sqrt{\Delta a_{\text{тр}1\Delta f}^2 + \Delta a_{\text{тр}2\Delta f}^2} = \sqrt{5,5^2 + 0,2^2} \approx 5,5 \text{ дБ};$$

б) для канала 2

$$\Delta a_{\text{тр}\Delta f} = \sqrt{2,8^2 + 1,5^2} \approx 3,0 \text{ дБ}.$$

9. Максимально возможное затухание ВЧ тракта:

а) для канала 1

$$a_{\text{тр. макс}} = a_{\text{тр}} + \frac{1}{2} \Delta a_{\text{тр}1} = 27,0 + \frac{1}{2} \cdot 5,5 \approx 30 \text{ дБ};$$

б) для канала 2

$$a_{\text{тр. макс}} = 25 + \frac{1}{2} \cdot 7,3 \approx 28,5 \text{ дБ};$$

в) для канала 4

$$a_{\text{тр. макс}} = 28,5 + \frac{1}{2} \cdot 4,8 \approx 31,0 \text{ дБ.}$$

10. Минимальный запас по перекрываемому затуханию:

а) для канала 1

$$A_{\text{зап. мин}} = A_{\text{гер}} - A_{\text{тр. макс}} = 39 - 30 = 9 \text{ дБ;}$$

б) для канала 2

$$A_{\text{зап. мин}} = 41 - 28,5 = 12,5 \text{ дБ;}$$

в) для канала 4

$$A_{\text{зап. мин}} = 55 - 31 = 24 \text{ дБ.}$$

Расчет считается законченным, так как все каналы соответствуют нормам.

Пример 4

Выбрать схему ВЧ обхода линейного разъединителя на ВЛ 35 кВ и определить затухание, вносимое ВЧ обходом в канал на аппаратуре АСК-РС на частотах 100-108 кГц. Рассмотреть два случая расположения линейного разъединителя: на расстоянии 5 и 10 км от ближайшей подстанции. Применить конденсаторы связи СМР-55/ $\sqrt{3}$ -0,0044 (емкость 4400 пФ).

1. Определяются расчетные формулы для каждого случая по условию (см. п.2.3.17)

$$l = \frac{900}{f} = \frac{900}{108} = 8,3 \text{ км.}$$

Следовательно, для случая расположения разъединителя в 5 км от ближайшей подстанции расчетные формулы вносимого затухания, обусловленного кунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе - (2-31), а в 10 км - (2-33).

1. Место расположения разъединителя - в 5 км от подстанции

а. Схема ВЧ обхода (по рис.2-39,а)

1. Для ВЧ обхода выбирается фильтр присоединения типа УФИ-75 (по табл.1-13) на диапазоне 65-154 кГц при $Z_{ф.н} = 400 \text{ Ом}$, $\alpha_{ф.н} = 1,74 \text{ дБ}$.

2. Заградитель ВЧЭС-100, $L = 1,3 \text{ мГ}$ (см.табл.1-9). Без элемента настройки затухание, вносимое заградителем, определяется по формуле (2-22)

$$\alpha_j = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{Z_n Z_{ф.н}}{Z_n + Z_{ф.н}} \right)^2 \frac{1}{\chi_j^2} \right] = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{450 \cdot 400}{450 + 400} \right)^2 \cdot \frac{1}{815} \right] = 10 \lg 0,7 \approx 0,5 \text{ дБ}$$

где $\chi = j\omega L = j 2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} = j 815 \text{ Ом}$.

С элементом настройки на полосу заширения 74-600 кГц затухание, вносимое заградителем, определяется по формуле (2-20)

$$\alpha_j = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{ф.н} Z_n}{(Z_{ф.н} + Z_n) Z_j} \right| = 20 \lg \left| 1 + \frac{400 \cdot 450}{(400 + 450) 500} \right| = 3 \text{ дБ}$$

Выбирается заградитель без элемента настройки.

3. Затухание, вносимое ВЧ обходом при разомкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-29)

$$\alpha_{обх} = \alpha_n + 2\alpha_{ф.н} + \alpha_j = 2,5 + 2 \cdot 1,74 + 0,5 = 6,5 \text{ дБ}$$

4. Затухание, обусловленное шунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-31)

$$\alpha_w = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_n}{Z_{ф.н}} \right| = 20 \lg \left| 1 + \frac{450}{400} \right| = 6,5 \text{ дБ}$$

б. Схема ВЧ обхода (по рис.2-39,б)

1. Характеристическое сопротивление Т-образного фильтра верхних частот выбирается равным $Z_T = Z_{II} = 450 \text{ Ом}$.

2. Нижняя граничная частота фильтра верхних частот

$$f_H = \frac{1}{2\pi Z_T C_{к.с}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 450 \cdot 4400 \cdot 10^{-12}} \approx 80 \text{ кГц.}$$

3. Значение индуктивности катушки

$$L = \frac{Z_T}{4\pi f_H} = \frac{450}{4 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 10^3} = 0,45 \text{ мГ.}$$

4. Затухание, вносимое ВЧ обходом при разомкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-29)

$$a_{обх} = a_k + a_{ф.вч} + a_z = 2,5 + 0,5 + 0,5 = 3,5 \text{ дБ,}$$

где $a_{ф.вч}$ определяется по формуле (2-26).

5. Затухание, обусловленное шунтирующим линейным трактом элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-32)

$$a_{ш} = 10 \lg \left[1 + \frac{r R_d}{r^2 + X^2} + \frac{R_d^2}{4(r^2 + X^2)} \right] = 10 \lg \left[1 + \frac{18 \cdot 450}{18^2 + 162^2} + \frac{450^2}{4(18^2 + 162^2)} \right] = 10 \lg 3,21 \approx 5 \text{ дБ,}$$

$$\text{где } r = \frac{1}{\omega_p 2 C_{к.с} Q_{к.с}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 4400 \cdot 10^{-12} \cdot 25} = 18 \text{ Ом -}$$

активная составляющая полного сопротивления последовательного контура;

$$X = j r Q_{к.с} \left[1 - \left(\frac{f_H}{f} \right)^2 \right] = j 18 \cdot 25 \left[1 - \left(\frac{80}{100} \right)^2 \right] =$$

= 162 Ом - реактивная составляющая полного сопротивления последовательного контура на частоте 100 кГц;

$$Q_{к.с} = \frac{1}{\delta} = \frac{1}{0,04} = 25 - \text{ добротность конденсатора связи.}$$

II. Место расположения разъединителя - в 10 км от подстанции

а. Схема ВЧ обхода (по рис.2-39,а)

1. Все элементы ВЧ обхода для данного случая выбираются так же, как и для расположения линейного разъединителя в 5 км от подстанции.

2. Затухание, обусловленное шунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-33):

$$\alpha_w = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{0,85 + 0,0079 Z_w} \right| = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{0,85 + 0,0079 \cdot 200} \right| = 3 \text{ дБ.}$$

где $Z_w = \frac{1}{2} Z_{ф.л} = \frac{1}{2} \cdot 400 = 200 \text{ Ом.}$

б. Схема ВЧ обхода (по рис.2-39,б)

1. Все элементы ВЧ обхода для данного случая выбираются так же, как и для расположения линейного разъединителя в 5 км от подстанции.

2. Затухание, обусловленное шунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-33):

$$\alpha_w = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{0,85 + 0,0079 Z_w} \right| = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{0,85 + 0,0079 (187,162)} \right| = 20 \lg 1,47 = 3,5 \text{ дБ.}$$

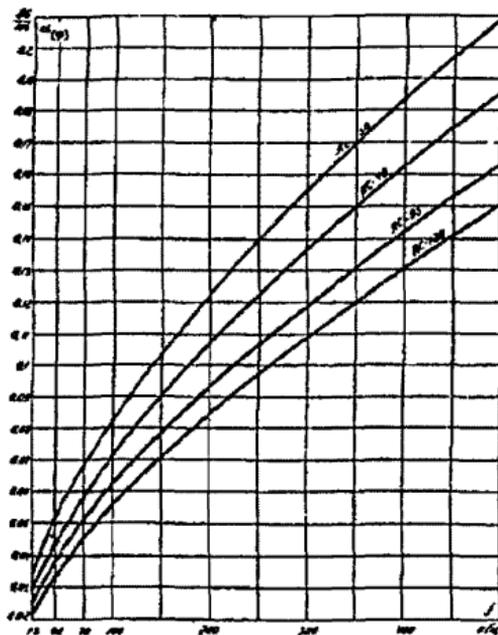


Рис. I-1. Километрическое затухание симметричной ВЛ 35 кВ

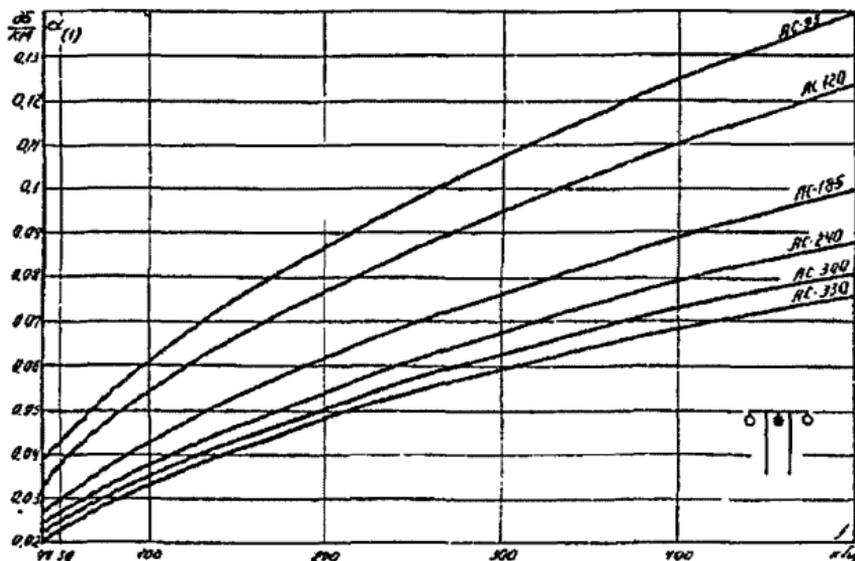


Рис. I-2. Километрическое затухание междупазной волны для средней фазы ветроуплотненной ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

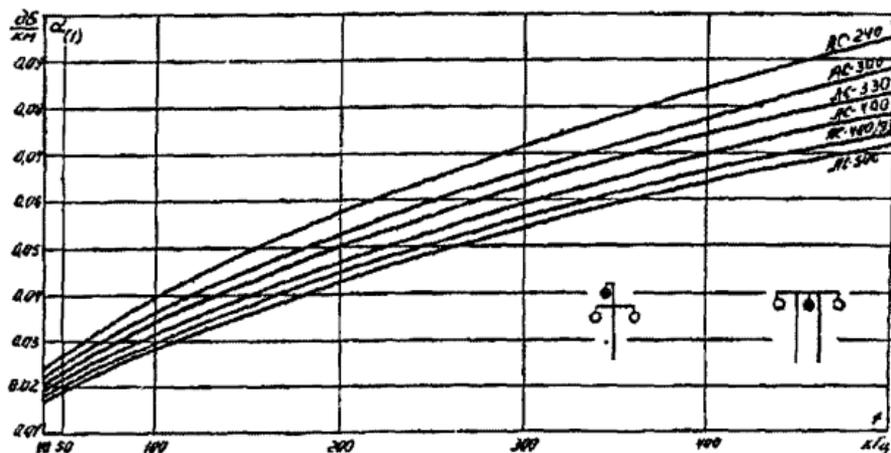


Рис. I-3. Километровое затухание междуфазной волны для средней фазы нетранспонированной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз и для верхней фазы с треугольным расположением фаз

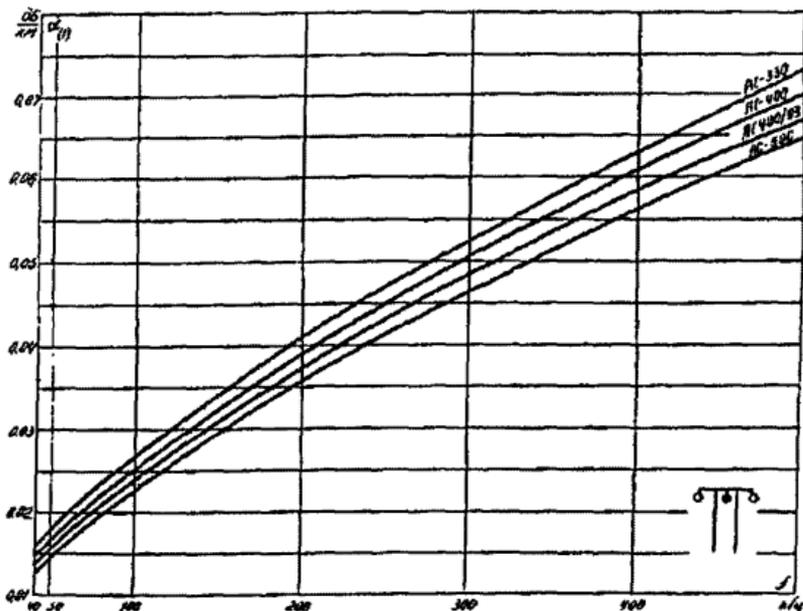


Рис. I-4. Километровое затухание междуфазной волны для средней фазы нетранспонированной ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз

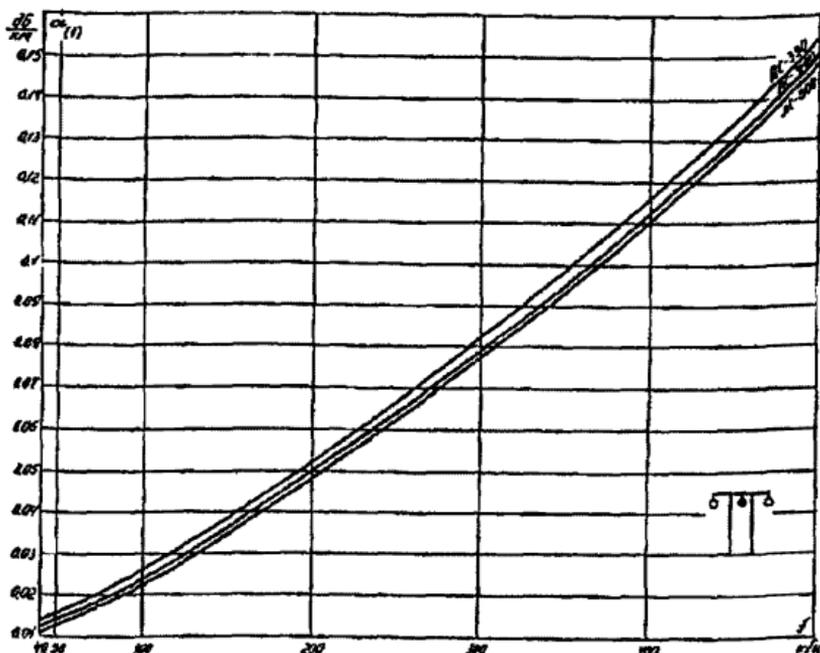


Рис. 1-5. Километрическое затухание междофазной волны для средней фазы нетранспортированной ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз

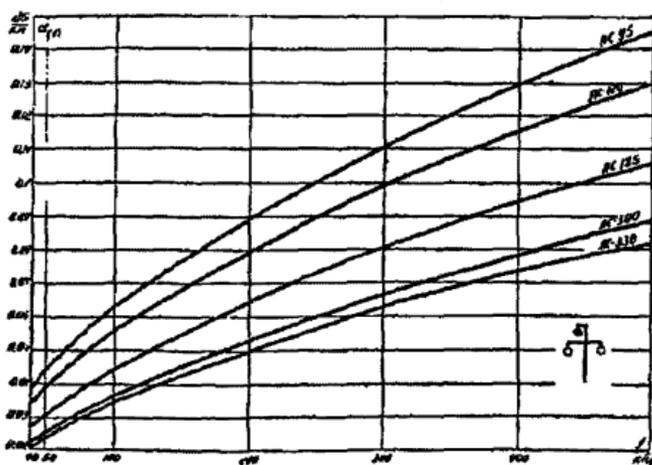


Рис. 1-6. Километрическое затухание междофазной волны для верхней фазы нетранспортированной ВЛ 110 кВ с треугольным расположением фаз

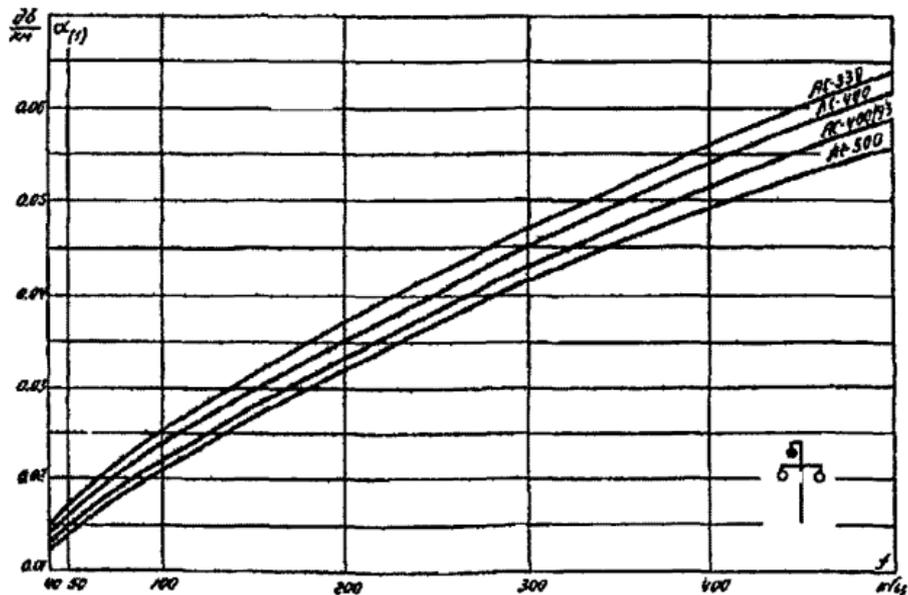


Рис. I-7. Километрическое затухание междуфазной волны для верхней фазы нетранспонированной ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз

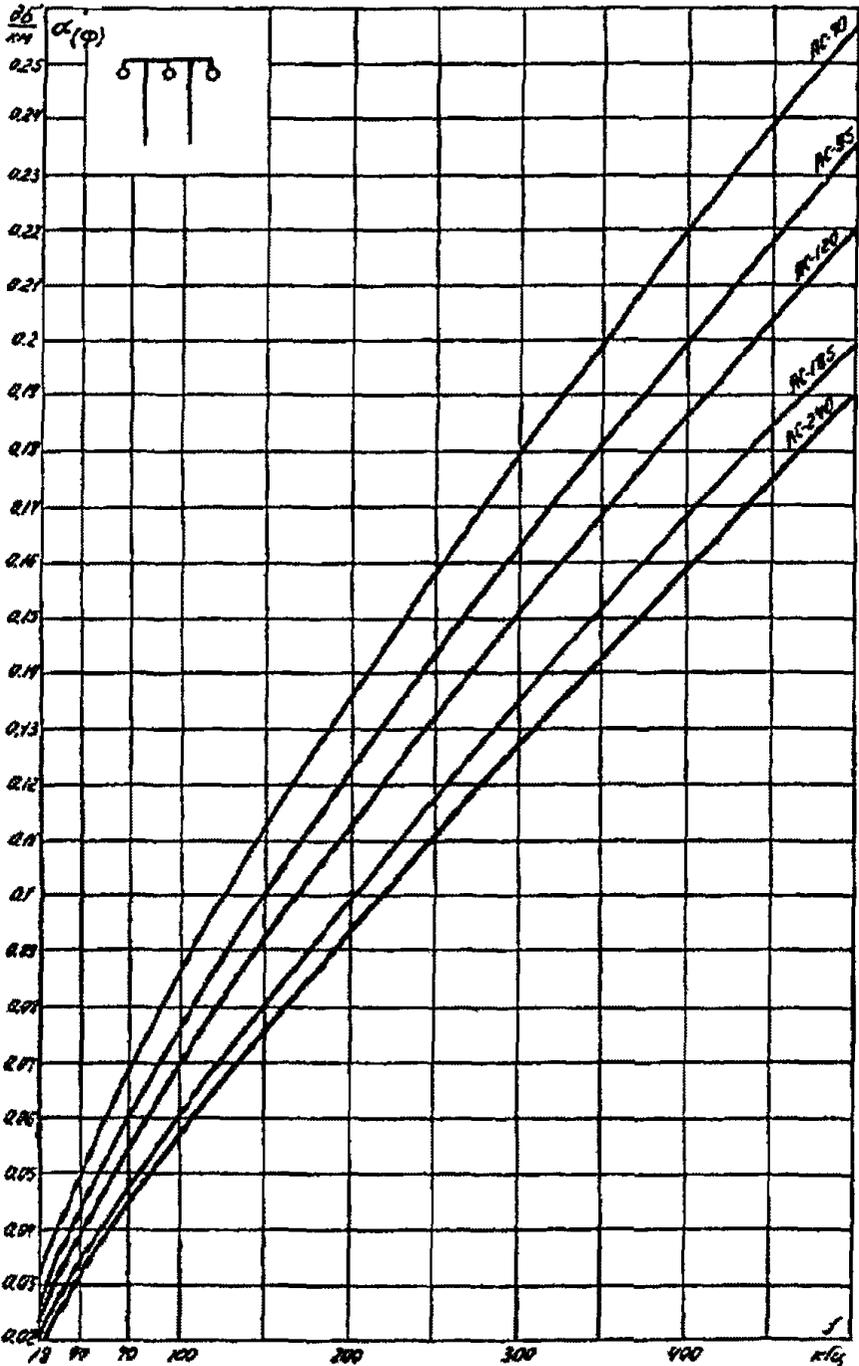


Рис. 1-8. Километрическое затухание симметричной ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

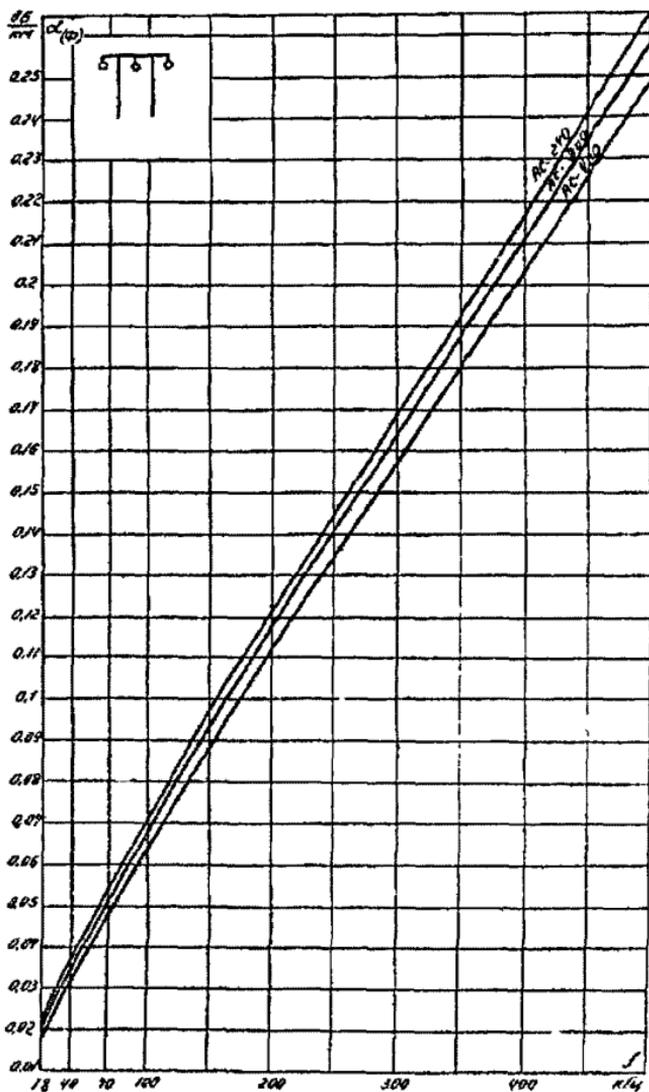


Рис. I-9. Километрическое затухание симметричной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз

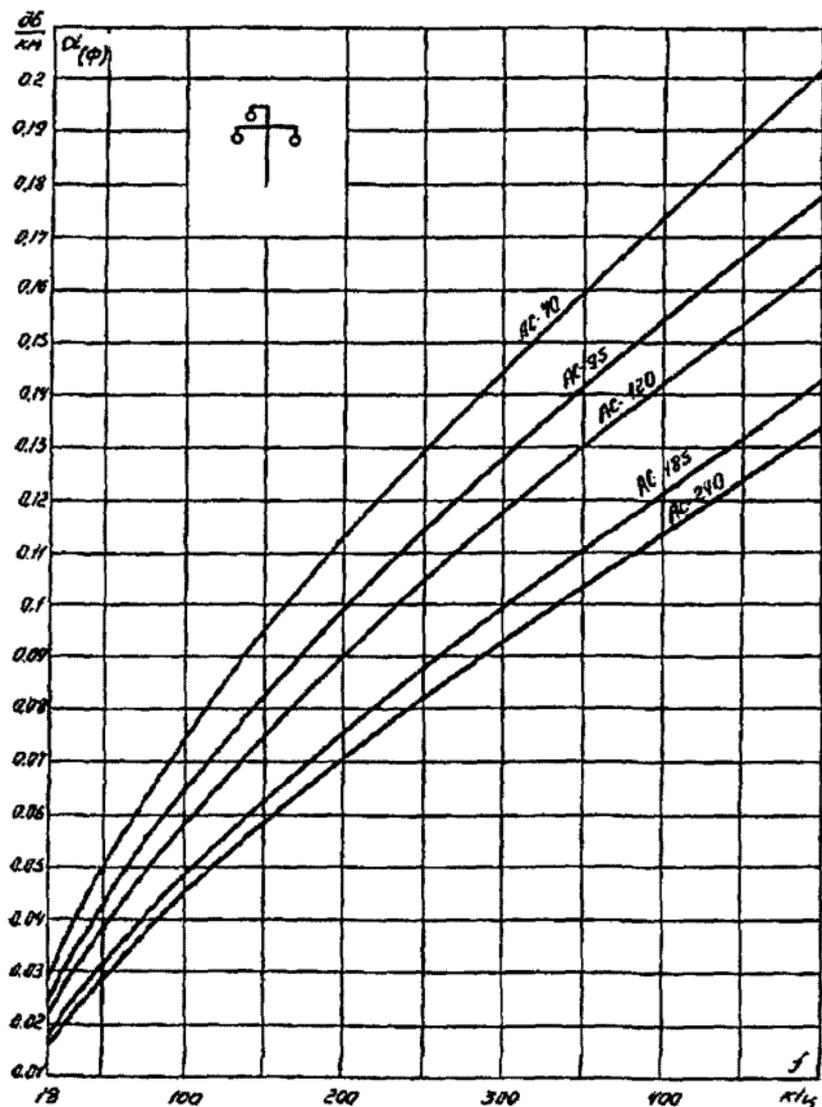


Рис. I-10. Километрическое затухание симметричной ВЛ 110 кВ с треугольным расположением фаз

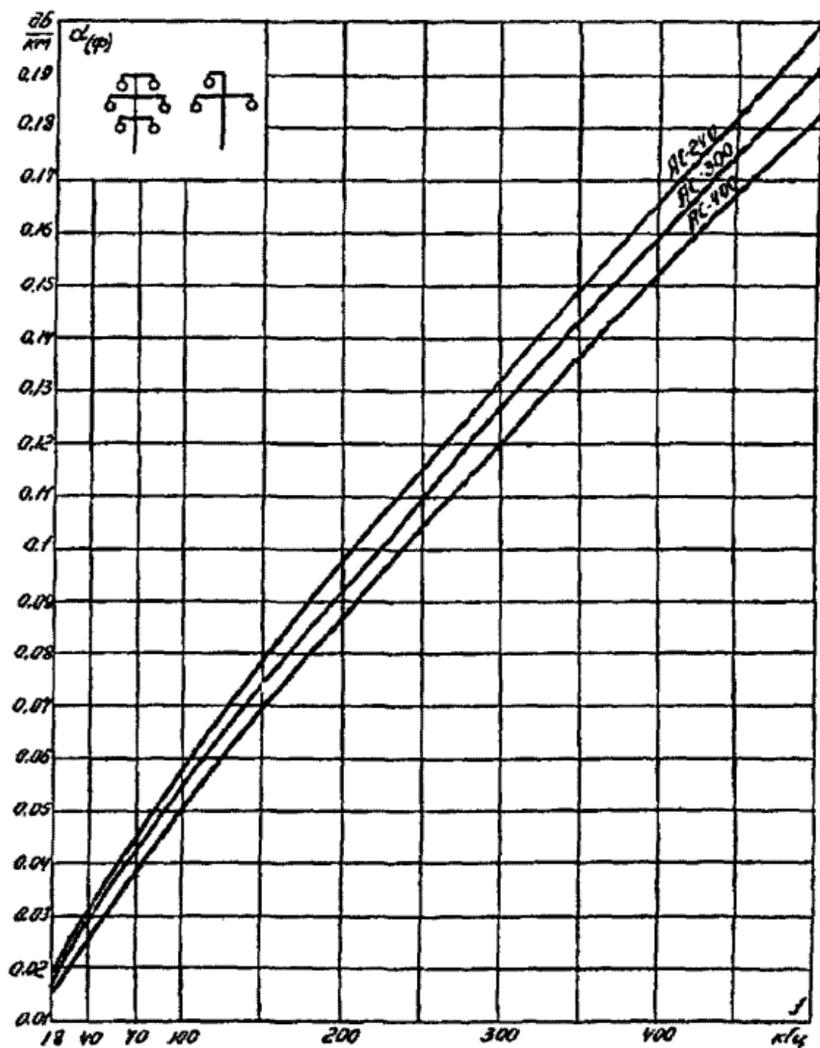


Рис. I-II. Километрическое затухание симметричной ВЛ 220 кВ с вертикальным и треугольным расположением фаз

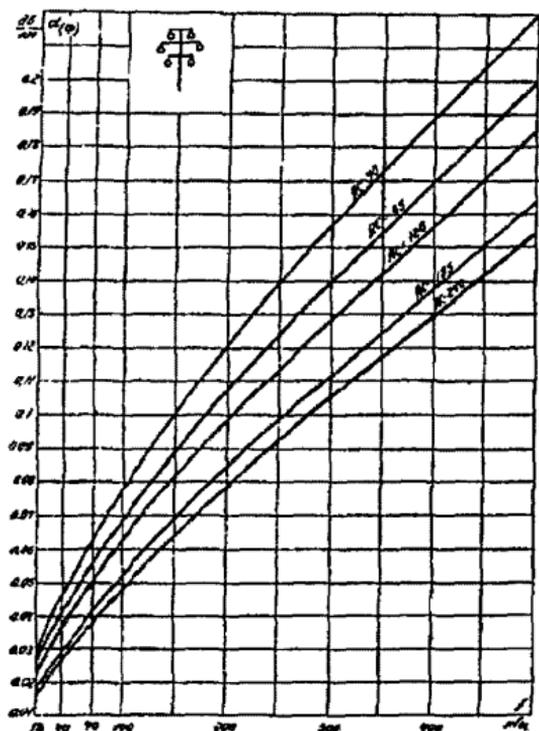
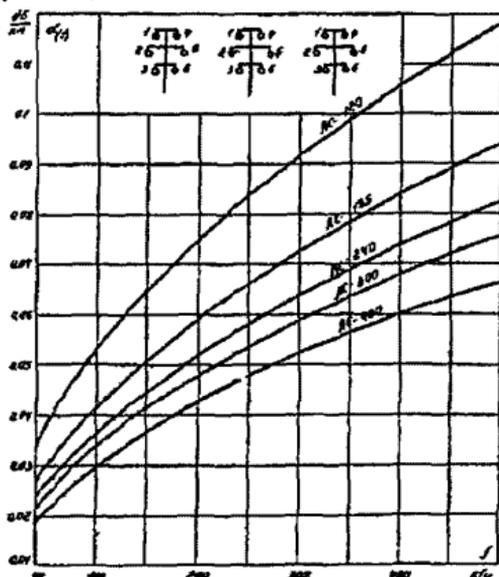


Рис. I-12. Километрическое затухание симметричной ВЛ 110 кВ с вертикальным расположением фаз

Рис. I-13. Километрическое затухание шестипроводной нетранспонированной ВЛ 110-220 кВ. Схема подключения фаз - фаза I-4, I-2, 4-5



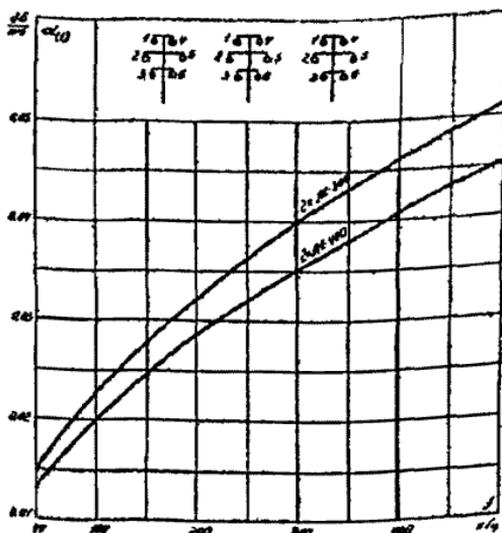


Рис. I-14. Километрическое затухание шестипроводной нетранспонированной ВЛ 330 кВ. Схема подключения фаза - фаза 1-4, 1-2, 4-5

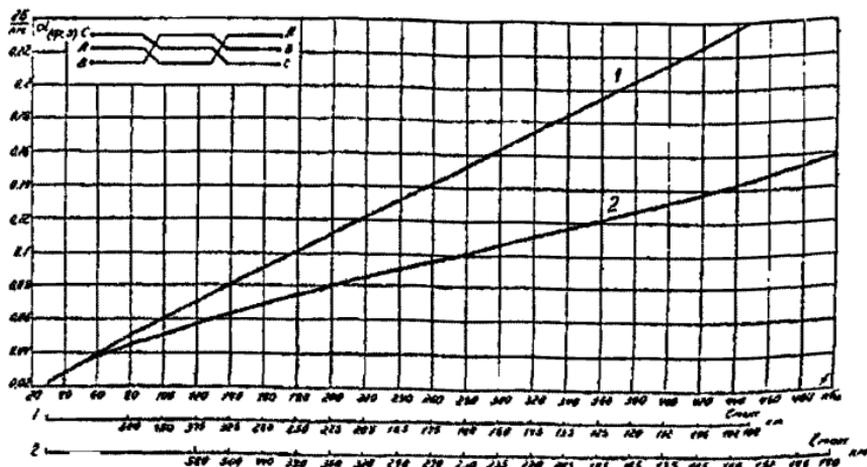


Рис. I-15. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз:
 1 - присоединение фаза С - земля; 2 - присоединение фаза А - земля, фаза В - земля

Примечание. По оси l_{\max} определяется максимально допустимая длина ВЛ для соответствующей частоты по оси f

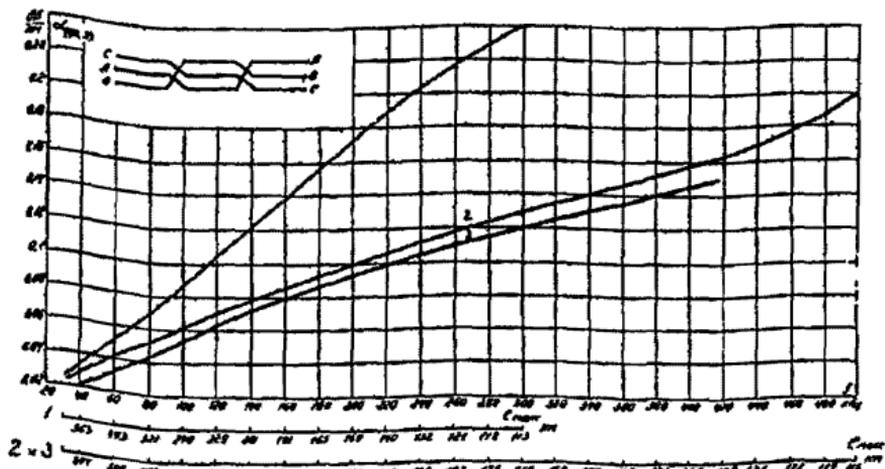


Рис. I-16. Километрическое затухание линейного тракта по транспортированной ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз:

1 - присоединение фаза С - земля; 2 - присоединение фаза А - земля, фаза В - земля; 3 - присоединение средняя фаза - земля на обоих концах

Примечание. По оси $l_{\text{макс}}$ определяется максимально допустимая длина ВЛ для соответствующей частоты по оси f .

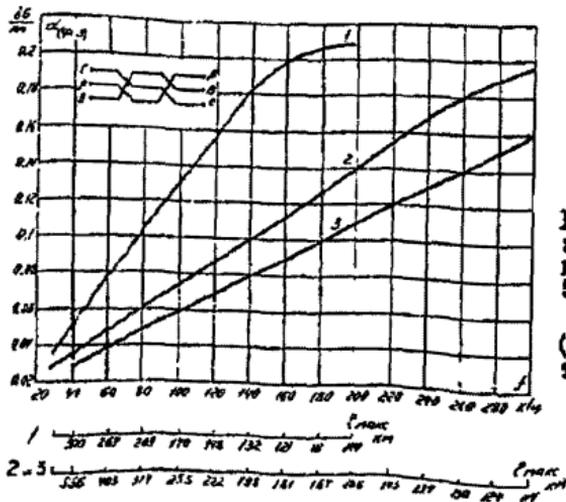


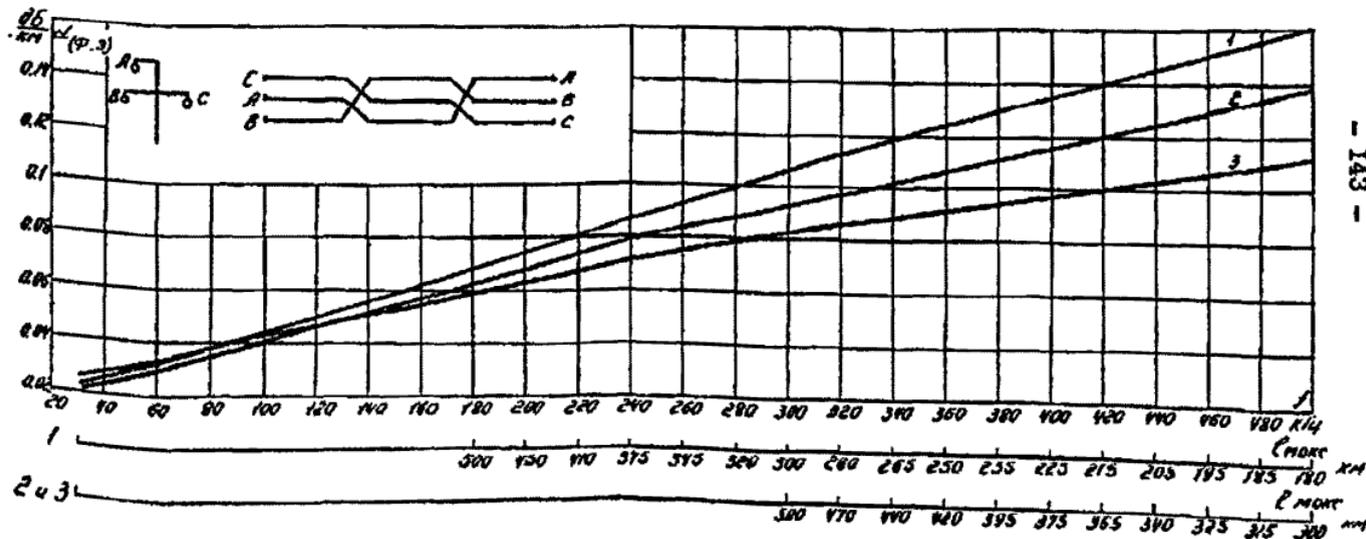
Рис. I-17. Километрическое затухание линейного тракта по транспортированной ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз

(Обозначения и примечание те же, что и на рис. I-16)

Рис. I-18. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 220 кВ с треугольным расположением фаз:

I - присоединение фаза C - земля; 2 - присоединение фаза B - земля; 3 - присоединение фаза A - земля

Примечание. По оси l_{max} определяется максимально допустимая длина ВЛ для соответствующей частоты по оси f .



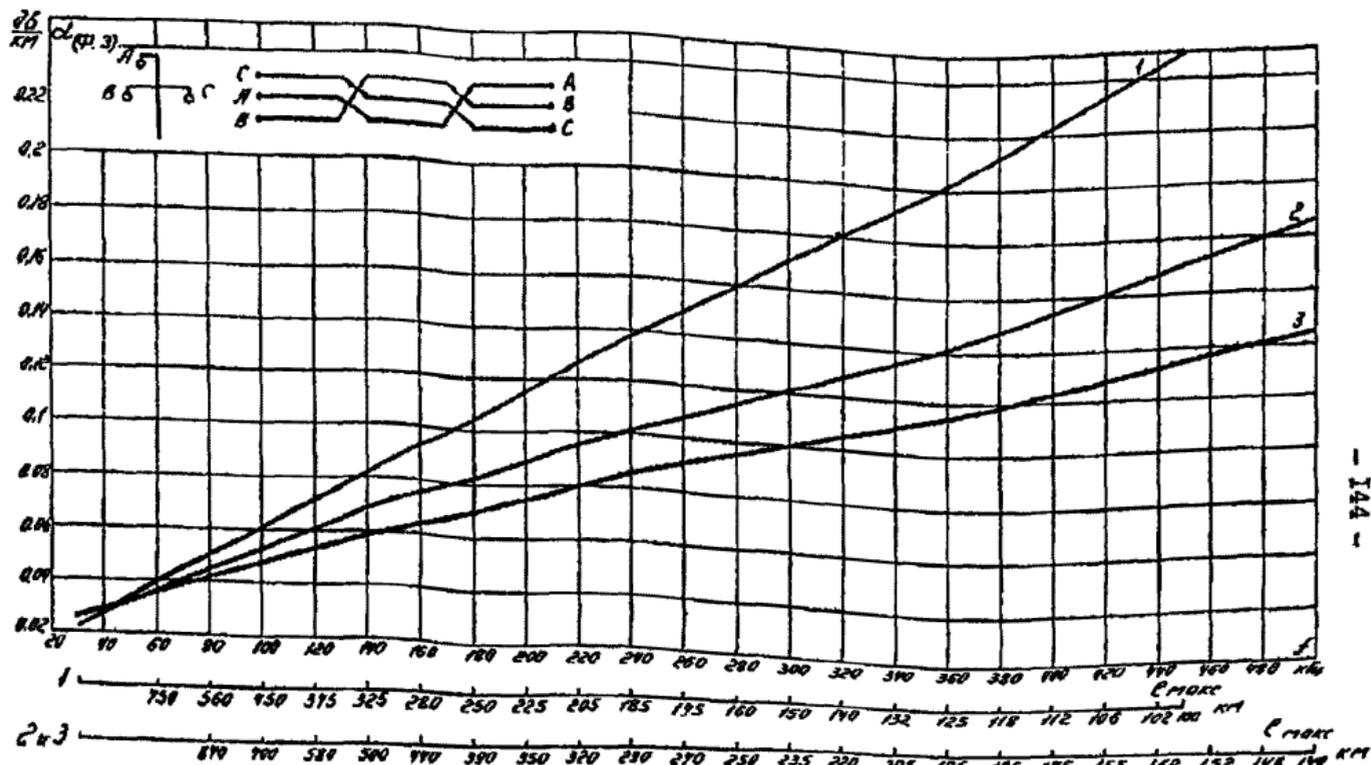


Рис. I-19. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз

(Обозначения и примечание те же, что и на рис. I-18)

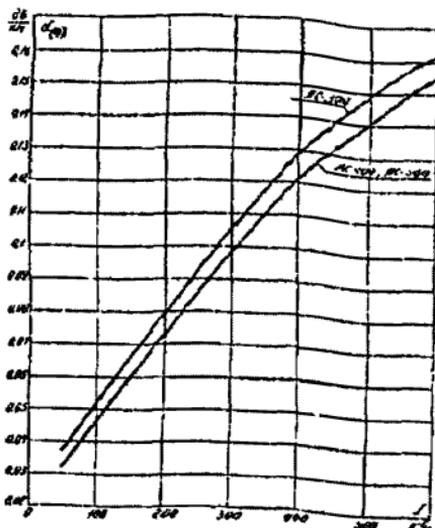


Рис. I-20. Километрическое затухание внутрифазного тракта (провод - провод расщепленной фазы)

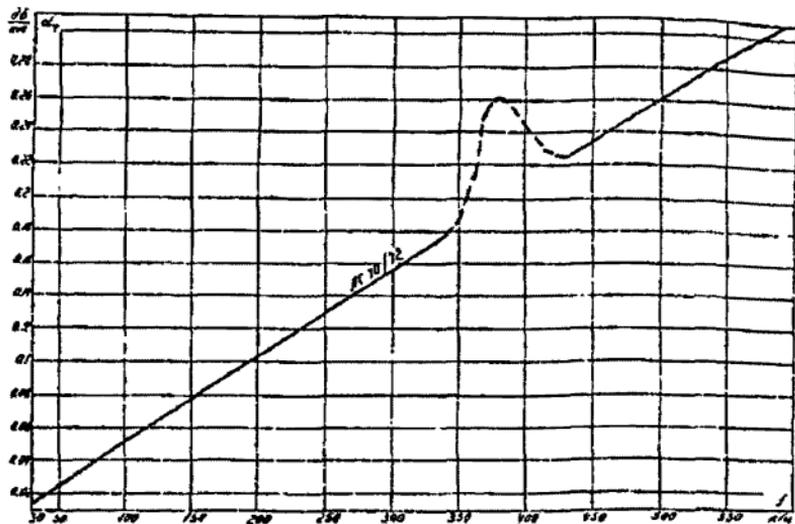


Рис. I-21. Километрическое затухание биметаллических грозозащитных тросов. Схемы подключения трос - трос, трос-земля; два троса - земля

Примечание. Пунктиром показана область резонансного увеличения затухания на ВЛ 500-750 кВ.

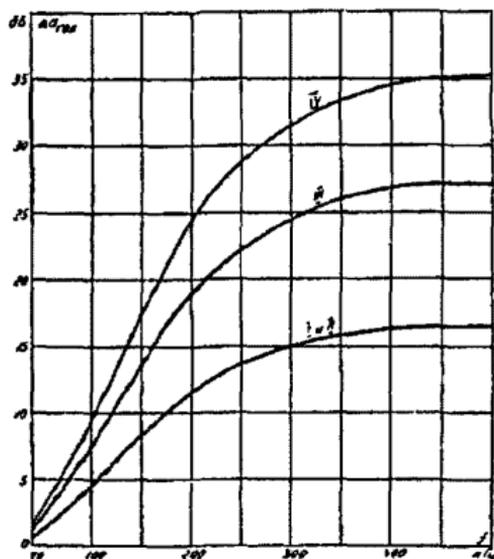


Рис. I-22. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 35 кВ:

I, II, III и IV - районы по гололеду

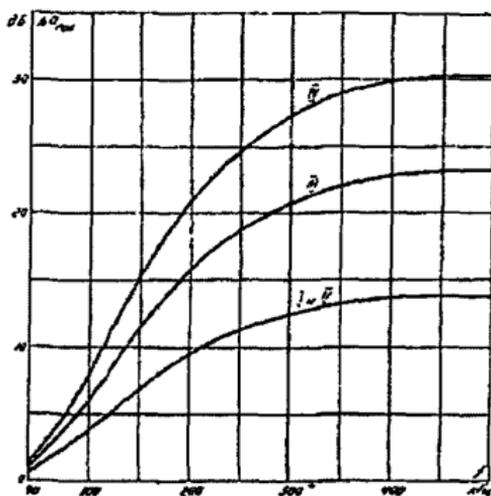


Рис. I-23. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 110 кВ:

I, II, III и IV - районы по гололеду

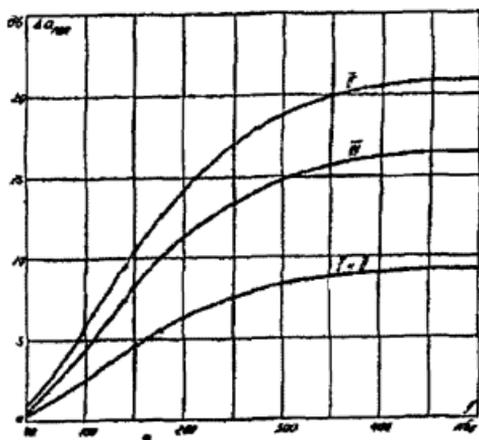


Рис. I-24. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 220 кВ:
I, II, III и IV - районы по гололеду

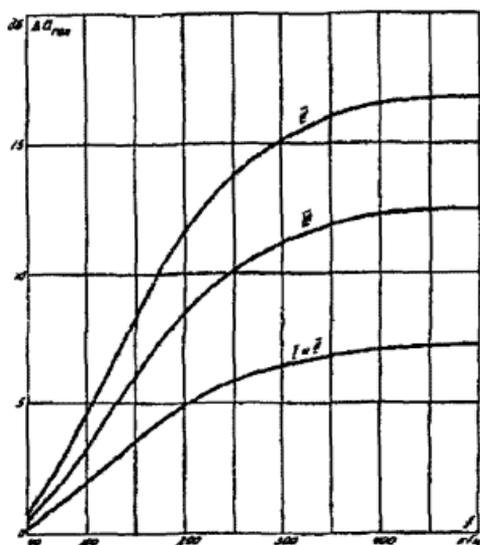


Рис. I-25. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 330 кВ:
I, II, III и IV - районы по гололеду

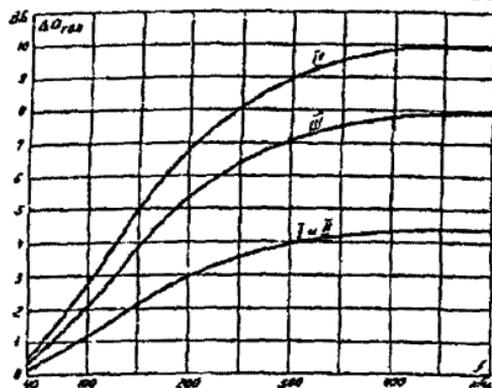


Рис. I-26. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 500 кВ:

I, II, III и IV - районы по гололеду

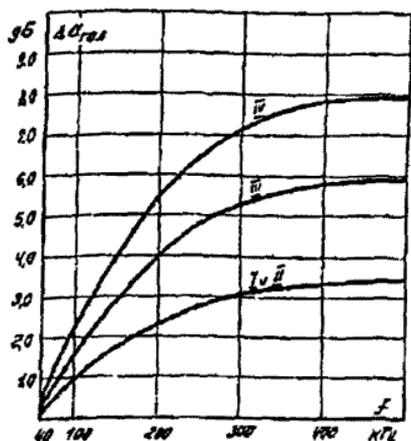


Рис. I-27. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 750 кВ:

I, II, III и IV - районы по гололеду

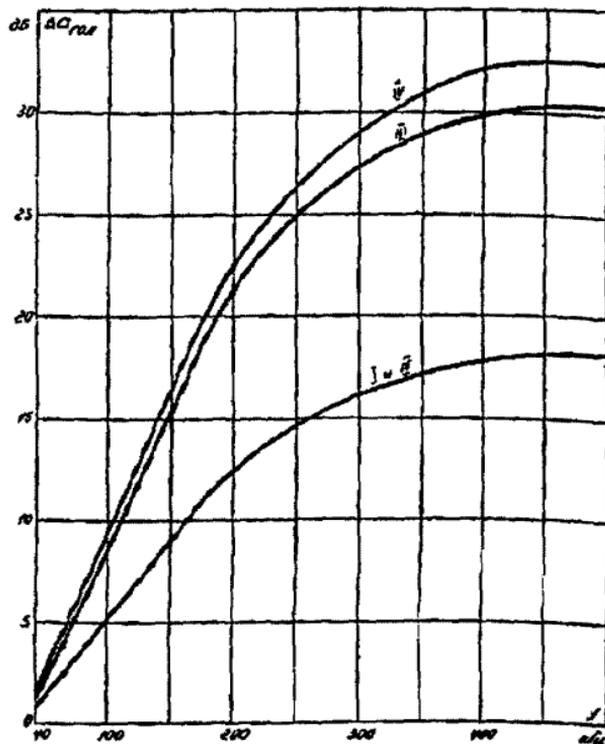


Рис. I-28. Прирост затухания внутрифазного тракта от гололеда:

I, II, III и IV - районы по гололеду

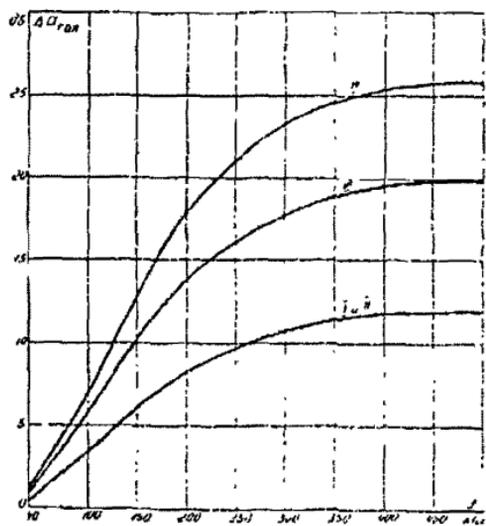


Рис. I-29. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на грозозащитных тросах ВЛ:

I, II, III и IV - районы по гололеду

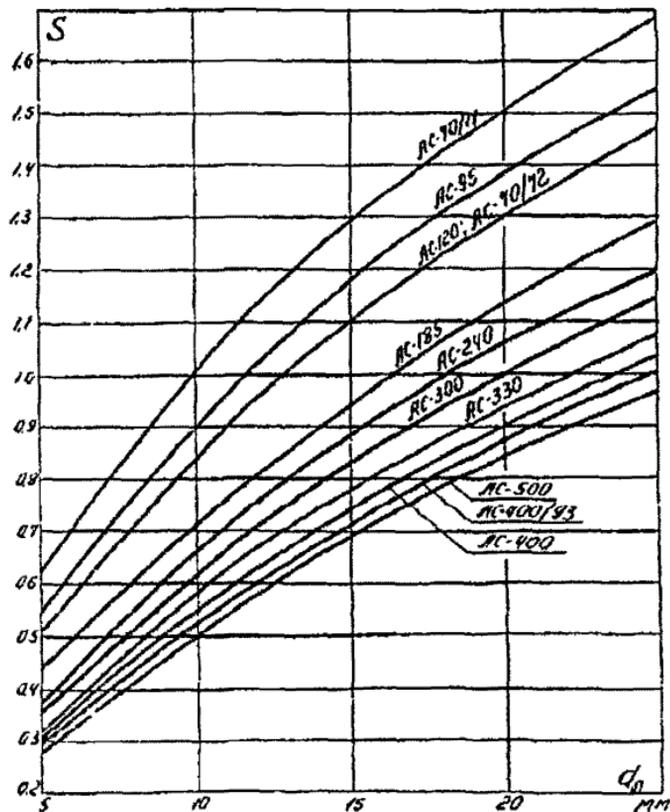


Рис. I-30. Зависимость коэффициента S от марки провода и толщины стенки гололеда

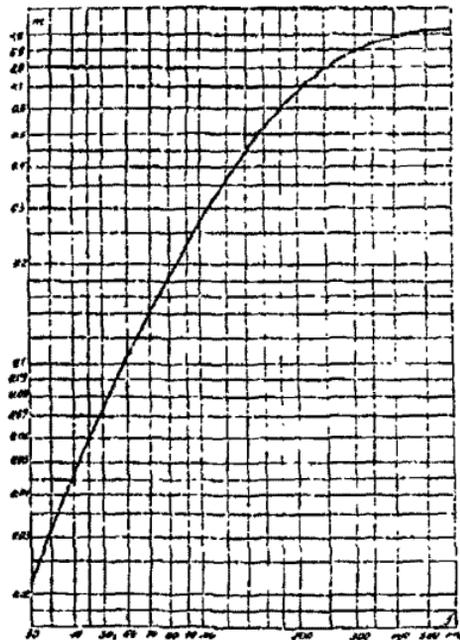


Рис. I-31. Зависимость коэффициента m от частоты

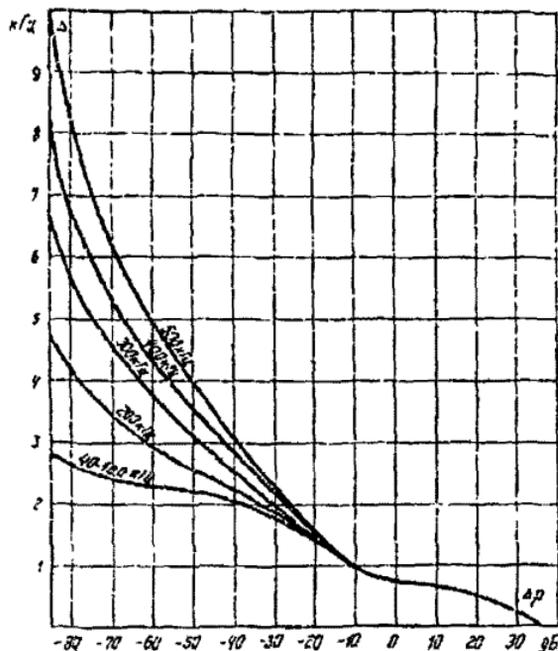


Рис. I-32. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры АСК-I

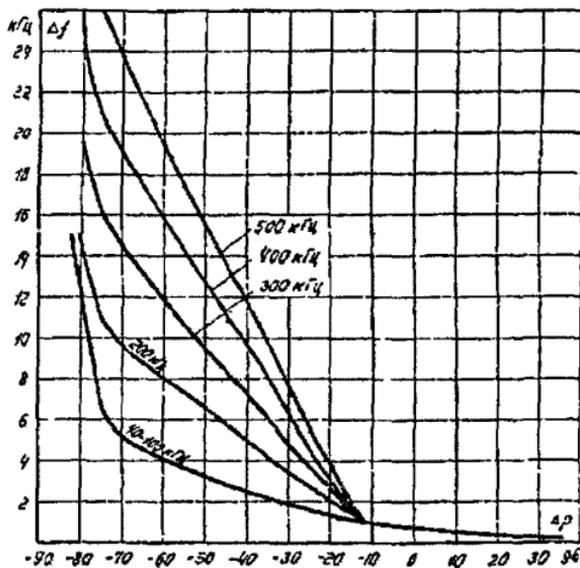


Рис. I-33. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры АСК-3

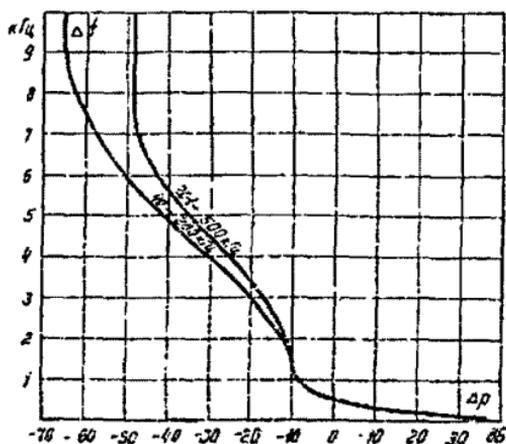


Рис. I-34. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры ВЧА-1ГВ, ВЧУ-1ГВ

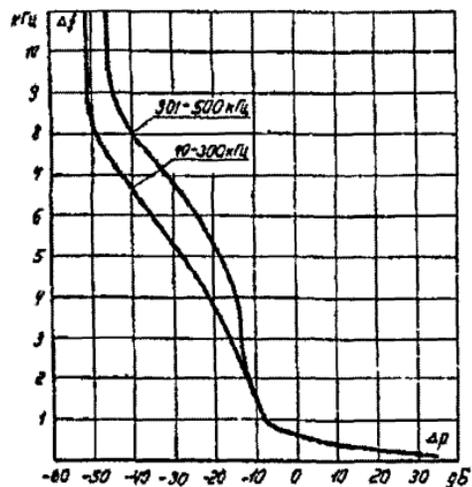


Рис. I-35. Зависимость Δf от $\Delta \varphi$ для приемников аппаратуры ВЧД-ЗТФ, ВЧУ-ЗТФ

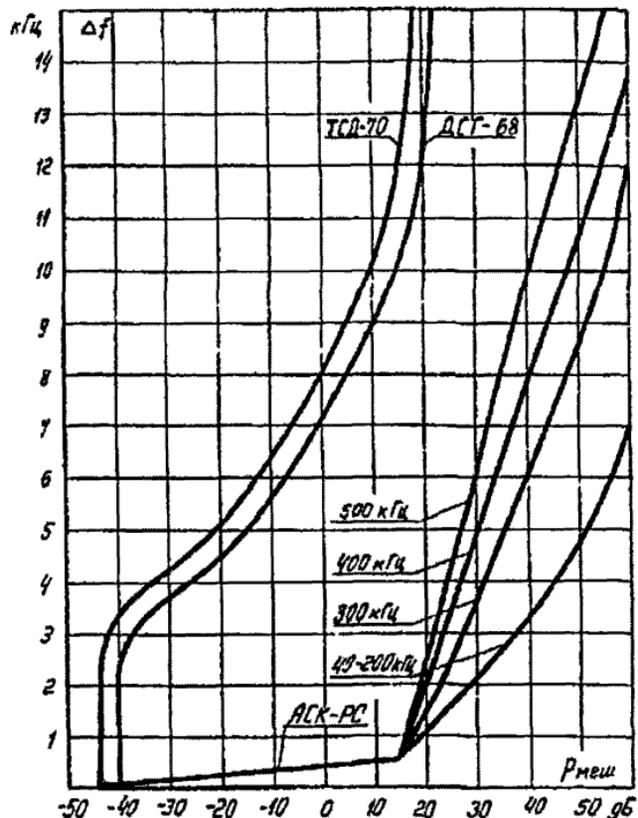


Рис. I-36. Зависимость Δf от $P_{вещ}$ для приемников аппаратуры АСК-РС, ТСА-70 и ДСТ-68

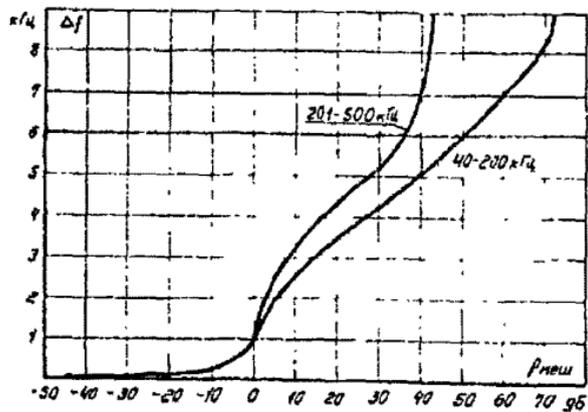


Рис. I-37. Зависимость Δf от $P_{ш}$ для приемников аппаратуры ВЧД-СЧ

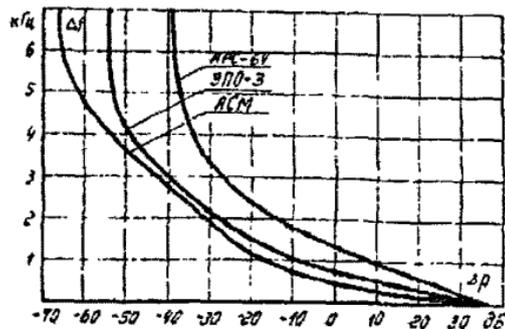


Рис. I-38. Зависимость Δf от ΔP для приемников аппаратуры АСМ (однотипные образцы), ЭПО-3, АРС-6А

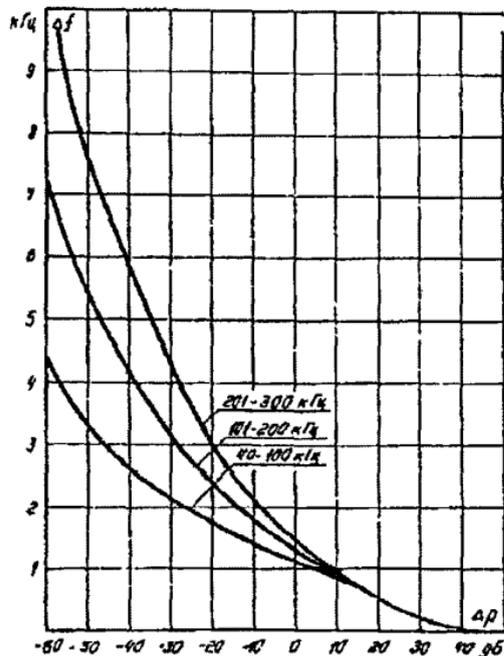


Рис. I-39. Зависимость Δf от ΔP для приемников аппаратуры ИШ-59 и ПУМ-61

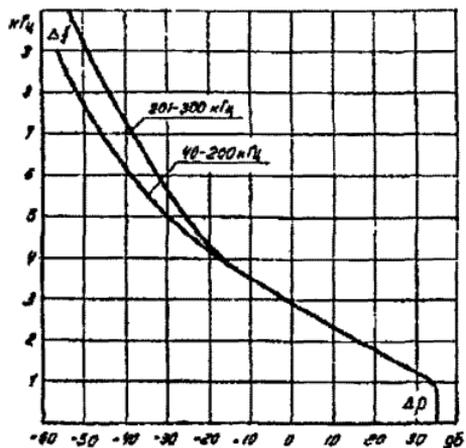


Рис. I-40. Зависимость Δf от $\Delta \varphi$ для приемников аппаратуры МК-60М

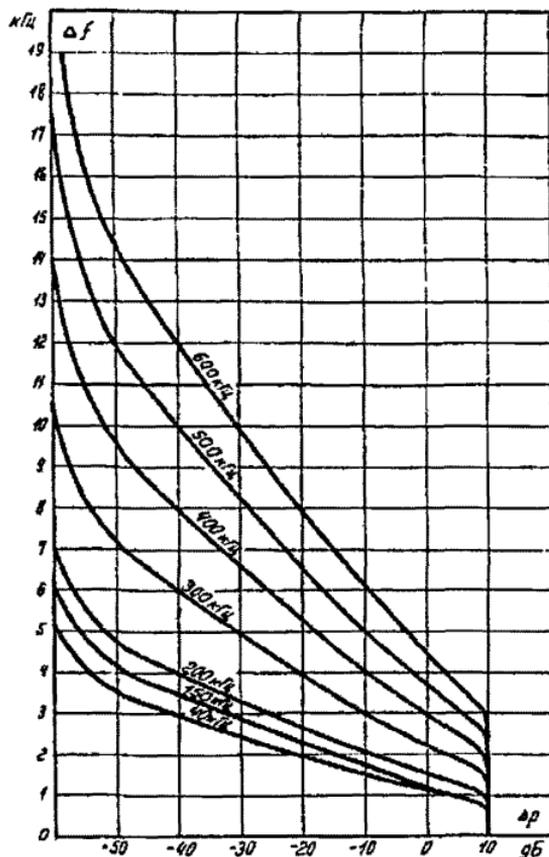


Рис. I-41. Зависимость Δf от $\Delta \varphi$ для приемников аппаратуры АЗВ

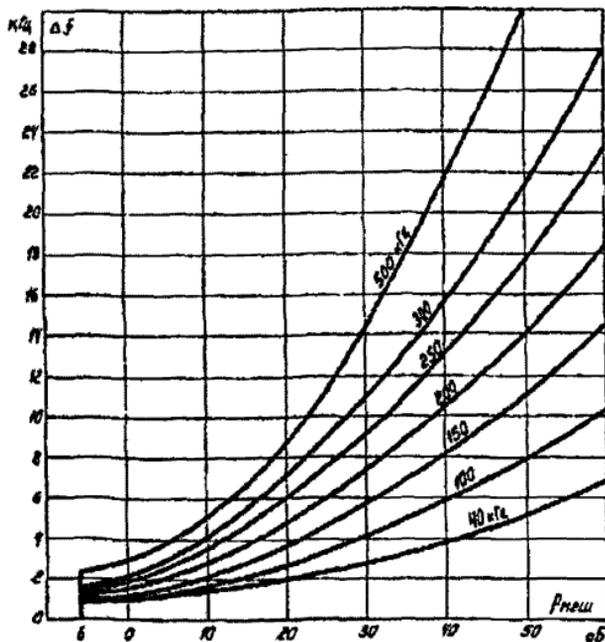


Рис. I-42. Зависимость Δf от $P_{ср}$ для приемников аппаратуры ЦВЗД в УПЗ-70 при работе с линейным фильтром (работа передатчика на одной частоте и на близких частотах)

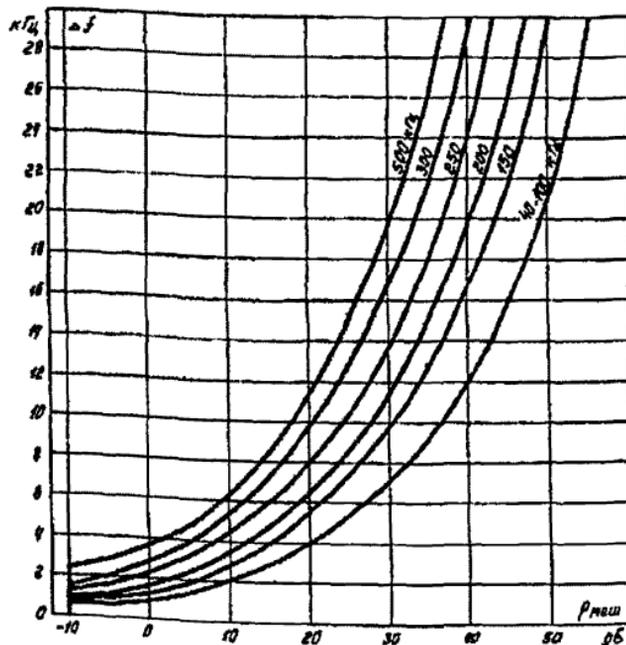


Рис. I-43. Зависимость Δf от $P_{ср}$ для приемников аппаратуры ЦВЗД в УПЗ-70 при работе без линейного фильтра (с разнесом частот передачи и приема не менее 10%) и приемников аппаратуры ЦВЗК

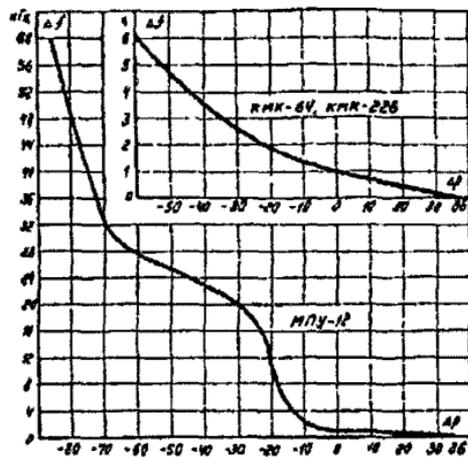
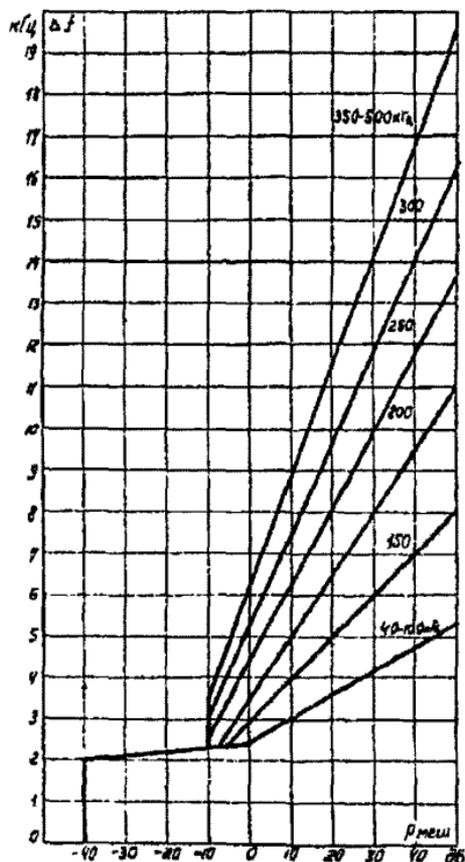


Рис. I-45. Зависимость Δf от ΔP для приемников аппаратуры МПУ-12, КМК-64 и КМК-226

Рис. I-44. Зависимость Δf от $\Delta P_{\text{прш}}$ для приемников аппаратуры ВЧО-М

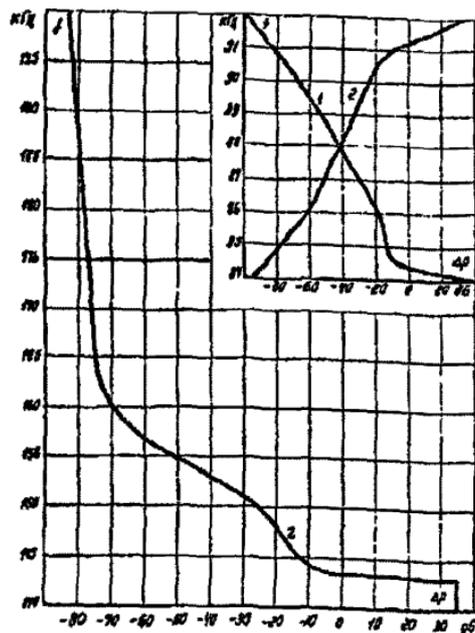


Рис. I-46. Зависимость f от Δp для
прямоугольников аппаратуры В-12-3:

1 - для рабочей полосы частот 36-
84 кГц; 2 - для рабочей полосы час-
тот 92-143 кГц

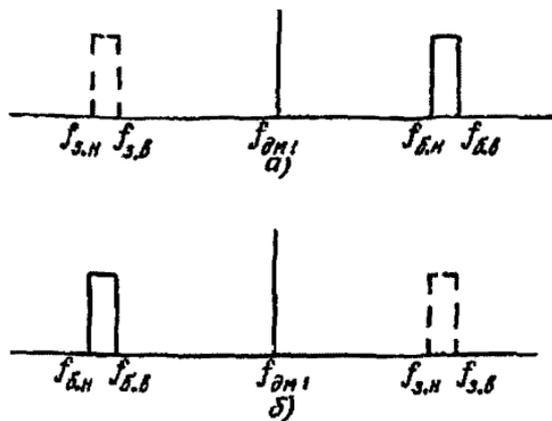
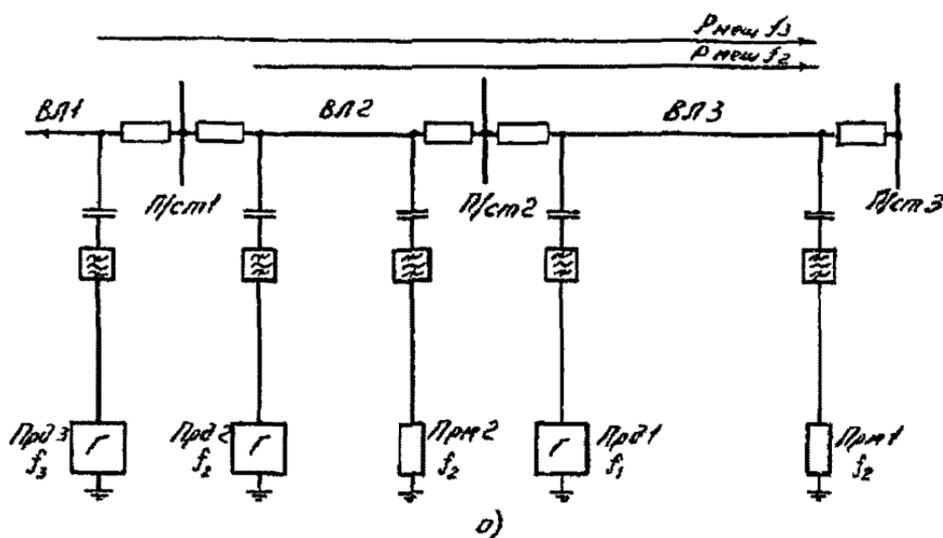
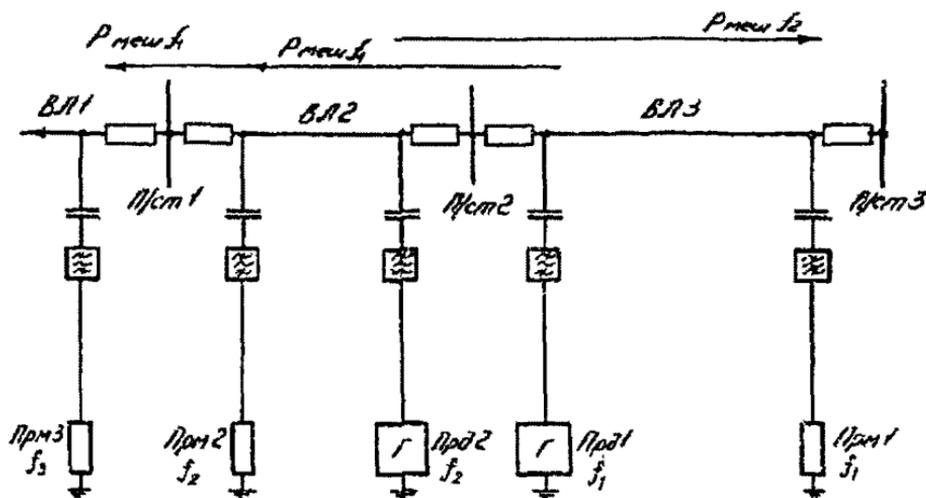


Рис. I-47. Расположение зеркального кана-
ла при работе с верхней или нижней ско-
выми полосами:

f_{DM1} - частота первого демодулятора;
 $f_{B.B}$ и $f_{B.H}$ - верхняя и нижняя граничные ча-
стоты рабочей полосы приема; $f_{3.B}$ и $f_{3.H}$ -
верхняя и нижняя граничные частоты зер-
кального канала



а)



б)

Рис. I-48. К определению уровня мешающего сигнала:

а - передатчики полезного и мешающего сигналов расположены на различных объектах; б - передатчики полезного и мешающего сигналов расположены на одном объекте

Прд - передатчик; Прм - приемник.

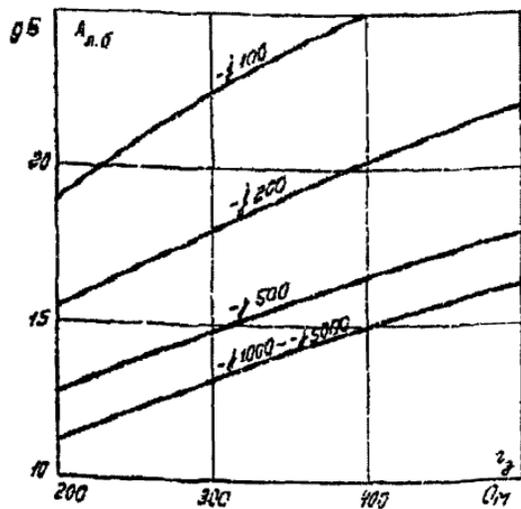


Рис. I-49. Зависимость переходного затухания между фазами разных линий одного напряжения через шины подстанций от сопротивления заградителей

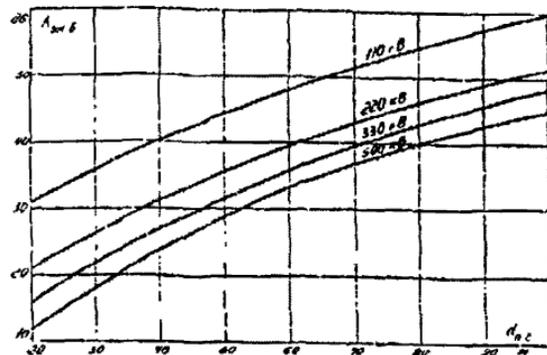


Рис. I-50. Зависимость переходного затухания на ближнем конце, обусловленного электромагнитной связью, от ширины сближения В



Рис. I-51. Поправка к значению переходного затухания на ближнем конце, обусловленного электромагнитной связью между линиями

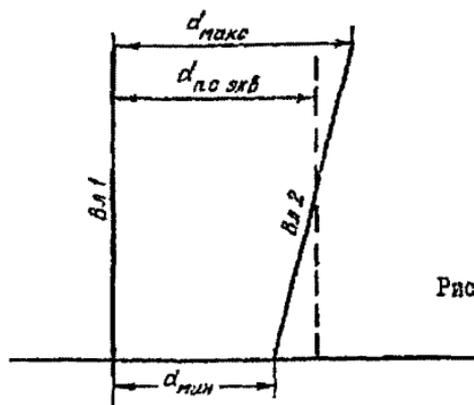


Рис. I-52. Эскиз косоугольного сближения двух ВЛ

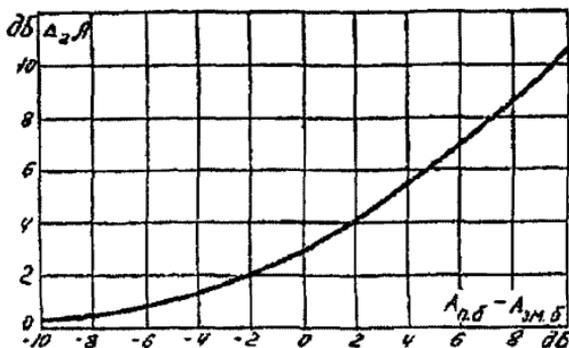
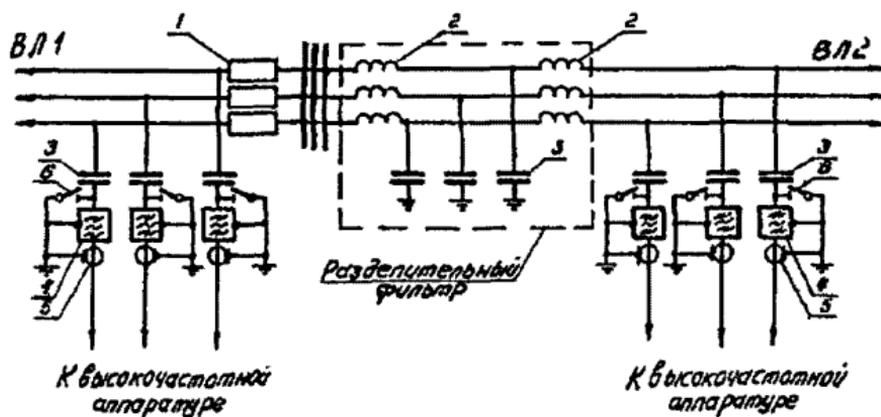


Рис. I-53. Зависимость $\Delta_{(2)} A$ от значения $A_{п.б} - A_{з.м.б}$

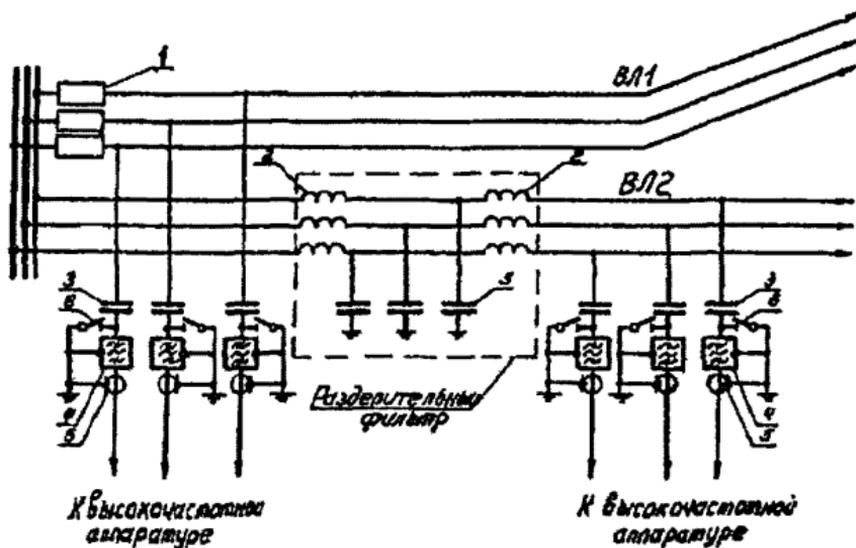
Рис. I-54. Схема частотного деления электрической сети с разделительным ВЧ фильтром:

α - на ВЛ, не имеющих параллельного пробега; σ - на ВЛ с параллельным пробегом

1 - ВЧ заградитель; 2 - реактор ВЧ заградителя; 3 - конденсатор связи; 4 - фильтр присоединения; 5 - ВЧ кабель; 6 - заземляющий нож



а)



б)

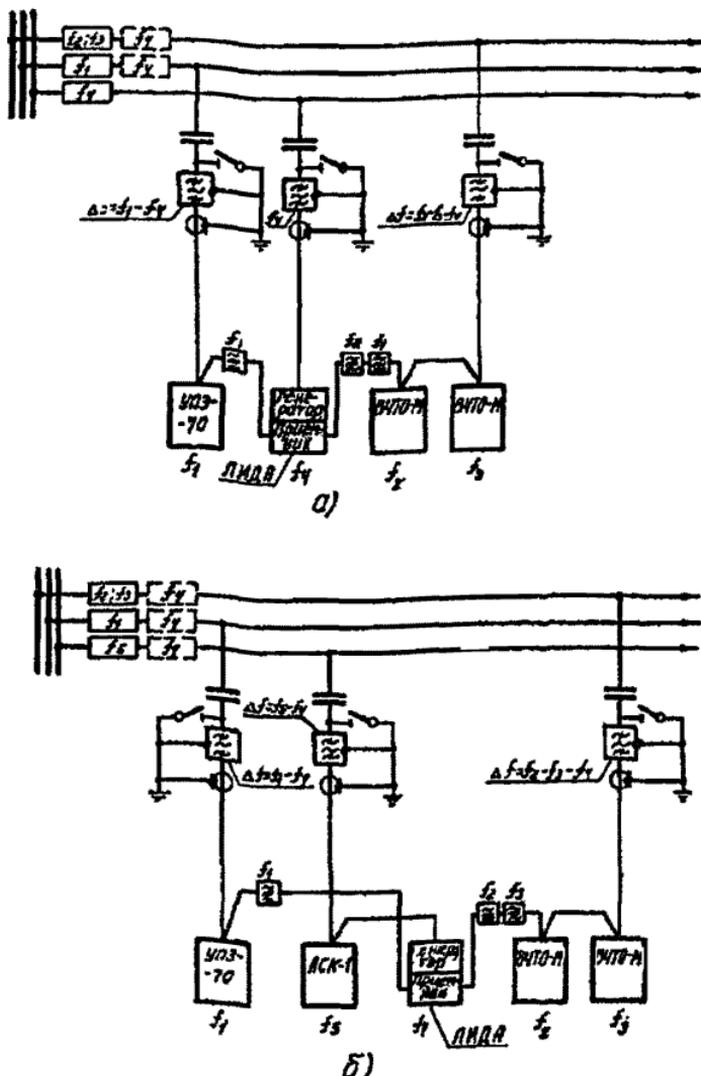


Рис. I-55. Рекомендуемые схемы подключения искателя повреждений "ЛИДА":

а - генератор подключается к выделенной фазе; *б* - генератор подключается параллельно ВЧ аппаратуре

Примечание. Пунктиром показаны заградители, которые устанавливаются в случаях, когда один заградитель не закрывает всей полосы частот.

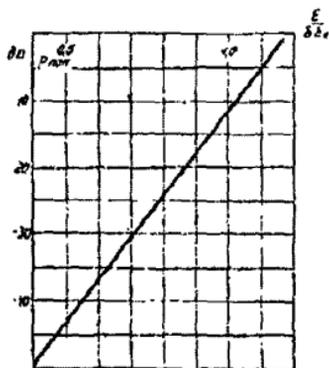


Рис.2-1. Зависимость уровня распределенных помех на фазных проводах ВЛ от значения $\frac{E}{\delta E_D}$

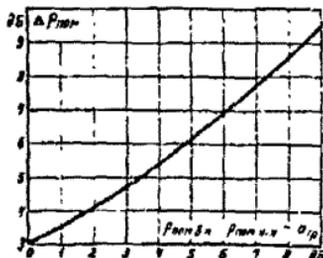


Рис.2-2. Поправка к уровню распределенных помех на выходе ВЛ тракта с обходом на ВЛ с различными уровнями помех

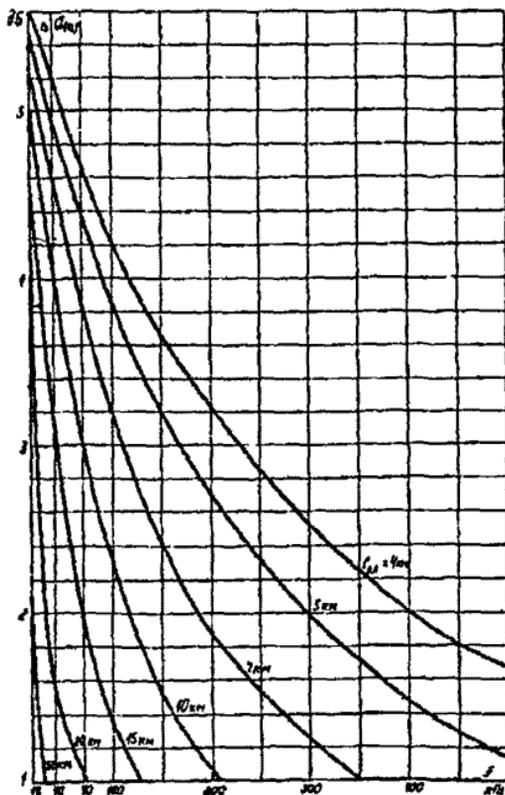


Рис.2-3. Поправка, учитывающая увеличение затухания линейного тракта по симметричным ВЛ 35-220 кВ из-за влияния земной волны

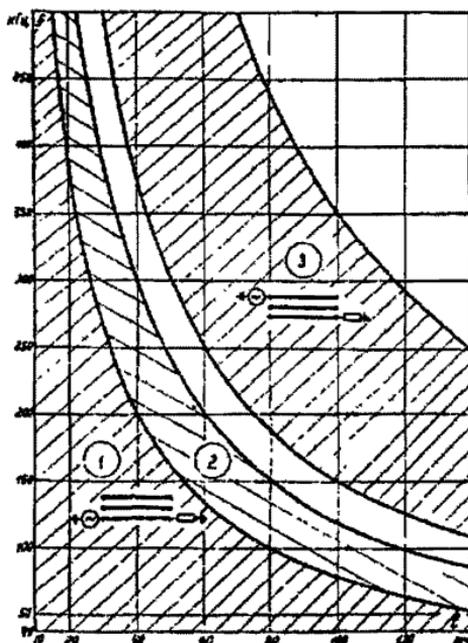
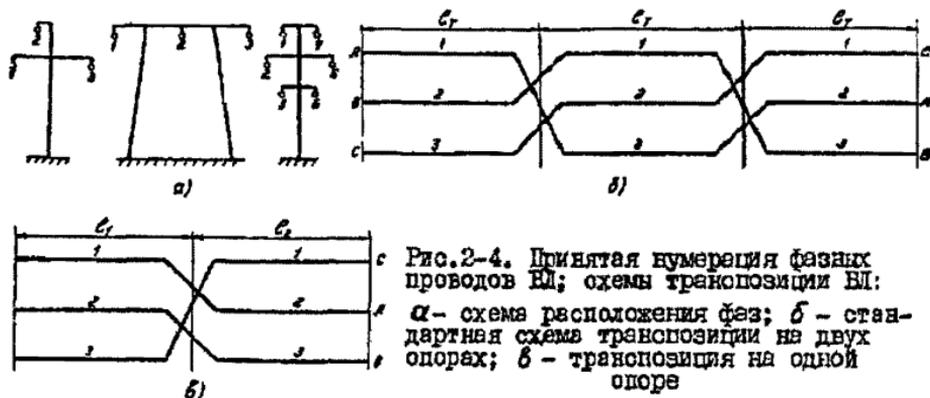


Рис.2-5. Области частот, в которых допустима работа ВЛ каналов по крайним фазам нетранспонированных ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

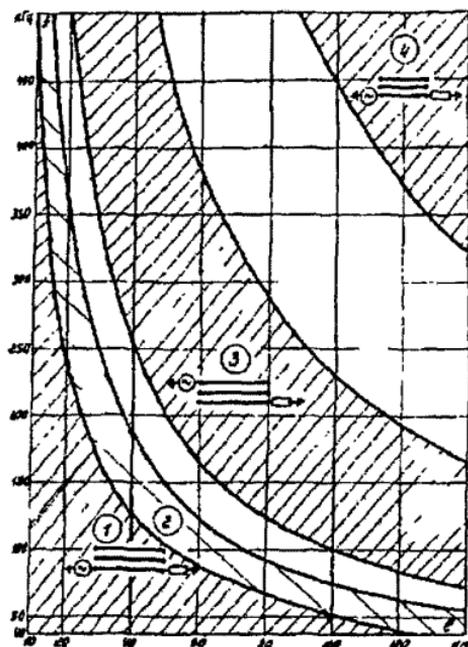


Рис. 2-6. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по крайним фазам нетранспонированных ВЧ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз

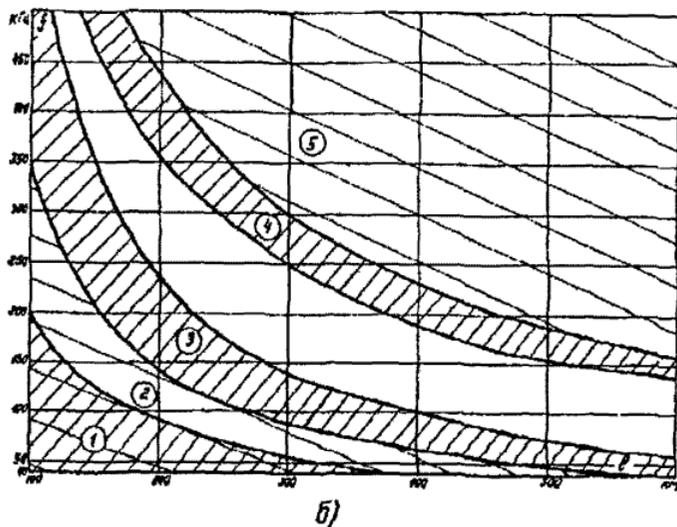
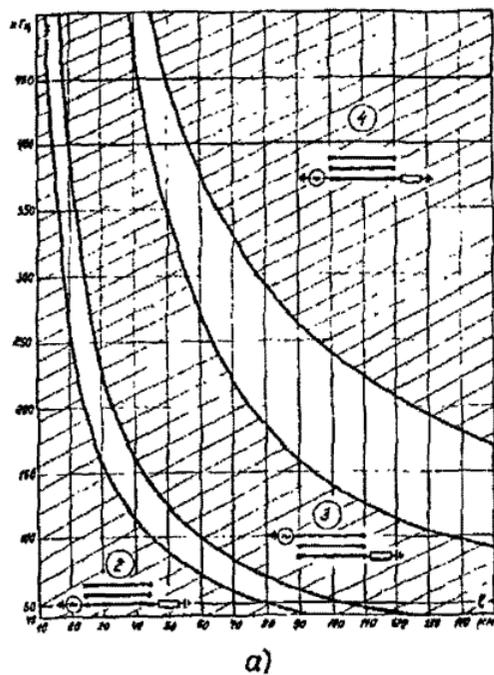


Рис.2-7. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз:

а - по крайним фазам нетранспортированных ВЛ; б - по транспортированным ВЛ

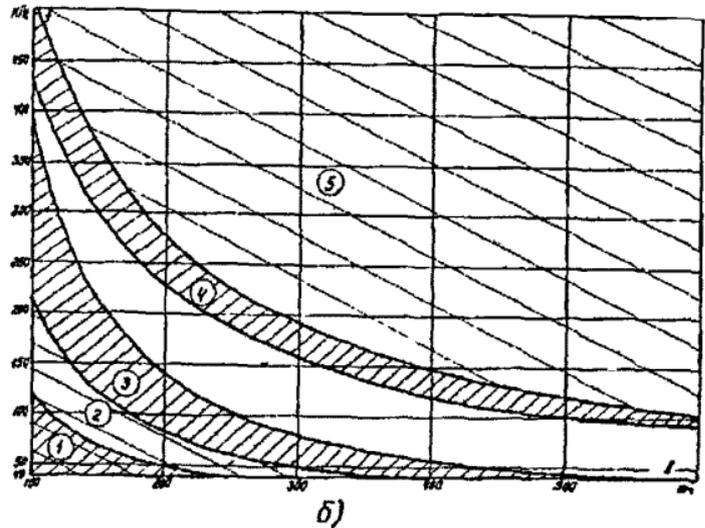
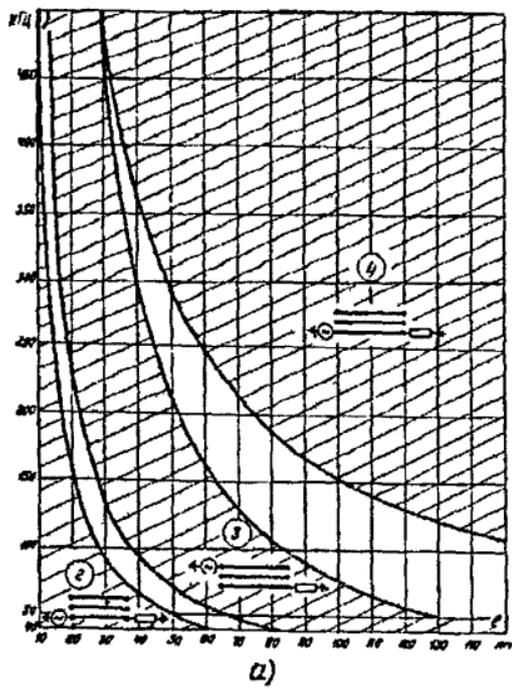


Рис.2-6. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз;

a - по крайним фазам нетранспонированных ВЛ; *б* - по транспонированным ВЛ

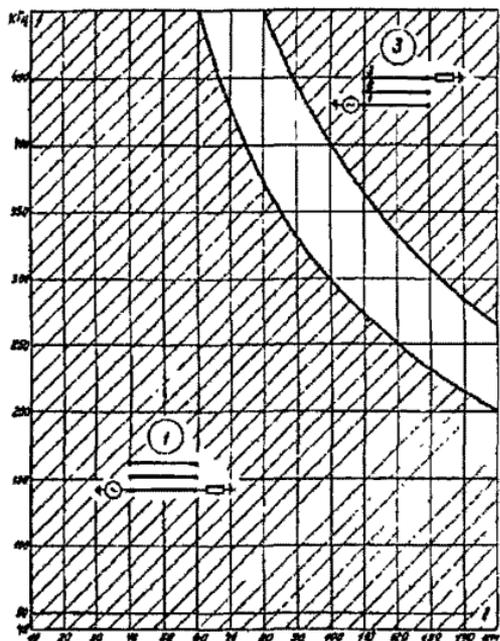


Рис.2-9. Области частот, в которых допускается работа БЧ каналов по нижним фазам нетранспонированных ВЛ 110 кВ с треугольным расположением фаз

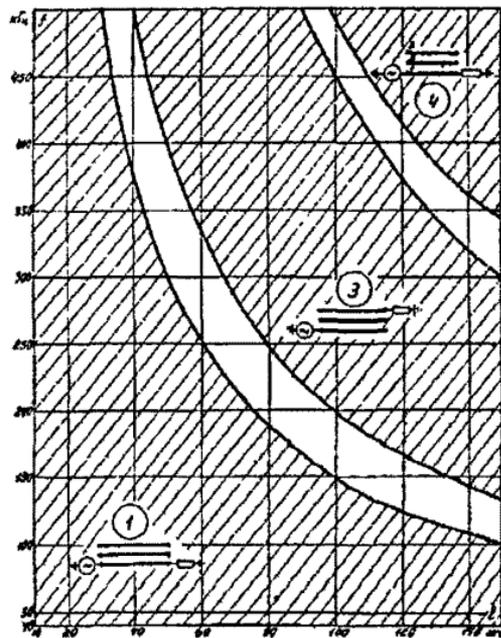


Рис.2-10. Области частот, в которых допускается работа БЧ каналов по нижним фазам нетранспонированных ВЛ 220 кВ с треугольным расположением фаз

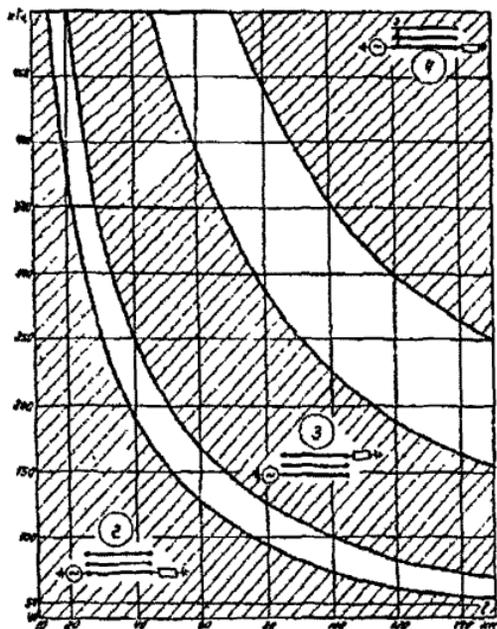


Рис.2-11. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижним фазам нетранспонированных ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз

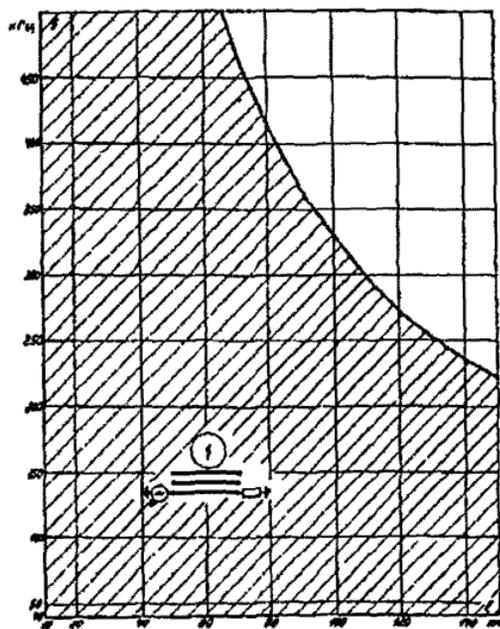


Рис.2-12. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижней фазе нетранспонированных ВЛ 110 кВ с вертикальным расположением фаз

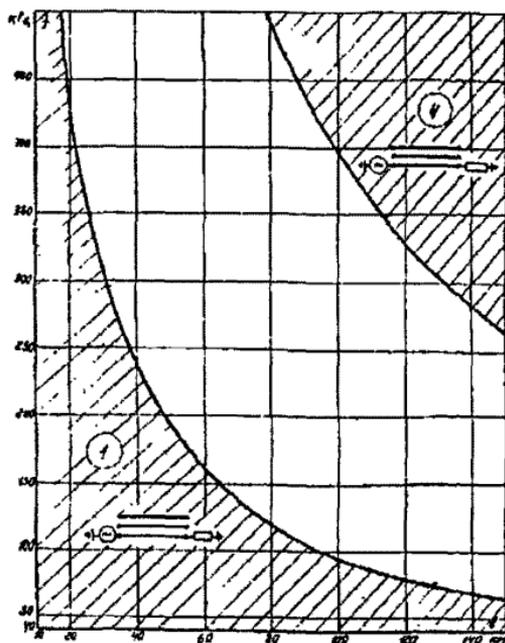


Рис.2-13. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижней фазе нетранспонированных ВЛ 220 кВ с вертикальным расположением фаз

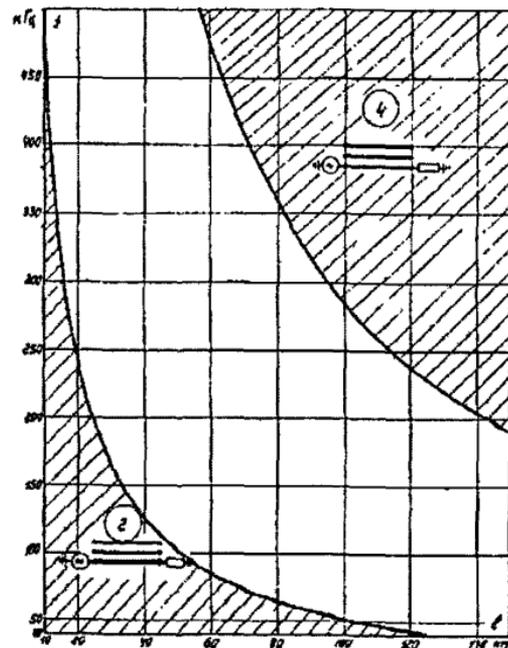


Рис.2-14. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижней фазе нетранспонированных ВЛ 330 кВ с вертикальным расположением фаз

Рис.2-15. Километрическое затухание линейного тракта при схеме присоединения нижняя фаза - земля несимметричной ВЛ 330 кВ с вертикальным расположением фаз для области частот 2 по рис.2-14

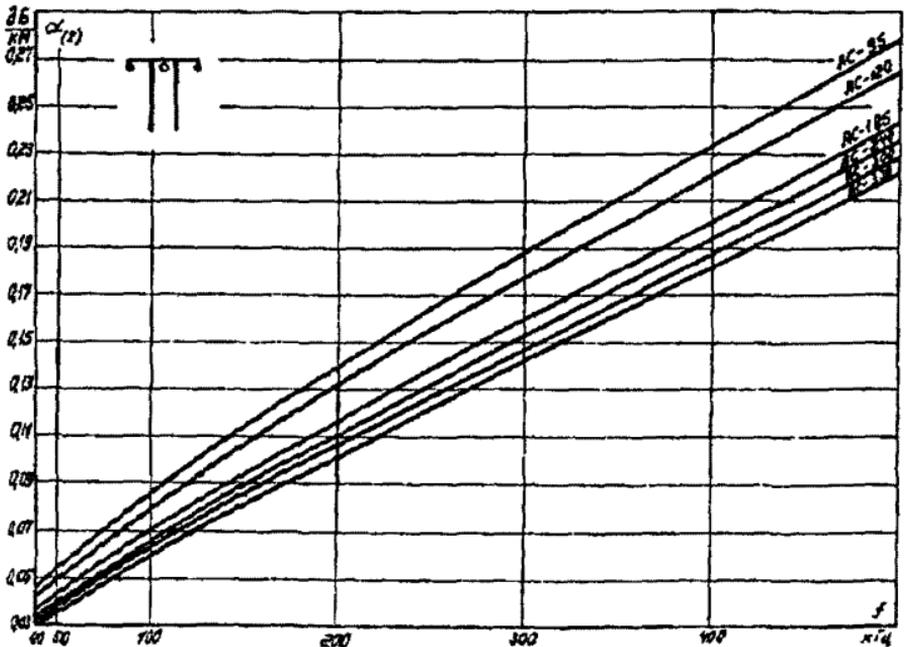
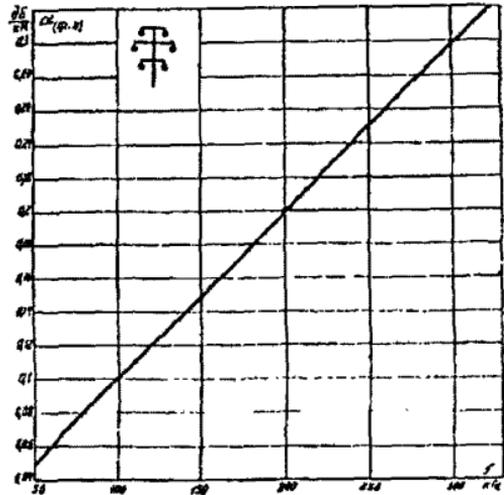


Рис.2-16. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

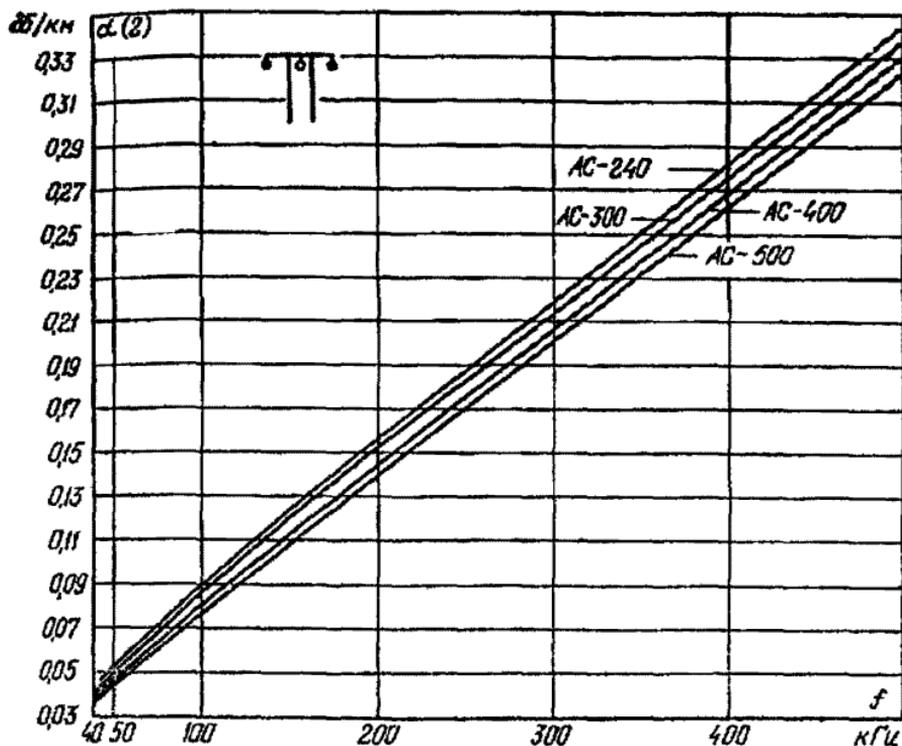


Рис.2-17. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз

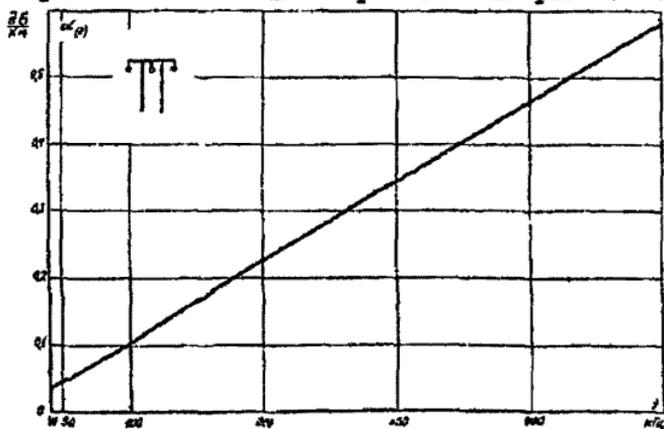


Рис.2-18. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз

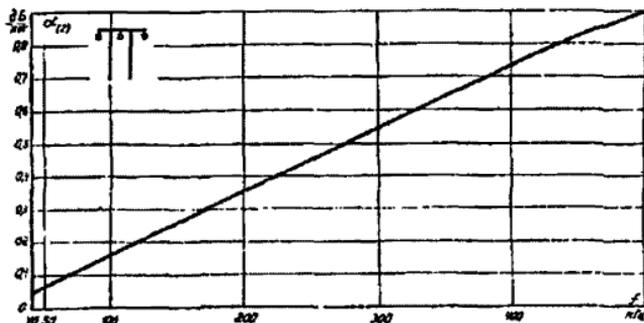


Рис. 2-19. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз

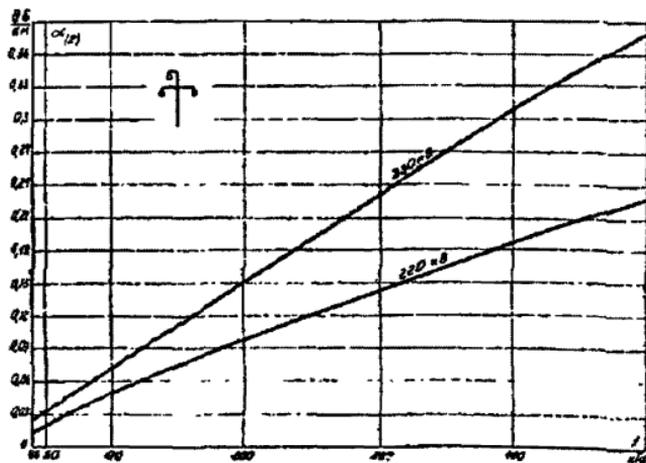
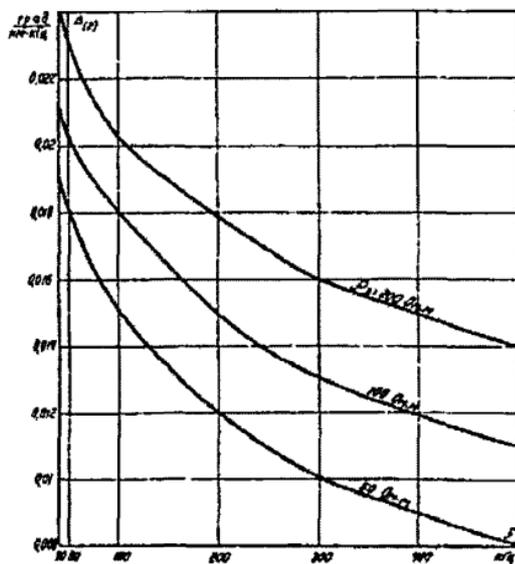
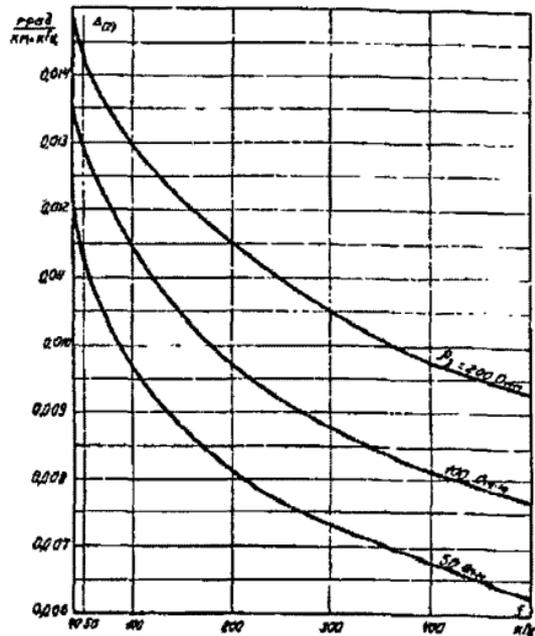


Рис. 2-20. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 220 и 330 кВ с треугольным расположением фаз



а)



б)

Рис.2-21. Зависимость значения $\Delta(2)$ от частоты и удельного сопротивления земли для ВЛ 330 кВ:

а - с горизонтальным расположением фаз; б - с треугольным расположением фаз

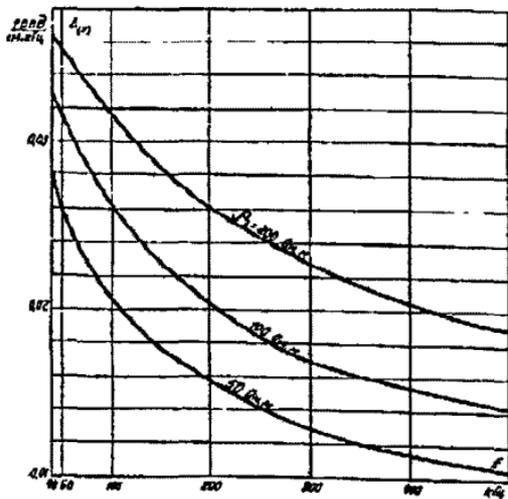


Рис.2-22. Зависимость значения Δ_{fD} от частоты и удаленного сопротивления земли для ВЛ 500 кВ

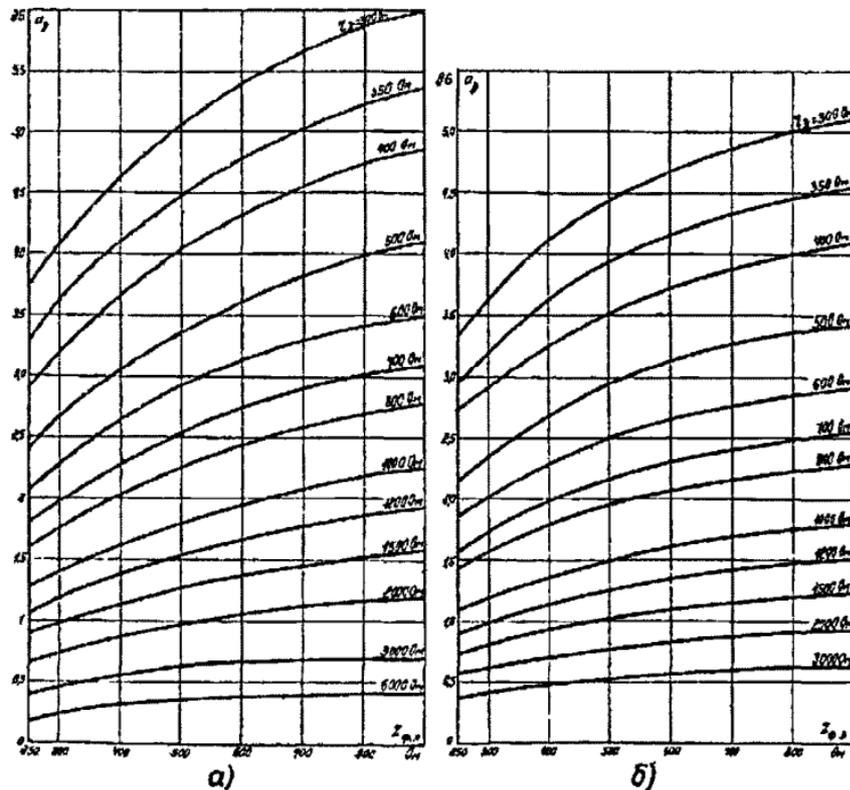


Рис.2-23. Зависимость затухания, вносимого заградителем, от сопротивления фильтра присоединения:
 а - на ВЛ 35-220 кВ; б - на ВЛ 330-500 кВ

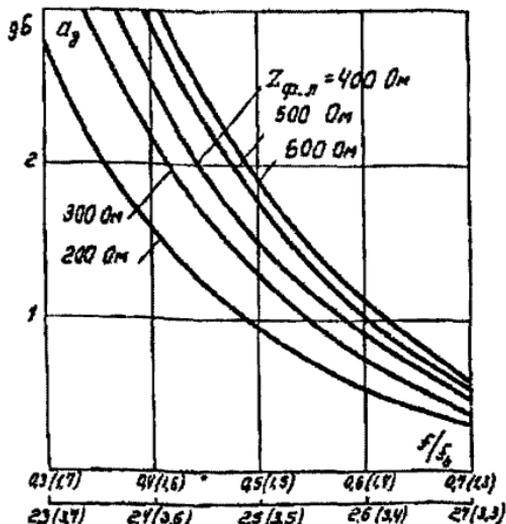


Рис.2-24. Зависимость затухания, вносимого заградительной петлей во внутрифазный тракт, от сопротивления фильтра присоединения и относительной частоты

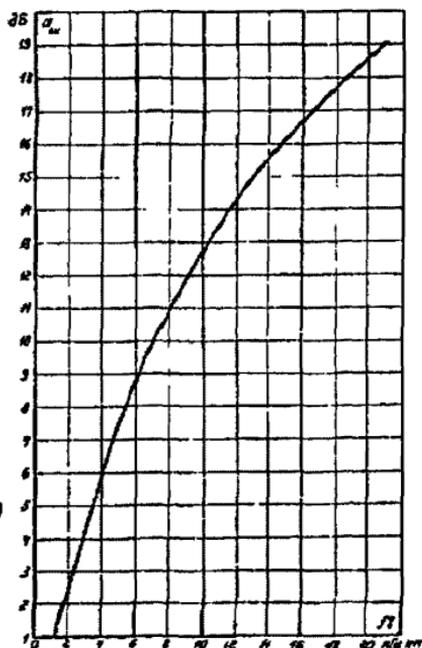


Рис.2-25. Зависимость затухания, вносимого короткой кабельной вставкой в ВЧ тракт по ВЛ, от величины fl

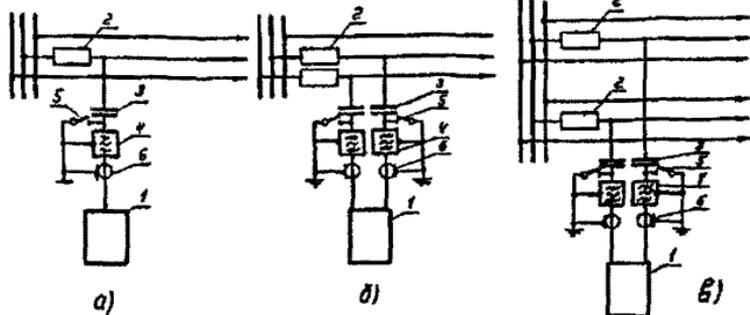


Рис.2-26. Схемы присоединения ВЧ аппаратуры к фазным проводам ВЛ: а - фаза - земля; б - фаза - фаза одноцепной ВЛ; в - фаза - фаза двухцепной ВЛ; 2, е - провод - провод расщепленной фазы с однофазными фильтрами присоединения; д - провод - провод расщепленной фазы с двухфазным фильтром присоединения

1 - ВЧ аппаратура; 2 - ВЧ заградитель; 3 - конденсатор связи; 4 - фильтр присоединения; 5 - заземляющий нож; 6 - ВЧ кабель; 7 - заградительная петля; 8 - провода расщепленной фазы

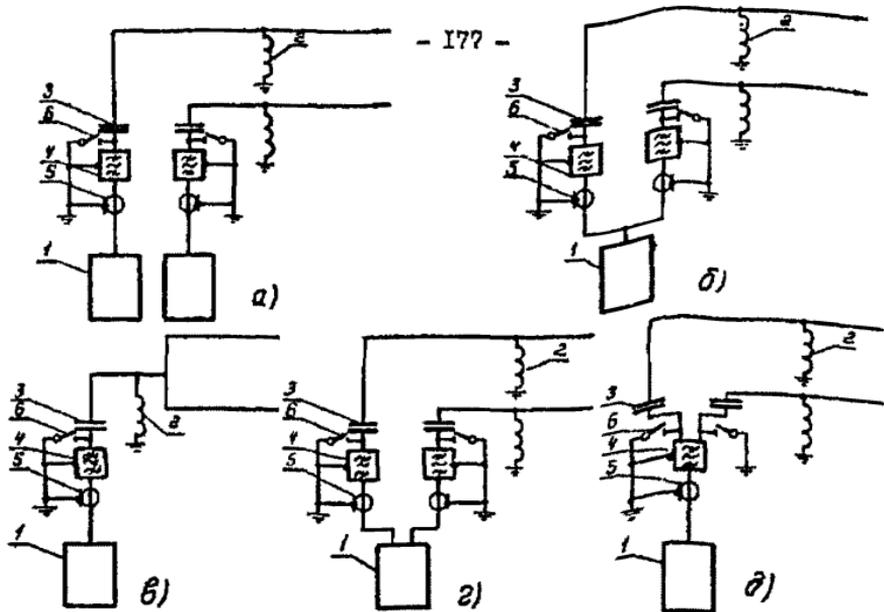


Рис.2-27. Схемы присоединения ВЧ аппаратуры к проводящим грозо-защитным тросам ВЛ:

a - трос - земля; *б* - два троса - земля с двумя устройствами присоединения; *в* - два троса - земля с одним устройством присоединения; *г* - трос - трос с однофазным фильтром присоединения; *д* - трос - трос с двухфазным фильтром присоединения

1 - ВЧ аппаратура; 2 - ВЧ дроссель; 3 - конденсатор связи; 4 - фильтр присоединения; 5 - ВЧ кабель; 6 - заземляющий нож

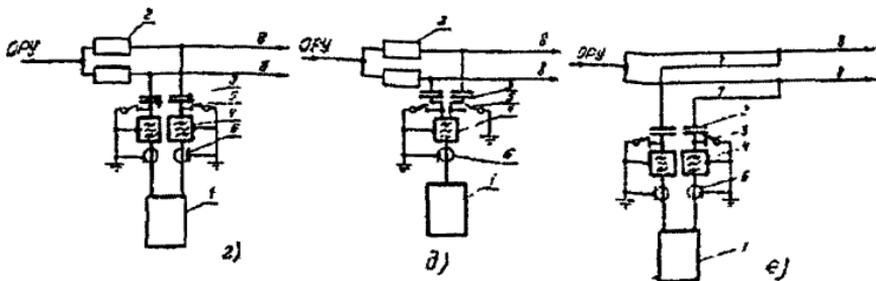


Рис. 2-26 (окончание)

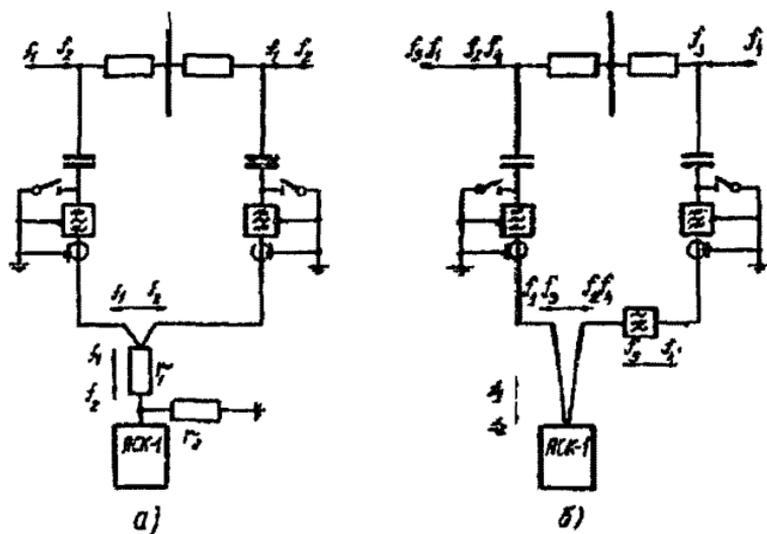


Рис.2-28. Схема подключения аппаратуры уплотнения к ВЧ обходу: а - через Г-образный удлинитель; б - с разделительным фильтром

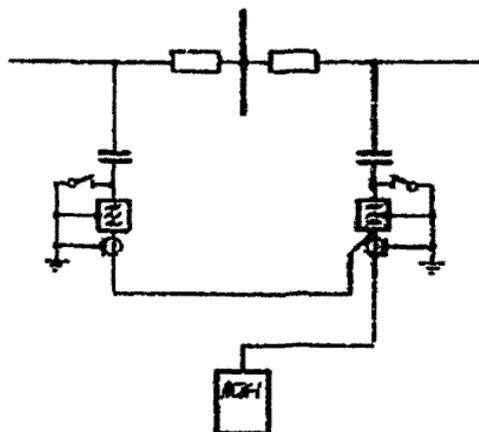


Рис.2-29. Нерекондуемая схема включения аппаратуры уплотнения из обхода

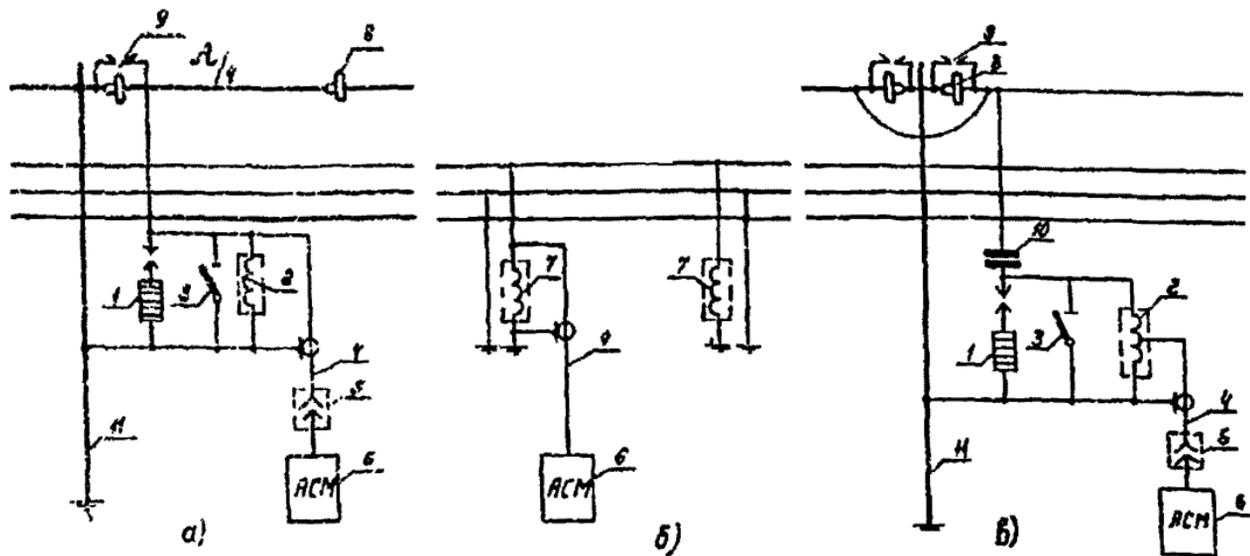


Рис.2-30. Схемы подключения аппаратуры связи монтажника к ВЛ:

а - к грозозащитному стальному тросу; *б* - к фазным проводам на месте производства ремонтных работ; *в* - к разъемному грозозащитному сталеалюминиевому тросу

1 - вилетовый разрядник; 2 - дренажная катушка; 3 - заземляющий иск; 4 - ВЧ кабель; 5 - ВЧ разъем; 6 - приемопередатчик АСМ; 7 - переносный заградитель ПЗ-10; 8 - изоляторы; 9 - искровой промежуток; 10 - конденсатор связи; 11 - металлическая опора ВЛ

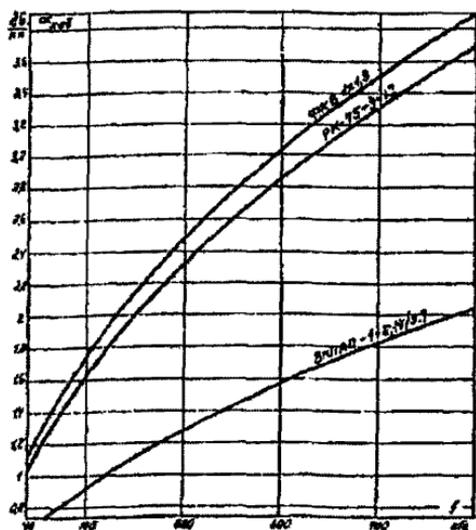


Рис.2-31. Километрическое затухание ВЧ кабелей ФКБ, РК и ВПЧД

К фильтру
присоединения

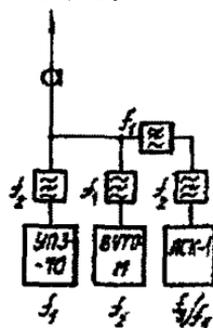


Рис.2-32. Параллельное подключение аппаратуры каналов телефонной связи и телемеханики, релейной защиты и противоаварийной автоматики

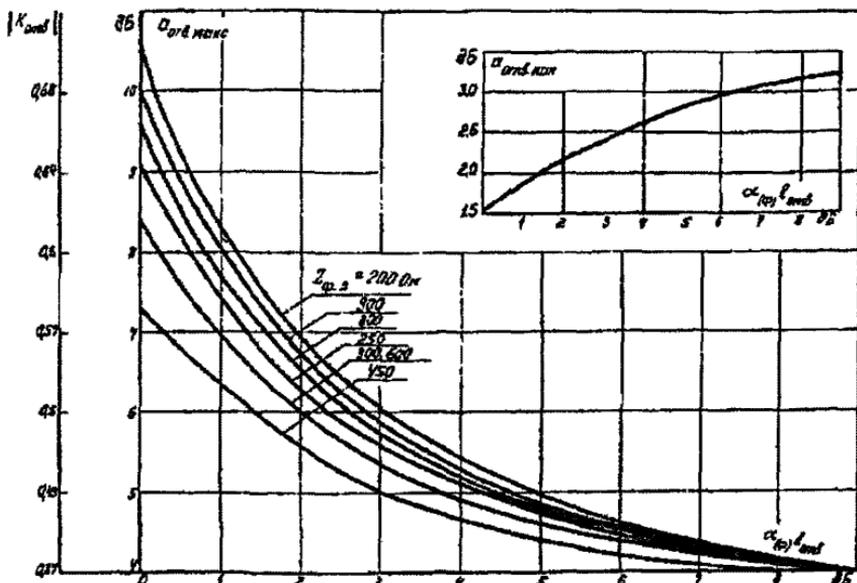


Рис.2-33. Затухание, вносимое ответвлением, используемым для связи при схеме подключения фаза - земля:

$K_{отб}$ - коэффициент отражения от места включения ответвления

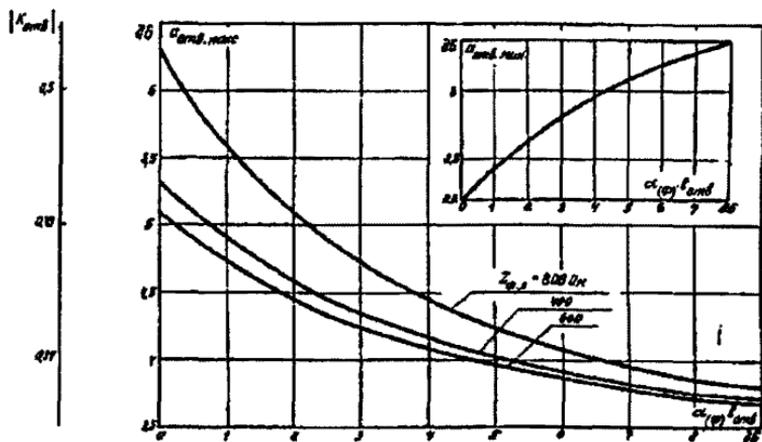


Рис.2-34. Затухание, вносимое ответвлением, используемым для связи при охеме подключения фаза - фаза;

$K_{отб}$ - коэффициент отражения от места включения ответвления;
 $Z_{ф.л}$ - характеристическое сопротивление однофазного фильтра присоединения

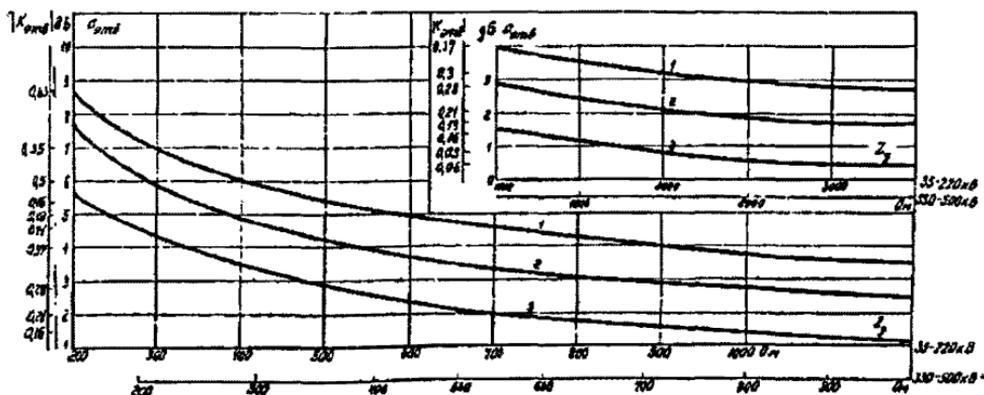


Рис.2-35. Зависимость затухания, вносимого ответвлением, от сопротивления заградителя, включенный в точке разветвления:

1 - при одном заградителе в рабочей фазе; 2 - при двух заградителях (один из них в рабочей фазе); 3 - при трех заградителях (во всех фазах)

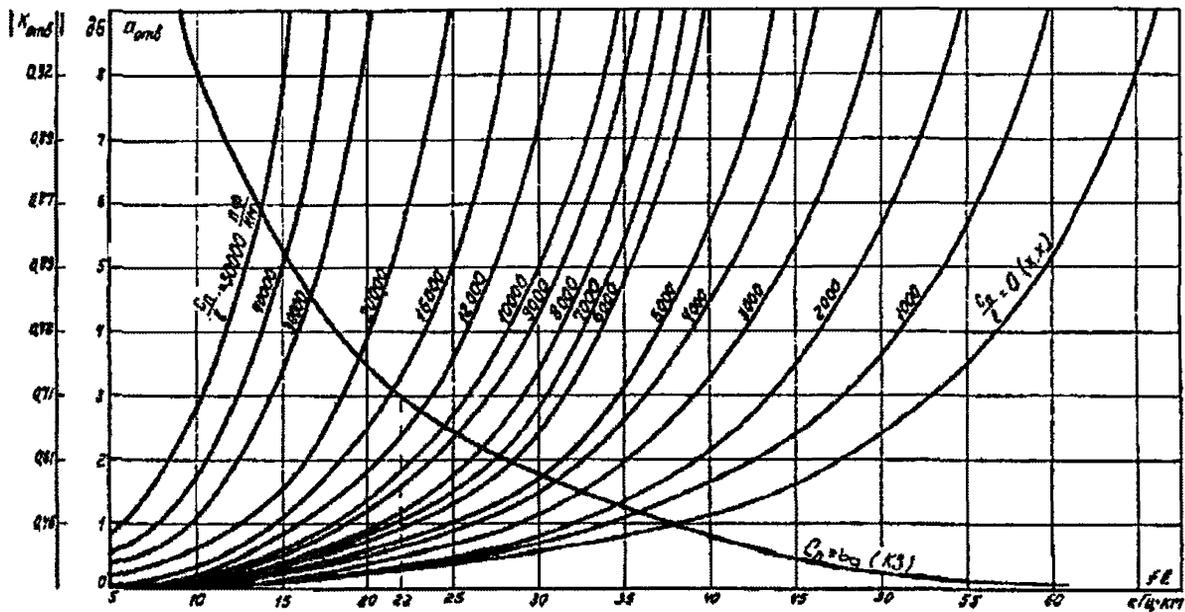


Рис.2-36. Максимальное напряжение, вносимое необработываемым ответвлением, не используемым для организации обвязи

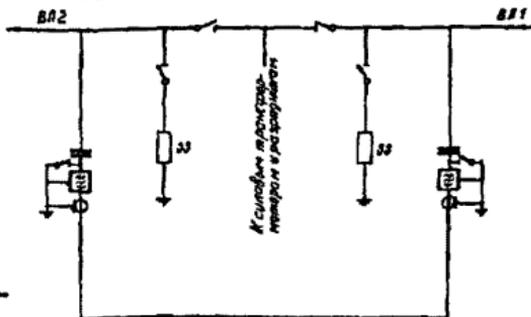


Рис.2-37. Упрощенная схема ВЧ обхода:
ЗЗ - заземляющий заградитель

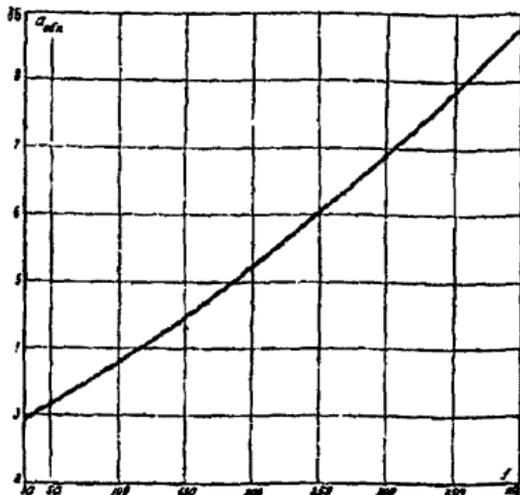


Рис.2-38. Затухание ВЧ обхода с упрощенной схемой

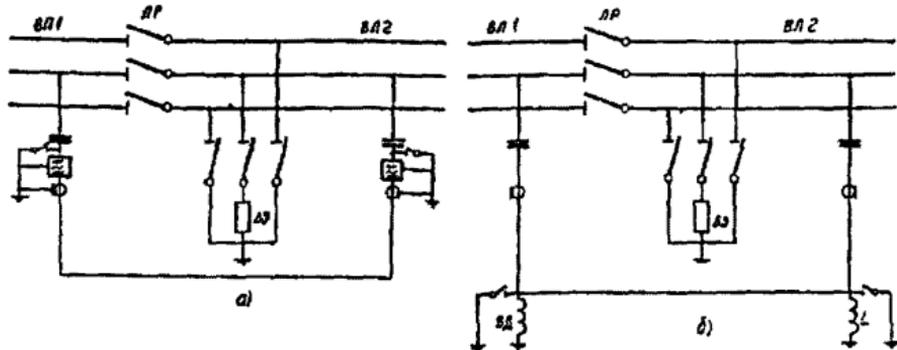


Рис.2-39. Принципиальная схема ВЧ обхода линейного разъединителя на трассе ВЛ:

а - с двумя фильтрами присоединения; б - по схеме Т-образного фильтра верхних частот

ВЗ - ВЧ заградитель; Л - катушка индуктивности (используется от фильтра присоединения); ВЛ - ВЧ дроссель; ЛР - линейный разъединитель

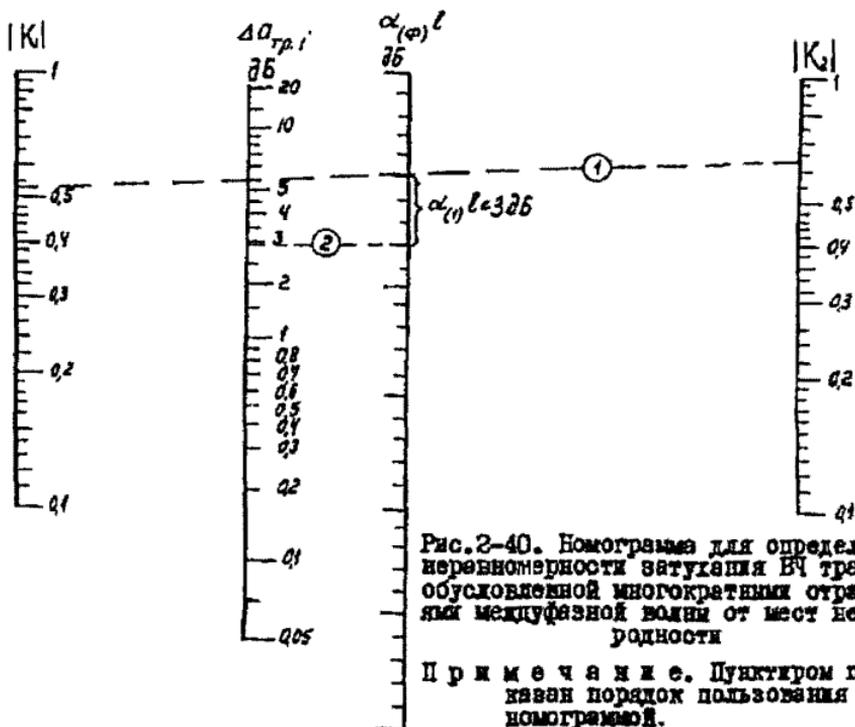


Рис. 2-40. Номограмма для определения неравномерности затухания ВЧ тракта, обусловленной многократными отражениями междоузловой волны от мест неоднородности

Примечание. Пунктиром показан порядок пользования номограммой.

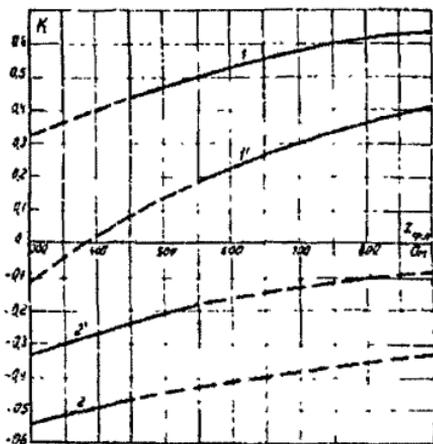


Рис. 2-41. Зависимость коэффициента отражения от концов ВЧ от характеристического сопротивления фильтра присоединения:

1, 1' - нерабочие фазы отключены от подстанции (холодовой ход);
 2, 2' - нерабочие фазы замкнуты;
 1, 2 - схема присоединения фаза-земля; 1', 2' - схема присоединения фаза-фаза

$Z_{ср.ф}$ - характеристическое сопротивление однофазного фильтра присоединения

Примечание: 1. Расчетные значения K принимаются по сплошным линиям; 2. Кривые построены для $Z_0 = 500 \text{ Ом}$.

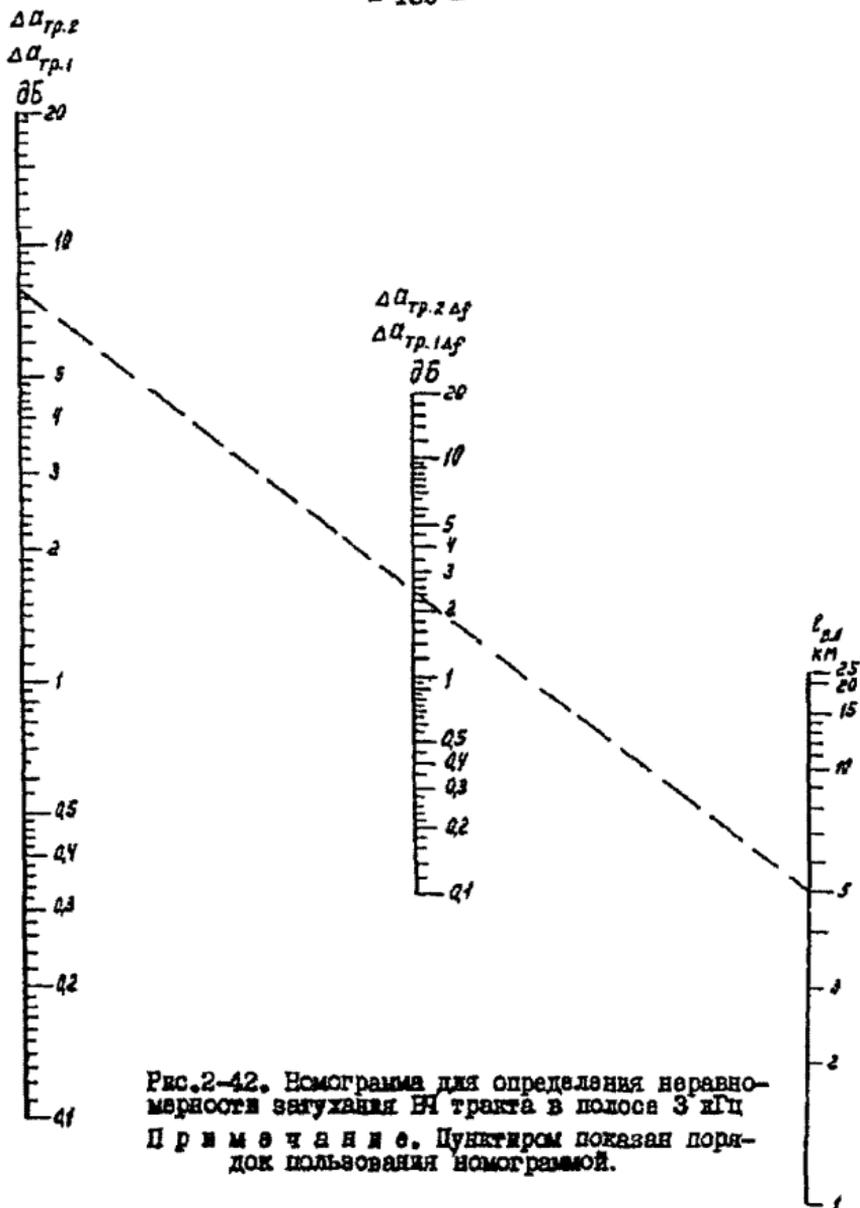


Рис.2-42. Номограмма для определения неравномерности загрузки НИ тракта в полосе 3 кГц
 П р и м е ч а н и е. Пунктиром показан порядок пользования номограммой.

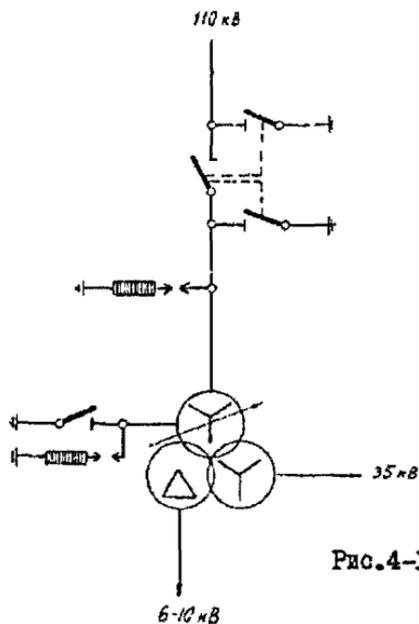


Рис.4-1. Блок 110 кВ (линия - трансформатор)

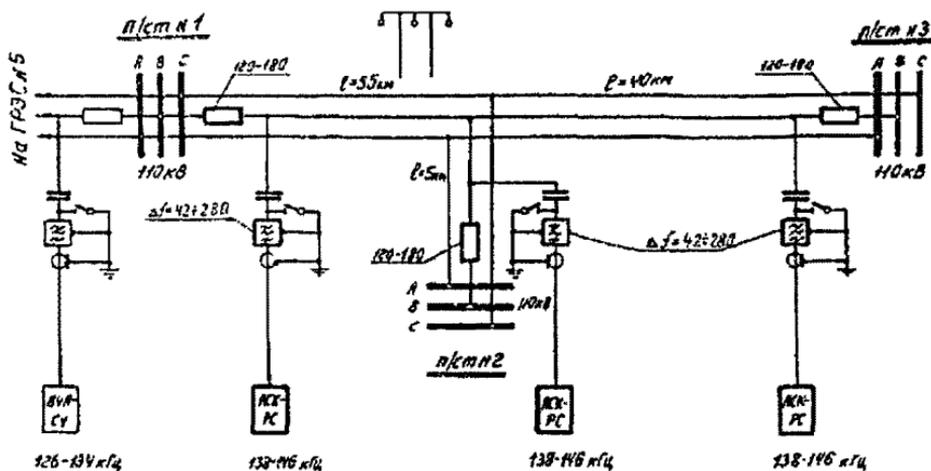


Рис.4-2. Схема ВЧ каналов (к примеру № 2)

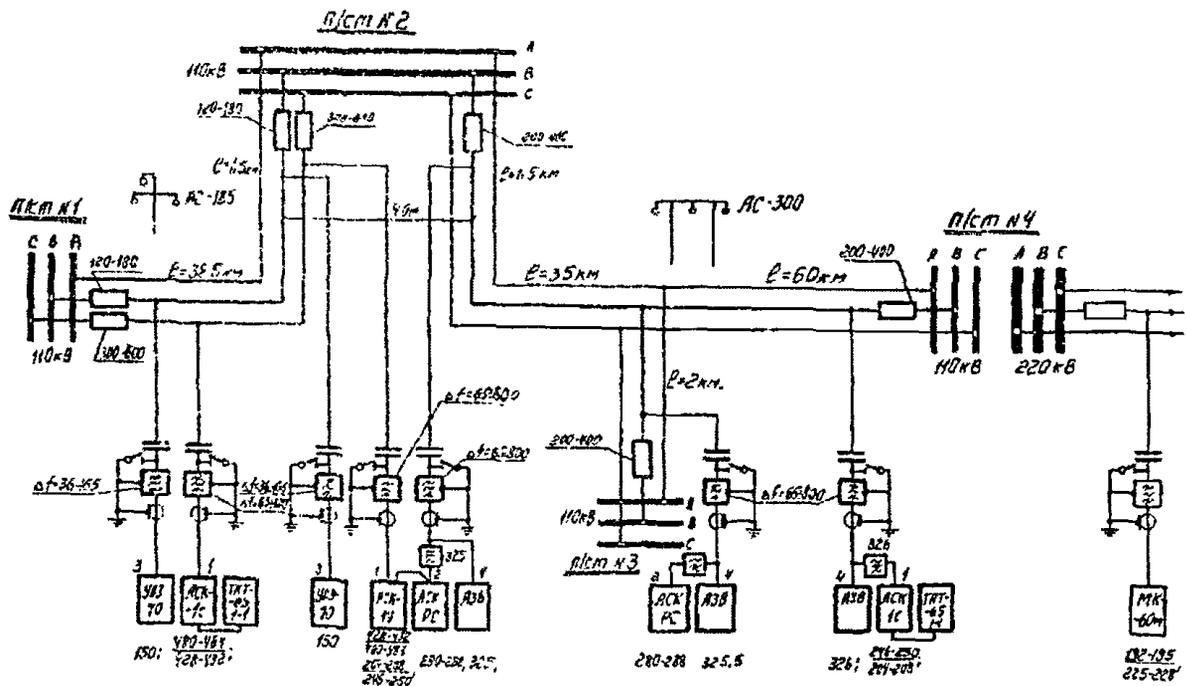


Рис. 4-3. Схема ВЧ каналов (к примеру № 3)

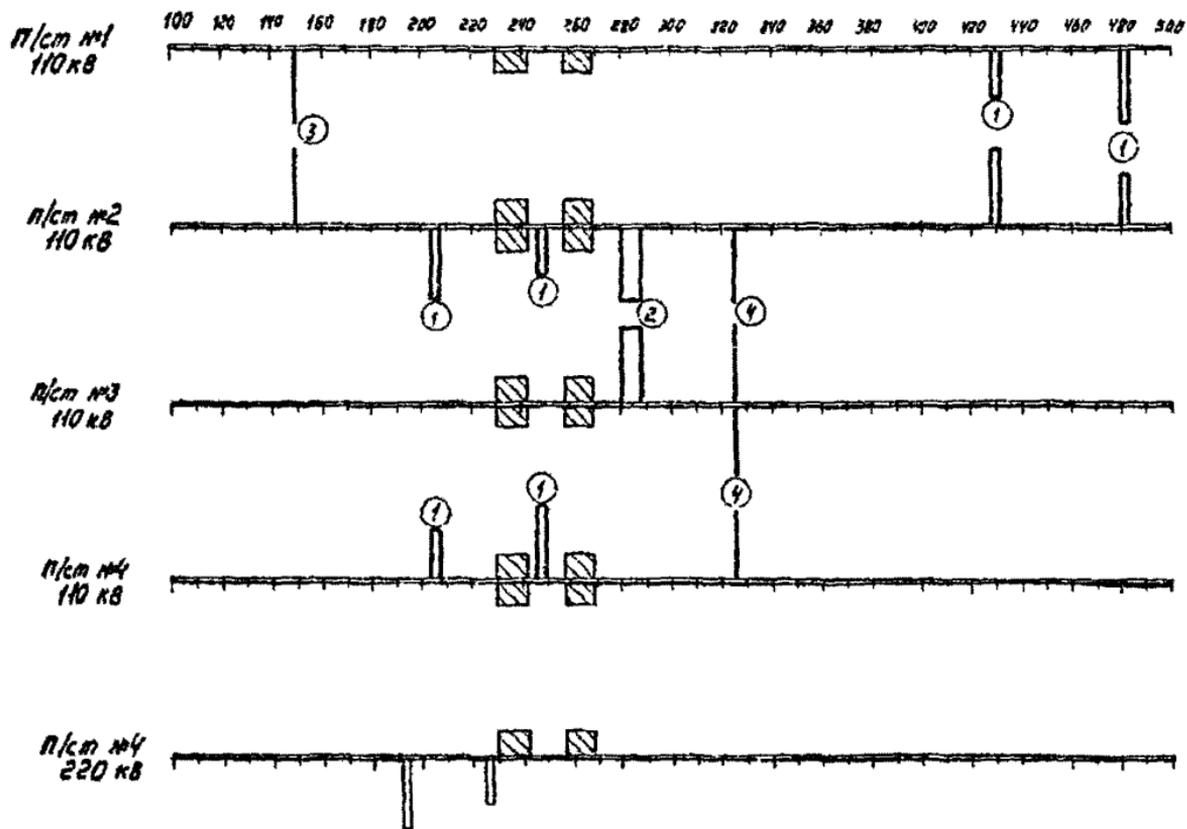


Рис.4-4. График распределения частот (к примеру № 3)

Ч А С Т Ь П
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ
С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Глава 5. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ОБ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ И КАНАЛАХ СВЯЗИ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Проводится систематизация исходных данных, используемых при выборе частот каналов БЧ связи по проводам ВЛ в энергосистемах. Избегая графического способа задания информации, всю используемую информацию задаем в виде таблиц или чисел.

Для конкретизации энергосистем и каналов связи по ВЛ приведены четыре числовые таблицы. Другие четыре таблицы, вне зависимости от конкретных особенностей энергосистемы и структуры каналов связи содержат сведения, необходимые при распределении частот, о типах подстанций и КЛ и о БЧ аппаратуре.

Формулируется задача анализа распределения частот БЧ каналов по проводам ВЛ и приводятся расчетные формулы для помех на входе приемников, используемые для любой пары передатчик-приемник другого канала.

5.1. Систематизация исходных материалов для энергосистемы и каналов связи

5.1.1. Выполняется нумерация подстанций в энергосистеме. Порядок нумерации произволен, но дальнейшим изменениям не подлежит. Общее число подстанций в энергосистеме обозначается через P . Каждому целому числу, не превосходящему P , соответствует в энергосистеме одна из подстанций со сборными шинами разных напряжений.

5.1.2. Для всех ВЛ в энергосистеме составляется табл. 5-1.

Матрица линий МЛ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина ВЛ, км	Класс напряжения	Количество отпайек, не используемых для связи	Количество отпайек, используемых для связи	Нижняя частота защита- та, кГц	Верхняя час- тота загра- ждения, кГц	Марка провода и расщепления	Тип профиля ВЛ	Номер конечной подстанции	Номер конечной подстанции

При составлении табл.5-1 соблюдаются следующие правила.
Длина ВЛ должна составить целое число, без дробных долей.
Класс напряжения линии обозначается в соответствии с табл.

5:5.

Отпайки, учитываемые в третьем и четвертом столбцах табл. 5-1, являются элементами затухания соответствующих ВЛ и не входят в электрическую схему энергосистемы. Каналы связи по этим отпайкам в анализе распределения частот не участвуют.

При необходимости рассматривать отпайку не как элемент затухания сквозной ВЛ, а как еще одну линию, рекомендуется линию с отпайкой заменять тремя линиями: 1) отпайочной; 2) частью сквозной линии до отпайки; 3) частью сквозной линии после отпайки. Эти три ВЛ будут занимать три строки табл.5-1.

Общая точка этих трех линий должна при этом рассматриваться как подстанция энергосистемы и входить в общую нумерацию (от I до P) подстанций, определяемую в п.5.1.1.

При отсутствии (или узкополосной настройке) ВЧ заградителей на ВЛ в пятом и шестом столбцах ставятся нули. Наличие заградителей в крайних фазах линии можно не принимать во внимание.

Марка провода и расщепления фазы определяется в соответствии с табл.5-8, причем в седьмом столбце табл.5-1 ставится номер соответствующего столбца табл.5-8.

Тип профиля линии задается в соответствии с разд.5.2.

Порядок заполнения табл.5-1 построчный, каждая строка соответствует одной ВЛ. Последовательность заполнения строк матрицы **ML** определяет нумерацию ВЛ в энергосистеме (номера линий в табл.5-1 не входят). В данной задаче эта нумерация не подлежит изменениям. Общее число ВЛ в энергосистеме, равное количеству строк в табл.5-1, обозначается через **L**.

5.1.3. Каждый канал ВЧ связи с энергосистемой, в том числе имеющий промежуточные усилители, разделяется на независимо рассматриваемые простые каналы, каждый из которых имеет один передатчик и один приемник. Каждый простой канал связи, если он дуплексный, рассматривается как пара симплексных каналов ВЧ связи со встречными направлениями передачи. Каждый такой симплексный канал связи задается как совокупность передатчика и приемника с фиксированными точками их подключения в энергосистеме. Трасса передачи рабочего сигнала, а также селективной помехи не фиксируется в числовом материале, а находится АЛГОЛ-программой.

Для всех симплексных каналов связи энергосистемы, выделенных указанным образом из реально работающих или запроектированных каналов связи энергосистемы, составляется табл.5-2.

Номер подстанции, на которой работает передатчик либо приемник, соответствует нумерации, выполненной в п.5.1.1; номер линии, на которую работает передатчик либо приемник, соответствует нумерации, выполненной в п.5.1.3. Нумерация фаз выполняется таким образом, чтобы средняя фаза имела номер 2. Нумерация фаз на разных подстанциях осуществляется независимо, без согласования.

Тип аппаратуры, на которой работает приемник либо передатчик, задается номером в соответствии с нумерацией табл.5-9.

Числа в восьмом столбце табл.5-2 должны быть разными, если

Матрица каналов МК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Координаты передатчика			Координаты приемника			Тип аппаратуры	Презнак наличия усилителя без смен частот	Презнак наличия усилителя мощности	Минимальная частота канала, кГц
Номер подстанции	Номер ВЛ	Номер фазы	Номер подстанции	Номер ВЛ	Номер фазы				

соответствующие каналы не связаны пере приемом без смены частот. Этими числами могут служить номера таких каналов.

Если два канала связаны пере приемом без смены частот, то у них должны совпадать числа, стоящие в восьмом столбце табл.5-2.

Наличие усилителя мощности отмечается единицей в девятом столбце табл.5-2, отсутствие усилителя - нулем.

Таблица 5-3

Матрица электромагнитных влияний

ЭМ

1	2	3
Номер ВЛ	Номер ВЛ	Длина сочленения, м

Частотой канала (в кГц) считается левая (минимальная) граница полосы передачи-приема.

Таблица 5-2 заполняется построчно, каждая строка соответствует одному симплексному каналу связи. Последовательность заполнения строк определяет нумерацию симплексных каналов, которая не подлежит дальнейшим изменениям в данной задаче.

Общее число симплексных каналов связи в энергосистеме, равное количеству строк в табл. 5-2, обозначается через G .

5.1.4. Для всех случаев параллельного пробега ВЛ на подходах к подстанциям, если ширина (длина) обливенья невелика (немала), составляется табл.5-3.

Все числа, составляющие табл.5-3, целые.

Таблица 5-3 заполняется построчно, каждая строка соответствует определенному случаю параллельного пробега пары ВЛ на подходе к подстанции. Нумерация таких случаев, т.е. порядок заполнения строк табл.5-3, значения не имеет. Общее число параллельных пробогов ВЛ на подходах к подстанциям, равное количеству строк в табл.5-3, обозначается через В.

Если две цепи двухцепной ВЛ рассматриваются как две линии с разными номерами, входящими в нумерацию от I до L, то ширина сближения этих линий должна быть принята IC м и соответствующая строка должна входить в табл.5-3.

5.1.5. Для всех ВЧ обходов или подстанций энергосистемы составляется матрица ОБ (табл.5-4). Все числа в этой таблице целые.

Таблица 5-4 заполняется построчно, каждому обходу соответствует определенная строка. Нумерация обходов, задаваемая последовательностью заполнения матрицы ОБ, не имеет значения. Общее число обходов, равное числу строк матрицы ОБ, обозначается через А.

5.1.6. Вводится число Т, которое учитывает уровень гололеда в районе энергосистемы. Если гололед отсутствует или район по гололеду I или II, то $T=0$; если район по гололеду III или IV, то $T=1$.

5.1.7. Анализ распределения частот ВЧ каналов связи, автоматики, телемеханики и релейной защиты в энергосистеме осуществляется АПГОЛ-программой без использования каких-либо данных об энергосистеме и каналах связи, кроме указанных в пп.5.1.1 - 5.1.6.

Таким образом, полный объем исходной информации для анализа распределения частот в энергосистеме составляет числа Р, Т и матрицы МЛ, МК, ЭМ, ОБ (с числом строк L, G, B, A соответственно).

Т а б л и ц а 5-4
Матрица обходов ОБ

I	2
Номер ВЛ	Номер ВЛ

5.1.8. В расчет по АЛГОМ-программа анализа распределения частот энергосистемы дополнительно вводится параметр F , характеризующий учет запаса по перекрываемому затуханию ВЧ каналов. Если расчет ведется по наилучшим погодным условиям, то уровень приема рабочего сигнала всех ВЧ каналов минимален, запас по перекрываемому затуханию исчерпан; этому соответствует величина $F = 0$. Если расчет ведется по среднепогодным условиям, то уровень приема рабочего сигнала всех ВЧ каналов превосходит минимальный уровень на величину запаса (с учетом гололеда); этому соответствует величина $F = 1$.

5.2. Сведения о существующих типах подстанций и линий электропередачи

5.2.1. При заполнении матрицы ML (см. табл. 5-1) используется условный код (номер) для основных параметров ВЛ. Существующие классы напряжения ВЛ и линии подстанций нумеруются в порядке возрастания в соответствии с табл. 5-5, которая используется при заполнении второго столбца матрицы ML .

Т а б л и ц а 5-5
Номера классов напряжения

Напряжение, кВ	Номер класса напряжения
35	1
110	2
220	3
330	4
500	5
750	6

5.2.2. Типы профилей ВЛ кодируются (нумеруются) в соответствии с табл. 5-6, которая используется при заполнении восьмого столбца матрицы ML .

Т а б л и ц а 5-6
Номера типов профиля ВЛ

Тип профиля ВЛ	Номер типа профиля
Треугольный	1
Вертикальный	2
Горизонтальный	3
Транспонированная линия	4

5.2.3. Переходные затухания между шинами разных классов напряжения на подстанциях предполагаются независимыми от частоты, вида электрической схемы подстанции, емкости шин и оборудования высокого напряжения, а также от количества отходящих ВЛ. Эти переходные затухания задаются матрицей $Z_{\text{Ш}}$, представленной в табл.5-7.

Таблица 5-7
Матрица $Z_{\text{Ш}}$ затуханий между шинами

Номер класса напряжения	1	2	3	4	5	6
1	0	2	3	5	5	5
2	2	0	2	3	5	5
3	3	2	0	2	3	5
4	5	3	2	0	2	3
5	5	5	3	2	0	2
6	5	5	5	3	2	0

5.2.4. Переходное затухание между ВЛ на подстанции определяется как сумма переходного затухания между шинами соответствующих классов напряжения, определенного по п.5.2.3, и затуханий, внесенных ВЧ заградителями этих ВЛ. Вносимое ВЧ заградителем затухание принимается равным единице в полосе заграждения и нулю вне полосы заграждения.

Минимальная и максимальная частоты (кГц) полосы заграждения ВЧ заградителей на L -й ВЛ задаются, соответственно пятым и шестым элементами L -й строки матрицы M_L .

5.2.5. Переходное затухание между ВЛ, связанными ВЧ обходом на подстанции, принимается равным 0,8 независимо от частоты, а при отсутствии ВЧ обхода определяется по п.5.2.3 и 5.2.4, элементом Ш табл.5-7, соответствующим классу напряжения этих ВЛ, и затуханиями Z_1, Z_2 ВЧ заградителей этих ВЛ на рассматриваемой частоте. Оба этих случая охватываются единой расчетной формулой

$$Z = (3_1 + \text{Ш} + 3_2) \times (1 - Y) + 0.8 \times Y, \quad (5-1)$$

где Y - признак наличия ВЧ обхода. Если рассматриваемые линии связаны ВЧ обходом, то $Y = 1$, в противном случае $Y = 0$. То или иное значение Y определяется АЛГОЛ-программой для каждой пары линий любой подстанции на основе числовых данных в табл.5-4.

5.2.6. Если рассматриваемая пара ВЛ на подходе к рассматриваемой подстанции имеет параллельный пролет (сближение) ширины Q , что фиксируется соответствующей строкой табл.5-3, то в расчет вводится дополнительный переход с линии на линию, имеющий затухание

$$Q = 0.67 + 0.57 \times \sqrt{a} \quad (5-2)$$

Результирующее с учетом (5-2) и (5-1) переходное затухание между ВЛ на подстанции вычисляется по формуле

$$Q + Z - \frac{1}{2} \ln \left(e^{2Q} + e^{2Z} \right). \quad (5-3)$$

5.2.7. Переходное затухание, вносимое ВЛ номер \mathcal{L} (она задана \mathcal{L} -й строкой табл.5-1), вычисляется по формуле

$$\left(k_1 \times l^{\frac{1}{2}} + k_2 \times l \right) \times l \times 10^{-3} + N_1 \times 0.4 + N_2 \times 0.6, \quad (5-4)$$

где l - длина линии (1-й элемент \mathcal{L} -й строки матрицы ML);

N_1 - число отпаек обработанных (третий элемент \mathcal{L} -й строки матрицы ML);

N_2 - число отпаек необработанных (четвертый элемент \mathcal{L} -й строки матрицы ML);

k_1 - соответствующий марке провода и расщепления фазы (7-му элементу \mathcal{L} -й строки матрицы ML) коэффициент из табл. 5-8.

и, наконец, в формуле (5-4) коэффициент k_2 соответствует типу профиля линии (восьмому элементу \mathcal{L} -й строки матрицы ML).

Значение коэффициента k_2 выбирается из табл.5-9, причем номер строки этой таблицы устанавливается с использованием табл.5-5, а номер столбца табл.5-9 - с использованием табл.5-6.

Марки проводов и расщепленной фазы

Т а б л и ц а 5-8

Номера элементов в КИ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АС-70	АС-95	АС-120	АС-185	АС-240	АС-300	АСУ-300	АС-400	АСУ-400	АСО-500	2хАСО-500	3хАСО-500
0,80	0,69	0,61	0,48	0,43	0,39	0,37	0,35	0,32	0,31	0,21	0,15

Зависимость километрического затухания
от типа профиля ВЛ

Номер класса напряжения	Матрица К2			
	1-й тип	2-й тип	3-й тип	4-й тип
1	$1,15 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$10,4 \cdot 10^{-3}$
2	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$18,0 \cdot 10^{-3}$
3	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$23 \cdot 10^{-3}$
4	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$
5	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$69 \cdot 10^{-3}$
6	0	0	0	0

5.3. Данные о типах высокочастотной аппаратуры

5.3.1. Произведена нумерация типов аппаратуры ВЧ связи, автоматики, телемеханики и релейной защиты в соответствии с табл.5-10.

5.3.2. Для каждого типа аппаратуры в расчете используются уровни передачи и приема, количество подканалов связи в одном комплекте аппаратуры, запас по перекрываемому затуханию. Для гололедных районов III и IV ($T=I$) запас по перекрываемому затуханию увеличивается на 0,5.

5.3.3. Минимальный уровень приема превышает уровень помех от короны на три (для аппаратуры телефонной связи), на две (для аппаратуры релейной защиты), на одну единицу (для аппаратуры телеотключения и телесигнализации). Соотношение сигнал - селективная помеха должно быть выше еще на одну единицу (дБ).

5.3.4. Уровень помех от короны фиксируется для ВЛ 500 кВ и снижается с понижением класса напряжения ВЛ; в соответствии с этим снижается минимальный уровень приема сигналов. Количественно это снижение выражается формулой

$$4 - \mathcal{V}, \text{ если } \mathcal{V} < 4, \quad (5-5)$$

где \mathcal{V} - номер класса напряжения ВЛ.

Т а б л и ц а 5-10

Нумерация типов аппаратуры

Тип аппаратуры	Номер типа аппаратуры
В-12-3	1
В-12-3 с МПУ-12	2
АСК-1	3
АСК-3	4
АСБ-РС	5
ВИА-СЧ	6
ВЧА-1ТФ или ВЧУ-1ТФ	7
ВЧА-3ТФ или ВЧУ-3ТФ	8
ЭПО-3 или ЭПУ-3	9
КП-59 или ПУМ-61	10
МК-60	11
НМК-64	12
АРС-64	13
АСМ	14
ТС-2	15
ВЧТО-М	16
ТСД-70 или ДСТ-68	17
ПВЗК	18
ПВЗД или УПВ-70	19
АЗВ	20

5.3.5. Кривая избирательности приемника ВЧ аппаратуры задается как ломаная, причем для каждого типа аппаратуры на кривой избирательности берется пять точек, между ними осуществляется линейная интерполяция, до первой из указанных точек выполняется экстраполяция постоянными значениями.

5.3.6. Для всех типов ВЧ аппаратуры, применяемой в энергосистемах, составлена матрица АП, данная в табл.5-11. Каждая строка этой таблицы соответствует определенному типу аппаратуры, нумерация строк определяется по табл.5-10. Общее число строк в табл.5-11 равно 20; в ней содержатся сведения о ВЧ аппаратуре, которые используются АЛГОЛ-программой при распределении частот в любой энергосистеме.

5.4. Формулы для расчета помех передаче и приему в каналах высокочастотной связи энергосистем

5.4.1. Каждый передатчик ВЧ аппаратуры связи при работе воздействует не только на собственный приемник, но также на передатчике и приемники других каналов связи, имеющих близкие рабочие частоты и расположенных на близлежащих подстанциях в ВЛ. Таким образом создается селективная помеха, которая может исключить возможность нормальной совместной работы каналов связи энергосистемы. Анализ распределения частот ВЧ связи в энергосистеме должен выявлять все такие случаи несовместности каналов связи в энер-

Номер типа аппаратуры	Наименование	Номера столбцов матрицы АП													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Полезный уровень передачи	Уровень приема при помехе 500 кВ	Количество подканалов	Запас по перекрытию- мощи затухания для не- гомогенного района	Кривая избирательности приемника									
						1-я точка		2-я точка		3-я точка		4-я точка		5-я точка	
Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса		
1	В-12-3	2,0	0,5	12	1	4	4	-1,2	4,4	-2,1	6	-6,2	9	-12	20
2	МПУ-12	2,2	0,5	12	1	4	4	-1,2	5	-1,5	8	-2,1	14	-2,8	20
3	АСК-1	4,6	0,5	1	1	4	4,3	-1,2	5	-5,8	8	-8,6	11	-12	20
4	АСК-3	3,8	0,5	3	1	4	4	-2	5	-2,3	8	-3,2	11	-7	20
5	АСК-РС	4,0	0,5	1	1	4	4	-2,6	4,5	-3,1	8	-5,2	13	-6	20
6	ВЧА-СЧ	4,0	0,5	1	1	4	4	-1	4,4	-1,6	6,6	-5,4	10,8	-7	20
7	ВЧА-110 ВЧУ-110	4,6	0,5	1	1	4,3	4,1	-1	5	-1,2	6	-5,2	10	-7	20

8	БНА-3ТО БНУ-3ТБ	3,8	0,5	3	I	4,3	4,1	-1	5	-1,6	8,2	-5,4	13	-7	20
9	ЭПО-3 ЭПУ-3	4,6	0,5	I	I	4	4	-1	5	-4	6,6	-6,4	9,2	-8	20
10	КП-59 ПМ-6I	3,8	0,4	2	I	5	4	-1	5	-2,2	7	-6	12	-7	20
11	МК-60	4,6	0,4	I	I	4,4	4,6	3,8	5,2	-2	8	-6	14	-7,4	20
12	КМК-64	3,8	0,4	2	I	4,4	4,6	3,8	5,2	-2	8	-6	14	-7,4	20
13	АРС-64	3,8	0,4	I	I	4,4	4,6	3,8	5,2	-2	8	-6	14	-7,4	20
14	АСМ	3,4	0,5	I	I	4,4	4	0	4,4	-2,0	5,5	-5,6	9,5	-6,2	20
15	ТС-2	3,6	1,0	I	1,5	I	I	0	2,6	-6,3	4,8	-8	8	-8,5	20
16	БЧТО	4,8	1,0	I	1,5	I	1,6	-1,5	4,4	-1,6	7,5	-3,5	11	-6,3	20
17	ТЦД-70 ДСГ-68	4,0	1,5	I	I	4,2	I	1,5	5	-0,3	7	-2,5	10,4	-3,4	20
18	ПБЭК	5,2	0,5	I	1,5	1,6	0,8	1,2	1,8	0,5	3,8	-2	7,5	-3,8	20
19	ПБЭП УПБ-70	5,2	0,7	I	1,5	1,5	0,5	1,3	0,8	-2,7	5	-4,8	10	-6	20
20	АЭВ	5,2	0,5	I	1,5	I	0,7	-1,8	2	-4,7	3,9	-6,3	5,4	-7,4	20

госистеме, а также проверить работоспособность каждого из каналов связи, т.е. достаточно высокий уровень приема рабочего сигнала, позволяющий отстроиться от распределенных помех, создаваемых в каналах связи коронированием проводов ВЛ.

5.4.2. При расчете селективных помех исходными являются значение разности частот Q рассматриваемой пары каналов и значение переходного затухания U между точками генерации и приема помехи. Под частотой канала связи понимается минимальная из занятых им частот (левая граница полосы передачи и приема сигнала на оси частот), а под разностью частот каналов связи - абсолютное значение разности этих частот. Переходное затухание вычисляется по кратчайшему (имеющему наименьшее затухание) пути по ВЛ и линиям подстанций, связывающему точку подсоединения влияющего передатчика с точкой подсоединения приемника или передатчика, подверженного помехе.

5.4.3. Мешающее влияние передатчика на передатчик (паразитная анодная модуляция) проверяется лишь при работе этих передатчиков на общий фильтр присоединения.

5.4.4. Определение мешающего влияния передатчика на приемник другого ВЧ канала состоит в том, что на входе этого приемника вычисляется отношение сигнал - помеха. При этом уровень приема рабочего сигнала считается минимально возможным и вычисляется как уменьшенный на величину (5-5) 2-й элемент той строки табл.5-II, которая соответствует типу аппаратуры приемника. Полученное значение умножается* на $Y + T/2$ (запас по перекрываемому затуханию Y - это четвертый элемент той же строки табл.5-II, T - показатель района по гололеду по п.5.1.6). Таким образом, за уровень приема рабочего сигнала приемником, подверженным помехе, принимается число

$$P_{\text{пр.мин}} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ ЕСЛИ } v \geq 4 \\ 4 - v, \text{ ЕСЛИ } v < 4 \end{array} \right\} + (Y + \frac{T}{2}) \times F. (5-5)$$

Уровень помехи на входе приемника - это уменьшенный на значение переходного затухания U уровень передачи $P_{\text{пер}}$ для аппаратуры, на которой работает мешающий передатчик; вычитается также $N/2$, где N - признак крайней фазы:

$$P_{\text{пер}} = U - \frac{N}{2}, (5-7)$$

* При нулевом значении характеристики T запаса по перекрываемому затуханию (п.5.1.8) дополнительное слагаемое $Y + T/2$ не вычитается.

$$N = |2 - \text{НОМЕР ФАЗЫ ПЕРЕДАТЧИКА}|. \quad (5-8)$$

Разность выражений (5-6) и (5-7) дает отношение уровней сигнал - помеха на входе приемника

$$W = P_{\text{пр. мин}} - \begin{cases} 0, & \text{ЕСЛИ } v \geq 4 \\ 4 - v, & \text{ЕСЛИ } v < 4 \end{cases} + \left(Y + \frac{T}{2} \right) \left(P_{\text{пер}} - U - \frac{N}{2} \right). \quad (5-9)$$

Для решения вопроса о совместимости мешающего передатчика и подверженного помехе приемника отношение W (5-9) уровней сигнал - помеха следует сравнить с ординатой кривой избирательности аппаратуры, на которой работает приемник. В соответствующей строке табл. 5-II используются элементы с 5-го по 14-й, по ним находится абсцисса $Q_{\text{изб}}$ точки на кривой избирательности, соответствующей соотношению W уровней сигнал - помеха на входе приемника.

Если разность

$$V = Q_{\text{изб}} - Q$$

отрицательна, то селективная помеха превосходит уровень, максимально допустимый по условиям избирательности, т.е. нарушены нормальные условия приема рабочего сигнала. Если $Q \geq 20$, то помеха приему БЧ считается ниже нормы, без расчета W и V .

5.4.5. При рассмотрении канала связи с усилителем прямого усиления, без смены частот, следует учесть, что на промежуточной подстанции приемник кроме рабочего сигнала воспринимает ослабленный переходным затуханием сигнал с выхода усилителя прямого усиления, имеющий ту же частоту. В соответствии с п.5.1.3 этот сигнал рассматривается как помеха от передатчика другого симплексного канала связи с совпадающими восьмью элементами соответствующих строк табл. 5.2. В остальных случаях помех восьмью элементами соответствующих строк различны.

Если восьмью элементы строк табл. 5-2 совпадают, т.е. имеет место переприем без смены частот, то должна быть исключена возможность самовозбуждения промежуточного усилителя через переходное затухание U . Возможность нормальной работы переприема на промежуточной подстанции (без самовозбуждения) гарантируется при положительном значении

$$V = W - 1.5, \quad (5-10)$$

где W вычисляется по формуле (5-9).

5.4.6. Когда номера передатчика и приемника совпадают, формула (5-9) применяется для рабочего сигнала на входе приемника, тем самым осуществляется проверка работоспособности соответствующего ВЧ канала по проводам ВЛ. Показателем работоспособности является отрицательный знак величины $W^2 + 1$, где единица - дополнительное затухание рабочего сигнала, внесенное в ВЧ тракт фильтрами присоединения и утечками через заградители по обоим концам тракта. Этот отрицательный знак показывает, что уровень рабочего сигнала на входе приемника выше минимального с учетом запаса по гололеду и перекрываемого затухания, определяемого уровнем помех от короны на ВЛ соответствующего класса напряжения.

5.4.7. Пусть влияющий передатчик оснащен мощным усилителем, т.е. 9-й элемент R соответствующей строки табл. 5-2 равен единице. Тогда в формулах (5-7), (5-9) и (5-10) уровень передачи $P_{\text{пер}}$, ранее принимавшийся из первого столбца табл. 5-II (это соответствовало отсутствию мощного усилителя), заменяется значениями 5,8 - при одноканальной аппаратуре ($F=1$); 5,375 - при двухканальной аппаратуре ($F=2$); 5,0 - при трехканальной аппаратуре ($F=3$); 4,0 - при двенадцатиканальной аппаратуре ($F=12$). Через F обозначен 3-й элемент соответствующей строки табл. 5-II (количество подканалов в аппаратуре ВЧ связи).

Все перечисленные случаи включены в формулу

$$\left(5.8 + \frac{94.8 - 100 \times F + 5.2 \times F^2}{198} \right) \times R + P_{\text{пер}} \times (1 - R). \quad (5-11)$$

Глава 6. АЛГОЛ-ПРОГРАММА АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

6.1. Структура программы и функции ее основных частей

6.1.1. АЛГОЛ-программа состоит из описания в четырех частях — операторов А, Б, В, Г. Описание содержит распределение памяти ЭВМ для рабочих массивов программы.

6.1.2. Оператор А — первая часть программы — строит по исходным данным схему энергосистемы, для любой пары подстанций находит кратчайший (минимальный по затуханию) путь между ними по ВЛ и шинам подстанций энергосистемы, запоминает кратчайшие пути для тех пар подстанций энергосистемы, которые разделены не более чем четырьмя ВЛ.

6.1.3. Оператор Б — вторая часть программы — осуществляет перебор всех пар каналов связи, проверяет выполнение ограничений сверху на пространственный и частотный разнос каналов. В случаях, когда эти ограничения удовлетворены, вторую часть программы выполняют операторы Б1 и Б2.

6.1.4. Входящий во вторую часть программы оператор Б1 восстанавливает из памяти ЭВМ кратчайший путь между рассматриваемыми точками энергосистемы и вычисляет переходное затухание вдоль этого пути на частоте мешающего канала связи. Вычисление производится по разным алгоритмам в зависимости от того, принадлежат или не принадлежат рассматриваемые точки энергосистемы одной подстанции.

6.1.5. Входящий во вторую часть программы оператор Б2 осуществляет при заданном разносе частот каналов сопоставление уровня помехи с кривой избирательности подверженного влиянию приемника и, если помеха выше допустимой по нормам, производит печать информации о таком случае.

6.1.6. Оператор В — третья часть программы — осуществляет перебор всех пар передатчиков, причем оставляет в рассмотрении лишь пары передатчиков, работающих на общий фильтр присоединения. Если разнос частот таких передатчиков меньше, чем минимально допустимый, то оператор В производит печать информации о таком случае.

После перебора всех вариантов третья часть проведет конечный останов программы.

6.1.7. Оператор Г - четвертая часть программы - состоит из двух подпрограмм, из которых первая вычисляет переходное загрузка, вносимое в ВЧ тракт подстанцией, а вторая - вносимое ВЛ.

6.2. Трансляция АЛГОЛ-программы анализа распределения частот энергосистемы

Для трансляции подготавливается колода перфокарт, пробитых на языке АЛГОЛ при помощи устройства УПШ. Эта колода - алгоритм для ТА-2; она состоит из 72 перфокарт и представлена в табл. 6-1.

При работе с этой колодой транслятора ТА-2М на широкую бумажную ленту АШУ ЭВМ типа М-222 выдаются:

- отредактированный текст АЛГОЛ-программы (табл. 6-2);
- распределение памяти и таблица операторов оттранслированной АЛГОЛ-программы (табл. 6-3 и 6-4);
- последовательность команд оттранслированной АЛГОЛ-программы (табл. 6-5);
- колода перфокарт оттранслированной АЛГОЛ-программы.

Время трансляции, включая выдачу на печать табл. 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5 и перфорацию рабочей колоды перфокарт, составляет около 10 мин. По окончании трансляции - останов в ячейке 7232; программа - "диспетчер" ЭВМ М-222 выдает информацию:

```
СОБЫТИЕ: ОПЕР. УКАЗАНИЕ: РВА, Р3001 7231 2030 0000
СОСТ. С6200 1111 7232 0000
<РВА>000 7277 0000 7235
<КР>010 7304 7232 0000
<КР+1>013 7235 7300 0000
КОНЕЦ ОТДЫХА<ВРЕМЯ СЧЕТА
```

```
<A1> 104 5000 0000 0000 * .100**+4с
<A2> 010 7304 7232 0000 * .128**+1с
<A3> 000 0000 0000 0000 * .000**+3с
ВРЕМЯ 144 0000 0000 1033 * .539**+03 - время трансляции
ЗАЯВКА 200 1111 7233 0000 * - с печатью и перфорацией - 539 с.
```

ДНЕВН ВЕРСИЯ 20.01.73
 91-91-1973-09-00
 АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ ВЧ КАНАЛОВ
 ЧВРЕМН6000
 ЧВВ002

НОМЕР
 СТРОЧКИ

АЛГОРИТМ ДЛЯ ТА-2

```

1)  COMMENT DO HDRED, ДВ1735, МОЗ, АВВВВВ, МЗУ;
2)  BEGIN REAL Z, V, U, V, W, Q, R, S, T, F; INTEGER C, D, E, G, H, I, J, K, L
3)  , M, P, Q, X, A, B, C, M, W, W; REAL ARRAY K1(1:12), K2(1:6, 1:4), AN(1:28, 1:
4)  14), Z4(1:6, 1:6), П1(1:2), П2(1:7);
5)  COMMENT DO K1, МОЗ, ВВ2537, K2, МОЗ, ВВ2553, ZW, МОЗ, ВВ2462, АП, МОЗ, ВВ1
6)  736, П1, МОЗ, ВВ2526, П2, МОЗ, ВВ2538;
7)  INPUT ('R18-2', K1, K2, ZW, АП, A, B, P, L, G, T, F); BEGIN REAL AR
8)  RAY IZ(1:P, 1:P); INTEGER ARRAY OB(1:2=A), OM(1:3=B), ML(1:L, 1
9)  :10), MK(1:G, 1:16);
10) COMMENT DO IZ, ВВВВ-OB, МОЗ, ВВ2366, OM, МОЗ, ВВ2683, ML, МОЗ, ВВ5548, МК
11) , МОЗ, ВВ2724;
12) INPUT ('R18-2', OB, OM, ML, МК);

```

Номер
строчки

Продолжение таблицы 6-1
АЛГОРИТМ ТА-2

```
13)   IQU1 ('P2-18',P);
14)   FOR W:=1STEP 1UNTIL P DO FOR W:=1STEP 1UNTIL P
15)   DO IF W=MINEM IZ[W,W]:=-1000ELSE IZ[W,W]:=77;I:=258;
16)   FOR C:=1STEP 1UNTIL LDO BEGIN COD('ZBZ',MET7,MET8);IZ
17)   [ML[C,9],ML[C,10]]:=IZ[ML[C,10],ML[C,9]]:=100+1000xC.WEND;
18)   FOR W:=1STEP 1UNTIL 2DO FOR W:=1STEP 1UNTIL P
19)   DO FOR W:=1STEP 1UNTIL P DO IF ABS(IZ[W,W]-77)<8,7THE
20)   N BEGIN FOR W:=1STEP 1UNTIL P DO IF (ENTIER(IZ[W,W]
21)   1-ENTIER(IZ[W,W]/1000)*1000)/100=W/(ENTIER((IZ[W,W]-ENTIER(IZ[W,W]/1000)
22)   8)*1000)/100) THEN BEGIN C:=ENTIER(IZ[W,W]/1000);IF IZ[W,W]
23)   <78 THEN IZ[W,W]:=(W+1)*100+C*1000+IZ[W,W];E:=ENTIER(IZ[W,W]/1000);
24)   COD('ZBZ',MET9,MET6);COD('ZBZ',MET7,MET8);I:=I+W; V:=IZ[W,W]-EM
25)   TIER(IZ[W,W]/1000)*1000+100+Z;IF IZ[W,W]-ENTIER(IZ[W,W]/1000)*1000>V
26)   THEN IZ[W,W]:=V+C*1000END END;
27)   FOR W:=1STEP 1UNTIL GDO FOR W:=1STEP 1UNTIL G
28)   DO BEGIN I:=MK[W,1];D:=MK[W,2];M:=MK[W,3];K:=MK[W,3];R:=MK[M,3];
```

210

```

29) S:=AN(K,3);X:=MK(W,1);P:=MK(W,2);4:=MK(4,4);4:=MK(4,5);
30) MET6:=IF (ABS(I-D)<#.#.12=1)^(ABS(I-D)<#.#.12=D)^(ABS(I-D)<2#)E=TRUE T
31) HEN BEGIN IF ABS(I2(K,4))>77THEN BEGIN
32) IF X#4THEN BEGIN IF (MK(W,8)MK(W,8))V(W#4)THEN
33) BEGIN C:=ENTIER(I2(4,X)/1000);E:=P/U:=#0;IF #CTHEN COD('ZBZ
34) MET6,MET6)ELSE Z:=#;H:=X;MET5:=COD('ZBZ',MET7,MET6);U:=U.Z+W;H:=ML(C,
35) 9)+ML(C,10)-H;IF H#4THEN BEG1
36) N E:=CIG:=ENTIER(I2(4,H)/1000);COD('ZBZ',MET5,MET6);U:=U.Z;GOTO MET3
37) END ELSE BEGIN IF 4#CTHEN BEGIN E:=CIG:=4; COD
38) ('ZBZ',MET5,MET6);U:=U.ZEND END ELSE U:=ZEND ELS
39) E BEGIN IF #4THEN BEGIN IF MK(W,3)MK(W,6)THEN, U
40) :=2.75-#.#.25*(4-ML(#,2))ELSE U:=#END ELSE #
41) EGIN C:=MK(W,2);E:=MK(4,5);COD('ZBZ',MET5,MET6);U:=Z;I
42) F (MK(W,3)MK(W,6))^(ML(C,2)=ML(E,2))THEN U:=U+1END ENU 1
43) 0:=ABS(I-D);IF ML(4,2)<4THEN V:=4-ML(4,2)ELSE V:=#;
44) P:=AN(M,3);A:=AN(K,2)-(.5*(94.#-100#*P+#.2*P#P)/198)MK(W,9)-AN(M,1)ML(1-

```

```

45) MK(W,91)+U+(T/2+AP(K,4))*F-V+8,5*ABS(2-MK(W,3));
46) IF W>AP(K,5) THEN V:=1 ELSE BEGIN IF W<AP(K,1) THEN
47) V:=-1 ELSE BEGIN J:=8; MET4; IF W>AP(K,7+J) THEN V:=Q-AP(K,
48) 6+J)-(W-AP(K,5+J))*(AP(K,6+J)-AP(K,8+J))/(AP(K,7+J)-AP(K,5+J)) ELSE
49) BEGIN J:=J+2; GOTO MET4; END END ;
50) IF (MK(W,8)≠MK(W,6)) Л (MK(W,1)≠MK(W,4)) THEN V:=W-1,5;
51) IF ((V<8) Л (W≠M)) V ((W≠M) Л (R<5) Л (M+1>8)) THEN BEGIN П2(1):=W П2(
52) 2):=M П2(3):=AP(MK(W,7),3)-R+1; П2(4):=AP(MK(W,7),3)-5+1; П2(5):=U П2(6)
53) M П2(7):=V; IF W=M THEN П2(7):=MK(W,18); INPUT ('P2,18',П2) EN
54) D END END ; IF S-1>0 THEN BEGIN S:=S-1; D:=D+4; GOTO ME
55) T; END ; S:=AP(K,1); D:=MK(W,18); IF R-1>8,1 THEN BEGIN R:=R-1;
56) I:=1+4; GOTO MET; END ; FOR M:=1 STEP 1 UNTIL
57) DO FOR N:=M,1 STEP 1 UNTIL
58) DO IF (MK(W,1)≠MK(N,1)) Л (MK(W,2)≠MK(N,2)) Л (MK(W,3)≠MK(N,3)) THEN
59) BEGIN I:=MK(W,18); D:=MK(N,18); R:=AP(MK(W,7),3); S:=AP(MK(W,7),3);
60) F I<D THEN B:=D-I-4+R+1 ELSE G:=I-D-4+S+1; IF (G<8,1) V (M<8,1=0)

```

1
212
-

```

61) V:Q<8)THEN BEGIN P1(1):=W;P1(2):=W;INOUT ('P2-18',P1)EN
62) D END
63) GOTO MET18;
64) MET5:V:=8;A:=20;FOR J:=1 STEP 1 UNTIL 10 DO IF ABS((C-OB(2=J
65) -1))=(C-OB(2=J)))+ABS((E-OB(2=J-1)))+(E-OB(2=J))=0 THEN V:=1;FOR
66) J:=1 STEP 1 UNTIL 10 DO IF ABS((C-3M(3=J-2))+(C-3M(3=J-1)))+AB
67) S((E-3M(3=J-2))+(E-3M(3=J-1)))=0 THEN Q:=8.67+8.57*SQRT(3M(3=J));
68) IF (1-ML(C,9))=(1-ML(C,6)) THEN V:=0 ELSE V:=1;IF (1-ML(E,5)
69) =(1-ML(E,6)) THEN W:=0 ELSE W:=1;V:=(V+W+2W(ML(C,2),ML(E,2)))+(
70) 1-J)+8.8=V;Z:=Q+V-LN(EXP(2=Q)+EXP(2=V))/2;MET6:COD('RETURN');
71) MET7:W:=(K1(ML(C,7))*SQRT(1)+K2(ML(C,2),ML(C,8)))=ML(C,1)+8.881+ML(C,
72) 1)+8.6+ML(C,4)+8.6;MET8:COD('RETURN');MET18:END END

```

```

COMPUTE: 77 OCTANOB;PBA,P3000 0004 0000 0100
COCT,CB300 0000 0004 1474
<PBA>077 0005 0005 0000
<KPA>077 0005 0000 0000
<KPA+1>016 0000 0200 0000
KONEN OTDAXA<DPEMR C4ETA

```

```

<A1> 016 0000 0200 0 00 -;0000=-39
<A2> 016 0000 0200 0 00 -;0000=-39
<A3> 000 0000 0000 0 00 -;5000=-39
DPEMR 144 0000 0000 0 00 +;6400=+02
ZARBA 200 2222 0019 0 00

```

Отредактированный текст АЛГОЛ-программы

AM222 ВЕРСИЯ 20.01.73
 01-01-1973-000-080
 АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ В4 КАНАЛОВ
 ЧРЕМЯ 6000
 00002

```

COMMENT DO MOREO,041735,MOZ,00000,MZM;
-----
BEGIN REAL Z,W,D,V,W,Q,R,S,T,F) INTEGER C,D,E,G,H,I,J,K,L,M,P,Q,X,A,B,C,Y,K,M; REAL ARRAY
-----
K1(1:12)/K2(1:6,1:4),AP(1:20,1:14)ZM(1:6,1:6),P1(1:21),P2(1:7);
COMMENT DO K1,MOZ,002337,K2,MOZ,002335,ZW,MOZ,002442,AD,MOZ,001736,P1,MOZ,002320,U2,MOZ,003335; INOUT
('R10-2 ',K1,K2,ZM,AP,A,B,C,P,L,G,T,F);
BEGIN REAL ARRAY IZ(1:P,1:P); INTEGER ARRAY OQ(1:2*J),OM(1:3*D),ML(1:L,1:10),MK(1:6,1:10);
-----
COMMENT DO IZ,3600,03,MOZ,002300,OM,MOZ,002003,ML,MOZ,003300,MK,MOZ,002720; INOUT ('R10-2
-----
O3,OM,ML,MK); INOUT ('P2-10 ' ,F);
FOR O:=1 STEP 1 UNTIL P DO
FOR M:=1 STEP 1 UNTIL D DO IF W=M THEN IZ(M,M):=W-100 ELSE IZ(M,O):=77; IZ(O,M);
FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO
BEGIN COD:='ZAZ ',METU,META); IZ(ML(C,O3,ML(C,10)); IZ(OM(1,C),O3)/ML(C,0)); IZ(O3+12,0)O3;M
END ;
END ;

```

```

FOR N:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
FOR N:=6 STEP 1 UNTIL 9 DO
FOR N:=1 STEP 1 UNTIL 9 DO IF ABS(I(Z(N),N))>77<0.7 THEN

```

```

BEGIN

```

```

FOR N:=1 STEP 1 UNTIL 9 DO IF (ENTIER(I(Z(N),N)-ENTIER(I(Z(N),N)/1000))=1000)/
1000 AND (ENTIER(I(Z(N),N)-ENTIER(I(Z(N),N)/1000))=1000)/1000=11 THEN
BEGIN C:=ENTIER(I(Z(N),N)/1000) IF I(Z(N),N)<0 THEN I(Z(N),N):=17*200-C*1000-I(Z(N),N)
E:=ENTIER(I(Z(N),N)/1000) CODE:=I(Z(N),N) MOD 1000 CODE:=CODE MOD 1000 E:=E+1
V:=I(Z(N),N)-ENTIER(I(Z(N),N)/1000)*1000-1000*E IF I(Z(N),N)-ENTIER(I(Z(N),N)/1000)*1000 THEN
I(Z(N),N):=V+C*1000

```

```

END

```

```

END

```

```

FOR N:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO
FOR N:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO

```

```

BEGIN I:=MKN(1,16) D:=MKN(1,10) M:=MKN(1,9) K:=MKN(1,7) R:=MKN(1,3) S:=MKN(1,3) N:=MKN(1,1)
O:=MKN(1,2) U:=MKN(1,4) V:=MKN(1,3) MET9: ( (ABS(I-D)<0.12) AND (ABS(I-O)<0.12) AND (ABS(I-
D)<R) ) = TRUE THEN
BEGIN IF ABS(I(X,N))>77 THEN
BEGIN IF X=4 THEN
BEGIN IF (MKN(1,4)MKN(1,5))OR(M=4) THEN

```

ПРОХОЖОНОЕ ТАБЛИЦЫ 6-2

```

BEGIN C:=ENTIER((ZCN,23)/1000); U:=0; V:=0; IF U=0 THEN COD('202',METD,METB) ELSE Z:=0;
N:=X; METD:=COD('202'
METD,METB); U:=U+1; N:=NLC(9)+NLC(10); IF N=4 THEN
BEGIN R:=C; C:=ENTIER((ZCN,23)/1000); COD('202',METD,METB); U:=U+1; GO TO ME1;
END ELSE
BEGIN IF U=0 THEN
BEGIN Z:=C; C:=N; COD('202',METD,METB); U:=U+1;
END
END
END ELSE U:=20
END ELSE
BEGIN IF U=0 THEN
BEGIN IF NKC(3)AKK(0) THEN U:=NLC(9)+NLC(10); ELSE U:=0;
END ELSE
BEGIN C:=NKC(0,2); Z:=NKC(0,1); COD('202',METD,METB); U:=U+1; IF (NKC(3)AKK(0)
ORAND(NLC(9)+NLC(10))) THEN U:=U+1;
END
END ;
R:=NLC(1,0); IF NLC(2)34 THEN U:=NLC(1,2) ELSE V:=0; P:=NLC(1,3); M:=NLC(2,2)+NLC(0,0)+
100+P,2+P+P)/200+NKC(0,1)+NLC(1,1)+NLC(0,1)+NLC(1,1)+P+U+0.5+ABS(NKC(0,3))

```

```

IF M>AP(K,3) THEN V:=100 ELSE
END;
IF M<AP(K,1) THEN V:=-10 ELSE
BEGIN J:=4; META: IF M>AP(K,7+J) THEN V:=0+AP(K,6+J)-(M-AP(K,5+J))*(AP(K,8+J)-AP(K,6+J))/
(AP(K,7+J)-AP(K,5+J)) ELSE
BEGIN J:=J+2; GO TO META
END
END

```

```

END
END ;
IF (MK(W,6)=MK(W,8))AND(MK(W,1)=MK(W,6)) THEN V:=M-1,3;
IF ((V<0)AND(W#M))OR((M#M)AND(R#S)AND(N,1#0)) THEN
BEGIN P2(1):=M; P2(2):=M; P2(3):=AP(MK(W,7),31-R+1) P2(4):=AP(MK(W,7),31-S+1) P2(5):=M;
P2(6):=M; P2(7):=V; IF M#M THEN P2(7):=MK(W,10); INOUT ('P2-10 ',P2)
END

```

```

END
END
END ;
IF S-1>0 THEN
BEGIN S:=S-1; O:=O+1; GO TO META
END ;
S:=AP(K,3); D:=MK(W,10); IF R-1>0,1 THEN
BEGIN R:=R-1; I:=I+1; GO TO META
END
END
ND ;

```

```

FOR M:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO
FOR M:=M+1 STEP 1 UNTIL 6 DO IF (MK(W,1)=MK(W,1))AND(MK(W,2)=MK(W,2))AND(MK(W,3)=MK(W,3)) THEN
BEGIN L:=MK(W,1); Q:=MK(W,1); R:=AΠ(MK(W,1),3); S:=AΠ(MK(W,1),3); IF L<Q THEN Q:=L+Q-K
1 ELSE Q:=1-Q-4+S+1; IF 1Q<0.1=1OR(R<0.1=1D)OR(R<0) THEN
BEGIN Π(1);X; Π(2);X; INOUT (PZ-10 , Π2)
END
END ;
GO TO MET;B; MET5;V:=0; Q:=201
FOR J:=1 STEP 1 UNTIL 4 DO IF ABS((C-OB(2+J-1))+(C-OB(2+J)))-ABS((E-OB(2+J-1))+(E-OB(2+J)))=0 THEN
V:=1;
FOR J:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO IF A*S((C-3M(3+J-2))+(C-3M(3+J-1)))+ABS((E-3M(3+J-2))+(E-3M(3+J-
1)))=0 THEN Q:=0.67+0.97*
SQRT(3M(3+J)); IF (1-ML(C,3))+(1-ML(C,4))>0 THEN V:=0 ELSE V:=1; IF (1-ML(E,3))+(1-ML(E,4))>0 THEN
M:=0 ELSE M:=1; V:=(V+0.2B[ML(C,2),ML(E,2)])+(1-V)+0.0+V; Z:=0+V-LN(EXP(2+M)+EXP(2+V))/2;
MET6;GOO(RETURN , ); MET7;M:=(K1[ML(C,7)]+SQRT(1)+K2[ML(C,2),ML(C,3)]+I)*ML(C,1)+0.001+ML(C,5)*0.6+
ML(C,4)=0.6; MET8;GOO(RETURN , ); MET10;
END
END ;

```

1
218

Т а б л и ц а 6-3

Распределение памяти

ПРОСТЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ТИПА REAL

Z 1734
V 1733
U 1732
W 1731
N 1730
Q 1727
R 1726
S 1725
T 1724
F 1723

ПРОСТЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ТИПА INTEGER

C 1722
O 1721
E 1720
G 1717
H 1716
I 1715
J 1714
K 1713
L 1712
M 1711

P 1710
Ф 1707
X 1706
A 1705
B 1704
C 1703
Ч 1702
D 1701
M 1700

МАССИВЫ ТИПА REAL

K1 2536*
K2 2546*
AP 1717*
IM 2493*
P1 2525*
P2 2527*
IZ 400000

МАССИВЫ ТИПА INTEGER

QND 2369*
QK 2602*
ML 3325*
MK 2711*

МЕТКИ ОПЕРАТОРОВ

МЕТ9 0252
МЕТ3 0660
МЕТ6 1066
МЕТ5 1374
МЕТ6 1554
МЕТ7 1559
МЕТ6 1611
МЕТ10 1612

Т а б л и ц а 6-4

Таблица операторов

ВХОД В БЛОК 0		0110
ВХОД В БЛОК 1		0135
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 0		0172
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 1		0177
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 0		0214
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 1		0223
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 0		0224
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 2		0226
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 2		0267
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 3		0270
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 4		0275
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 5		0302
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 6		0320
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 6		0302
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 5		0303
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 4		0304
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 3		0305
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 7		0306
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 8		0313
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 1		0443
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 2		0673
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 3		0676
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 4		0709
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 5		0707
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 6		0723
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 7		0727
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 8		1001
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 9		1053
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 10		1064
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 11		1207
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 12		1211
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 13		1225
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 14		1243
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 8		1244
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 7		1245
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 9		1246
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 10		1253
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 15		1341
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 10		1371
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 9		1372
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 16		1373
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 11		1376
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 11		1430
ЗАГОЛОВОК ЦИКЛА 12		1431
ОКОНЧАНИЕ ЦИКЛА 12		1471
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 17		1503
ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА 18		1516
ВЫХОД ИЗ БЛОКА 1		1612
ВЫХОД ИЗ БЛОКА 0		1612

Оттранслированная АПГОЛ-программа

1	0011	050	1130	0157	0000	1	0102	107	4700	0000	0000
1	0012	146	0000	0100	0000	1	0103	103	5000	0000	0000
1	0013	100	5463	1463	1463	1	0104	104	4000	0000	0000
1	0014	073	7534	1217	2703	1	0105	110	6100	0000	0000
1	0015	102	5000	0000	0000	1	0106	104	6400	0000	0000
1	0016	077	4000	0000	0000	1	0107	016	1625	0110	1633
1	0017	105	5631	4631	4632	1	0110	010	0000	0114	0000
1	0020	107	5731	4631	4632	1	0111	041	1625	7752	0001
1	0021	103	3146	3146	3147	1	0112	002	3001	7752	1625
1	0022	101	0000	0000	0000	1	0113	000	0000	0000	0000
1	0023	075	6314	6314	6315	1	0114	010	0115	7501	7610
1	0024	100	5270	2436	5005	1	0115	000	2552	0124	0010
1	0025	100	4436	5605	0753	1	0116	000	2537	0000	0000
1	0026	100	6314	6314	6315	1	0117	016	0120	7501	7610
1	0027	077	6314	6314	6315	1	0120	000	2602	0124	0010
1	0030	100	4631	4631	4632	1	0121	000	2553	0000	0000
1	0031	501	4000	0000	0002	1	0122	016	0123	7501	7610
1	0032	504	4000	0000	0000	1	0123	000	2525	0124	0010
1	0033	503	5000	0000	0002	1	0124	000	2462	0000	0000
1	0034	505	4000	0000	0000	1	0125	016	0126	7501	7610
1	0035	503	4000	0000	0000	1	0126	000	2360	0124	0010
1	0036	504	7400	0000	0002	1	0127	000	1736	0000	0000
1	0037	511	4300	0000	0000	1	0130	016	0131	7501	7610
1	0040	504	7000	0000	0000	1	0131	000	0000	0123	2010
1	0041	503	7000	0000	0002	1	0132	000	1705	1704	1710
1	0042	506	4000	0000	0000	1	0133	000	1712	1717	1724
1	0043	503	6000	0000	0000	1	0134	400	1723	0000	0000
1	0044	501	6000	0000	0002	1	0135	000	1710	0000	0052
1	0045	502	4000	0000	0000	1	0136	005	1710	0052	0051
1	0046	501	4000	0000	0002	1	0137	001	7761	0052	0050
1	0047	503	7000	0000	0000	1	0140	005	7762	1705	1625
1	0050	000	0000	0000	0001	1	0141	000	1625	0000	0054
1	0051	000	0000	0000	0000	1	0142	005	7763	1704	1625
1	0052	000	0000	0000	0000	1	0143	000	1625	0000	0056
1	0053	501	4000	0000	0002	1	0144	005	1712	0001	0000
1	0054	000	0000	0000	0000	1	0145	003	1717	0004	0003
1	0055	501	4000	0000	0002	1	0146	016	0000	0147	0000
1	0056	000	0000	0000	0000	1	0147	041	0005	0054	0000
1	0057	504	5400	0000	0002	1	0150	016	0151	7501	7610
1	0060	000	0000	0000	0000	1	0151	600	2365	0124	0010
1	0061	504	5000	0000	0000	1	0152	000	2366	0000	0000
1	0062	504	5400	0000	0002	1	0153	041	0005	0056	0000
1	0063	000	0000	0000	0000	1	0154	016	0155	7501	7610
1	0064	504	5000	0000	0000	1	0155	600	2602	0124	0010
1	0065	130	4000	0000	0000	1	0156	000	2603	0000	0000
1	0066	130	0000	0000	4000	1	0157	041	0005	0000	0000
1	0067	104	6000	0000	0000	1	0160	016	0161	7501	7610
1	0070	103	6000	0000	0000	1	0161	000	5537	0124	0010
1	0071	103	4000	0000	0000	1	0162	000	5540	0000	0000
1	0072	105	5000	0000	0000	1	0163	041	0005	0003	0000
1	0073	106	7000	0000	0000	1	0164	016	0165	7501	7610
1	0074	105	7000	0000	0000	1	0165	000	2723	0124	0010
1	0075	107	6200	0000	0000	1	0166	000	2724	0000	0000
1	0076	107	4400	0000	0000	1	0167	016	0170	7501	7610
1	0077	110	7600	0000	0000	1	0170	000	0000	0123	1010
1	0100	104	4400	0000	0000	1	0171	000	1723	0000	0000
1	0101	112	7600	0000	0000	1	0172	000	7701	0000	1701

Продолжение таблицы 6-5

1 01173	010	0174	01175	0226	1 02266	037	1614	1643	1644
1 01174	001	1701	7761	1701	1 02267	000	1629	0000	1643
1 01175	002	1710	1701	1663	1 02268	037	1614	1642	1643
1 01176	030	0000	0223	0000	1 02269	016	0270	0230	1663
1 01177	000	7761	0000	1700	1 02270	000	7761	0000	1700
1 0200	016	0201	0202	0223	1 02271	010	0272	0273	0303
1 0201	001	1700	7761	1700	1 02272	001	1700	7761	1700
1 0202	002	1710	1700	1663	1 02273	002	7763	1700	1663
1 0203	036	0000	0224	0000	1 02274	030	0000	0300	0000
1 0204	015	1701	1700	0000	1 02275	000	7761	0000	1701
1 0205	076	0000	0215	0000	1 02276	016	0277	0300	0306
1 0206	005	1701	0052	1640	1 02277	001	1701	7761	1701
1 0207	001	1700	1640	1640	1 0300	012	1710	1701	1663
1 0210	002	1640	0050	1640	1 0301	030	0000	0303	0000
1 0211	041	1640	0012	1642	1 0302	000	7761	0000	1702
1 0212	002	0000	0073	1643	1 0303	010	0304	0305	0303
1 0213	037	1614	1642	1643	1 0304	001	1702	7761	1702
1 0214	010	0223	1633	1623	1 0305	002	1710	1702	1663
1 0215	005	1701	0052	1640	1 0306	030	0000	0504	0000
1 0216	001	1700	1640	1640	1 0307	005	1701	0052	1640
1 0217	002	1640	0050	1640	1 0310	001	1702	1640	1640
1 0220	041	1640	0012	1642	1 0311	002	1640	0050	1640
1 0221	000	0076	0000	1643	1 0312	001	1640	0012	1642
1 0222	037	1614	1642	1643	1 0313	017	1614	1642	1643
1 0223	010	0226	0201	1665	1 0314	002	1643	0076	1642
1 0224	016	0177	0174	1665	1 0315	003	1632	0000	1652
1 0225	000	0077	0000	1715	1 0316	002	1632	0013	1031
1 0226	000	7761	0000	1722	1 0317	076	0000	0503	0000
1 0227	010	0230	0231	0267	1 0320	000	7761	0000	1703
1 0230	001	1722	7761	1722	1 0321	016	0322	0323	0502
1 0231	002	1712	1722	1605	1 0322	001	1703	7761	1703
1 0232	036	0000	0270	0000	1 0323	002	1710	1703	1663
1 0233	016	0234	1733	1611	1 0324	030	0000	0503	0000
1 0234	005	1722	0061	1640	1 0325	005	1701	0052	1640
1 0235	041	1640	0065	1647	1 0326	001	1703	1640	1640
1 0236	005	1722	0061	1640	1 0327	002	1640	0050	1640
1 0237	041	1640	0065	1646	1 0330	041	1640	0012	1644
1 0240	005	1722	0061	1640	1 0331	017	1614	1644	1645
1 0241	041	1640	0065	1645	1 0332	005	1703	0052	1640
1 0242	005	1722	0061	1640	1 0333	001	1702	1640	1640
1 0243	041	1640	0065	1644	1 0334	002	1640	0050	1640
1 0244	072	0000	1647	0000	1 0335	041	1640	0012	1642
1 0245	005	0336	0052	1640	1 0336	017	1614	1642	1643
1 0246	072	0000	1646	0000	1 0337	004	1645	0101	1652
1 0247	001	0337	1640	1640	1 0340	021	7753	1652	1651
1 0250	002	1640	0050	1640	1 0341	002	1652	1651	0000
1 0251	041	1640	0012	1643	1 0342	076	1651	0344	1652
1 0252	072	0000	1645	0000	1 0343	002	1651	7761	1652
1 0253	005	0337	0052	1640	1 0344	005	1652	0101	1652
1 0254	072	0000	1644	0000	1 0345	002	1645	1652	1652
1 0255	001	0336	1640	1640	1 0346	004	1652	0073	1652
1 0256	002	1640	0050	1640	1 0347	021	7753	1652	1651
1 0257	041	1640	0012	1642	1 0350	002	1652	1651	0000
1 0260	005	0101	1722	1652	1 0351	076	1651	0353	1652
1 0261	001	0073	1652	1652	1 0352	002	1651	7761	1652
1 0262	001	1652	1730	1625					
1 0263	000	1625	0000	1644					

Продолжение таблицы 6-Б

1 0335	019	1654	1780	0000	1 0444	001	1702	1640	1660
1 0335	036	7747	0356	1652	1 0445	002	1640	0000	1668
1 0335	000	0000	0000	1652	1 0446	041	1640	0012	1642
1 0336	004	1643	0101	1653	1 0447	017	1614	1642	1663
1 0337	021	7793	1693	1631	1 0450	001	1734	1730	1734
1 0360	062	1693	1651	0000	1 0451	004	1640	0101	1692
1 0361	076	1651	0363	1634	1 0452	021	7753	1652	1651
1 0362	002	1651	7761	1654	1 0453	062	1652	1651	0000
1 0363	005	1654	0101	1653	1 0454	076	1651	0456	1652
1 0364	002	1643	1653	1653	1 0455	002	1651	7761	1652
1 0365	004	1693	0075	1653	1 0456	005	1652	0101	1652
1 0366	021	7793	1653	1651	1 0457	002	1643	1652	1652
1 0367	062	1693	1651	0000	1 0460	001	1652	0075	1652
1 0370	076	1651	0372	1653	1 0461	001	1652	1734	1733
1 0371	002	1651	7761	1653	1 0462	004	1643	0101	1652
1 0372	015	1653	7741	0000	1 0463	021	7753	1652	1651
1 0373	036	7747	0375	1653	1 0464	062	1652	1651	0000
1 0374	000	0000	0000	1653	1 0465	076	1651	0467	1652
1 0375	035	1652	1693	0000	1 0466	002	1651	7761	1652
1 0376	036	0000	0000	0000	1 0467	005	1692	0101	1652
1 0377	005	1701	0032	1640	1 0470	002	1643	1652	1652
1 0400	001	1702	1640	1640	1 0471	002	1733	1652	1651
1 0401	002	1640	0030	1640	1 0472	076	0000	0002	0000
1 0402	041	1640	0012	1643	1 0473	005	1701	0052	1640
1 0403	017	1614	1643	1642	1 0474	001	1702	1640	1640
1 0404	000	1654	0000	1722	1 0475	002	1640	0050	1640
1 0405	002	1642	0102	1651	1 0476	041	1640	0012	1642
1 0406	076	0000	0022	0000	1 0477	005	1722	0101	1652
1 0407	005	1701	0052	1640	1 0500	001	1733	1652	1643
1 0410	001	1782	1640	1640	1 0501	037	1614	1642	1643
1 0411	002	1640	0050	1640	1 0502	016	0300	0322	1665
1 0412	041	1640	0012	1642	1 0503	016	0320	0304	1665
1 0413	017	1614	1642	1643	1 0504	016	0302	0277	1665
1 0414	001	1700	7761	1652	1 0505	016	0275	0272	1665
1 0415	005	1652	0075	1652	1 0506	000	7761	0000	1701
1 0416	003	1722	0101	1653	1 0507	016	0310	0311	1245
1 0417	001	1652	1653	1652	1 0510	001	1701	7761	1701
1 0420	001	1652	1643	1643	1 0511	002	1717	1701	1663
1 0421	037	1614	1642	1643	1 0512	030	0000	1246	0000
1 0422	003	1701	0052	1640	1 0513	000	7761	0000	1700
1 0423	001	1783	1640	1640	1 0514	016	0315	0316	1244
1 0424	002	1640	0050	1640	1 0515	001	1740	7761	1700
1 0425	041	1640	0012	1642	1 0516	002	1717	1700	1663
1 0426	017	1614	1642	1643	1 0517	036	0000	1245	0000
1 0427	004	1643	0101	1652	1 0520	005	1701	0064	1640
1 0430	002	1793	1652	1651	1 0521	041	1640	0065	1643
1 0431	001	1652	1651	0000	1 0522	005	1700	0064	1640
1 0432	076	1651	0634	1720	1 0523	041	1640	0065	1642
1 0433	002	1651	7761	1720	1 0524	072	0000	1643	0000
1 0434	016	0435	1374	1554	1 0525	400	2723	0000	1715
1 0435	016	0430	1655	1611	1 0526	072	0000	1642	0000
1 0436	003	1701	0052	1640	1 0527	400	2723	0000	1721
1 0437	001	1783	1640	1640	1 0530	072	0000	1643	0000
1 0440	062	1640	0030	1643	1 0531	400	2720	0000	1711
1 0441	041	1640	0012	1644	1 0532	005	1711	0040	1640
1 0442	017	1614	1644	1645	1 0533	041	1640	0065	1643
1 0443	005	1701	0052	1640	1 0534	072	0000	1642	0000

Продолжение таблицы 6-5

1	0535	400	2720	0000	1713	1	0626	002	1640	0050	1640
1	0536	003	1713	0000	1640	1	0627	041	1640	0012	1642
1	0537	041	1640	0000	1644	1	0630	017	1614	1442	1643
1	0540	072	0000	1645	0000	1	0631	004	1643	0101	1652
1	0541	400	1722	0000	1726	1	0632	021	1753	1432	1651
1	0542	072	0000	1644	0000	1	0633	052	1652	1881	0000
1	0543	400	1722	0000	1725	1	0634	076	1651	0636	1722
1	0544	072	0000	1643	0000	1	0635	002	1651	1761	1722
1	0545	400	2712	0000	1706	1	0636	000	1787	0000	1720
1	0546	400	2713	0000	1707	1	0637	000	0000	0000	1732
1	0547	072	0000	1642	0000	1	0640	015	1707	1722	0000
1	0550	400	2715	0000	1702	1	0641	036	0000	0644	0000
1	0551	400	2716	0000	1703	1	0642	016	0643	1374	1554
1	0552	002	1715	1721	1652	1	0643	016	0645	1633	1625
1	0553	003	1632	0000	1653	1	0644	000	0000	0000	1734
1	0554	003	0014	1715	1652	1	0645	000	1788	0000	1716
1	0555	002	1653	1652	1651	1	0646	016	0647	1355	1611
1	0556	036	7767	0500	1652	1	0647	005	1722	0061	1640
1	0557	000	0000	0000	1652	1	0650	041	1640	0065	1645
1	0560	005	0014	1721	1654	1	0651	001	1712	1734	1652
1	0561	002	1653	1654	1651	1	0652	001	1652	1730	1732
1	0562	036	7747	0564	1654	1	0653	072	0000	1643	0000
1	0563	000	0000	0000	1654	1	0654	601	5534	5537	1652
1	0564	035	1652	1654	1652	1	0655	002	1652	1714	1716
1	0565	002	1653	0072	1651	1	0656	015	1716	1702	0000
1	0566	034	7747	0570	1653	1	0657	036	0000	0677	0700
1	0567	000	0000	0000	1653	1	0660	005	1702	0052	1640
1	0570	055	1652	1655	1652	1	0661	001	1716	1640	1640
1	0571	015	1652	7747	0000	1	0662	002	1640	0000	1640
1	0572	076	0000	1220	0000	1	0663	041	1640	0012	1642
1	0573	005	1706	0052	1640	1	0664	017	1614	1642	1643
1	0574	001	1702	1640	1640	1	0665	000	1722	0000	1720
1	0575	002	1640	0050	1640	1	0666	004	1643	0101	1652
1	0576	041	1640	0012	1643	1	0667	021	1753	1432	1651
1	0577	017	1614	1643	1642	1	0670	062	1652	1651	0000
1	0600	003	1642	0000	1652	1	0671	076	1651	0673	1722
1	0601	002	0076	1652	1651	1	0672	002	1651	1761	1722
1	0602	076	0000	1220	0000	1	0673	016	0674	1374	1554
1	0603	015	1786	1702	0000	1	0674	001	1732	1734	1732
1	0604	036	0600	0710	0000	1	0675	016	0646	1633	1625
1	0605	005	1701	0064	1640	1	0676	016	0703	1633	1625
1	0606	041	1640	0065	1642	1	0677	015	1703	1722	0000
1	0607	005	1700	0064	1640	1	0700	036	0000	0703	0000
1	0610	041	1640	0065	1643	1	0701	000	1722	0000	1720
1	0611	072	0000	1642	0000	1	0702	000	1703	0000	1722
1	0612	400	2721	0000	1640	1	0703	016	0704	1374	1554
1	0613	072	0000	1643	0000	1	0704	001	1732	1736	1732
1	0616	215	1646	2721	0000	1	0705	016	0707	1633	1625
1	0615	076	7747	0617	1652	1	0706	000	0072	0000	1732
1	0616	000	0000	0000	1652	1	0707	016	0771	1633	1625
1	0617	015	1701	1700	0000	1	0710	015	1707	1703	0000
1	0620	036	7747	0622	1653	1	0711	076	0000	0730	0000
1	0621	000	0000	0000	1653	1	0712	045	1701	0064	1640
1	0622	073	1652	1653	0000	1	0713	041	1640	0065	1642
1	0623	036	0000	0760	0000	1	0714	072	0000	1642	0000
1	0624	005	1702	0052	1640						
1	0625	001	1706	1640	1640						

Продолжение таблицы 6-5

1 0712	042	1714	1717	0000	1 1006	041	1640	0003	1643
1 0716	036	0000	0725	0000	1 1007	005	1713	0040	1640
1 0717	005	1707	0061	1640	1 1010	041	1640	0003	1642
1 0720	041	1640	0000	1642	1 1011	072	0000	1644	0000
1 0721	072	0000	1642	0000	1 1012	400	1722	0000	1625
1 0722	202	0071	3527	1632	1 1013	016	1014	0111	0113
1 0723	003	0016	1632	1632	1 1014	000	1625	0000	1710
1 0724	002	0015	1632	1732	1 1015	003	0075	1710	1632
1 0725	014	0727	1633	1625	1 1016	082	0020	1632	1632
1 0726	000	0000	0000	1732	1 1017	005	0021	1710	1633
1 0727	014	0771	1633	1623	1 1020	003	1633	1710	1633
1 0730	003	1701	0064	1640	1 1021	001	1632	1633	1632
1 0731	041	1640	0003	1643	1 1022	004	1632	0103	1632
1 0732	003	1700	0064	1640	1 1023	001	0017	1632	1632
1 0733	041	1640	0005	1642	1 1024	072	0000	1643	0000
1 0734	072	0000	1643	0000	1 1025	205	1632	2722	1632
1 0735	400	2713	0000	1722	1 1026	072	0000	1642	0000
1 0736	072	0000	1642	0000	1 1027	402	1731	1632	1632
1 0737	400	2716	0000	1720	1 1030	072	0000	1643	0000
1 0740	010	0741	1374	1334	1 1031	202	7761	2722	1633
1 0741	003	1701	0064	1640	1 1032	072	0000	1644	0000
1 0742	041	1640	0005	1643	1 1033	403	1720	1633	1633
1 0743	003	1700	0064	1640	1 1034	002	1632	1633	1632
1 0744	041	1640	0005	1644	1 1035	001	1632	1732	1632
1 0745	003	1722	0061	1640	1 1036	004	1724	7762	1633
1 0746	041	1640	0005	1643	1 1037	072	0000	1642	0000
1 0747	003	1720	0061	1640	1 1040	201	1633	1723	1633
1 0750	041	1640	0005	1642	1 1041	005	1633	1723	1633
1 0751	000	1734	0000	1732	1 1042	001	1632	1633	1632
1 0752	072	0000	1643	0000	1 1043	002	1632	1733	1632
1 0753	400	2714	0000	1640	1 1044	072	0000	1643	0000
1 0754	072	0000	1644	0000	1 1045	202	7762	2714	1633
1 0755	213	1640	2717	0000	1 1046	003	1633	0000	1633
1 0756	076	7767	0760	1632	1 1047	003	7764	1633	1633
1 0757	000	0000	0000	1632	1 1050	001	1632	1633	1730
1 0760	072	0000	1643	0000	1 1051	072	0000	1642	0000
1 0761	400	3527	0000	1640	1 1052	002	1734	1730	1631
1 0762	072	0000	1642	0000	1 1053	074	0000	1636	0000
1 0763	213	1640	3527	0000	1 1054	000	0075	0000	1731
1 0764	036	7767	0760	1633	1 1055	010	1112	1633	1625
1 0765	000	0000	0000	1633	1 1056	003	1713	0040	1640
1 0766	033	1632	1633	0000	1 1057	041	1640	0003	1642
1 0767	036	0000	0771	0000	1 1060	072	0000	1642	0000
1 0770	001	1732	7761	1732	1 1061	202	1730	1734	1631
1 0771	003	1703	0061	1640	1 1062	076	0000	1605	0000
1 0772	041	1640	0005	1642	1 1063	002	0000	7760	1731
1 0773	002	1713	1721	1632	1 1064	016	1112	1633	1625
1 0774	003	1632	0000	1727	1 1065	000	0000	0000	1714
1 0775	072	0000	1642	0000	1 1066	003	1713	0040	1640
1 0776	402	3527	0071	1631	1 1067	001	1714	1640	1640
1 0777	074	0000	1002	0000	1 1070	041	1640	0043	1642
1 1000	002	0000	1631	1733	1 1071	072	0000	1642	0000
1 1001	016	1603	1633	1625	1 1072	402	1726	1730	1631
1 1002	000	0000	0000	1733	1 1073	076	0000	1110	0000
1 1003	003	1711	0040	1640	1 1074	003	1713	0040	1640
1 1004	041	1640	0005	1644	1 1075	001	1714	1640	1640
1 1005	003	1701	0064	1640	1 1076	041	1640	0043	1642

Продолжение таблицы 6-5

1	1077	072	0000	1642	0000	1	1170	072	0000	1644	0000
1	1100	202	1727	1725	1652	1	1171	405	2720	0040	1640
1	1101	202	1730	1724	1653	1	1172	041	1640	0000	1642
1	1102	002	1727	1725	1654	1	1173	072	0000	1602	0000
1	1103	005	1653	1654	1653	1	1174	402	1722	1720	1652
1	1104	002	1726	1724	1654	1	1175	001	1652	7701	2532
1	1105	004	1653	1654	1653	1	1176	072	0000	1643	0000
1	1106	002	1652	1653	1731	1	1177	405	2720	0040	1640
1	1107	016	1112	1633	1625	1	1200	041	1640	0000	1642
1	1110	001	1714	7762	1714	1	1201	072	0000	1642	0000
1	1111	016	1066	1633	1625	1	1202	402	1722	1725	1652
1	1112	005	1701	0004	1640	1	1203	001	1652	7741	2533
1	1113	041	1640	0005	1643	1	1204	000	1732	0000	2533
1	1114	003	1700	0000	1640	1	1205	000	1730	0000	2533
1	1115	041	1640	0005	1642	1	1206	000	1731	0000	2534
1	1116	072	0000	1643	0000	1	1207	055	1653	7147	0000
1	1117	400	2721	0000	1640	1	1210	050	0000	1213	0000
1	1120	072	0000	1642	0000	1	1211	003	1701	0000	1640
1	1121	215	1640	2721	0000	1	1212	042	1640	0005	1642
1	1122	036	7747	1124	1652	1	1213	072	0000	1642	0000
1	1123	000	0000	0000	1652	1	1214	400	2723	0000	2534
1	1124	072	0000	1643	0000	1	1215	016	1216	7501	7610
1	1125	400	2712	0000	1640	1	1216	000	2536	0120	1010
1	1126	072	0000	1642	0000	1	1217	000	2530	0000	0000
1	1127	215	1640	2715	0000	1	1220	002	1725	7701	1652
1	1130	036	7747	1132	1653	1	1221	002	0000	1602	1631
1	1131	000	0000	0000	1653	1	1222	076	0000	1226	0000
1	1132	055	1652	1653	0000	1	1223	000	1652	0000	1725
1	1133	036	0000	1135	0000	1	1224	001	1721	0071	1721
1	1134	002	1730	0022	1731	1	1225	016	0552	1633	1625
1	1135	002	1731	0000	1651	1	1226	005	1713	0040	1640
1	1136	036	7747	1140	1652	1	1227	041	1640	0005	1643
1	1137	000	0000	0000	1652	1	1230	005	1700	0004	1640
1	1140	015	1701	1700	0000	1	1231	041	1640	0000	1642
1	1141	074	7747	1145	1653	1	1232	072	0000	1643	0000
1	1142	000	0000	0000	1653	1	1233	400	1722	0000	1725
1	1143	055	1652	1653	1652	1	1234	072	0000	1642	0000
1	1144	015	1701	1700	0000	1	1235	400	2723	0000	1721
1	1145	036	7747	1147	1653	1	1236	002	1726	7701	1652
1	1146	000	0000	0000	1653	1	1237	002	0023	1652	1651
1	1147	013	1726	1725	0000	1	1240	074	0000	1244	0000
1	1150	036	7747	1152	1654	1	1241	000	1652	0000	1724
1	1151	000	0000	0000	1654	1	1242	001	1713	0071	1713
1	1152	055	1653	1654	1654	1	1243	016	0552	1633	1625
1	1153	001	1730	7761	1655	1	1244	016	1246	0515	1663
1	1154	002	0000	1655	1651	1	1245	016	0511	0514	1663
1	1155	036	7747	1157	1655	1	1246	000	7701	0000	1701
1	1156	000	0000	0000	1655	1	1247	010	1250	1251	1372
1	1157	055	1654	1655	1654	1	1250	001	1701	7701	1701
1	1160	075	1652	1654	0000	1	1251	002	1717	1701	1663
1	1161	036	0000	1220	0000	1	1252	036	0000	1373	0000
1	1162	005	1701	0004	1640	1	1253	001	1701	7701	1700
1	1163	041	1640	0005	1644	1	1254	016	1255	1256	1371
1	1164	005	1700	0004	1640	1	1255	001	1700	7701	1700
1	1168	000	1701	0000	2530	1	1256	002	1717	1700	1663
1	1169	000	1700	0000	2531						

Продолжение таблицы 6-5

1	1271	030	0000	1644	0000	1	1350	036	7747	1352	1652
1	1280	005	1701	0064	1640	1	1351	000	0000	0000	1652
1	1281	041	1640	0085	1644	1	1352	005	0023	1721	1653
1	1282	005	1700	0086	1640	1	1353	002	1727	1653	1651
1	1283	061	1640	0085	1643	1	1354	036	7747	1356	1653
1	1284	072	0000	1644	0000	1	1355	000	0000	0000	1653
1	1285	400	2712	0000	1640	1	1356	075	1652	1653	1652
1	1286	072	0000	1643	0000	1	1357	002	1727	0104	1651
1	1287	215	1640	2712	0000	1	1358	034	7747	1362	1653
1	1288	036	7747	1272	1652	1	1359	000	0000	0000	1653
1	1289	000	0000	0000	1652	1	1360	075	1652	1653	0000
1	1290	072	0000	1644	0000	1	1361	036	0000	1371	0000
1	1291	400	2713	0000	1640	1	1362	000	1701	0000	2526
1	1292	072	0000	1643	0000	1	1363	000	1700	0000	2527
1	1293	215	1640	2713	0000	1	1364	016	1367	7501	7610
1	1294	036	7747	1300	1653	1	1365	000	2527	0104	1010
1	1295	000	0000	0000	1653	1	1366	000	2526	0000	0000
1	1300	055	1652	1653	1652	1	1367	016	1374	1255	1645
1	1301	072	0000	1644	0000	1	1368	016	1253	1250	1645
1	1302	400	2714	0000	1640	1	1369	016	1612	1633	1625
1	1303	072	0000	1643	0000	1	1370	000	0000	0000	1733
1	1304	215	1640	2714	0000	1	1371	000	0072	0000	1727
1	1305	036	7747	1307	1653	1	1372	000	7741	0000	1714
1	1306	000	0000	0000	1653	1	1373	016	1460	1461	1450
1	1307	036	1652	1653	0000	1	1374	001	1714	7701	1714
1	1308	036	0000	1371	0000	1	1401	002	1705	1714	1643
1	1309	005	1701	0064	1640	1	1402	036	0000	1431	0000
1	1310	041	1640	0085	1644	1	1403	005	7762	1714	1657
1	1311	005	1700	0084	1640	1	1404	002	1657	7701	1625
1	1312	041	1640	0085	1643	1	1405	041	1625	0065	1643
1	1313	072	0000	1644	0000	1	1406	005	7762	1714	1625
1	1314	400	2723	0000	1713	1	1407	041	1625	0065	1642
1	1315	072	0000	1643	0000	1	1408	072	0000	1643	0000
1	1316	400	2723	0000	1721	1	1409	202	1722	2365	1652
1	1317	072	0000	1644	0000	1	1410	072	0000	1642	0000
1	1318	400	2723	0000	1721	1	1411	202	1722	2365	1652
1	1319	072	0000	1644	0000	1	1412	072	0000	1642	0000
1	1320	405	2720	0040	1640	1	1413	202	1722	2365	1653
1	1321	041	1640	0065	1642	1	1414	005	1652	1633	1652
1	1322	072	0000	1642	0000	1	1415	005	1652	0000	1652
1	1323	400	1722	0000	1726	1	1416	072	0000	1643	0000
1	1324	072	0000	1643	0000	1	1417	202	1720	2365	1653
1	1325	405	2720	0040	1640	1	1418	072	0000	1642	0000
1	1326	041	1640	0085	1642	1	1419	202	1720	2365	1653
1	1327	072	0000	1642	0000	1	1420	005	1633	1634	1633
1	1328	400	1722	0000	1725	1	1421	003	1633	0000	1653
1	1329	002	1715	1721	1651	1	1422	001	1652	1653	1652
1	1330	072	0000	1642	0000	1	1423	015	1652	0000	0000
1	1331	400	1722	0000	1725	1	1424	076	0000	1430	0000
1	1332	002	1715	1721	1651	1	1425	000	7761	0000	1733
1	1333	072	0000	1642	0000	1	1426	016	1631	1400	1665
1	1334	400	1722	0000	1725	1	1427	000	7761	0000	1714
1	1335	002	1715	1721	1651	1	1428	016	1633	1434	1471
1	1336	005	0071	1726	1653	1	1429	001	1716	7701	1714
1	1337	002	1651	1653	1651	1	1430	002	1704	1714	1683
1	1338	001	1651	7701	1727	1	1431	036	0000	1472	0000
1	1339	016	1360	1633	1625	1	1432	005	7763	1714	1657
1	1340	002	1715	1721	1652	1	1433	002	1657	7762	1625
1	1341	005	0071	1725	1653	1	1434	041	1625	0005	1643
1	1342	002	1652	1633	1652						
1	1343	001	1652	7701	1727						
1	1344	005	0071	1725	1653						
1	1345	002	1652	1633	1652						
1	1346	001	1652	7701	1727						
1	1347	005	0071	1725	1653						

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 6-5

1 1441	005	7763	1714	1637	1 1536	041	1640	0663	1642
1 1442	002	1457	7761	1625	1 1531	001	1731	1731	1652
1 1443	041	1625	0005	1642	1 1532	072	0000	1642	0000
1 1444	072	0000	1643	0000	1 1533	201	1652	2433	1652
1 1445	202	1722	2602	1652	1 1534	002	7761	1733	1653
1 1446	072	0000	1642	0000	1 1535	003	1632	1633	1652
1 1447	202	1722	2602	1633	1 1536	005	0026	1733	1633
1 1450	003	1632	1633	1652	1 1537	001	1632	1633	1733
1 1451	003	1632	0000	1632	1 1540	001	1727	1733	1632
1 1452	072	0000	1643	0000	1 1541	003	7762	1727	1653
1 1453	202	1720	2602	1633	1 1542	016	1543	7301	7610
1 1454	072	0000	1642	0000	1 1543	075	1633	0003	1633
1 1455	202	1720	2602	1654	1 1544	005	7762	1733	1634
1 1456	005	1653	1634	1633	1 1545	016	1546	7301	7610
1 1457	003	1633	0000	1633	1 1546	075	1634	0003	1634
1 1460	001	1632	1633	1632	1 1547	001	1633	1634	1633
1 1461	015	1632	0000	0000	1 1550	016	1531	7301	7610
1 1462	076	0000	1471	0000	1 1551	075	1633	0004	1633
1 1465	003	7763	1714	1625	1 1552	004	1633	7702	1633
1 1466	041	1623	0003	1642	1 1553	002	1632	1633	1734
1 1463	072	0000	1642	0000	1 1554	000	0000	0000	0000
1 1466	444	2002	0000	1632	1 1555	000	1722	0001	1640
1 1467	005	0025	1632	1632	1 1556	041	1640	0005	1647
1 1470	001	0026	1632	1727	1 1557	003	1722	0001	1640
1 1471	016	0000	1633	1665	1 1560	041	1640	0005	1646
1 1472	035	1722	0001	1640	1 1561	003	1722	0001	1640
1 1473	041	1640	0005	1642	1 1562	061	1640	0005	1645
1 1474	072	0000	1642	0000	1 1563	072	0000	1647	0000
1 1475	202	1719	3332	1632	1 1564	441	3334	0003	1644
1 1476	202	1719	3333	1633	1 1565	072	0000	1646	0000
1 1477	003	1632	1633	1632	1 1566	405	3327	0033	1640
1 1500	002	1632	0000	1631	1 1567	072	0000	1645	0000
1 1501	036	0000	1564	0000	1 1570	401	3333	1640	1640
1 1502	000	0000	0000	1731	1 1571	041	1640	0003	1643
1 1503	016	1903	1633	1623	1 1572	003	1722	0001	1640
1 1504	000	7761	0000	1731	1 1573	041	1640	0003	1642
1 1505	003	1720	0001	1640	1 1574	044	1713	0000	1652
1 1506	041	1640	0005	1642	1 1575	072	0000	1644	0000
1 1507	072	0000	1642	0000	1 1576	405	2330	1632	1632
1 1510	202	1719	3332	1632	1 1577	072	0000	1643	0000
1 1511	202	1719	3333	1633	1 1600	405	2346	1713	1633
1 1512	003	1632	1633	1632	1 1601	001	1632	1633	1632
1 1513	002	1632	0000	1631	1 1602	072	0000	1642	0000
1 1514	036	0000	1517	0000	1 1603	205	1632	3326	1632
1 1515	000	0000	0000	1730	1 1604	003	1632	7737	1632
1 1516	016	1320	1633	1623	1 1605	405	3330	0037	1633
1 1517	000	7761	0000	1730	1 1606	001	1632	1633	1632
1 1520	003	1722	0001	1640	1 1607	405	3331	0030	1633
1 1521	041	1640	0003	1644	1 1610	001	1632	1633	1730
1 1522	003	1720	0001	1640	1 1611	000	0000	0000	0000
1 1523	041	1640	0003	1643	1 1612	016	1613	7301	7610
1 1524	072	0000	1644	0000	1 1613	000	0000	0127	0000
1 1525	403	3327	0003	1640	1 1614	000	0000	0040	0000
1 1526	072	0000	1643	0000	1 1615	000	1626	1633	0000
1 1527	401	3327	1640	1660					

6.3. Инструкция по подготовке числового материала к анализу распределения частот в энергосистеме

6.3.1. Произвести нумерацию всех подстанций, ВЛ (как реально существующих, так и запроектированных), ВЛ обходов шин подстанций и участков параллельного пробега ВЛ на подходах к подстанциям. В соответствии с п.5.1.3 произвести выделение симплексных каналов связи из всех ВЛ дуплексных каналов связи, работающих в энергосистеме или запроектированных, после чего осуществить нумерацию симплексных каналов связи. В соответствии с п.5.1.6 определять число T , характеризующее гололед в районе энергосистемы. Зафиксировать расчетное значение коэффициента F учета запаса по перекрываемому ветуханию. С использованием методики, изложенной в гл.5 (5.2, 5.3, 5.4), заполнить матрицы ML , $ЭМ$, $ОБ$, $МК$ исходных материалов об энергосистеме и каналах связи.

6.3.2. Просить перфокарты:

- число P с контрольной суммой;
- число L с контрольной суммой;
- число G с контрольной суммой;
- число A с контрольной суммой;
- число B с контрольной суммой;
- число T с контрольной суммой;
- число F с контрольной суммой.

При этом должны выполняться ограничения:

- для числа подстанций P верхняя граница 60;
- для числа ВЛ L верхняя граница 80;
- для числа симплексных каналов связи G верхняя граница 142;
- для числа ВЛ обходов шин A верхняя граница 30;
- для числа участков параллельного пробега B верхняя граница 27.

6.3.3. Для каждой строки матрицы ML (см. табл. 5г1) подготовить отдельную перфокарту, содержащую всю информацию о соответствующей ВЛ. Для всех ВЛ пробивка перфокарт единообразная, причем последовательные коды перфокарты эквивалентны последовательным элементам соответствующей строки табл. 5г1:

- 1-й код - длина ВЛ (км);
- 2-й код - класс напряжения ВЛ в соответствии с табл. 5-б;
- 3-й код - количество отпавов, обработанных по выносовой частоте и на номинальном для связи;

- 4-й код - количество отпаяк, не обработанных по высшей частоте и используемых для связи;
- 5-й код - нижняя частота полосы заграждения заградителя в средней фазе ВЛ (кГц);
- 6-й код - верхняя частота полосы заграждения заградителя в средней фазе ВЛ (кГц);
- 7-й код - номер элемента табл. 5-8, соответствующего марке провода и расщеплению фазы ВЛ;
- 8-й код - номер элемента табл. 5-6, соответствующего типу профиля ВЛ;
- 9-й код - номер подстанции на одном из концов ВЛ;
- 10-й код - номер подстанции на другом конце ВЛ.

Все перфокарты, подготовленные указанным способом, собрать в колоду **МЛ**, при этом последовательность перфокарт в колоде должна соответствовать последовательности строк в табл. 5-1 и задавать порядок нумерации ВЛ в энергосистеме. После каждых шести перфокарт в колоде **МЛ** должна следовать их контрольная сумма, за ней - чистая перфокарта.

6.3.4. Для каждой строки матрицы **МК** (см. табл. 5-2) подготовить отдельную перфокарту, содержащую всю информацию о соответствующем симплектоном канале связи. Для всех каналов пробивка перфокарт единообразная, причем последовательные коды перфокарты эквивалентны последовательным элементам соответствующей строки матрицы **МК**:

- 1-й код - номер подстанции, на которой установлен передатчик;
- 2-й код - номер ВЛ, на которой установлен передатчик;
- 3-й код - номер фазы, на которой установлен передатчик;
- 4-й код - номер подстанции, на которой установлен приемник;
- 5-й код - номер ВЛ, на которой установлен приемник;
- 6-й код - номер фазы, на которой установлен приемник;
- 7-й код - номер типа аппаратуры в соответствии с табл. 5-10, на которой работает (проектируется) канал связи;
- 8-й код - для каналов, связанных усилителем без смены частот, восьмые коды их перфокарт совпадают, в противном случае восьмые коды перфокарт различаются (рекомендуемый вариант пробивки восьмого кода - номер канала связи);
- 9-й код - единица при наличии усилителя мощности и нуль при отсутствии усилителя;

- 10-й код - нижняя граница полосы частот (кГц), занятой каналом связи.

Все перфокарты, подготовленные указанным способом, собрать в колоду **МК**, причем последовательность перфокарт в колоде должна соответствовать последовательности строк в табл.5-2. После каждых шести перфокарт в колоде **МК** должна следовать их контрольная сумма, за ней - чистая перфокарта.

6.3.5. Для всех ВЧ обходов шин подстанций энергосистемы составить колоду перфокарт, чьи коды - числа матрицы **ОБ**. Последовательность пробивки кодов перфокарт следующая: сначала элементы первой строки табл.5-4, затем элементы второй строки табл.5-4 и так далее. В колоде перфокарт **ОБ** число кодов вдвое больше числа обходов. Первая перфокарта колоды **ОБ** начинается так:

- | | | |
|----------------------|---|-------------------------|
| - 1-й код - номер ВЛ | } | связаны первым обходом; |
| - 2-й код - номер ВЛ | | |
| - 3-й код - номер ВЛ | } | связаны вторым обходом |
| - 4-й код - номер ВЛ | | |
- и т.д.

Колода **ОБ** должна заканчиваться контрольной суммой.

6.3.6. Для всех участков параллельного пробега ВЛ на подходах к подстанциям подготовить колоду перфокарт, содержащую в построчном порядке все числа матрицы **ЭМ** (табл.5-3). В получаемой после пробивки колоде перфокарт **ЭМ** число кодов в три раза больше числа участков параллельного пробега. Первая перфокарта колоды **ЭМ** начинается с кодов:

- | | | |
|----------------------------------|---|-------------------|
| - 1-й код - номер ВЛ | } | первое сближение; |
| - 2-й код - номер ВЛ | | |
| - 3-й код - ширина сближения (м) | | |
| - 4-й код - номер ВЛ | } | второе сближение |
| - 5-й код - номер ВЛ | | |
| - 6-й код - ширина сближения (м) | | |
- и т.д.

Колода **ЭМ** должна заканчиваться контрольной суммой; если в колоде **ЭМ** больше 60 кодов, то в ней имеется промежуточная контрольная сумма после шестидесятого кода, за которой проложена чистая перфокарта.

6.3.7. Для расчета по программе использовать заранее заданные колоды перфокарт рабочей программы (возможна работа при считывании рабочей программы с магнитной ленты) и следующие колоды перфокарт, содержащие сведения о типах подстанций, ВЛ и видах аппаратуры БЧ связи:

- колоду перфокарт **ZШ**, составленную по строкам табл.5-7;
- колоду перфокарт **K1**, составленную из элементов второго столбца табл.5-8;
- колоду перфокарт **K2**, составленную по строкам табл.5-9;
- колоду перфокарт **АП**, составленную по строкам табл.5-11.

Все перечисленные колоды должны иметь контрольные суммы, причем колода **АП** имеет промежуточные контрольные суммы (после каждых 60 кодов), переложенные чистыми перфокартами.

6.3.8. Собрать сводную расчетную колоду перфокарт:

- 1) карту вызова ИС-22 на МБ-0;
- 2) карту начала работы оттранслированной программы;
- 3) колоду перфокарт оттранслированной программы анализа распределения частот;
- 4) колоду **K1** с контрольной суммой;
- 5) колоду **K2** с контрольной суммой;
- 6) колоду **ZШ** с контрольной суммой;
- 7) колоду **АП** с контрольными суммами после каждых 60 кодов;
- 8) число **A** с контрольной суммой;
- 9) число **B** с контрольной суммой;
- 10) число **P** с контрольной суммой;
- 11) число **L** с контрольной суммой;
- 12) число **G** с контрольной суммой;
- 13) число **T** с контрольной суммой;
- 14) число **F** с контрольной суммой;
- 15) колоду **ОБ** с контрольными суммами;
- 16) колоду **ЭМ** с контрольной суммой (возможно, с промежуточной контрольной суммой);
- 17) колоду **ML** с контрольными суммами после каждых шести перфокарт;
- 18) колоду **МК** с контрольными суммами после каждых шести перфокарт.

Собранную расчетную колоду установить в читающем устройстве ЭВМ типа М-20, нажать кнопку "Ввод". Счет идет по программе.

По окончании счета останов ЭВМ в ячейке 7212. Программа - "диспетчер" ЭВМ М-222 выдает сведения об этом останове:

```
СОБЫТИЕ: NET-C;PBA,P3001 7212 0000 0000
СОСТ СБ300 1111 7215 0171
<PBA>078 0000 7216 0000
<KPA>050 0000 0011 0000
<KPA+1>016 7610 7600 7601
```

6.4. Чтение с бумажной ленты ЭВМ результатов анализа распределения частот, выданных при работе программы

6.4.1. При работе ЭВМ типа М-222 на широкую ленту АШУ программа анализа распределения частот сначала выдает строчки из семи цифр и затем строчки из двух цифр, причем во всех случаях:

- 1-е число строчки - номер влияющего канала связи;
- 2-е число строчки - номер подверженного влиянию канала связи;
- 3-е число строчки - номер подканала для влияющего канала связи;
- 4-е число строчки - номер подканала для канала связи, подверженного влиянию.

Возможны разные варианты выдачи на печать строк при работе программы.

6.4.2. Например, на печать выдана строка из семи цифр, причем первое и второе числа строки совпадают (и одновременно совпадают третье число с четвертым). Это означает, что для канала связи с соответствующим номером (я его подканала с соответствующим номером) уровень приема ниже минимально допустимого (с учетом или без учета запаса), т.е. частота, выбранная для этого канала связи, выше максимальной частоты для соответствующего НЧ тракта.

6.4.3. Если на печать выдана строка из семи цифр, причем первое и второе числа строки различны, то это означает, что созданная передатчиком (номер передатчика - первое число, номер подканала передатчика - третье число) селективная помеха на входе приемника (номер приемника - второе число, номер подканала приемника - чет-

верное число) выше максимально допустимой при имеющемся разносе частот этих каналов связи, т.е. разнос частот каналов связи недостаточен для нормальной совместной работы.

6.4.4. В случаях выдачи на печать строка из семи цифр содержит дополнительную информацию:

- 5-е число строчки - переходное затухание ($\Gamma_{\text{п}}$) от точки подключения передатчика до точки подключения приемника рассматриваемой пары передатчик-приемник;
- 6-е число строчки - разность уровня сигнала от передатчика на входе приемника и минимального уровня приема приемника ($\Gamma_{\text{п}}$);
- 7-е число строчки - частота канала ($\kappa_{\text{Гп}}$) в случае, рассмотренном в п.6.4.2, а в случае, рассмотренном в п.6.4.3, возможны два варианта значения этого числа:

1) рассматриваемая пара каналов связана переприемом без смены частот; седьмое число строки показывает, на сколько вперев нужно увеличить переходное затухание для нормальной работы переприема;

2) рассматриваемая пара каналов не связана переприемом без смены частот; седьмое число строки дает величину дефицита разноса частот, т.е. показывает, на сколько килогерц нужно увеличить разнос частот между каналами для их нормальной работы.

6.4.5. Если на печать выдана строка из двух цифр, то это означает, что имеет место паразитная амодная модуляция пары передатчиков, номера которых даются первой и второй цифрами строки. Таким образом, недопустима параллельная работа этих передатчиков на обший фильтр присоединения при заданном разносе частот.

6.4.6. Если дефицит разноса частот меньше 1 кГц, то с ним можно не считаться, так как частота канала должна равняться целому числу килогерц.

6.4.7. Методика расчета переходных затуханий, используемая при выборе частот вручную и при анализе распределения частот ЕА ЭВМ, является приближенной, причем все упрощения дают погрешность лишь в сторону запаса. В связи с этим можно сделать следующие выводы.

Если для какой-то пары передатчик-приемник отсутствует выданная на печать АЦПУ строка из семи цифр, то создаваемая этим передатчиком помеха на входе приемника меньше нормы, работа аппаратуры связи обеспечена с гарантией.

Если для какой-то пары передатчик-приемник выдана на печать АЦПУ строка из семи цифр, то выше нормы оказывается помеха, вычисленная по приближенной методике, с превышением. В этом случае рекомендуется привлечение дополнительных (экспериментальных либо уточненных расчетных) данных о переходном затухании от передатчика к приемнику. При наличии таких данных возможно изменение вывода о несовместимости приемника с передатчиком. При отсутствии таких данных вывод АЛГОЛ-программы о несовместимости приемника с передатчиком следует считать окончательным на этапе проектирования.

Ввиду того, что проверка работоспособности высокочастотного канала проводится АЛГОЛ-программой по методике, упрощенной сравнительно с изложенной в ч. I Руководящих указаний, рекомендуется при выдаче АЛГОЛ-программой строки из семи цифр с совпадающими первой и второй цифрами провести поверочный расчет соответствующего ВЧ канала по методике ч. I Руководящих указаний.

6.5. Варианты использования АЛГОЛ-программы

6.5. I. Если в энергосистеме количество подстанций не ограничивается числом 60 и количество ВЛ не ограничивается числом 80, то для использования программы необходимо дробление энергосистемы на части, каждая из которых удовлетворяет этим ограничениям. Стыковка получившихся подсистем должна осуществляться не по какой-либо границе, а по полосе, причем границей этой полосы являются на три-четыре ВЛ. Указанная полоса должна включаться в обе стыкуемые подсистемы.

6.5.2. Если количество симплексных (в соответствии с п. 5.2.3) каналов связи энергосистемы не ограничивается числом 142, то для использования программы необходимо дробление диапазона частот ВЧ связи. Стыковка получающихся поддиапазонов осуществляется не по какой-либо частоте, а по полосе частот, причем границы этой полосы разносятся на 20 кГц. Указанная полоса частот должна включаться в оба стыкуемых поддиапазона частот.

6.5.3. Возможно использование лишь части перфокарт колоды МК при неизменных колодах МЛ, ЭМ, ОБ. Это значит, что рассматривается лишь часть каналов энергосистемы, например каналы связи одного из поддиапазонов, указанных в п. 6.5.2. Последовательность перфокарт в колоде МК целесообразно выбирать в порядке возрастания частоты соответствующих каналов связи.

6.5.4. Если в энергосистеме при ее развитии появляются новые подстанции и ВЛ, то их нумерация непосредственно продолжает принятую нумерацию ВЛ и подстанций, использованную в уже составленных колодах перфокарт МК, МЛ, ЭМ, ОБ. При этом удаляется контрольная сумма колоды МЛ (и, возможно, колод ОБ, ЭМ) и вслед за последней перфокартой старой колоды добавляются вновь подготовленные перфокарты появившихся ВЛ (и, возможно, новых ВЧ обходов шин подстанций и новых участков параллельного пробега ВЛ), затем контрольная сумма дополненной колоды.

6.5.5. Если в энергосистеме добавляются новые каналы связи по проводам ВЛ, то, в соответствии с п. 5.1.3, каждый новый канал связи разбивается на каналы без промежуточных усилителей (число таких каналов на единицу больше числа промежуточных усилителей исходного канала связи в энергосистеме). Каждый полученный таким образом дуплексный канал рассматривается как пара симплексных каналов, и к колоде МК добавляется соответствующее количество перфокарт. Хотя место новых перфокарт в колоде МК может быть произвольным, целесообразно принять рекомендацию п. 6.5.3.

6.5.6. При добавлении одного канала связи к совокупности всех работающих и запроектированных каналов связи энергосистемы достаточно сопоставить с вновь добавленным каналом лишь те, которые имеют разнос частот не свыше 20 кГц по сравнению с вновь добавленным. При этом используется лишь часть колоды МК и перфокарта нового канала связи.

6.5.7. Если производится назначение частоты нового канала связи, причем рассмотрению и сопоставлению подлежит несколько вариантов частоты этого канала, то целесообразно включить в кодоу МК перфокарты каналов связи, реализующих одновременно все возможные варианты. Очевидно, на всех добавленных в кодоу МК перфокартах будут совпадать все коды (см. п. 6.3.4), кроме десятого, равного частоте канала связи для каждого из вариантов. В частности, совпадают типы аппаратуры и точки подключения передатчика и приемника.

В этом случае программа анализа распределения частот может выдать на печать строки, соответствующие несовместности вариантов. Эта выдача не принимается во внимание при выборе наилучшего из рассматриваемых вариантов.

Кроме указанных строк, программа может выдать строки из семи или двух цифр, соответствующие несовместности какого-либо из рассматриваемых вариантов с уже работающими или ранее запрограммированными каналами связи. Из всех вариантов предпочтительны те, для которых количество выданных строк в необходимых переустройствах каналов минимально.

6.5.8. Если в энергосистеме преобладают ВЧ малой протяженности, то уровень приема рабочего сигнала для преобладающего количества ВЧ каналов высок. Поэтому для характеристики запаса по перекрываемому загуханию (см. п. 5.1.8) предпочтительным является значение $F = 1$. Если в энергосистеме преобладают ВЧ большой протяженности, то уровень приема рабочего сигнала для преобладающего количества ВЧ каналов низок. В таких случаях для характеристики запаса по перекрываемому загуханию предпочтительным является значение $F = 0$.

6.5.9. Для рассматриваемой энергосистемы целесообразно произвести расчеты по АП/АП-программе при значениях $F = 0$ и $F = 1$ для характеристики запаса. В первом случае из-за низкого уровня приема рабочего сигнала ВЧ каналов достаточно легко обеспечивается работоспособность ВЧ каналов (выдается мало строк из семи цифр с совпадающими первой и второй цифрами), но неизбежно оказывается соотношение W сигнал-селективная помеха на входе приемников, так что сравнительно велики перекрестные помехи ВЧ каналов (сравнительно много выданных строк из семи цифр с несовпадающими первой и

второй цифрами). Во втором случае, когда $F=I$, из-за высокого уровня приема затрудняется обеспечение работоспособности ВЧ каналов, но сниженными оказываются перекрестные помехи ВЧ каналов.

Сопоставление таких двух вариантов анализа распределения частот с помощью АПГОМ-программы облегчает принятие проектного решения по выбору частот проектируемых ВЧ каналов.

Глава 7. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПО ПРОГРАММЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ

Конкретная энергосистема с заданной структурой каналов ВЧ связи по проводам линий электропередачи представлена на рис.7-1.

Сначала производится нумерация подстанций и ВЛ энергосистемы. При этом отпайки (обработанные и не обработанные ВЧ заградителями) на ВЛ I, 5, 6, II рассматриваются как элементы загужания указанных ВЛ. Следовательно, оконечные подстанции отбоек и места их питания на сквозных ВЛ не входят в нумерацию подстанций энергосистемы, а отпайные ВЛ не входят в нумерацию ВЛ энергосистемы.

Итак, в рассматриваемом конкретном случае, число подстанций энергосистемы $P=7$, число ВЛ энергосистемы $L=11$ по рис.7-1.

По электрической схеме энергосистемы и данным о ВЛ и подстанциях составляются табл.7-1, 7-2, 7-3.

Число параллельных ВЛ на подходе к подстанциям (число строк матрицы ЭМ) $B=4$, число высокочастотных обходов (число строк матрицы ОБ) $A=3$.

Рассматриваемая энергосистема расположена в районе, имеющем номер I по гололеду, поэтому параметр запаса по гололеду принимается $T=0$.

Все ВЧ каналы, рассматриваемые в энергосистеме (рис.7-1), не имеют промежуточных усилителей, кроме ВЧ канала по ВЛ 3,10, связывающего подстанции № 3 и 6 и имеющего передатчик без смежных частот на подстанции № 4. Этот сложный канал связи разбиваем на два ВЧ канала без промежуточных усилителей.

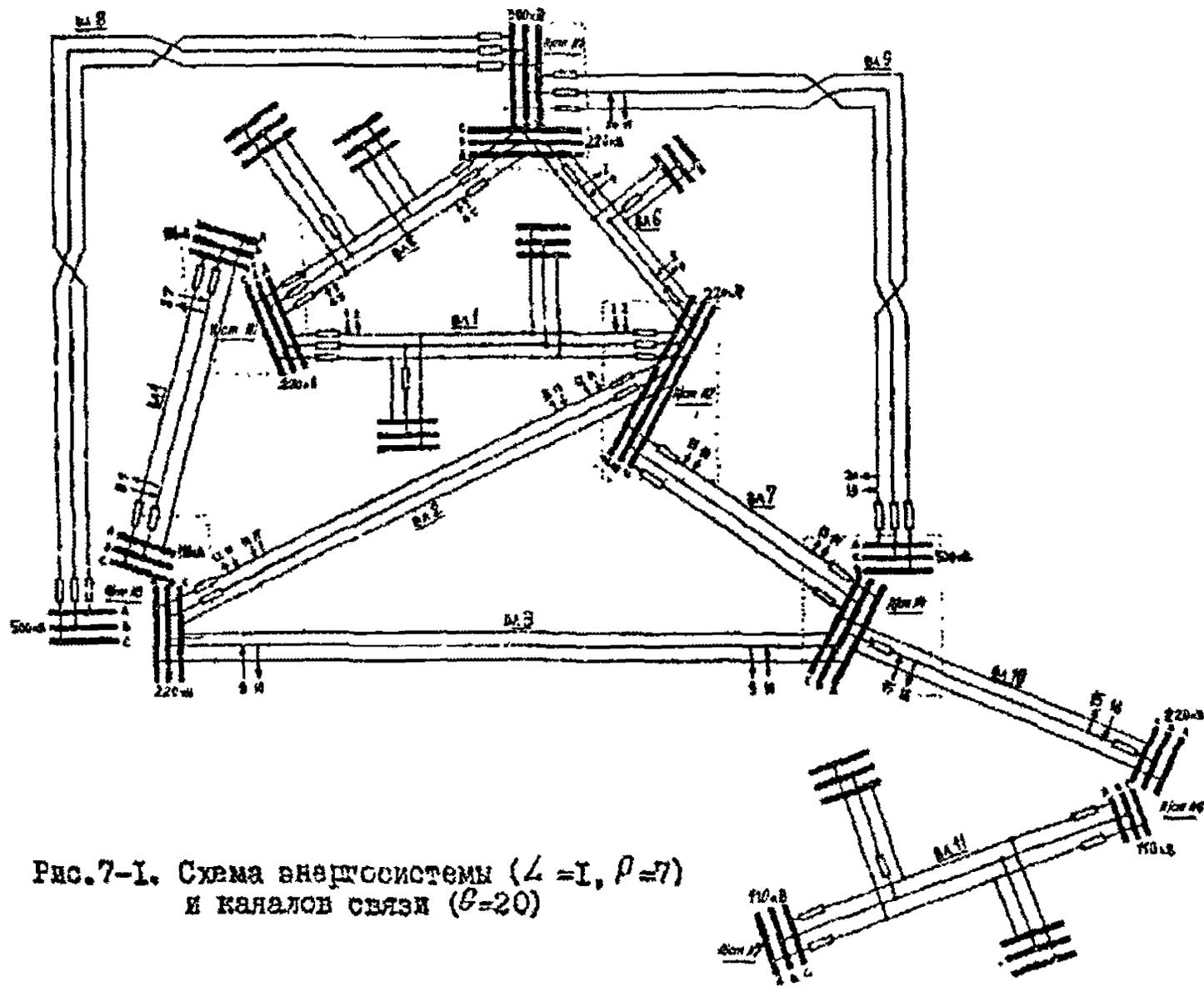


Рис.7-1. Схема энергосистемы ($L=1, \rho=7$)
и каналов связи ($G=20$)

Таблица 7-1

Матрица ML

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина БМ, м	Класс напряжений, кВ	Количество обработанных стоек	Количество необработанных стоек	Базовая частота (кГц) заградителя	Верхняя частота (кГц) заградителя	Марка провода и расщепления	Тип подвала БМ	Номер концевой подстанции	Номер концевой подстанции
100	3	1	1	50	150	6	1	1	2
160	3	0	0	150	300	3	3	3	2
150	3	0	0	0	0	5	3	3	4
60	2	0	0	100	300	2	1	1	3
90	3	1	1	100	300	6	1	1	5
80	3	1	0	200	400	7	2	2	5
70	3	0	0	0	0	5	2	2	4
280	5	0	0	100	300	10	4	3	5
400	5	0	0	100	300	12	4	4	5
100	3	0	0	200	400	5	1	4	6
60	2	1	1	0	0	2	3	7	6

Таблица 7-2

Таблица 7-3

Матрица ЭМ

1	2	3
Номер БМ	Номер ВЛ	Гирька сошки, мм, м
1	2	50
4	3	100
9	10	20
2	3	20

Матрица ОБ

1	2
Номер БМ	Номер ВЛ
11	10
2	6
4	5

Таблица 7-4

Матрица МК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Передатчик			Приемник			Тип аппаратуры	Переъем без смены частот	Наличие усилителя	Частота канала, кГц
Номер подстанции	Номер ВЛ	Номер фазы	Номер подстанции	Номер ВЛ	Номер фазы				
1	1	1	2	1	1	6	1	0	60
2	1	1	1	1	1	6	2	0	120
2	6	2	5	6	2	6	3	0	280
5	6	2	2	6	2	8	4	0	330
5	5	1	1	5	1	4	5	0	280
1	5	1	5	5	1	4	6	0	240
1	4	2	3	4	2	3	7	0	260
3	4	2	1	4	2	3	8	0	300
3	3	2	4	3	2	5	9	0	150
4	5	2	3	3	2	5	10	0	160
3	2	1	2	2	1	4	11	1	180
2	2	1	5	2	1	4	12	1	209
2	7	1	4	7	1	10	13	0	170
4	7	1	2	7	1	10	14	0	160
4	10	2	6	10	2	5	9	0	150
6	10	2	4	10	2	5	10	0	160
3	2	1	2	2	1	4	17	0	190
2	2	1	3	2	1	4	18	0	220
4	9	1	5	9	1	7	19	1	85
5	9	1	4	9	1	7	20	1	60

Каждый дуплексный ВЧ канал связи без промежуточных усилителей разбиваем на пару симплексных каналов связи; обозначаем на схеме энергосистемы (рис.7-1) место подключения передатчика и приемника каждого симплексного канала связи. Нумеруем эти симплексные каналы и заносим эту нумерацию в восьмой столбец матрицы каналов МК (табл.7-4). При этом каналы 15 и 16 получают в восьмом столбце МК элементы 9 и 10, чем обозначается наличие переприема без смены частот у симплексных каналов $9 \rightarrow 15$ и $16 \rightarrow 10$.

Наличие мощного усилителя у ВЧ каналов связи 11, 12 и 19, 20 учитывается единицами в соответствующих строках девятого столбца матрицы каналов.

За частоту ВЧ канала связи, заносимую в десятый столбец матрицы каналов (табл.7-4), принимается минимальная частота полосы, занятой этим симплексным каналом на спектре частот.

Остальные столбцы матрицы каналов заполняются с использованием координат (номер подстанции, номер линии, номер фазы) подключения передатчика и приемника каждого ВЧ канала, определяемых по рис.7-1.

Число симплексных ВЧ каналов связи в рассматриваемом конкретном примере $G = 20$.

Расчеты по АЛГОЛ-программе анализа распределения частот проводятся при значениях коэффициента учета запаса по перекрываемому затуханию $F = 0$ и $F = 1$.

Перечисленными данными исчерпывается информация, привлекаемая для анализа распределения частот по АЛГОЛ-программе в рассматриваемом конкретном примере.

Эти данные прошиваются на перфокартах (см. далее перфокарты 47-86), которые собираются в определенном порядке в массивы со своими контрольными суммами.

Вместе с кодовой перфокарт отрадиолованной АЛГОЛ-программы анализа распределения частот энергосистемы и стандартными массивами К1, К2, ZШ, АП прошивные на перфокартах и упорядоченные данные по конкретной энергосистеме и ее каналам связи образуют рабочую коду перфокарт, полностью приводимую далее.

Начало массива А1

Номер перфокарты	Коды	Матрица	
	Порядок		
7	01	2	
	00	5	
	02	12	
	01	1	
	01	4	
	01	4	
	2	01	12
		01	44
	2	01	21
		01	6
8	2	01	62
	01	8	
9	2	02	12
		02	20
10	01	22	
	00	5	
	02	12	
	01	1	
	01	4	
	01	4	
	2	01	12
		01	5
	2	01	13
		01	8
11	2	01	21
	02	14	

Продолжение массива А1

Номер перфокарты	Коды	Матрица	
	Порядок		
10	2	01	28
		02	2
11		01	46
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	43
	2	01	12
		01	5
	2	01	58
		01	8
12	2	01	85
	02	11	
13	2	02	12
		02	2
14		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	26
		01	45
	2	01	31
		01	8
15	2	01	62
	02	13	

Продолжение массива А1

Номер перфокарты	Коды	Матрица	
	Порядок		
13		01	38
		00	5
		01	3
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	2
		01	5
	2	01	23
		01	8
14	2	01	32
	02	11	
15	2	01	7
		02	2
16		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	1
		01	44
	2	01	16
		01	66
17	2	01	54
	02	106	
18	2	01	7
		02	2
19		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	26
		01	45
	2	01	31
		01	8
20	2	01	62
	02	13	

Продолжение массива А1

Номер перфокарты	Коды	Матрица	
	Порядок		
16		01	5
		02	2
17		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	1
		01	44
	2	01	16
		01	66
18	2	01	54
	02	106	
19	2	01	7
		02	2
20		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	26
		01	45
	2	01	31
		01	8
21	2	01	62
	02	13	

Продолжение таблицы АИ

Возраст на начало года	Продолжительность нахождения в группе	Порядок	Матрица
19	2	01	46
		00	5
	01	1	
		01	1
	01	43	
		01	41
	2	01	1
	2	01	5
	2	01	12
	2	01	6
2	01	52	
02	1		
20	2	01	7
		02	2
	01		
21	01	38	
		00	5
	01	3	
		01	1
	01	43	
		01	41
	2	01	1
	2	01	6
	2	01	16
	2	01	52
2	01	54	
02	13		

Продолжение таблицы АИ

Возраст на начало года	Продолжительность нахождения в группе	Порядок	Матрица
22	2	01	7
		02	2
	01		
23	01	46	
		00	5
	01	1	
		01	1
	01	4	
		01	4
	2	01	1
	2	01	5
	2	01	4
	2	01	66
2	01	64	
01	82		
24	2	01	8
		02	2
	01		

Продолжение таблицы АИ

Возраст на начало года	Продолжительность нахождения в группе	Порядок	Матрица
25	01	38	
		00	4
	01	2	
		01	1
	01	5	
		01	4
	2	01	1
	2	01	5
	2	01	22
	2	01	7
2	01	6	
02	12		
26	2	01	7
		02	2
	01		
27	01	46	
		00	4
	01	1	
		01	1
	01	44	
		01	46
	01	39	
		01	52
	2	01	2
	2	01	8
2	01	6	
02	14		

Продолжение таблицы АИ

Возраст на начало года	Продолжительность нахождения в группе	Порядок	Матрица
28	2	01	74
		02	2
	01		
29	01	38	
		00	4
	01	2	
		01	1
	01	44	
		01	45
	01	38	
		01	52
	2	01	2
	2	01	8
2	01	6	
02	14		
30	2	01	74
		02	2
	01		

Продолжение таблицы А1

Итого по району	Центральные	Порядок	Матрица
31	01	38	
	00	6	
	01	1	
	01	1	
	01	44	
	01	45	
	01	59	
	2 01	2	
	01	8	
	2 01	6	
01	14		
32	2 01	74	
	02	2	
33	01	34	
	00	5	
	01	1	
	01	1	
	01	44	
	01	4	
	00		
	01	44	
	2 01	2	
	01	65	
2 01	65		
01	85		

Продолжение таблицы А2

Итого по району	Центральные	Порядок	Матрица
34	2 01	52	
	02	2	
35	01	26	
	01	1	
	01	1	
	01	15	
	01	1	
	01	1	
	00		
	01	26	
	2 01	63	
	01	48	
2 01	6		
01	8		
36	2 01	85	
	02	2	

Продолжение таблицы А3

Итого по району	Центральные	Порядок	Матрица
37	01	48	
	01	1	
	01	1	
	01	15	
	01	1	
	01	15	
	2 01	15	
	01	44	
	2 01	16	
	01	75	
2 01	35		
01	11		
38	2 01	63	
	02	2	
39	01	4	
	2 01	15	
	01	1	
	01	2	
	01	42	
	01	1	
	01	15	
	01	5	
	2 00	2	
	01	7	
2 01	28		
02	114		

Продолжение таблицы А4

Итого по району	Центральные	Порядок	Матрица
40	2 01	34	
	01	2	
41	01	52	
	00	5	
	01	1	
	01	15	
	01	15	
	00	6	
	01	12	
	01	15	
	00	6	
	01	35	
2 01	2		
01	75		
42	2 01	35	
	02	2	

Продукция масла АП

Коды продукции	Коды	Порядок	Матрица
	Коды	Порядок	Матрица
43		01	52
		02	7
		01	13
		01	15
		00	5
		01	13
		00	8
	2	01	27
		01	5
	2	01	48
	02	1	
44	2	01	8
		02	2
45		01	52
		00	5
		01	1
		01	15
		01	1
		00	7
	2	01	18
		01	2
	2	01	47
		01	39
	01	53	
	01	54	

Продукция масла АП

Коды продукции	Коды	Порядок	Матрица
	Коды	Порядок	Матрица
46	2	01	74
		02	8
47		01	3
		01	3

Стандарты В, Р, L

Коды продукции	Коды	Порядок	Матрица
	Коды	Порядок	Матрица
48		01	4
		01	4
49		01	5
		01	5
50		02	11
		02	11

Стандарты G, T, F

Коды продукции	Коды	Порядок	Матрица
	Коды	Порядок	Матрица
51		02	2
		02	2
52		00	0
		00	0
53		01	1
		01	1

Смещение массы MI.

Номер перфорации	Смещение	Порядок	Масса
65		01	1
		01	3
		00	
		00	
		03	2
		03	4
		01	5
		01	1
		01	4
		01	6
66		02	6
		01	2
		01	1
		01	1
		00	
		00	
		01	2
		01	3
		01	7
		01	8
67			

Начало массы MK.

Номер перфорации	Правый	Порядок	Масса
67		01	1
		01	1
		01	1
		01	2
		01	1
		01	1
		01	6
		01	1
		00	
		02	8
68		01	2
		01	1
		01	1
		01	1
		01	1
		01	1
		01	6
		01	2
		00	
		03	12
69		01	2
		01	6
		01	2
		01	5
		01	5
		01	2
		01	8
		01	3
		03	
		03	25

Продолжение массы MK.

Номер перфорации	Правый	Порядок	Масса
70		01	5
		01	6
		01	2
		01	2
		01	6
		01	2
		01	6
		01	4
		00	
		03	33
71		01	5
		01	5
		01	1
		01	1
		01	5
		01	7
		01	4
		01	5
		00	
		03	28
72		01	1
		01	6
		01	1
		01	5
		01	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	6
		03	24

Продолжение массы MK.

Номер перфорации	Правый	Порядок	Масса
73		01	1
		01	4
		01	2
		01	3
		01	4
		01	2
		01	3
		01	7
		00	
		03	26
74		01	3
		01	4
		01	2
		01	1
		01	4
		01	2
		01	3
		01	6
		00	
		03	3
75		01	3
		01	3
		01	2
		01	4
		01	3
		01	2
		01	5
		01	8
		00	
		03	12

Продолжение таблицы МК

Номер задания	Порядок	Матрица	Диагональ	
			Диагональ	Порядок
76	01	4		
	01	3		
	01	2		
	01	3		
	01	3		
	01	2		
	01	5		
	02	1		
	00			
	03	15		
77	01	3		
	01	3		
	01	1		
	01	2		
	01	2		
	01	1		
	01	9		
	02	11		
	01	1		
	03	13		
78	01	2		
	01	2		
	01	1		
	01	3		
	01	2		
	01	1		
	01	9		
	02	12		
	01	1		
	00	209		

Продолжение таблицы МК

Номер задания	Порядок	Матрица	Диагональ	
			Диагональ	Порядок
79	01	2		
	01	7		
	01	1		
	01	4		
	01	7		
	01	1		
	02	1		
	02	13		
	00			
	03	17		
80	01	4		
	01	7		
	01	1		
	01	2		
	01	7		
	01	1		
	02	1		
	02	14		
	00			
	03	16		
81	01	4		
	02	1		
	01	2		
	01	6		
	02	1		
	01	2		
	01	6		
	01	9		
	00			
	02	15		

Продолжение таблицы МК

Номер задания	Порядок	Матрица	Диагональ	
			Диагональ	Порядок
82	01	6		
	02	1		
	01	2		
	01	4		
	02	1		
	01	2		
	01	6		
	02	1		
	00			
	03	16		
83	01	3		
	01	8		
	01	1		
	01	2		
	01	2		
	01	1		
	01	1		
	01	4		
	02	17		
	00			
03	19			
84	01	2		
	01	2		
	01	1		
	01	3		
	01	2		
	01	1		
	01	4		
	02	18		
	00			
	03	26		

Окончание таблицы МК

Номер задания	Порядок	Матрица	Диагональ	
			Диагональ	Порядок
85	01	4		
	01	9		
	01	1		
	01	6		
	01	9		
	01	1		
	01	7		
	02	19		
	01	1		
	02	25		
86	01	6		
	01	9		
	01	1		
	01	4		
	01	9		
	01	1		
	01	7		
	02	2		
	01	1		
	02	6		

После ввода в ЭВМ приготовленной рабочей колоды перфокарт идет счет, основанный на использовании матрицы $I\bar{Z}$ (см. гл. 8). Эта матрица обычно не выдается на печать ЭВМ, хотя может представлять и самостоятельный интерес. Для рассматриваемого конкретного примера энергосистемы матрица $I\bar{Z}$ имеет семь строк и столбцов (по числу подстанций энергосистемы) и может быть выдана на печать ЭВМ типа М-222 программой "диспетчером" в виде табл. 7-5 (при этом строки матрицы напечатаны как столбцы).

Содержащуюся в матрице $I\bar{Z}$ информацию можно пояснить на примере шестого элемента первой строки напечатанной таблицы $I\bar{Z}$. Этот элемент $I\bar{Z} [6, I] = I303, 96I2$ содержит:

- число тысяч - I (элемент матрицы ПШ);
- число сотен - 3 (элемент матрицы ИП);
- число единиц - 3,96I2 (элемент матрицы ПZ),

что означает: кратчайший путь электрического тока по ВЛ энергосистемы от подстанции 6 до подстанции I начинается с ВЛ I, состоит из трех ВЛ (как видно из табл. 7-5 и рис. 7-1, из ВЛ IO, 7, I) и имеет затухание 3,96I2 Нп на частоте 250 кГц.

Результаты анализа распределения частот энергосистемы АМОД-программой, выданные на широкую бумажную ленту ЭВМ типа М-222 приведены в табл. 7-6 и 7-7. Первое число в каждой из таблиц - расчетное значение коэффициента F.

Т а б л и ц а 7-5

+ _м 310161708м+04	+ _т .130396128м+04	+ _с .140643719м+04
+ _м 010092881м+04	+ _т .720227396м+04	+ _с .730477156м+04
+ _м 010620243м+04	+ _т .320272244м+04	+ _с .330321843м+04
+ _м 010744868м+04	+ _т .121007488м+05	+ _с .102032448м+05
+ _м 100000000м+05	+ _т .921100289м+04	+ _с .931429848м+04
+ _м 102110027м+05	+ _т .100000000м+05	+ _с .111010059м+05
+ _м 113142988м+05	+ _т .111010059м+05	+ _с .100000000м+05

Т а б л и ц а 7-6

для контрольного примера при $F = 4$

+ _м 13210230м+00	- _т .310678177м+01	- _с .329839707м+01
+ _м 13210230м+00	- _т .310678177м+01	- _с .329839706м+01
+ _м 000000000м+00	- _т .300000000м+01	- _с .300000000м+01
+ _м 356563507м+01	- _т .133436192м+01	- _с .456976203м+00
+ _м 130092940м+01	- _т .441197059м+01	- _с .304032509м+01
+ _м 000000010м+00	- _т .500000000м+01	- _с .215789473м+01
+ _м 000000000м+00	- _т .500000000м+01	- _с .215789473м+01
+ _м 130328123м+01	- _т .529671077м+01	- _с .259749102м+01
+ _м 000000000м+00	- _т .200000000м+01	- _с .102105263м+01
+ _м 704493283м+00	- _т .203550071м+01	- _с .645723333м+01
+ _м 776712409м+00	- _т .202520751м+01	- _с .656401175м+00
+ _м 000000000м+00	- _т .200000000м+01	- _с .102105263м+01

AM222 ВЕРСИЯ 2v.01.73
01-01-1973г*09-00г
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ ВЧ КАНАЛОВ
<ВРЕМЯ0000
<880012

Результаты счета на ЭМ типа М-222

*.000000000000=00 К.С.1000000000000000
*.900000000000=+01 +.100000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.507060314631464
*.100000000000=+02 +.900000000000=+01 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.507060314631464
*.100000000000=+02 +.140000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.510271402304774
*.100000000000=+02 +.140000000000=+02 +.100000000000=+01 +.700000000000=+01
К.С.510151462304774
*.100000000000=+02 +.100000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.5107260000000000
*.110000000000=+02 +.150000000000=+02 +.100000000000=+01 +.700000000000=+01
К.С.411374100225631
*.110000000000=+02 +.170000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.411043500157656
*.110000000000=+02 +.170000000000=+02 +.100000000000=+01 +.200000000000=+01
К.С.411703500157655
*.120000000000=+02 +.170000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.507060614233621
*.120000000000=+02 +.170000000000=+02 +.100000000000=+01 +.200000000000=+01
К.С.510016230612572
*.120000000000=+02 +.170000000000=+02 +.100000000000=+01 +.300000000000=+01
К.С.510254230612572
*.120000000000=+02 +.180000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.411765774226041
*.120000000000=+02 +.180000000000=+02 +.100000000000=+01 +.700000000000=+01
К.С.410257712541013
*.130000000000=+02 +.140000000000=+02 +.100000000000=+01 +.200000000000=+01
К.С.510604332041020
*.140000000000=+02 +.180000000000=+02 +.100000000000=+01 +.100000000000=+01
К.С.410277410677767

Т а б л и ц а 7-7

для контрольного примера при $F = 0$

$+_{\Delta}0000000000m-00$	$-.4500000000m+01$	$-.1333333333m+01$
$+_{\Delta}0000000000m-00$	$-.4500000000m+01$	$-.1333333333m+01$
$+_{\Delta}613218230m-00$	$-.418678177m+01$	$-.961418654m+01$
$+_{\Delta}613218230m-00$	$-.418678177m+01$	$-.961418654m+01$
$+_{\Delta}0000000000m-00$	$-.4500000000m+01$	$-.1333333333m+01$
$+_{\Delta}356583807m+01$	$-.233436192m+01$	$-.117679208m+01$
$+_{\Delta}138892940m+01$	$-.542107859m+01$	$-.823674614m+01$
$+_{\Delta}138892940m+01$	$-.542107859m+01$	$-.823674614m+01$
$+_{\Delta}0000000000m-00$	$-.6800000000m+01$	$-.326315790m+00$
$+_{\Delta}0000000000m-00$	$-.6800000000m+01$	$-.326315790m+01$
$+_{\Delta}0000000000m-00$	$-.6800000000m+01$	$-.326315790m+01$
$+_{\Delta}150328123m+01$	$-.529671877m+01$	$-.696591287m+01$
$+_{\Delta}150328123m+01$	$-.529671877m+01$	$-.696591287m+00$
$+_{\Delta}1600000000m-00$	$-.3900000000m+01$	$-.323686210m+01$
$+_{\Delta}764493285m+00$	$-.393530471m+01$	$-.754854700m+01$

О к о н ч а н и е т а б л и ц и 7-7

+ Δ 774712489м+00	-.302528751м+01	-.347701257м+01
+ Δ 000000000м+00	-.399000000м+01	-.323664210м+01
+ Δ 100000000м+01	-.280000000м+01	-.389999999м+01
+ Δ 100000000м+01	-.280000000м+01	-.189999999м+01
+ Δ 000000000м+00	-.450000000м+01	-.600000000м+01
+ Δ 000000000м+00	-.450000000м+01	-.133333333м+01
+ Δ 100120990м+01	-.359871001м+01	-.384040701м+01
+ Δ 100120990м+01	-.359871001м+01	-.484040701м+01
+ Δ 000000000м+00	-.450000000м+01	-.133333333м+01
+ Δ 129478329м+01	-.150523071м+01	-.125203461м+01

РАБУТЫ

<A1>	000	0000	0000	0000	-.000м-30
<A2>	030	1130	0107	0000	+.073м-00
<A3>	000	0000	0000	0000	+.000м-30
ВРЕМЯ	144	0000	0000	0131	+.090м+02
ЗАЯВКА	108	7777	2436	0000	-

- время счета 89 с.

Проведем анализ табл. 7-6 и 7-7.

Строки 2,3,9,10,14,22,25,26 табл.7-6 отсутствуют в табл.7-7; строка 19 табл.7-7 отсутствует в табл.7-6. Остальные строки табл. 7-6 и 7-7 находятся во взаимно-однозначном соответствии, причем элементы первых пяти столбцов совпадают, а элементы шестых столбцов различаются на величину запаса по перекрываемому затуханию (I Ип в рассматриваемом примере), который не учитывается в табл. 7-6 и учитывается в табл.7-7, снижая тем соотношение сигнал-помеха на входе приемника. Как следствие, в табл.7-7 получены меньшие значения дефицита разности частот мешающего передатчика и подверженного селективной помехе приемника.

В частности, строки 5,12 табл.7-7 дают значение $\sim 0,46$ кГц для дефицита разности частот ВЧ каналов II и I3, I4 и I0. Этот дефицит меньше 1 кГц; поэтому с ним можно не считаться, ибо частота канала должна равняться целому числу килогерц.

В табл.7-6 и 7-7 выданы строки (с номерами 6,2I и 4,16 соответственно), указывающие на неправильную работу переприема без смены частот на подстанции 4: переходное затухание от выхода передатчика переприема до входа приемника переприема равно 0, так что сигнал, усиленный аппаратурой переприема, попадает на вход усилителя со слишком высоким уровнем; возможно самовозбуждение усилителя. Для предотвращения этого эффекта следует на подстанции 4 расширить полосу заградителя ВЧ заградителей ВД I0 в область низких частот и установить ВЧ заградители на ВД : 3, западающие частоту переприемного канала связи.

В табл.7-6 и 7-7 выданы строки из двух цифр, указывающие на недопустимость работы передатчиков II, I7 и I2, I8 на один фильтр присоединения, так как при имеющихся разностях частот I0 и II кГц соответственно возможна анодная модуляция передатчиков.

Если уровень приема выше минимального на величину запаса по перекрываемому затуханию (табл.7-7), то затруднено обеспечение работоспособности ВЧ каналов, т.е. превышение этого уровня рабочим сигналом. Это иллюстрируется строкой 19 табл.7-7 (соответствующей строки нет в табл.7-6, полученной при неучете запаса; $F=0$, уровень приема равен минимально допустимому по отстройке от распределенной помехи коронирования ВД рассматриваемого класса напряжения): совпадают числа в первом и втором, третьем и четвер-

том столбцах этой строки. Канал 19 неработоспособен, несмотря на низкую рабочую частоту 85 кГц (седьмой элемент 19-й строки в табл.7-7), ибо велико затухание вдоль ВЛ 9, равное 2,899 Нд (длительное число 19-й строки). Для ВЧ канала 20, работающего по той же ВЛ 9 на частоте 60 кГц, затухание меньше, так что его неработоспособность не фиксируется АЛГОЛ-программой.

Если уровень приема равен минимальному (табл.7-6) по отстройке от помех коронирования, то работоспособность устанавливается АЛГОЛ-программой для всех ВЧ каналов рассматриваемого примера расчета, но каналы оказываются более чувствительными к селективным помехам. Это иллюстрируется строками 2,3,9,10,14,22, 25,26 табл.7-6, которых нет в табл.7-7. Например, 14-я строка устанавливает дефицит разнеса частот ВЧ каналов 12,18, равный 0,966 кГц. Этим дефицитом, меньшим 1 кГц, можно пренебречь. То же относится к 10-й строке табл.7-6.

Г л а в а 8. МЕТОДИКА И АЛГОРИТМ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Методика выбора частот с помощью ЭВМ отличается от изложенной в гл.1 методики выбора частот, хотя расчетные формулы для переходных затуханий и численные параметры подстанций, ВЛ и аппаратуры ВЧ связи примерно одинаковы и те же.

Отличие велико уже в задании исходного материала для энергосистемы и каналов связи: схема энергосистемы и график частот, используемые при выборе частот вручную, не привлекаются при использовании ЭВМ; однако остаются таблицы, приведенные в гл.5.

В ч.1 Руководящих указаний не упоминается нахождение пути распространения мешающего сигнала от передатчика к подверженному помехе приемнику; при использовании методики ч.1 этот путь не

требуется запоминать, поскольку она ваден по схеме энергосистемы.

Программа алгоритмически находит кратчайший путь в энергосистеме между любыми двумя точками, хранит в памяти ЭВМ все такие кратчайшие пути и для заданной частоты мешающего сигнала вычисляет затухание вдоль этого пути.

Малоэффективным было бы обращение к ЭВМ для проверки лишь одной пары ВЧ каналов, поэтому программа предусматривает (в отличие от методики ч. I) анализ перекрестных помех всей совокупности каналов связи энергосистемы за один выход на ЭВМ.

Программа, осуществляющая указанные функции (см. также 6. I), составлена на языке АЛГОЛ-60, поэтому положенная в основу программы методика излагается ниже как совокупность выражений на языке АЛГОЛ.

8. I. Матрицы числового материала для анализа распределения частот в энергосистеме

Расчеты переходных затуханий и сопоставление рабочего сигнала с селективной помехой на входе приемников осуществляются по формулам, приведенным в 5. 4, и основываются на общих (не зависящих от конкретной энергосистемы и структуры каналов связи) данных о типах ВЧ аппаратуры, приведенных в 5. 3, а также сведениях о типах подстанций и ВЛ, перечисленных в 5. 2. Конкретизация энергосистемы и каналов связи, для которых выполняется распределение частот, осуществляется при составлении матриц, указанных в 5. I. Весь используемый числовой материал представлен в гл. 5 в виде таблиц.

Матрицы $ML, MK, OB, EM, ZШ$ составляются из целых (INTEGER) чисел, а матрицы $AP, K1, K2$ - из вещественных (REAL) чисел. Все указанные матрицы являются массивами (ARRAY), т. е. прямоугольными числовыми таблицами. При этом $K1$ - это матрица-строка из 12 вещественных чисел, что обозначается так: REAL ARRAY K1[1:12].

Остальные матрицы числового материала двумерные и обозначаются:

- REAL ARRAY K2[1:6, 1:4] - это матрица, у которой номера строк изменяются от 1 до 6 и номера столбцов - от 1 до 4, а все элементы матрицы - вещественные числа;

- INTEGER ARRAY $ML[1:L, 1:10]$ - матрица, у которой номера строк изменяются от 1 до числа L и номера столбцов - от 1 до 10, а все элементы матрицы - целые числа; в описание входят также матрицы:

- INTEGER ARRAY $MK[1:6, 1:10]$, $ЭМ[1:8, 1:3]$,
OB $[1:A, 1:2]$, $ZШ[1:6, 1:6]$; REAL ARRAY $АП[1:20, 1:14]$;

Можно использовать любой элемент матрицы как отдельное число. Для этого указывается название матрицы и индексы (номера строки и столбца, конкретизирующие положение в матрице) рассматриваемого элемента. Ниже приводятся примеры такого использования.

Выражение $ML[L, 2]$ обозначает элемент L -й строки и второго столбца матрицы ML (см. табл. 5-1), т.е. класс напряжения L -й ВЛ (в соответствии с табл. 5-6).

При вызове элемента матрицы MK , находящегося на пересечении $У$ -й строки и 10-го столбца, записывают $MK[У, 10]$ и получают (см. табл. 5-2) частоту $У$ -го канала связи (в кГц).

При использовании элемента матрицы $ZШ$, находящегося на пересечении второй строки и третьего столбца, пишут $ZШ[2, 3]$ и получают (см. табл. 5-7) переходное затухание через шны подстанции с ВЛ второго класса напряжения (110 кВ) на ВЛ третьего класса напряжения (220 кВ).

Если $L1$ -я и $L2$ -я ВЛ подведены к одной подстанции, то вносимое ею в сквозной ВЛ тракте затухание равно элементу матрицы $ZШ$:

$$T = ZШ[ML[L1, 2], ML[L2, 2]] \quad (8-1)$$

В формуле (8-1) и последующих использовано то, что элементы матрицы ML и MK - целые числа, так что могут служить индексами элементов матриц $ZШ$ и $АП$, $K1$ и $K2$.

Аналогично при расчете затухания, вносимого в $У$ -й канал связи L -й линией электропередачи, используется выражение:

$$\begin{aligned} & (K1[ML[L, 7]] \times \text{SQRT}(MK[У, 10])) + \\ & + K2[ML[L, 2], ML[L, 8]] \times MK[У, 10] \times ML[L, 1] \times 0.001, \end{aligned} \quad (8-2)$$

эквивалентное первому слагаемому формулы (5-4).

При расчете помех передаче и приему ВЛ каналов связи, основанном на формулах (5-7)-(5-II), уровень помехи $K_{пер}$ ψ -го канала связи можно обозначить с помощью выражения

$$AP [MK[\psi, 7], 1], \quad (8-9)$$

не требующего дополнительных пояснений и удобного для арифметических операций.

8.2. Схема энергосистемы и ее задание матрицами инцидентий

Две подстанции энергосистемы называются инцидентными, если они связаны ВЛ. Линия электропередачи, заходящая на подстанцию, называется инцидентной этой подстанции.

По схеме энергосистемы можно установить все соотношения инцидентности для ее подстанций и ВЛ. Если заданы все соотношения инцидентности ВЛ с подстанциями, то можно восстановить (в основном) схему энергосистемы.

В табл. 5-I для каждой ВЛ заданы номера конечных (инцидентных ей) подстанций - элементы 9-го и 10-го столбцов матрицы ML . Содержащаяся в 9-м и 10-м столбцах матрицы ML информация эквивалентна заданию схемы энергосистемы.

Из вычерченной схематической схемы энергосистемы при выборе частот наглядно получаются все соотношения инцидентности, причем для любых двух подстанций энергосистемы непосредственно со схемы воспринимается информация:

- о кратчайшем пути между этими подстанциями по ВЛ и линиям подстанций энергосистемы;
- о количестве ВЛ, составляющих этот путь;
- о слагаемых, составляющих затухание вдоль кратчайшего пути на рассматриваемой частоте.

Аппарат матриц инцидентий позволяет получить ответы на те же вопросы алгоритмически, без использования наглядности и интуиции. В настоящем разделе рассматривается вопрос о количестве ВЛ и составляется выражение на языке АЛГОЛ, дающее ответ на этот вопрос.

Исходной является матрица инцидентий подстанций INTEGER ARRAY $IO[1:P, 1:P]$, которая составляется по следующему правилу:

$IO[\underline{Ш}, \underline{Ш}] = \begin{cases} 1, & \text{если } \underline{Ш}\text{-я и } \underline{Ш}\text{-я подстанции инцидентны;} \\ 0, & \text{если } \underline{Ш}\text{-я и } \underline{Ш}\text{-я подстанции неинцидентны.} \end{cases}$
 Диагональные элементы матрицы IO принимаются равными минус IO .
 Используем принятый в языке АЛГОЛ оператор цикла

FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO ... ,

который означает: для каждого целочисленного значения параметра $\underline{Ш}$, от значения 1 и до значения, равного числу подстанций P , выполняется оператор, стоящий на месте многоточья.

Получаем на языке АЛГОЛ алгоритм составления матрицы IO :

FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO

FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO

IF Ш=Ш THEN IO[Ш,Ш]=-100 ELSE IO[Ш,Ш]=0;

FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO (8-4)

IO[ML[C,9],ML[C,10]]:=IO[ML[C,10],ML[C,9]]:=1.

Нули матрицы IO означают, что соответствующие подстанции разделены минимум двумя ВЛ.

От IO перейдем к матрице $ИП$, которая составляется по следующему правилу: $ИП[\underline{Ш}, \underline{Ш}] = N$, если $\underline{Ш}$ -я и $\underline{Ш}$ -я подстанции разделены минимум $N - ВЛ$. Для $N=1$ соответствующие элементы матрицы $ИП$ - это элементы матрицы IO , равные единице.

Дальнейшее заполнение элементов матрицы $ИП$ осуществляется в порядке возрастания значений этих элементов. Пусть задано целое число $N \geq 1$ и, предположим, в матрицу $ИП$ занесены все элементы, не превосходящие число N . Ниже излагается способ заполнения элементов матрицы $ИП$, равных $N + 1$ (способ математической индукции).

При индукции по параметру N (при любом значении N) заполнению подлежат элементы матрицы $ИП$, пока равные нулю. Для под-

станций с номерами \mathcal{W} и \mathcal{U} равенство $\text{ИП}[\mathcal{W}, \mathcal{U}] = N + 1$ возможно в том и только в том случае, если существует подстанция номер \mathcal{U} , инцидентная подстанции номер \mathcal{W} и удаленная от подстанции номер \mathcal{W} на N ВЛ.

Изложенный алгоритм можно записать на языке АЛГОЛ:

```
FOR  $\mathcal{W}:=1$  STEP 1 UNTIL 3 DO  
FOR  $\mathcal{W}:=1$  STEP 1 UNTIL P DO  
FOR  $\mathcal{U}:=1$  STEP 1 UNTIL P DO  
  IF  $\text{ИП}[\mathcal{W}, \mathcal{U}] = 0$  THEN  
    BEGIN FOR  $\mathcal{U}:=1$  STEP 1 UNTIL P DO  
      IF ( $\text{ИП}[\mathcal{W}, \mathcal{U}] = \mathcal{W}$ ) AND ( $\text{ИП}[\mathcal{U}, \mathcal{U}] = 1$ )  
        THEN  $\text{ИП}[\mathcal{W}, \mathcal{U}] := \mathcal{W} + 1$ ;  
    END;
```

(8-5)

Параметр \mathcal{W} , первого цикла выражения (8-5) ограничен значением 3, и этот параметр означает число ВЛ, разделяющих подстанции. Цель ограничения - исключить из рассмотрения пары подстанций, удаленных одна от другой более чем на четыре ВЛ. Такое исключение означает допустимость повторения частот на подстанциях с указанным пространственным разнесом.

8.3. Принцип перебора точек энергосистемы и каналов связи

Между точками энергосистемы, принадлежащими разным ВЛ на одной подстанции, может быть ненулевое переходное затухание, поэтому такие точки при расчете переходных затуханий следует различать. Более того, для пары точек энергосистемы, принадлежащих одной ВЛ и одной подстанции, переходное затухание отлично от нуля, если фазы не совпадают. Следовательно, точка в энергосистеме при расчете переходных затуханий характеризуется тремя координатами: {номер подстанции, номер ВЛ, номер фазы}.

Из табл. 5-2 видно, что первые три столбца матрицы МК дают тройку координат точки подключения передатчика каждого канала связи, а вторые три столбца матрицы МК - тройку координат точки подключения приемника для всех каналов связи в энергосистеме.

Различение фаз должно осуществляться лишь при совпадении у пары точек номеров подстанций и классов напряжений пары ВЛ, которым принадлежат точки. В остальных случаях пара точек энергосистемы характеризуется номерами ВЛ и подстанций. Таких случаев большинство, и для них алгоритм расчета переходного затухания (на дальнем конце) иной, чем при совпадении номеров подстанций (на ближнем конце).

Пусть \mathbb{W} - номер ВЛ, тогда $ML[\mathbb{W}, 9]$ и $ML[\mathbb{W}, 10]$ - номера инцидентных этой ВЛ подстанций. Для одного конца ВЛ получаем пару координат без учета фазы:

{номер подстанции $ML[\mathbb{W}, 9]$, номер ВЛ \mathbb{W} }.

для другого конца ВЛ получаем пару координат без учета фазы:

{номер подстанции $ML[\mathbb{W}, 10]$, номер ВЛ \mathbb{W} }.

Если X - номер подстанции, причем $X \neq ML[\mathbb{W}, 9]$, $X \neq ML[\mathbb{W}, 10]$, то точка энергосистемы с координатами $\{X, \mathbb{W}\}$, с одной стороны, принадлежит ВЛ номер \mathbb{W} , а с другой - не принадлежит на одному ее концу. Это противоречие означает бессмысленность пары координат $\{X, \mathbb{W}\}$.

Если осуществить перебор всех ВЛ в энергосистеме - от 1-й до L -й - и для каждой ВЛ поочередно рассмотреть оба ее конца

FOR $\mathbb{W}:=1$ STEP 1 UNTIL L DO

FOR $\mathbb{U}:=ML[\mathbb{W},9], ML[\mathbb{W},10]$ DO ..., (8-6)

то записанная пара циклов переберет все точки энергосистемы (без различения фаз) по одному разу. При этом не возникнет бессмысленных пар координат.

Перебор всех пар точек в энергосистеме осуществляет получае-
мая из выражения (8-6) четверка циклов:

FOR $\Phi:=1$ STEP 1 UNTIL L DO

FOR $X:=ML[\Phi,9], ML[\Phi,10]$ DO

FOR $\mathbb{U}:=1$ STEP 1 UNTIL L DO

FOR $\mathbb{U}:=ML[\mathbb{U},9], ML[\mathbb{U},10]$ DO

IF $ABS(ИП[X,\mathbb{U}]) > 0.1$ THEN

BEGIN ... (8-7)

Условный оператор

IF $ABS(ИП[X;\mathbb{U}]) > 0.1$ THEN ...

исключает из перебора пары точек, разделенные более чем четырьмя ВЛ (в соответствии с (8-5) для таких пар точек $ИП[X,\mathbb{U}] = 0$). Для пар точек с совпавшими номерами подстанций имеем $ИП[X,\mathbb{U}] = -100$ в соответствии с (8-4), так что условие (8-7) выполнено.

Программа осуществляет следующие операции:

а) в цикле по \mathbb{W} от 1 до G для каждого передатчика номер \mathbb{W} устанавливается его принадлежность точке энергосистемы с координатами

{номер подстанции X, номер ВЛ Φ };

б) в цикле по \mathbb{U} от 1 до G для каждого приемника номер \mathbb{U} ,

устанавливается его принадлежность точке энергосистемы с координатами

{ номер подстанции \mathcal{U} , номер ВЛ \mathcal{U} }.

Этот перебор пар передатчик - приемник, подключенных в заданной заранее паре точек энергосистемы, осуществляется следующим выражением на языке АЛГОЛ:

FOR $\mathcal{W}:=1$ STEP 1 UNTIL G DO

FOR $\mathcal{U}:=1$ STEP 1 UNTIL G DO

BEGIN $B:=(MK[\mathcal{W},1]=X) \text{ AND } (MK[\mathcal{W},2]=\Phi)$

AND $(MK[\mathcal{U},4]=\mathcal{U}) \text{ AND } (MK[\mathcal{U},5]=\mathcal{U});$

IF $B=TRUE$ THEN

BEGIN ...

(8-8)

Общее количество пар передатчик - приемник равно G^2 , и из этого большого количества принятое в выражении (8-8) условие принадлежности \mathcal{W} -го передатчика точке энергосистемы с координатами $\{X, \Phi\}$ и принадлежности \mathcal{U} -го приемника точке энергосистемы с координатами $\{\mathcal{U}, \mathcal{U}\}$ удовлетворяется незначительным (для большинства случаев равным нулю или единице) количеством пар каналов связи: \mathcal{W} -го и \mathcal{U} -го.

Для пар каналов, удовлетворяющих условию (8-8), выдвигается дополнительное условие - разнос частот этих каналов должен быть мал:

$I:=MK[\mathcal{W},10]; D:=MK[\mathcal{U},10]; M:=MK[\mathcal{U},7];$

$B:=(ABS(I-D)<0.12 \times D) \text{ AND } (ABS(I-D)<AP[M,14]);$

IF $B = \text{TRUE}$ THEN

BEGIN ...

(8-9)

Условие (8-9) исключает из рассмотрения, в частности, пары каналов связи с разностью частот свыше 20 кГц.

8.4. Нахождение кратчайшего пути между двумя подстанциями энергосистемы

Формулы для приближенного расчета помех передаче и приему, возникающих при совместной работе каналов связи в энергосистеме, основаны на следующем приближенно оправданном допущении: общее затухание ВЧ тракта есть сумма затуханий, вносимых элементами тракта. При этом суммирование производится по всем элементам, составляющим кратчайший путь от точки подключения передатчика до точки подключения приемника, а вносимые отдельными элементами тракта переходные затухания вычисляются независимо одно от другого.

Кратчайшие пути между всеми парами подстанций энергосистемы находим сравнением затуханий для частоты 250 кГц по всем возможным путям для каждой пары подстанций, составленным из минимально возможного количества ВЛ. Пути, составленные большим числом ВЛ, во внимание не принимаются. После нахождения кратчайшего для частоты 250 кГц пути между двумя подстанциями считаем этот путь кратчайшим и для остальных частот диапазона ВЧ связи по проводам ВЛ.

Выполняя указанные операции для всех пар подстанций, составляем матрицу REAL ARRAY $PZ [1:P, 1:P]$. Элемент $PZ[\mathcal{P}1, \mathcal{P}2]$ этой матрицы равен переходному затуханию (дБ) на частоте 250 кГц между $\mathcal{P}1$ -й и $\mathcal{P}2$ -й подстанциями по кратчайшему пути, связывающему их в энергосистеме.

Порядок нахождения кратчайших путей соответствует порядку заполнения матрицы ИП посредством индукции по параметру N , который равен числу ВЛ на кратчайшем пути - (8-5). Если найдены кратчайшие пути для пар подстанций, разнесенных на N ВЛ, то для

пары подстанций $P1$ -й и $P2$ -й, такой, что $ИП[P1, P2] = N+1$, $N+1 < 4$, сравниваются (по значению затухания на частоте 250 кГц) соединяющие их пути протяженностью в $N+1$ вл.

При составлении матрицы PZ используются подпрограммы (процедуры-коды, рассматриваемые в разд.8-II):

`COD ('ZBZ', MET5, MET6);`

`COD ('ZBZ', MET7, MET8),`

из которых первая выполняет расчет переходного затухания Z , вносимого подстанцией в ВЧ тракт, а вторая - расчет переходного затухания W , вносимого ВЛ. Отметим, что используемых процедур-кодов нет в "Официальном сообщении о языке АЛГОЛ-60" [Л.18], но они введены во входной язык транслятора ТА-2М для ЭВМ типа М-20. Смысл процедур-кодов 'ZBZ' - запись передачи управления, которой нет в языке АЛГОЛ-60, но которая упрощает использование подпрограмм.

Составление матрицы PZ начинается с обращения ко второй процедуре-коду:

`FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO`

`FOR Щ:=1 STEP 1 UNTIL P DO`

`IF Ш≠Щ, THEN $PZ[Ш,Щ]:=77$ ELSE $PZ[Ш,Щ]:=0$;`

`I:=250;`

`FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO`

`BEGIN $COD('ZBZ', MET7, MET8)$;`

`$PZ[ML[C,9], ML[C,10]]:=PZ[ML[C,10], ML[C,9]]:=W$`

`END;`

(8-10)

Оператор, даваемый выражением (8-10), осуществляет заполнение тех элементов матрицы ПЗ, которым в матрице ИП соответствуют элементы, равные единице.

Когда закончено заполнение тех элементов матрицы ПЗ, которым соответствуют в матрице ИП элементы, равные $\underline{1}$, тогда по индукции совершаем переход к нахождению кратчайших путей, составленных из $\underline{1}$ +1 ВЛ. По аналогии с (8-5) составляется выражение на языке АЛГОЛ

FOR $\underline{Ш}:=1$ STEP 1 UNTIL 3 DO

FOR $\underline{Ш}:=1$ STEP 1 UNTIL P DO

FOR $\underline{Ч}:=1$ STEP 1 UNTIL P DO

IF $\text{ABS}(\text{ПЗ}[\underline{Ш},\underline{Ч}]-77)<0.1$ THEN

BEGIN FOR $\underline{Ц}:=1$ STEP 1 UNTIL P DO

IF $(\text{ИП}[\underline{Ш},\underline{Ц}]=\underline{Ш})$ AND $(\text{ИП}[\underline{Ц},\underline{Ч}]=1)$ THEN

BEGIN . . .

(8-11)

В выражении (8-11) многоточием заменен оператор, добавляющий к затуханию ВЛ тракта от подстанции номер $\underline{Ш}$ до подстанции номер $\underline{Ц}$, (по предположению математической индукции, затухание этого тракта из $\underline{Ш}$ ВЛ известно и равно элементу $\text{ПЗ}[\underline{Ш},\underline{Ц}]$) затухание, вносимое подстанцией номер $\underline{Ц}$, и ВЛ, связывающей подстанцию с номерами $\underline{Ц}$, и $\underline{Ч}$.

Результат такого добавления - затухание вдоль одного из путей, имеющего $\underline{Ш}+1$ ВЛ и связывающего подстанции $\underline{Ш}$ и $\underline{Ч}$, срав-

живается с содержанием ячейки $PZ[\psi, \varphi]$ в памяти ЭВМ. Если число в ячейке больше результата последнего расчета, то этот результат записывается в память ЭВМ на место числа в ячейке $PZ[\psi, \varphi]$, в противном случае результат последнего расчета отбрасывается и в ячейке $PZ[\psi, \varphi]$ остается ранее найденное значение затухания вдоль другого пути, связывающего подстанции номер ψ и φ .

После перебора всех путей, составленных из $\psi+1$ ВЛ, в ячейке $PZ[\psi, \varphi]$ окажется число, равное минимальному значению затухания вдоль кратчайшего из рассматриваемых путей.

8.5. Хранение в памяти ЭВМ всех кратчайших путей между подстанциями энергосистемы

Для запоминания всех кратчайших путей между подстанциями энергосистемы и восстановления из памяти ЭВМ любого такого пути используется следующий принцип.

В кратчайшем пути между подстанциями R и Q любая его часть, ограниченная подстанциями S и T , - кратчайший путь между этими подстанциями.

Если, например, подстанции R и S совпадают, а подстанции T и Q инцидентны, то часть кратчайшего пути, ограниченная подстанциями R и T , - это кратчайший путь между начальной подстанцией R и промежуточной T ; его протяженность на одну ВЛ меньше длины исходного кратчайшего пути между подстанциями R и Q .

Если, наоборот, известен номер ВЛ, связывающей подстанции T и Q , причем эта ВЛ первая на кратчайшем пути от подстанции Q до подстанции R , то для продолжения кратчайшего пути достаточно знать номер ВЛ, первой на кратчайшем пути от подстанции T до подстанции R .

Таким образом, вместо запоминания всех кратчайших путей в энергосистеме достаточно запомнить номера ВЛ, с которых начинаются эти пути, и воспользоваться методом индукции.

Составим матрицу INTEGER ARRAY ПШ[1:P, 1:P]

по следующему правилу: значение элемента $\Pi\text{Ш}[R, Q]$ принимается равным номеру ВЛ, с которой начинается кратчайший путь от подстанции Q до подстанции R .

Для ВЛ, номер которой равен числу $\Pi\text{Ш}[R, Q]$, подстанция Q является одной из концевых. Номер T другой концевой подстанции можно вычислить по формуле

$$T := \text{ML}[\Pi\text{Ш}[R, Q], 9] + \text{ML}[\Pi\text{Ш}[R, Q], 10] - Q; \quad (8-12)$$

Тогда элемент $\Pi\text{Ш}[R, T]$ рассматриваемой матрицы - это номер ВЛ, следующей на кратчайшем пути от подстанции Q до подстанции R . Такое продолжение кратчайшего пути можно повторять до тех пор, пока номер T подстанции не совпадет с номером R завершающей путь подстанции.

Выражения на языке АЛГОЛ

FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO

$$\Pi\text{Ш}[\text{ML}[C, 9], \text{ML}[C, 10]] := \Pi\text{Ш}[\text{ML}[C, 10], \text{ML}[C, 9]] := C \quad (8-13)$$

представляет оператор, который начинает составление матрицы $\Pi\text{Ш}$; дальнейшее заполнение элементов матрицы $\Pi\text{Ш}$ осуществляется методом математической индукции по параметру Ш , значение которого равно количеству ВЛ на кратчайшем пути, начинающемся ВЛ, номер которой дается этим элементом матрицы $\Pi\text{Ш}$.

Матрицы ИП , ПЗ , ПШ целесообразно заполнять одновременно. При этом используется сходство выражений (8-4) и (8-5) с выражениями (8-10) и (8-11), а также с парой выражений: (8-13) и формулой, завершающей составление матрицы $\Pi\text{Ш}$. Оператор, осуществляющий индукцию по параметру Ш , имеет такой окончательный вид:

FOR $\mathbb{M}:=1$ STEP 1 UNTIL 3 DO

FOR $\mathbb{W}:=1$ STEP 1 UNTIL P DO

FOR $\mathbb{Q}:=1$ STEP 1 UNTIL P DO

IF $\text{ABS}(\text{ПЗ}[\mathbb{W},\mathbb{Q}]-77)<0.1$ THEN

BEGIN FOR $\mathbb{U}:=1$ STEP 1 UNTIL P DO

IF $(\text{ИП}[\mathbb{W},\mathbb{U}]=\mathbb{M})$ AND $(\text{ИП}[\mathbb{U},\mathbb{Q}]=1)$ THEN

BEGIN $\text{C}:=\text{ПШ}[\mathbb{U},\mathbb{Q}]; \text{E}:=\text{ПШ}[\mathbb{W},\mathbb{U}];$

$\text{COD}('ZBZ', \text{MET}5, \text{MET}6);$

$\text{COD}('ZBZ', \text{MET}7, \text{MET}8);$

$\text{Y}:=\text{ПЗ}[\mathbb{W},\mathbb{U}]+Z+W;$

IF $\text{ПЗ}[\mathbb{W},\mathbb{Q}]>\text{Y}$ THEN

BEGIN $\text{ПЗ}[\mathbb{W},\mathbb{Q}]:=\text{Y}; \text{ПШ}[\mathbb{W},\mathbb{Q}]:=\text{C};$

IF $\text{ИП}[\mathbb{W},\mathbb{Q}]=0$ THEN

$\text{ИП}[\mathbb{W},\mathbb{Q}]:=\mathbb{M}+1$

END

END;

(8-14)

END;

8.6. Восстановление кратчайшего пути для заданной пары точек энергосистемы и вычисление затухания вдоль пути на рабочей частоте

Пусть зафиксирована пара точек энергосистемы:

- первая - с координатами
{ номер подстанции X , номер ВЛ Φ },
- вторая - с координатами
{ номер подстанции U , номер ВЛ Π },

причем установлено, что в первой точке подключен передатчик Π -го канала связи, а во второй - приемник Π -го канала связи. Пусть выяснено, что пространственный разнос точек в энергосистеме и разнос частот каналов невелики, так что в выражениях (8-8) и (8-9) имеем $B \equiv \underline{TRUE}$.

В этом случае необходимо вычислить уровень селективной помехи, создаваемой Π -м передатчиком на входе Π -го приемника, в частности, произвести расчет переходного затухания между указанными точками энергосистемы на рабочей частоте Π -го канала связи. В этом расчете используются матрицы $ИП$, $ПЗ$, $ПШ$.

При несовпадении номеров подстанций следует исключить из рассмотрения случаи переприема с прямым усилением (без смены частот), так как в этих случаях помехи нормальной работе могут создаваться лишь на промежуточной подстанции ($X=U$), где возможно самовозбуждение пары приемник - передатчик через шины подстанции. Указанное исключение будет достигнуто, если в случаях переприема без смены частот при несовпадении номеров подстанций принимается значение переходного затухания $U = 20$. Это осуществляется условным оператором:

```

IF  $X \neq \omega$  THEN
  BEGIN IF  $(MK[\omega, 8] \neq MK[\omega, 8]) \text{ OR } (\omega = \omega)$  THEN
    BEGIN ...
    END
    ELSE  $U := 20$  (8-15)
  END;

```

Многоточием в выражении (8-15) заменен оператор вычисления переходного затухания между парой точек энергосистемы. Этот оператор начинается с проверки, входят ли шины подстанции номер X в кратчайший путь между парой точек. Если они входят в этот путь, то в значение суммарного переходного затухания ВЧ тракта вносятся соответствующее слагаемое:

```

 $C := ПШ[\omega, X]; E := \Phi;$ 
IF  $\Phi \neq C$  THEN  $COD('ZBZ', MET 5, MET 6)$ 
  ELSE  $Z := 0;$ 
 $U := Z; F := X;$  (8-16)

```

Так учитывается переходное затухание подстанции на ближнем конце.

Далее на кратчайшем пути встречается ВЛ, которая рассматривается вместе со своей концевой подстанцией на дальнем конце. Это рассмотрение повторяется в цикле до тех пор, пока номер концевой подстанции не совпадет с часом ω , т.е. пока не будут пройдены все ВЛ на кратчайшем пути между рассматриваемыми точками. Номер очередной ВЛ получается как элемент матрицы $ПШ$ с соответствующими индексами, а номер концевой подстанции на дальнем конце этой ВЛ вычисляется по формуле (8-12). Выражение этого аналитического оператора:

```
МЕТ 3: COD ('ZBZ', МЕТ 7, МЕТ 8);  
      U := U + W; H := ML [C, 9] + ML [C, 10] - H;  
      IF H = 0 THEN  
      BEGIN E = C; C := ПШ [0, H];  
            COD ('ZBZ', МЕТ 5, МЕТ 6);  
            U := U + Z; GO TO МЕТ 3  
  
      END  
  
      ELSE  
  
      BEGIN IF C ≠ 0 THEN  
            BEGIN E = C; C := C;  
                  COD ('ZBZ', МЕТ 5, МЕТ 6);  
                  U := U + Z  
  
            END  
  
      END;                                     (8-17)  
  
      END;
```

Если номера подстанций совпадают ($X = 0$), то вместо выражений (8-15) - (8-17) - они заменены многоточием в нижеследующем выражении - осуществляется другой оператор:

IF X ≠ 0 THEN ... ELSE

BEGIN IF Φ = 0 THEN

BEGIN IF MK [Ш, 3] ≠ MK [Ш, 6] THEN

U := 2.75 - 0.25 × (4 - ML [Φ, 2]) ELSE U := 0

END

ELSE

BEGIN C := MK [Ш, 2]; E := MK [Ш, 5];

COD ('ZBZ', MET 5, MET 6); U := Z;

IF (MK [Ш, 3] ≠ MK [Ш, 6]) AND (ML [C, 2] = ML [E, 2])

THEN U := U + 1

END

(8-18)

END;

Выражением (8-18) охватываются все варианты расчета переходного затухания между точками одной подстанции: при совпадении и несовпадении классов напряжений, ВЛ и фаз, так что каждая точка задается не только номерами ВЛ и подстанций, но также номерами фаз, как указано в 8.3.

8.7. Анализ помех приему по кривым выбирательности приемников

Рассмотрим завершающий этап расчета мешающего сигнала на входе приемника, когда закончено вычисление переходного затухания U между точками подключения Ш-го передатчика и Ш-го приемника, причем расчетная частота - рабочая частота мешающего передатчика, и найден разнос частот Ш-го и Ш-го каналов:

Q := ABS (MK [Ш, 10] - MK [Ш, 10]).

Уровень помехи на входе приемника \mathbb{I} -го канала, создаваемой передатчиком \mathbb{I} -го канала, определяется по формуле (5-10) как разность уровня передачи \mathbb{I} -го канала и вычисленного переходного затухания:

$$(5.8 + (94.8 - 100 \times \text{АП}[\mathbb{I}, 3] + 5.2 \times \text{АП}[\mathbb{I}, 3] \uparrow 2) / 198) \times \text{АП}[\mathbb{I}, 9] + \text{АП}[\mathbb{I}, 1] \times (1 - \text{АП}[\mathbb{I}, 9]) - \mathbb{U} - 0.5 \times \text{ABS}(2 - \text{МК}[\mathbb{I}, 3]). \quad (8-19)$$

Последнее слагаемое учитывает ослабление сигнала, вызванное подключением передатчика к крайней фазе ВЛ.

Уровень помехи сравнивается с уровнем приема \mathbb{I} -го канала, уменьшенным на значение запаса по перекрываемому затуханию, с учетом гололеда:

$$\text{АП}[\mathbb{I}, 2] + 0.6 \times (5 - \text{ML}[\text{МК}[\mathbb{I}, 5], 2]) - \text{АП}[\mathbb{I}, 4] - \text{T}/2. \quad (8-20)$$

Разность чисел (8-20) и (8-19) дает минимальное значение отношения сигнал - помеха на входе приемника \mathbb{I} -го канала связи. Можно построить точку на плоскости, у которой ордината равна этой разности, а абсцисса - разности частот \mathbb{I} -го и \mathbb{I} -го каналов связи. Эту точку можно сопоставить с кривой избирательности приемника \mathbb{I} -го канала связи и проверить, лежит ли точка левее и ниже кривой избирательности или правее и выше кривой избирательности.

Обозначим через W разность выражений (8-20) и (8-19) и пересечем кривую избирательности приемника \mathbb{I} -го канала связи горизонталью, ордината точек которой равна W . Если эта горизонталь проходит выше или ниже всех точек на кривой избирательности приемника, заданных в соответствующей строке матрицы АП , то параметру V присваиваются следующие значения:

```

IF W > АП [МК [Ш, 7], 5] THEN V := 100 ELSE
BEGIN IF W < АП [МК [Ш, 7], 13] THEN V := -10 ELSE
      BEGIN ...
      (8-21)
  
```

Если горизонталь пересекает кривую избирательности приемника, заданную в строке матрицы АП, то абсцисса точки пересечения сравнивается с разностью частот Ш-го и Ш_г-го каналов связи.

В строке матрицы АП, соответствующей типу аппаратуры Ш_г-го канала связи, заданы пять точек кривой избирательности приемника, которые соединяются отрезками прямых, так что получается ломаная линия - приближенная кривая избирательности приемника. Горизонталь с ординатой W может пересечь лишь один отрезок прямой, составляющий ломаную линию. Для нахождения абсциссы точки пересечения необходимо предварительно уточнить порядковый номер этого отрезка, считая от первой точки на кривой избирательности. Пусть J-удвоенный порядковый номер отрезка прямой, с которым пересечется горизонталь. Тогда нахождение числа J и абсциссы точки пересечения выполняет следующее выражение:

$J := 0; K := MK[Ш, J];$

МЕТ 4: IF $W > AP[K, 7+J]$ THEN $V := Q - AP[K, 6+J] -$
 $-(W - AP[K, 5+J]) \times (AP[K, 8+J] -$
 $- AP[K, 6+J]) / (AP[K, 7+J] - AP[K, 5+J])$

ELSE

BEGIN $J := J + 2; \underline{GO TO}$ МЕТ 4

END.

(8-22)

В случае пере приема без смены частот, который выделяется соответствующим условным оператором, кривая избирательности приемника фактически не используется, поскольку разность частот равна нулю, но программа проверит выполнение следующего условия: минимальный уровень полезного сигнала на I,5 превосходит уровень помехи:

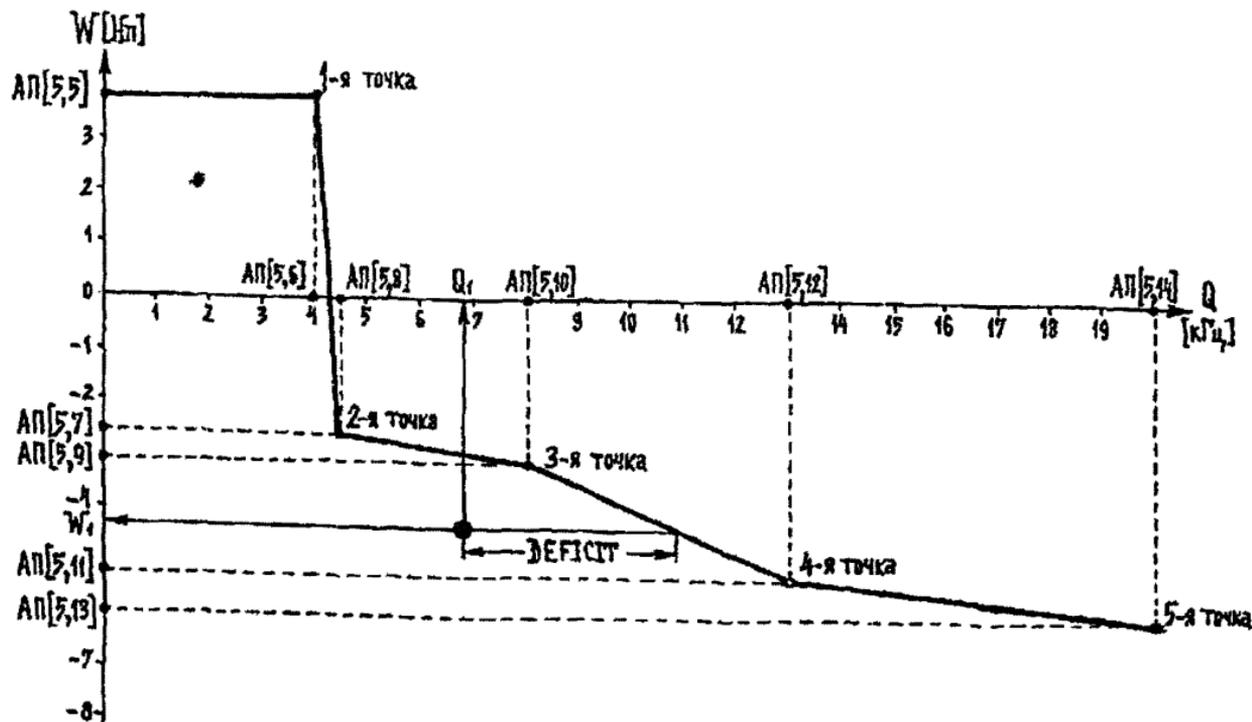


Рис. 8-1. Приближенная кривая избирательности приемника ВЧ аппаратуры типа АСК-РС, восстанавливаемая АЛГОЛ-программой по 5-й строке матрицы АП (см. табл. 5-II), и анализ помех приему для частного случая $W_1 = -4.2$; $Q_1 = 6.8$, изображенного точкой \bullet ; в этом частном случае $\gamma = 4$ в формуле (8-22) и дефицит разности частот $DEFICIT = \nu = -4$ кГц.

$$\begin{aligned} & \text{IF } (MK[\text{Ш}, 8] - MK[\text{Щ}, 8]) \text{ AND } (MK[\text{Ш}, 1] - MK[\text{Щ}, 4]) \\ & \text{THEN } V := W - 1.5; \end{aligned} \quad (8-23)$$

В выражении (8-22) величина V есть результат сравнения существующего разнеса частот Q каналов связи номер Ш и номер Щ , с минимально допустимым разнесом частот при заданном соотношении W сигнал - помеха. Если $V < 0$, то существующий разнос частот меньше минимально допустимого, поэтому помеха от Ш -го передатчика нарушит нормальную работу Щ -го приемника (рис.8-Г).

В формула (8-23) величина V имеет иной смысл и равна запасу переходного затухания между входом и выходом переприемного пункта. При $V < 0$ такого запаса недостаточно для нормального переприема, возможно самовозбуждение усилителя.

8.8. Анализ перекрестных помех передатчиков, работающих на общий фильтр присоединения

Расчет перекрестных помех передатчиков Ш -го и Щ -го каналов осуществляется, если эти передатчики работают параллельно на один кабель связи, т.е. выполнено условие совпадения номеров подстанций, ВЛ, фаз рассматриваемой пары точек энергосистемы:

$$\begin{aligned} & \text{IF } (\text{Ш} \neq \text{Щ}) \text{ AND } (0 = \text{ABS}(MK[\text{Ш}, 1] - MK[\text{Щ}, 1]) + \\ & + \text{ABS}(MK[\text{Ш}, 2] - MK[\text{Щ}, 2]) + \text{ABS}(MK[\text{Ш}, 3] - MK[\text{Щ}, 3])) \\ & \text{THEN } \dots \end{aligned} \quad (8-24)$$

В этом случае ставится вопрос об уровне паразитной анодной модуляции усилителя одного передатчика сигналом от другого передатчика.

В соответствии с характеристиками линейного фильтра разнос частот передатчиков, работающих на один фидер, должен быть не менее 10% рабочей частоты и не менее 10 кГц.

$$\begin{aligned} & \text{IF } (\text{ABS}(I-D) < 0.1 \times I) \text{ OR } (\text{ABS}(I-D) < 0.1 \times D) \text{ OR} \\ & (\text{ABS}(I-D) < 10) \text{ THEN } \dots \end{aligned} \quad (8-25)$$

Осуществление такого анализа для многоканальных передатчиков, работающих на один фильтр присоединения, может быть выполнено с привлечением методики, излагаемой в разд. 8.9. При этом формула (8-25) применяется к каждой паре подканалов передатчиков, что приводит к многократной выдаче на печать ЭВМ результатов анализа перекрестных помех одной пары передатчиков.

Однозначный ответ о недопустимости параллельной работы многоканальных передатчиков на один фидер получается при сопоставлении крайних частот (левой и правой) полосы, занятой в спектре частот одним и другим передатчиком. Пусть \mathbb{M} -й передатчик имеет R подканалов и \mathbb{M} -й передатчик имеет S подканалов, тогда эти крайние частоты ($\kappa_{\text{Гн}}$) равны I и $I+4 \times R-1$ для \mathbb{M} -го передатчика, D и $D+4 \times S-1$ для \mathbb{M} -го передатчика.

Если занятые передатчиками полосы частот не перекрываются, то расстояние между ними на оси частот дается величиной Q , определяемой из выражения:

$$\text{IF } I < D \text{ THEN } Q := D - I - 4 \times R + 1 \text{ ELSE } Q := I - D - 4 \times S + 1.$$

Если полосы частот, занятые передатчиками, перекрываются, то даваемая этим выражением величина Q отрицательна.

Во всех таких случаях одинаково применимо условие (8-25) недопустимости параллельной работы передатчиков на один фильтр присоединения; на этом основывается следующий алгоритм:

FOR $\mathbb{M} := 1$ STEP 1 UNTIL G DO

FOR $\mathbb{M} := \mathbb{M} + 1$ STEP 1 UNTIL G DO

IF ($\text{MK}[\mathbb{M}, 1] = \text{MK}[\mathbb{M}, 1]$) AND ($\text{MK}[\mathbb{M}, 2] = \text{MK}[\mathbb{M}, 2]$)
AND ($\text{MK}[\mathbb{M}, 3] = \text{MK}[\mathbb{M}, 3]$) THEN

BEGIN $I := \text{MK}[\mathbb{M}, 10]$; $D := \text{MK}[\mathbb{M}, 10]$;

$R := \text{АП}[\text{MK}[\mathbb{M}, 7], 3]$; $S := \text{АП}[\text{MK}[\mathbb{M}, 7], 3]$;

IF $I < D$ THEN $Q := D - I - 4 \times R + 1$ ELSE $Q := I - D - 4 \times S + 1$;

IF ($Q < 0.1 \times I$) OR ($Q < 0.1 \times D$) OR ($Q < 8$) THEN ...

8.9. Учет многоканальности аппаратуры
высокочастотной связи

Если аппаратура Ш-го канала связи R-канальна и аппаратура Ш₁-го канала связи S-канальна, то все подканалы аппаратуры ВЧ связи рассматриваются как независимо работающие в энергосистеме каналы связи по проводам ВМ. В этом случае следует сопоставить каждый из R подканалов Ш-го передатчика с каждым из S подканалов Ш₁-го приемника, осуществляя в каждом сопоставлении проверку ограничения разности частот с использованием выражения (8-9). Следовательно, это выражение должно быть переписано в виде:

$$I := MK[Ш, 10]; D := MK[Ш, 10]; K := MK[Ш, 7];$$

$$M := MK[Ш, 7]; R := AP[M, 3]; S := AP[K, 3];$$

$$MET 9: B := (ABS(I-D) < 0.12 * D) \underline{AND}$$

$$(ABS(I-D) < AP[M, 14]);$$

IF B = TRUE THEN

BEGIN . . .

(8-26;

Далее для первого подканала Ш-го передатчика и первого подканала Ш₁-го приемника выполняются операторы (8-15) - (8-23), т.е. осуществляется в полном объеме сопоставление этих подканалов.

Если проверка устанавливает наличие других подканалов в Ш₁-м приемнике, то с первым подканалом Ш-го передатчика сопоставляется второй подканал Ш₁-го приемника. Для этого достаточно одвинуть на 4 кГц частоту приемника и уменьшить на единицу количество пока не рассмотренных каналов в Ш₁-м приемнике:

IF S-1 > 0.1 THEN

BEGIN S := S-1; D := D+4; GO TO MET 9

END.

(8-27)

После перебора всех подканалов \mathbb{W} -го приемника количество пока не рассмотренных подканалов S-1 становится нулевым. Поскольку значение целого числа S взято как элемент REAL ARRAY АП, возможна погрешность того или другого знака. Эта погрешность мала сравнительно с 0,1, поэтому конец перебора всех подканалов S-го канала связи соответствует выполнению неравенства $S-1 < 0.1$.

Если указанный перебор закончен, то в ячейке S восстанавливается общее количество подканалов аппаратуры \mathbb{W} -го приемника, а в ячейке D восстанавливается частота первого подканала этого приемника. Затем вместо первого подканала \mathbb{W} -го передатчика в рассмотрении вводится второй подканал:

S := АП[k, 3]; D := МК[\mathbb{W} , 10];

IF R-1 > 0.1 THEN

BEGIN R := R-1; I := I+4; GO TO MET 9

END,

(8-28)

который сопоставляется с каждым подканалом \mathbb{W} -го приемника.

Таким образом производится проверка возможности нормальной совместной работы каждого подканала \mathbb{W} -го передатчика с каждым подканалом \mathbb{W} -го приемника. Если номера передатчика и приемника совпадают: $\mathbb{W} = \mathbb{W}$, то проверяется работоспособность канала связи номер \mathbb{W} . Фактически выясняется, что рабочая частота \mathbb{W} -го канала меньше максимальной допустимой частоты для соответствующего

ВЧ тракта¹. Сопоставления подлежат подканалы передатчика и приемника с равными номерами, а возможность перекрестных помех подканалов внутри аппаратуры исключается при ее конструировании.

При анализе перекрестных помех передатчиков каналов связи учет многоканальности производится аналогично.

8.10. Способ выдачи на печать результатов анализа

Частоты каналов связи по проводам ВМ выбираются так, чтобы перекрестные помехи при совместной работе этих каналов связи в энергосистеме были ниже максимально допустимых. Поэтому при сопоставлении каналов связи энергосистемы в большинстве случаев нет противопоказаний их совместной работе. Недопустимость совместной работы каналов связи или их неработоспособность выявляется лишь в малом числе сопоставлений, для таких случаев нужна дополнительная информация о переходных затуханиях, уровнях перекрестных помех и недостатках разности частот между каналами связи. По указанным причинам сокращение объема печати и повышение ее информативности достигается, если выдавать на печать на бумажную ленту ЭВМ информацию о несовместных или неработоспособных каналах связи энергосистемы.

При выдаче информации о перекрестных помехах передатчиков (паразитной анодной модуляции) оператор печати стоит на месте многоточия в выражении (8-25) и выполняется при условии (8-25). Это условие означает, что соответствующая разности частот Ω передатчиков ордината кривой линейного фильтра Π_1 -го передатчика (максимальный уровень мешающего сигнала на выходе этого передатчика) меньше, чем уровень сигнала от Π_1 -го передатчика.

Для выполнения оператора печати формируется и выдается в виде строки на бумажную ленту АШУ массив $\Pi_1[1:2]$. Формирование

¹. Следует отметить, что результаты сопоставления расчетов частоты канала с $f_{\text{макс}}$, выдаваемые при работе АЛГОЛ-программы, не рекомендуются рассматривать как окончательные. Уточнение следует производить по методике ч. I Руководящих указаний.

элементов этого массива выполняется так:

```

IF (Q<0.1*I)OR (Q<0.1*D)OR (Q<8) THEN
BEGIN П1[1]=Ш; П1[2]=Щ; INOUT ('P2-10', П1)
END.

```

3-29)

При выдаче информации о помехах приему различаются два случая - совпадение или несовпадение номеров передатчика и приемника.

Если номера совпадают ($\text{Ш} = \text{Щ}$), то сигнал на входе приемника Щ -го канала связи, создаваемый Ш -м передатчиком, - рабочий сигнал, поэтому вычисляется разность W уровня сигнала на входе и минимального уровня приема; из этой разности вычитается единица для учета затухания рабочего сигнала, вносимого ватрадителями и фильтрами присоединения, и проверяется (как показатель работоспособности канала) отрицательность числа $W+1$. Для многоканальной аппаратуры ВЧ связи указанная проверка работоспособности выполняется в каждом из подканалов. Печать осуществляется, если число $W+1$ положительно. При этом число V равно частоте канала или его подканала, превосходящей максимально допустимую частоту данного ВЧ тракта.

Если $\text{Ш} \neq \text{Щ}$, то сигнал на входе Щ -го приемника, создаваемый передатчиком номер Ш , - это селективная помеха, и разность W равна минимальному значению разности уровней сигнал - помеха. На кривой избирательности Щ -го приемника ордината точки, абсцисса которой равна разности частот Q каналов связи, дает минимальное по избирательности значение разности уровней сигнал - помеха, которое сравнивается со значением W , что дает число V в формуле (8-22). Печать осуществляется, если $V < 0$.

Оба этих случая неправильного выбора частот фиксируются выдачей на бумажную ленту АПКУ массива П2[1:7] в виде строки. Формирование элементов этого массива различается при $\text{Ш} = \text{Щ}$, и $\text{Ш} \neq \text{Щ}$, как видно из следующего выражения:

```

П2[1]:= Ш; П2[2]:= Щ;
П2[3]:= АП[М,3]-R+1; П2[4]:= АП[К,3]-S+1;
П2[5]:= U; П2[6]:= W; П2[7]:= V;
IF Ш≠Щ THEN INOUT ('P2-10', П2) ELSE
BEGIN IF (R=S) AND (W+1>0) THEN
    BEGIN П2[7]:= МК[Щ,10]; INOUT ('P2-10', П2)
    END
END.

```

(8-30)

8.II. Процедуры-коды расчетных формул для переходных затуханий, вносимых подстанциями и линиями электропередачи

При вычисления затухания, вносимого в ВЧ тракт подстанцией, используется не номер подстанции, а номера С и Е ВЛ, которые в ВЧ тракте инцидентны этой подстанции. В соответствии с табл.5-3 и 5-4 этими номерами определяется наличие и ширина параллельного пробега ВЛ рассматриваемого ВЧ тракта на подходе к подстанции и наличие ВЧ обхода шин подстанции, входящего в тракт. При отсутствии обходов и электромагнитных связей ВЛ, проходящих в общем коридоре, вносимое линиями подстанции затухание определяется в соответствии с формулой (8-1) классом напряжения ВЛ номер С и Е.

Расчет производится в случае, когда имеется ВЧ обход с ВЛ номер С на ВЛ номер Е мимо шин подстанции, инцидентной обоим ВЛ. В этом случае у матрицы ОБ имеется строка из целых чисел С, Е или целых чисел Е, С; через γ обозначим номер строки. В первом случае (сначала номер ВЛ С, затем номер ВЛ Е) равен нулю первый сомножитель выражения

$$(C - ОБ[2 \times \gamma] - 1) \times (C - ОБ[2 \times \gamma]) \quad (8-31)$$

и второй сомножитель выражения

$$(E - 0B[2 \times J - 1]) \times (E - 0B[2 \times J]). \quad (8-32)$$

Во втором случае (сначала номер ВЛ Е, затем номер ВЛ С в J-й строке матрицы 0B) нули равны второй сомножитель в (8-31) и первый сомножитель в (8-32).

Таким образом, независимо от порядка номеров ВЛ в J-й строке, выражения (8-31) и (8-32) равны нулю, если эти ВЛ связаны ВЧ обходом. В остальных случаях (обхода нет) по крайней мере одно из выражений (8-31) и (8-32) отлично от нуля. Номер J-й строки в матрице 0B находится перебором всех строк этой матрицы из следующего выражения:

$$Y := 0;$$

$$\begin{aligned} & \text{FOR } J := 1 \text{ STEP } 1 \text{ UNTIL } A \text{ DO} \\ & \quad \text{IF } \text{ABS}((C - 0B[2 \times J - 1]) \times (C - 0B[2 \times J])) + \text{ABS}((E - \\ & \quad - 0B[2 \times J - 1]) \times (E - 0B[2 \times J])) = 0 \text{ THEN } Y := 1. \end{aligned} \quad (8-33)$$

Таким образом, число Y становится равным единице или нулю в зависимости от наличия или отсутствия ВЧ обхода, связывающего ВЛ номер С и Е.

Аналогично выражение оператора, который проверяет наличие параллельного пробега ВЛ с номерами С и Е при подходе к инцидентной им подстанции, а также вычисляет переходное затухание Q через электромагнитную связь ВЛ, шунтирующую шпаны подстанции:

$$Q := 20;$$

$$\begin{aligned} & \text{FOR } J := 1 \text{ STEP } 1 \text{ UNTIL } B \text{ DO} \\ & \quad \text{IF } \text{ABS}((C - 3M[3 \times J - 2]) \times (C - 3M[3 \times J - 1])) + \\ & \quad + \text{ABS}((E - 3M[3 \times J - 2]) \times (E - 3M[3 \times J - 1])) = 0 \\ & \quad \text{THEN } Q := 0.67 + 0.57 \times \text{SQRT}(3M[3 \times J]). \end{aligned} \quad (8-34)$$

При отсутствии параллельного пробега ВЛ номер С и Е переходное затухание электромагнитной связи ВЛ считается равным 20, а при наличии параллельного пробега переходное затухание электромагнитной связи вычисляется как функция ширины сближения $ЭМ[3 \times J]$ между ВЛ номер С и Е.

Путь через линии подстанции, инцидентной ВЛ номер С и Е, имеет затухание, равное соответствующему классу напряжений $ML[C, 2]$ и $ML[E, 2]$ элементу матрицы $ZШ$:

$$F := ZШ[ML[C, 2], ML[E, 2]], \quad (8-35)$$

и увеличивается при наличии ВЛ заградителей, полоса заграждения которых содержит частоту I распространяющегося сигнала, если только ВЛ С и Е имеют общий класс напряжения. Каждый такой заградитель увеличивает затухание через линии подстанции на единицу:

$$\begin{aligned} & \underline{IF} \ ML[C, 2] = ML[E, 2] \ \underline{THEN} \\ & \underline{FOR} \ J := C, E \ \underline{DO} \\ & \quad \underline{IF} \ (ML[J, 5] < I) \ \underline{AND} \ (I < ML[J, 6]) \quad (8-36) \\ & \quad \underline{THEN} \ F := F + 1, \end{aligned}$$

Вносимое подстанцией в ВЧ тракт затухание Y вычисляется по формуле

$$Y := F \times (1 - Y) + 0.8 \times Y \quad (8-37)$$

и равно числу F , найденному из выражений (8-35) и (8-36), при отсутствии обхода и $0,8$ при наличии ВЧ обхода или подстанции, огибающего ВЛ номер С и Е.

Для учета возможной электромагнитной связи ВЛ, имеющих сближение на подходе к рассматриваемой подстанции, формула (8-37) дополняется следующим оператором:

$$Z := Q + Y - \text{LN}(\text{EXP}(2 \times Q) + \text{EXP}(2 \times Y)) / 2. \quad (8-38)$$

При отсутствии сближения ВЛ Q имеет значение 20, в силу (8-34), а значение затухания Y , как правило, не превосходит 10. При этом $\text{EXP}(2 \times Q) \gg \text{EXP}(2 \times Y)$, поэтому $\text{LN}(\text{EXP}(2 \times Q) +$

$+ \text{EXP}(2 \times Y) = 2 \times Q$, следовательно, $Z \approx Y$.

Формулы (8-33) - (8-38) составляют процедуру-код вычисления значения Z переходного затухания, вносимого подстанцией между ВЛ номер C и E) в ВЧ тракт по этим ВЛ. В соответствии со входным языком транслятора ТА-2М эта процедура-код обозначается $\text{COD}('ZBZ', \text{MET } 5, \text{MET } 6)$. Отметим, что в официальном сообщении о языке АЛГОЛ-60 эта процедура-код отсутствует [Л.18].

Процедура-код $\text{COD}('ZBZ', \text{MET } 7, \text{MET } 8)$ вычисляет значение W переходного затухания, вносимого ВЛ номер C на частоте I . Этот оператор передает управление на метку $\text{MET } 7$, где записано выражение

$$\begin{aligned} \text{MET } 7: W := & (K1[ML[C,7]] \times \text{SQRT}(I) + \\ & + K2[ML[C,2], ML[C,8]] \times I) \times ML[C,1] \times 0.001 + \\ & + ML[C,3] \times 0.4 + ML[C,4] \times 0.6; \end{aligned}$$

$\text{MET } 8: \text{COD}('RETURN');$ (8-39)

и затем передает управление на оператор, следующий за процедурой-кодом.

8.12. Использование памяти ЭВМ программами, составленными транслятором ТА-2М

На ЭВМ типа М-20 (М-220, М-222, БЭСМ-4) применяются два основных транслятора с языка АЛГОЛ: ТА-1М ("Сигнал") и ТА-2М. Если рабочая программа обращается к разнообразным стандартным программам и стыкуется с программами, составленными в кодах ручную, то из трансляторов имеет преимущество ТА-1М, ориентированный на библиотеку стандартных программ ИС-2; на нее также ориентируется программист-кодировщик. Транслятор ТА-2М работает с другой (менее полной) библиотекой стандартных программ ИС-22.

Изложенный алгоритм анализа распределения частот ВЧ связи в энергосистеме не использует стандартные программы и не предусматривает стыковку АЛГОЛ-программы с программами, составленными в кодах. Поэтому указанное преимущество ТА-1М перед ТА-2М оказыва-

ется несущественным в рассматриваемой задаче.

Недостатком транслятора ТА-1М является работа с одним кубом (МОЗУ) оперативной памяти ЭВМ. В этом МОЗУ (магнитном оперативном запоминающем устройстве) находится рабочая программа и все рабочие массивы, так что возникает значительный дефицит оперативной памяти ЭВМ при использовании ТА-1М. В этом отношении несомненное преимущество имеет транслятор ТА-2М, который работает с двумя кубами оперативной памяти (МОЗУ-0 и МОЗУ-1).

Рабочая программа, составленная транслятором ТА-2М, располагается в МОЗУ-1, там же помещаются переменные величины и массивы числового материала, занимающие наименьшее количество ячеек памяти ЭВМ. Все остальные рабочие массивы, не уместившиеся в МОЗУ-1, записываются транслятором ТА-2М на МБ (магнитный барабан).

Если рабочая программа обращается к массиву числового материала, находящемуся на МБ, то производится считывание этого массива с МБ в МОЗУ-0. При этом МОЗУ-0 рассматривается как совокупность 29 страниц (29 в десятичной системе счисления равно 35 в восьмеричной системе, что будем обозначать равенством $29_{10}=35_8^*$).

В каждой странице $128_{10}=200_8$ ячеек оперативной памяти. Считывание массива с МБ производится на чистую страницу, если такая имеется. Если в результате предшествовавших считываний рабочих массивов с МБ все страницы оперативной памяти МОЗУ-0 заняты и требуется считывание еще одного массива, то этот массив записывается на занятую страницу, причем из всех занятых страниц выбирается та, к которой программа не обращалась наибольшее количество времени. При этом информация, ранее хранившаяся на этой странице, терется. За временем последнего обращения рабочей программы к каждой странице памяти МОЗУ-0 следит специальная программа "Часы", входящая в библиотеку ИС-22.

Программа анализа распределения частот ВЧ связи в энергосистеме характеризуется циклическим принципом работы с одновременным использованием элементов матриц ИП, ПЗ, ПШ, как видно из выражения (8-14). Если соответствующие массивы числового ма-

* Число 29_{10} - в десятичной системе, число 35_8 - в восьмеричной системе.

тарнала считываются с МБ в МСЗУ-0 и не умещаются в оперативной памяти одновременно, то между арифметическими и логическими операторами над элементами указанных матриц, записанными в (8-14), рабочая программа будет выполнять считывание одного массива с затиранием другого, на место которого в МСЗУ-0 производится считывание. Такое затирание с потерей информации будет производиться многократно для каждого значения Π , параметра внутреннего цикла в выражении (8-14), т.е. очень часто.

Считывание с МБ в МСЗУ является обращением к внешней памяти ЭВМ, которое сопряжено с затратой значительного машинного времени и со снижением надежности правильной работы программы: вероятность сбоя ЭВМ при обращении к внешней памяти ЭВМ намного выше, чем при обращении к оперативной памяти ЭВМ.

Для повышения быстродействия и надежности работы программы анализа распределения частот следует придерживаться принципа однократного считывания массивов с МБ в МСЗУ-0. Этот принцип будет соблюден, если все рабочие массивы, получившие при трансляции место на МБ, смогут одновременно разместиться в МСЗУ-0 без наложения.

8.13. Принцип сжатия информации при ее хранении в памяти ЭВМ

Соблюдение принципа однократного считывания рабочих массивов с МБ в МСЗУ-0 накладывает ограничения на объем памяти ЭВМ, которым располагает программа анализа распределения частот ВЧ связи в энергосистеме. Для уточнения этих ограничений производятся следующие расчеты распределения памяти для программы и рабочих массивов.

Программа анализа распределения частот занимает в МСЗУ-1 примерно $1024 \cdot 10^3 - 2000$ ячеек памяти независимо от параметров энергосистемы и каналов связи в ней. Распределению подлежат остальные ячейки МСЗУ-1.

При подходящем выборе числа L ВЛ, числа G каналов связи, числа A ВЧ обходов шин подстанций и числа B участков параллельного пробега ВЛ на подходе к подстанциям можно добиться того, что при трансляции все рабочие массивы программы будут засланы

в свободные от программы ячейки МОВУ-I, за исключением массивов $ИП[1:P, 1:P]$, $ПЗ[1:P, 1:P]$, $ПШ[1:P, 1:P]$, каждый из которых занимает P^2 ячеек памяти, где P - число подстанций энергосистем. Эти три массива при трансляции получают место на МБ.

В ходе работы программы числовые массивы $ИП$, $ПЗ$, $ПШ$ будут считаны с МБ в МОВУ-0 и, если соблюден принцип однократного считывания с МБ, разместятся в МОВУ-0 без наложения. Это возможно лишь при выборе числа P подстанций энергосистемы из неравенства

$$3P^2 \leq 128 \cdot 29 = 3712. \quad (8-40)$$

Итак, получено первое ограничение: число подстанций энергосистемы не должно превышать 35.

Почти для всех энергосистем выведенное ограничение нарушается, и для практического применения программы анализа распределения частот в энергосистемах оно должно быть ослаблено. Принцип сжатия информации при ее хранении в памяти ЭВМ позволяет заменить ограничение (8-40) более приемлемым неравенством

$$P \leq 60, \quad (8-41)$$

которое удовлетворяется для большинства предприятий электросетей в энергосистемах.

АЛГОЛ-60, являющийся входным языком транслятора ТА-2М, рассматривает содержание ячейки памяти ЭВМ как одно число. Система команд ЭВМ типа М-20, используемая при программировании в кодах, позволяет рассматривать содержимое ячейки памяти ЭВМ как последовательность нулей и единиц поразрядно. Такое использование содержимого ячейки затруднительно в рамках языка АЛГОЛ, что является дефектом языка АЛГОЛ-60. В результате затрудняется использование этого языка для построения логических программ, где переменные величины и элементы матриц принимают значения единицы или нуля.

В программе анализа распределения частот, имеющей преимущественно логический характер, переменная величина B и элементы матрицы $ИО$ принимают значения единицы или нуля. Элементы матриц $ИП$, $ПШ$ - целые числа, и производимые в программе операции над этими элементами в большей мере логические, чем арифметические. Поэтому при составлении программы анализа распределения

частот должно быть предусмотрено сглаживание упомянутого дефекта языка АЛГОЛ-60.

Для элемента (с любыми индексами) матриц ИП, ПZ, ПШ, хранящегося в памяти ЭВМ, не требуется все разряды ячейки памяти ЭВМ. Недиагональный элемент матрицы ИП может принимать значения 1, 2, 3, 4, т.е. уместается в трех двоичных разрядах ($4_{10} = 100_2$). Элементами матрицы ПШ служат номера ВЛ, т.е. целые числа, не превосходящие $100_{10} = 1100100_2$. Следовательно, эти элементы могут уместиться в семи двоичных разрядах. Наконец, поскольку элементы матрицы ПZ равны затуханиям, а затухания не могут оказаться выше 100, для хранения элементов матрицы ПZ достаточно семи двоичных разрядов ячейки памяти ЭВМ.

Ячейка памяти ЭВМ имеет 45 двоичных разрядов, из которых можно выделить не налегающие один на другой семь разрядов для элемента матрицы ПШ, три разряда для элементов матрицы ИП и семь разрядов для элементов матрицы ПZ. В таком хранении трех элементов разных матриц в одной ячейке памяти ЭВМ и состоит принцип сжатия информации.

Провиллюстрируем принцип сжатия информации на примере трех элементов ИП[Ш, Щ], ПZ[Ш, Щ], ПШ[Ш, Щ] рассмотрим трех матриц.

Положим ПШ[Ш, Щ] = Ц, т.е. кратчайший путь от подотанция номер Щ до подотанция номер Ш начинается с ВЛ номер Ц; пусть ИП[Ш, Щ] = Ф, следовательно, этот путь состоит из Ф ВЛ; пусть ПZ[Ш, Щ] = Z, т.е. на частоте 250 кГц затухание вдоль этого пути составляет Z Нп. Тогда определим вещественное (нецелое) число

$$IZ[\text{Ш}, \text{Щ}] = 1000 \times \text{Ц} + 100 \times \text{Ф} + Z. \quad (8-42)$$

Формула (8-42) позволяет по матрицам ИП, ПZ, ПШ построить матрицу REAL ARRAY IZ [1:P, 1:P]. Обратный переход от матрицы IZ к тройке матриц ИП, ПZ, ПШ осуществляется по формулам в следующем порядке:

$$\text{Ц} := \text{ENTIER} (IZ[\text{Ш}, \text{Щ}] / 1000); \quad (8-43)$$

$$\Phi := \text{ENTIER} ((\text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}]) - \\ - 1000 \times \text{ENTIER} (\text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}] / 1000)) / 100; \quad (8-44)$$

$$\text{Z} := \text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}] - 1000 \times \text{ENTIER} (\text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}] / 1000) - \\ - 100 \times \text{ENTIER} ((\text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}]) - \\ - 1000 \times \text{ENTIER} (\text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}] / 1000)) / 100. \quad (8-45)$$

Если номер Ц , ВЛ меньше 10, то соответствующий элемент матрицы IZ имеет порядок величины 10^4 . Если номер ВЛ удовлетворяет неравенству $10 \leq \text{Ц} < 100$, то соответствующий элемент матрицы IZ имеет порядок величины 10^5 .

Если кратчайший путь в энергосистеме между подстанциями номер Ш и Щ , состоит более чем из четырех ВЛ ($\Phi > 4$), то без конкретной проверки ясно, что путь достаточно длинный и затухание вдоль него достаточно велико, чтобы не возникало взаимных помех для каналов связи на этих подстанциях. В таких случаях можно отказаться от нахождения самого кратчайшего пути и вычисления затухания вдоль него, а соответствующим элементам матрицы IZ присвоить вместо (8-42) единое значение

$$\text{IZ} [\text{Ш}, \text{Щ}] := 77; \quad (8-46)$$

При этом выражения (8-43) - (8-45) становятся излишними.

Наконец, диагональным элементам матрицы IZ присваивается значение минус 100.

8.14. Распределение памяти ЭВМ для ALGOL-программы анализа распределения частот высокочастотной связи в энергосистеме

Если, используя принцип сжатия информации при ее хранении в памяти ЭВМ, заменить тройку матриц ИП , ПЗ , $\text{ПШ} [1:P, 1:P]$ одной матрицей $\text{IZ} [1:P, 1:P]$, то в рассматриваемой программе принцип однократного считывания рабочих массивов с МБ в МОВУ-0 сведется к размещению матрицы IZ в МОВУ-0. Это возможно, если

для числа P подстанций в энергосистеме выполняется ограничение (8-41).

Остальные рабочие массивы программы анализа распределения частот должны при трансляции получить место в МСЗУ-1. Поскольку массивы МЛ, ОБ, ЭМ, МК занимают в МСЗУ-1 количество ячеек, пропорциональное числам L, A, B, G , соответственно, размещение этих массивов вместе с рабочей программой, массивами АП, ЗШ, К1, К2 и переменными величинами программы в МСЗУ-1 накладывает ограничения на величины L, A, B, G .

Число L ВМ следует выбирать несколько большим числа P подстанций в той же энергосистеме, имея в виду возможность связи пары подстанций более чем одной ВМ в некоторых случаях. Поэтому принимается ограничение

$$L \leq 80. \quad (8-47)$$

Число A БЧ обходов шин подстанций в энергосистеме выбирается вдвое меньшим числа подстанций P , т.е. принимается ограничение

$$A \leq 30. \quad (8-48)$$

Число B участков параллельного пробега ВМ на подходах к подстанциям принимается в соответствии с ограничением

$$B \leq 27. \quad (8-49)$$

С использованием ограничений (8-47) - (8-49) можно рассчитать распределение памяти МСЗУ-1 для рабочей программы и простых переменных (предполагая, что они займут в МСЗУ-1 ячейки ООП-2000) и рабочие массивы. При этом используется табл.8-1.

Т а б л и ц а 8-1

Массив		Количество занятых ячеек	
Наименование	Размерность	в десятиричной системе	в восьмеричной системе
АП	[1:20, 1:14]	280	430
ЗШ	[1:6, 1:6]	36	44
К1	[1:12]	12	14
К2	[1:6, 1:4]	24	30

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы 8-1

Массив		Количество занятых ячеек	
Наименование	Размерность	в десятиричной системе	в восьмеричной системе
П1	[1:2]	2	2
П2	[1:7]	7	7
ML	[1:80, 1:10]	800	1440
ОБ	[1:30, 1:2]	60	74
ЭМ	[1:27, 1:3]	81	121
МК	[1: G, 1:10]	$G \times 10$	

Получается распределение памяти МОВУ-1:

- ячейки 0011-1735 - оттранслированная программа и простые переменные;
- ячейки 1736-2365 - массив АП;
- ячейки 2366-2461 - массив ОБ;
- ячейки 2462-2525 - массив ZШ;
- ячейки 2526-2527 - массив П1;
- ячейки 2530-2536 - массив П2;
- ячейки 2537-2552 - массив К1;
- ячейки 2553-2602 - массив К2;
- ячейки 2603-2723 - массив ЭМ;
- ячейки 2724-5537 - массив МК;
- ячейки 5540-7177 - массив ML;
- ячейки 7200-7477 - рабочее поле ИС-22;
- ячейки 7500-7777 - первая часть ИС-22.

Итак, для массива МК имеем свободных ячеек $2614_8 = 1420_{10}$, поэтому для числа G симплексных каналов связи в энергосистеме из выражений (8-47) - (8-49) получается ограничение

$$G \leq 142, \quad (8-50)$$

обеспечивающее максимально возможное использование памяти МОВУ-1, так как в этом кубе оперативной памяти не остается ни одной свободной ячейки.

Ограничение (8-50) удовлетворяется, если общее число дуплексных каналов связи по проводам ВЛ без промежуточных усилителей не превосходит 71.

Распределение памяти МОВУ-0 получается таким:

- ячейки 0001-0077 - табл. I и 2 для СП-0070 (так называемые часы),

- ячейки 0100-7277 - "страницы" для СП-СЛ70, которые в ходе работы программы будут использованы для однократного считывания массива IZ ;
- ячейки 7300-7767 - вторая часть ИС-22.

Распределение памяти МБ при трансляции программы: ячейки 400000-407020 - первоначальная засылка массива IZ .

8.15. Комментарии в АЛГОЛ-программе и порядок ввода числового материала

Блок распределения памяти в трансляторе ТА-2М обычно работает автоматически, засылая наибольшее возможное количество массивов в МСЗУ-І и минимально необходимое количество массивов на МБ. Принятые ограничения (8-47) - (8-50) должны были обеспечить такой результат автоматического распределения памяти транслятором ТА-2М, который изложен в разд.8.14: все массивы, кроме IZ , вместе с простыми переменными и оттранслированной программой располагаются в МСЗУ-І.

Попытки трансляции АЛГОЛ-программы с автоматическим распределением памяти транслятором ТА-2М на М-222 дали другой результат: часть массивов, для которых есть свободное место в МСЗУ-І, засылается на МБ вместе с массивом IZ , так что при работе такой программы будет нарушаться принцип однократного считывания с МБ в МСЗУ-0. Указанная нечеткость работы транслятора ТА-2М снижает качество оттранслированной программы.

Указанное затруднение преодолевается при отказе от автоматического распределения памяти транслятором ТА-2М. Входным языком транслятора ТА-2М предусматривается возможность принудительного распределения памяти, которая реализуется введением предварительного комментария

COMMENT DO NORED; 001735,MOZ,400000,MZU.

Он означает, что в МСЗУ-І автоматически используются транслятором лишь ячейки до 1735-й, а все остальные заполняются в соответствии с комментарием для исполнения

COMMENT DO IZ,3600, AP,MOZ,001736,
OB,MOZ,002366, ZШ,MOZ,002462, П1,MOZ,002526,
П2,MOZ,002530, К1,MOZ,002537,К2,MOZ,002553,
ЭМ,MOZ,002603,МК,MOZ,002724,МЛ,MOZ,005540;

Этот комментарий для каждого массива, кроме IZ, указывает его адрес в MOSY-I, соответствующий распределению памяти разд.8.14.

Автоматически распределяется транслятором память в MOSY-I до ячейки I736-й (сюда засылается оттранслированная программа вместе с простыми переменными) и память на МС (сюда засылается массив IZ).

При работе программы анализа распределения частот предварительно на МБ-0 вызывается ИС-22, затем вводится карта начала работы оттранслированной программы и оттранслированная программа (возможно считывание оттранслированной программы с магнитной ленты, при этом не нужна колода перфокарт рабочей программы). Вслед за этим должны быть введены те массивы числового материала, которые неизменны для всех расчетов по программе: массивы AP, ZШ, К1, К2. Это осуществляется нулевым блоком рабочей программы:

COMMENT DO NORED,001735,MOZ,400000,MZU;

BEGIN REAL Z,Y,U,V,W,Q,R,S,T,F; BOOLEAN Б;

INTEGER C,D,E,H,I,J,K,L,M,P,Ф,X,A,B,Ц,Ч,Ш,Щ;

REAL ARRAY K1[1:12], K2[1:6,1:4], AP[1:20,1:14],

ZШ[1:6,1:6], П1[1:2], П2[1:7];

COMMENT DO K1,MOZ,002537, K2,MOZ,002553,

ZШ,MOZ,002462, AP,MOZ,001736,

П1, MOZ, 002526, П2, MOZ, 002530;
INOUT ('R 10-2', K1, K2, ZШ, АП,
A, B, P, L, G, T, F). (8-51)

Выражение (8-51) осуществляет также ввод чисел A, B, P, L, G, T, F, которые зависят от конкретной энергосистемы и каналов связи по ее ВД и должны быть в памяти перед вводом массивов ОБ, ЭМ, МЛ, МК, конкретизирующих энергосистему и ее каналы связи. Ввод этих изменяющихся от расчета в расчету массивов осуществляется первым блоком рабочей программы:

```
BEGIN REAL ARRAY IZ [1:P, 1:P];  
INTEGER ARRAY ОБ [1:2×A], ЭМ [1:3×B],  
ML [1:L, 1:10], МК [1:G, 1:10];  
COMMENT DO IZ, 3600, ОБ, MOZ, 002366,  
ЭМ, MOZ, 002603, МЛ, MOZ, 005540,  
МК, MOZ, 002724;  
INOUT ('R 10-2', ОБ, ЭМ, МЛ, МК);  
INOUT ('P 2-10', F); (8-52)
```

Таким образом, в начале сводной колоды ставятся массивы, неизменные во всех расчетах по программе: программа, массивы K1, K2, ZШ, АП, затем переменная часть сводной рабочей колоды: числа A, B, P, L, G, T, F, пробитые каждое на своей перфокарте со своей контрольной суммой, и массивы ОБ, ЭМ, МЛ, МК.

В этом же первом блоке находится первый оператор печати INOUT ('P 2-10', F), фиксирующий на бумажной ленте ЭВМ расчетное значение коэффициента учета запаса по перекрываемому затуханию.

С п и с о к
использованной литературы

1. -Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по проводам линий электропередачи напряжением 35, 110, 220, 330 и 500 кВ. БТИ СМТЭС, 1964, 76 с.
2. А г а ф о н о в С.С., Ка г а н В.Г., М и х а й л о в К.Е., Ц и т в е р И.И. Проектирование высокочастотных каналов по линиям электропередачи. М., "Энергия", 1967, 400 с.
3. К о с т я н к о М.В., П е р е л ь м а н Л.С., Ш к а р и н Ю.П. Волновые процессы и электрические помехи в многопроводных линиях высокого напряжения. М., "Энергия", 1973, 270 с.
4. Руководящие указания по расчету параметров и выбору схем высокочастотных трактов по линиям электропередачи. М., "Энергия", 1975, 54 с.
5. М и к у ц к и й Г.В., С к и т а л ь ц е в В.С. Высокочастотная связь по линиям электропередачи. М., "Энергия", 1969, 447 с.
6. Ц и т в е р И.И., Ш к а р и н Ю.П. Разделительный высокочастотный фильтр на ВЛ 500 кВ.- "Электрические станции", 1973, № 10, с.81-83.
7. Ц и т в е р И.И., И в а н о в В.Л. Антенные устройства присоединения высокочастотных каналов по линиям электропередачи.- В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах. Вып.9. М., "Энергия", 1968, с.115-141.

8. Шкарип Ю.П. Определение диапазона частот повышенного затухания высокочастотного тракта с обходом и рекомендации по уменьшению затухания.-В кн.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах. Вып.13. М., "Энергия", 1973, с.197-213.
9. Хуравлев Э.Н. Радиопомехи от коронирующих линий электропередачи. М., "Энергия", 1971, 199 с.
10. Биховский Я.Л., Кафеева К.Я. Высоко-частотная связь в энергосистемах. М., "Энергия", 1974, 150 с.
11. Зельцер А.Н., Каган В.Г., Книжник Р.Г. Элементы присоединения аппаратуры к изолированным проводам расщепленной фазы.-В научно-техническом сборнике Энергосетьпроект. Вып.6, М., "Энергия", 1972.
12. Захар-Иткин М.Х. Применение теории графов к распределению частот высокочастотной и радиосвязи в энергосистемах.-"Электричество", 1967, № 7, с.38-41.
13. Захар-Иткин М.Х. Перераспределение частот высокочастотной связи в энергосистеме. Труды ВНИИЭ. Вып.32, 1968, с.89-100.
14. Захар-Иткин М.Х., Белоусова С.В. О технических условиях на использование ЦВМ для выбора частот высокочастотной связи по линиям электропередачи. Тезисы доклада на Симпозиума по электромагнитной совместимости, НТО радиотехники, электроники и связи им. А.С.Попова. М., 1972, с.27-29.
15. Захар-Иткин М.Х. АЛГОЛ-программа анализа электромагнитной совместимости высокочастотных каналов связи в энергосистеме. Тезисы доклада на Всесоюзном научно-техническом совещании по проблеме ЭМС. НТО радиотехники, электроники и связи им. А.С.Попова. М., 1974, с.22-23.

16. Эксплуатационный циркуляр № Э-1/74 "Определение минимально допустимого уровня порога чувствительности приемников высокочастотных каналов релейных сетей". СЦНТИ ОРГЭС, 1974.
 17. М и ж у ц к и й Г.В. Устройства обработки и присоединения высокочастотных каналов. М., "Энергия", 1974, 199 с.
 18. Алгоритмический язык АЛГОЛ-60. Пересмотренное сообщение. Перевод с английского под редакцией А.П.Ершова, С.С.Лаврова и М.Р.Щура-Бура. "Мир", 1965.
 19. Б р у д н о А.А. АЛГОЛ. "Наука", 1968.
 20. К о в л о в с к а я Т.Я., К у з н е ц о в а Т.П., К р у с В.П., Б я к о в с к и й Ю.М. Инструкция по эксплуатации математического обеспечения ТА-2М. АН СССР, Комиссия по эксплуатации вычислительных машин, Москва, 1969.
-

О Г Л А В Л Е Н И Е

В в е д е н и е.....	3
----------------------	---

Ч А С Т Ь I

ВЫБОР ЧАСТОТ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

Г л а в а I. Выбор частот высокочастотных каналов	9
I.1. Общие положения	9
I.2. Правила определения предпочтительного диапазона для размещения частот каналов	11
I.3. Условия, определяющие разнос частот	45
I.4. Определение минимального разноса частот между каналами	53
I.5. Определение переходных затуханий ...	57
I.6. Рекомендации по схемам подключения автоматического локационного искателя поврежденных	62
Г л а в а 2. Электрический расчет высокочастотных каналов	64
2.1. Расчетные условия и последовательность проведения расчетов	64
2.2. Определение высокочастотных помех от короны на фазных проводах ВЛ	65
2.3. Расчет затухания элементов высокочастотного тракта канала	68
2.4. Расчет высокочастотных каналов	87
Г л а в а 3. Пояснения к главам I и 2	91
Г л а в а 4. Примеры выбора частот высокочастотных каналов	114

ЧАСТЬ II

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ
 ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Г л а в а	5. Исходные данные об энергосистеме и каналах связи и расчетные формулы.....	191
	5.1. Систематизация исходных материалов для энергосистемы и каналов связи ...	191
	5.2. Сведения о существующих типах подстанций и линий электропередачи	196
	5.3. Данные о типах высокочастотной аппаратуры	200
	5.4. Формулы для расчета помех передаче и приему в каналах высокочастотной связи энергосистем	201
Г л а в а	6. АЛГОЛ-программа анализа распределения частот в энергосистеме	207
	6.1. Структура программы и функции ее основных частей	207
	6.2. Трансляция АЛГОЛ-программы анализа распределения частот энергосистемы	208
	6.3. Инструкция по подготовке числового материала к анализу распределения частот в энергосистеме	229
	6.4. Чтение с бумажной ленты ЭВМ результатов анализа распределения частот, выданных при работе программы	233
	6.5. Варианты использования АЛГОЛ-программы	235
Г л а в а	7. Пример расчета по программе анализа распределения частот	238
Г л а в а	8. Методика и алгоритм анализа распределения частот в энергосистеме с помощью ЭВМ	261
	8.1. Матрицы числового материала для анализа распределения частот в энергосистеме	262
	8.2. Схема энергосистемы и ее задание матрицами инцидентий	264
	8.3. Принципы перебора точек энергосистемы и каналов связи	267
	8.4. Нахождение кратчайшего пути между двумя подстанциями энергосистемы	270
	8.5. Хранение в памяти ЭВМ всех кратчайших путей между подстанциями энергосистемы	273

8.6. Восстановление кратчайшего пути для заданной пары точек энергосистемы и вычисление затухания вдоль пути на рабочей частоте	276
8.7. Анализ помех приему по кривым избирательности приемников	279
8.8. Анализ перекрестных помех передатчиков, работающих на общий фильтр присоединения	283
8.9. Учет многоканальности аппаратуры высокочастотной связи	285
8.10. Способ выдачи на печать результатов анализа	287
8.11. Процедуры-коды расчетных формул для переходных затуханий, вычисляемых подстанциями и линиями электропередачи	289
8.12. Использование памяти ЭВМ программами, составленными транслятором ТА-2М	292
8.13. Принцип сжатия информации при ее хранения в памяти ЭВМ	294
8.14. Распределение памяти ЭВМ для АЛГОЛ-программы анализа распределения частот высокочастотной связи в энергосистеме	297
8.15. Комментарии в АЛГОЛ-программе и порядок ввода числового материала	300

Ответственный редактор З.И.Игнаткова

Техн. редактор Н.А.Малькова

Корректоры: Б.В.Крикова
Л.Ф.Петрухина

18,08 уч.-изд.л.

Цена I руб. 81 коп.

Заказ 360/74 (81/77)

Подписано к печати 28/II 1977 г.

Тираж 1500 экз.

Ротапринт СПО ОРГРЭС

109432, Москва, Д-432.2-й Кожуховский проезд, д.29, корп.6