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



gost.e-ecolog.ru

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

СПО
ОРГРЭС
МОСКВА 1977

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

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ ОРГРЭС
МОСКВА 1977

УДК 621.39:621.315.1(083.96)

Составлено СПО ОРГРЭС

С о с т а в и т е л и инж. И.И.ЦИТВЕР (гл. I-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 расщепленных 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.

© СПО ОРГРЭС, 1977.

УТВЕРЖДАЮ:
Начальник Главниипроекта
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]; организуются 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 запасы 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 междуфазного 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 влияний между каналами принята одинаковая методика упрощенного расчета затухания ВЧ трактов, переходных затуханий, ВЧ помех от 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 разноса 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 транспозиции линии, а также приведены рекомендации по схемам подключения искателя повреждений к фазным проводам линии.

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 заградителем. 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 разнонаправленного 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

Глава I. ВЫБОР ЧАСТОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

I.I. Общие положения

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

Выбор частот ВЧ каналов может производиться при разработке технического или техноробочего 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 радиовещания 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:

I) 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.

I.I.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 транспозиции, протяженность линий; однолинейную схему первичных цепей подстанций, на которых устанавливаются усилители.

I.I.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.

I.I.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.

I.I.8. В данных о гололедности должны содержаться сведения, к какому району по гололеду относится местность, по которой проходит трасса ВЛ.

I.I.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.

I.I.I0. 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:

I) определяется наибольшая возможная частота для каждого запроектированного канала. Методика определения наибольшей возможной частоты приведена в пп. I.2.I - I.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. I.2.6 - I.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 разносом полос 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.I.2, I.2.8 - I.2.I6 и технических параметров аппаратуры.

I.I.II. 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 противоаварийной автоматики в одном направлении передачи используется двойная полоса частот, равная 4 кГц. Для многоканальных систем телефонной связи занимается 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.I.* Значение наибольшей возможной частоты канала $f_{макс}$ 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 километрического затухания линейного тракта, которое допускается для данной ВЛ (рис.I-I + I-2I):

---

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

$$\alpha_{(ф)\,макс} = \frac{A_{пер} - a_{эл} - A_{зап}}{\ell} \quad дБ, \qquad (I\text{-}I)$$

где $A_{пер}$ – затухание, перекрываемое ВЧ аппаратурой, дБ;

$a_{эл}$ – 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-I приведен перечень рисунков, по которым определяется значение $f_{макс}$.

Для ВЧ каналов по фазным проводам ВЛ 750 кВ значение $f_{макс}$ 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 $f_{макс}$ 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
II0	АС-I20
220	АС-300
330	2хАС-300
500	3хАС-400

I.2.2.* Затухание, перекрываемое ВЧ аппаратурой, определяется по формуле:

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

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-I/I2-I00) уровень передачи определяется по формуле

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

где $P_{пер}$ – расчетный уровень передачи сигнала по табл.I-2;

$P_{ум}$ – максимальный уровень дополнительного усилителя мощности. Для УМ-I/I2-I00 $P_{ум}$ = 50 дБ;

$P_{макс}$ – максимальный уровень передатчика ВЧ аппаратуры по табл.I-2.

Минимальный уровень приема:

I) для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала на аппаратуре УПЗ-70, ПВЗД, ПВЗК и АЗВ принимается равным уровню порога запирания (насыщения) 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, ДСГ-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:

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

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:

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

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

Таблица I-I

Номера рисунков для определения $f_{макс}$

Напряжение ВЛ, кВ; схемы транспозиции	Расположение фаз	Схема присоединения аппаратуры	Номер рисунка для определения $f_{макс}$	Частотный диапазон, кГц
35	Любое	К любой фазе	I-I	I8-600
II0-500; нетранспонированные	Горизонтальное	Средняя фаза – земля	I-2, I-3, I-4, I-5	40-600
II0-330; нетранспонированные	Треугольное	Верхняя фаза – земля	I-3, I-6, I-7	40-600
II0 и 220; нетранспонированные	Горизонтальное	Крайняя фаза – земля	I-8, I-9	По рис.2-5, 2-6 область частот I
	Треугольное	Нижняя фаза – земля	I-I0, I-II	По рис.2-9, 2-I0 область частот I
	Вертикальное на двухцепных опорах	Нижняя фаза – земля	I-II, I-I2,	По рис.2-I2, 2-I3 область частот I
II0-330; нетранспонированные	Вертикальное на двухцепных опорах	Фаза – земля, фаза – фаза, к фазам 1, 2, 4, 5 (по рис.2-4,*а*)	I-I3, I-I4	40-600

220-500; транспонированные (по рис. 2-4,*б*)	Горизонтальное	Фаза - земля	I-I5, I-I6, I-I7	Расчетная частота не выше значения по рис. I-I5, I-I6, I-I7 для данной длины ВЛ и схемы присоединения
220 и 330; транспонированные (по рис.2-4,*б*)	Треугольное	Фаза - земля	I-I8, I-I9	Расчетная частота не выше значения по рис.I-I8, I-I9 для данной длины ВЛ и схемы присоединения
330 и 500; нетранспонированные и транспонированные	Любое	Провод - провод расщепленной фазы (внутрифазный тракт)	I-20	36-600
500 и 750; транспонированные	Любое	Трос - земля, два троса - земля, трос - трос к проводящим грозозащитным тросам	I-2I	36-340, 420-600

Таблица I-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-I	40-304	I	-	3,7	3,I или 2,0	-	40,0	37,5	-23,5
		I	4	3,7	2,0	50	40,0	33,0	
		I	3	3,7	2,0	I00	40,0	32,5	
		I	I	3,7	2,0	200	40,0	35,0	
		-	I2	3,7	-	50	40,0	I7,0	
	30I-500	I	-	3,7	3,I или 2,0	-	39,0	36,5	-23,5
		I	4	3,7	2,0	50	39,0	32,0	
		I	3	3,7	2,0	I00	39,0	3I,5	
		I	I	3,7	2,0	200	39,0	34,0	
		-	I2	3,7	-	50	39,0	I6,0	
АСК-I с УМ-I/I2-I00	40-500	I	-	3,7	3,I или 2,0	-	50,0	47,5	-23,5
		I	4	3,7	2,0	50	50,0	43,0	
		I	3	3,7	2,0	I00	50,0	42,5	
		I	I	3,7	2,0	200	50,0	45,0	
		-	I2	3,7	-	50	50,0	27,0	
АСК-3	40-500	3	-	II,I	3,I или 2,0	-	39,0	28,0	-23,5
		3	9	II,I	2,0	50	39,0	24,0	
		3	3	II,I	2,0	I00	39,0	26,0	
		3	3	II,I	2,0	200	39,0	25,5	

АСК-3 с УМ-I/I2-I00	40-500	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 I00 200	50,0 50,0 50,0 50,0	39,0 35,0 37,0 36,5	-23,5
ВЧА-ITФ	40-500	I I I I -	- 4 2 I I0	3,4 3,4 3,4 3,4 3,4	3,I или 2,I 2,I 2,I 2,I -	- 50 I00 200 50	40,0 40,0 40,0 40,0 40,0	37,5 32,0 34,0 35,0 I9,0	-30,5
ВЧА-ITФ с УМ-I/I2-I00	40-500	I I I I -	- 4 2 I I0	3,4 3,4 3,4 3,4 3,4	3,I или 2,I 2,I 2,I 2,I -	- 50 I00 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-3ТФ	40-500	3 3 3 3 2	- 6 3 3 I0	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 I00 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-3ТФ с УМ-I/I2-I00	40-500	3 3 3 3 2	- 6 3 3 I0	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 I00 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 I00-I03 I50-I53	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

Окончание таблицы I-2

Тип аппаратуры	Диапазон частот, кГц	Число каналов: телефонных	Число каналов: телемеханики	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
МП-58	50-I00 I0I-I5I	I I	- -	I,7 I,7	I,7 I,7	- -	3I,5 27,0	3I,5 27,0	-30,5
В-I2-3	36-I43	I2	-	48,0	3,I	-	39,0	22,0	-33,0
В-I2-3 с УМ-I/I2-I00	36-I43	I2	-	48,0	3,I	-	50,0	35,0	-33,0
В-I2-3 с МПУ-I2	I68-602	I2	-	48,0	3,I	-	39,0	22,0	-33,0
В-I2-3 с МПУ-I2 и УМ-I/I2-I00	I68-602	I2	-	48,0	3,I	-	50,0	35,0	-33,0
УМ-I/I2-I00	36-602	Определяется оконечной аппаратурой					50,0	-	-
КП-59М	I00-250	2 I -	- 6 I2	5,4 5,4 5,4	2,I 2,I -	- 50 50	40,0 40,0 40,0	32,0 32,5 I6,5	-30,5
	50-I00 и 25I-350	2 I -	- 6 I2	5,4 5,4 5,4	2,I 2,I -	- 50 50	38,0 38,0 38,0	30,5 30,5 I4,5	
МК-60М	I00-250	I I	- 2	2,6 2,6	I,5 I,5	- 50	40,0 40,0	37,5 34,0	-2I,5

	50-100	I	-	2,6	I,5	-	38,0	35,0	
	и 25I-350	I	2	2,6	I,5	50	38,0	32,5	
КМП-64 (передача от КП к ДП)	I00-250	I	-	2,5	I,5	-	40,0	37,5	-2I,5
		I	3	2,5	I,5	40	40,0	33,0	
	50-I00	I	-	2,5	I,5	-	38,0	35,0	
	и 25I-350	I	3	2,5	I,5	40	38,0	3I,0	
КМК-226 КМК-64 (передача от ДП к КП)	50-350	2	-	6,0	I,5	-	43,0	35,0	-2I,5
		2	6	6,0	I,5	40	43,0	3I,0	
АРС-64	I8-66	I	5	I2,0	I,7	-	33,0	32,0	-I2,0
ТСД-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 запирания (насыщения, ограничения), дБ	Тип релейной защиты	Количество передатчиков в канале
УПЗ-70	Релейная защита	АМ	40-100	I,4	–	45*	Одинаковые	+8,0	+II,5	Дифференциально-фазная, направленная, дистанционная	2-4
			I00,6-300	I% (но не менее I,4)	–	44*	Сближенные (I,5-2,0 кГц)	+4,0	+7,5		
			300,6-500	I%	–	43*	С разносом не менее I0%	0,0	+3,5		
ПВЗД	То же	АМ	40-300	I% (но не менее I,4)	–	45	Одинаковые	+8,0	+II,5	То же	2-3
							Сближенные (I,5-2,0 кГц)	+4,0	+7,5		
							С разносом не менее I0%	0,0	+3,5		
АЗВ	Релейная защита	АМ	40-200	I% (но не менее I,4)	–	45	Одинаковые	-6,0	-6,0	Дифференциально-фазная, направленная, дистанционная	2-4
							Сближенные (I,5-2,0 кГц)	-I0,0	-I0,0		
			200,5-600	I	–	43	С разносом 5%, но не менее 5 кГц	-I0,0	-I0,0		

ПВЗК	То же*	АМ	50-300	I% (но не менее I,4)	–	43**	Одинаковые	0,0	4,0	То же	2-3
ВЧТО-М	Релейная защита, телеавтоматика	ЧМ	40-300	3,5	0,05	42	–	-30,0	-20,0	С отключающим сигналом	Один передатчик и несколько приемников
			300-500	3,5	0,05	40					
АСК-РС Блоки телеотключения	То же	ЧМ	40-500	0,4	0,I	36	–	-I9,0	-9,0	То же	То же
ДСГ-68	Сигнализация гололеда	ЧМ	30-50	2,5	–	34,5	–	-40,0	-30,0	–	Один приемник и до пяти передатчиков

*При питании от источника напряжением II0 В уровень передачи снижается на 7 дБ.

** При питании от источника напряжением II0 В уровень передачи снижается на 5 дБ.

Примечания:

I. 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 ДСГ-68.

3. Для приемопередатчиков АЗВ приведены данные опытной серии.

4. АМ – амплитудная модуляция, ЧМ – частотная модуляция.

$p_{пом}$ – средний уровень помех от короны на фазных проводах в полосе I кГц, дБ. Он принимается по табл. I-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 (ВЧТО-М, ДСГ-68, ТСД-70) уровень помех определяется в полосе фильтров широкополосной части приемника, расположенных до ограничителя амплитуд;

$\Delta p'_{пом}$ – поправка, учитывающая изменение среднего уровня помех для ВЧ 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	–I,0
Провод – провод расщепленной средней фазы	+2,5
То же расщепленной крайней фазы	–I,5

$p_{с/п}$ – 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	$p_{с/п}$, дБ
Телефонной связи	ОБП	26
То же	ЧМ	22
Телемеханики для скорости передачи 50 Бод	ЧМ-ОБП	I8
То же для скорости передачи I00, 200 и 300 Бод	ЧМ-ОБП	22

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

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

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 на напряжении ниже проектного) могут иметь место случаи, когда чувствительность приемников аппаратуры ниже расчетного уровня $p_{пр.мин}$. В подобных случаях за расчетный уровень $p_{пр.мин}$ принимается уровень чувствительности приемника, приведенный в табл.I-2.

I.2.3*. Затухание элементов ВЧ тракта $a_{эл}$ для расчета значения $f_{макс}$ определяется из выражений:

– для ВЧ трактов по фазным проводам

$$a_{эл} = n_1 a_к + \Delta a_{тр1} + n_2 \Delta a_{(0)} + 2n_1 a_з + (2n_1 - 1) a_{ф.п} + (m_1 - 1) a_{каб} +$$

$$+ \Sigma a_ш + m_2 a_{пром} + m_3 a_{р.ф} + m_4 a_{отв} + m_5 a_{раз} \quad \text{дБ}, \qquad (I\text{-}7)$$

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;

$a_к$ – концевые затухания двух концов ВЛ, дБ;

$\Delta a_{тр1}$ – дополнительное затухание, обусловленное многократными отражениями междуфазной волны от концов ВЛ и ответвлений, дБ. Учитывается для сложных ВЧ трактов с обходами и ответвлениями;

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

$a_з$ – затухание, вносимое заградителем, дБ;

$a_{ф.п}$ – затухание фильтра присоединения, дБ;

$a_{каб}$ – затухание ВЧ кабеля, соединяющего ВЧ аппаратуру с фильтром присоединения, дБ;

$a_ш$ – затухание, вносимое параллельно включенной аппаратурой других ВЧ каналов на оконечном пункте, дБ;

$a_{пром}$ – затухание, вносимое в транзитный канал аппаратурой уплотнения на промежуточном пункте, подключенной к схеме ВЧ обхода, дБ;

$a_{р.ф}$ – затухание разделительного фильтра (дБ), учитываемое на передающем конце и в пункте ВЧ обхода;

$a_{отв}$ – затухание, вносимое ответвлением от ВЛ, дБ;

$a_{рад}$ – 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)

$$a_{эл}=a_к+2a_з+a_{ф.л}+a_{каб}+m_2a_ш+m_4a_{р.ф}+m_7a_{ш.д}+$$
$$+m_8a_{трансп.т}+m_9a_{трансп.вл}\ \text{дБ}, \qquad (I-8)$$

где $a_{трансп.т}$ – затухание, вносимое транспозицией на тросах в ВЧ тракт по грозозащитным тросам, дБ;

$a_{трансп.вл}$ – затухание, вносимое транспозицией фазных проводов в ВЧ тракт по грозозащитным тросам, дБ;

$a_{ш.д}$ – затухание, вносимое ВЧ дросселем, шунтирующим тросы, дБ.

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

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

Примечание. Для ВЧ каналов всех назначений, минимальный уровень приема которых определен по формулам (I-4) и (I-5), исходя из уровня распределенных помех на ВЛ, на приемном конце учитывается только затухание, вносимое заградителем.

Для ВЧ каналов, минимальный уровень которых принят равным уровню порога запирания (насыщения) или порогу ограничения приемника (для каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики и сигнализации гололедообразования на аппаратуре УПЗ-70, ПВЗД, ПВЗК, АЗВ, ВЧТО-М, ДСГ-68), и для каналов по ВЛ 35–110 кВ на аппаратуре с приемниками невысокой чувствительности, для которых минимальный уровень приема принят равным чувствительности приемника (ВЧА-СЧ, АСК-РС, ТСД-70, АРС-64), затухание элементов ВЧ тракта $a_{ф.п}$, $a_{каб}$, $a_ш$, $a_{р.ф}$ должно учитываться и на приемном конце канала.

Таблица I-4

Минимальный уровень приема для ВЧ каналов релейной защиты

Тип приемо-передатчика	Тип релейной защиты	Подключение к фазе	Разнос частот приема и передачи, кГц	$P_{пр.мин}$ (дБ) для ВЛ напряжением, кВ				
				35, 110	154, 220	330		500, 750
						Один провод в фазе	Расщепление фазы	
ПВЗК	Дифференциально-фазная	Любой	0	+4,0	+4,0	–	–	–
УПЗ-70, ПВЗД	Дифференциально-фазная на электромеханических реле	Любой	0	+II,5	+II,5	+I4,5	+II,5	+II,5
		Любой	I,5	+7,5	+7,5	+I4,5	+7,5	+7,5
	Направленная, дистанционная	Любой	0	+II,5	+II,5	+II,5	+II,5	+II,5
		Любой	I,5	+7,5	+7,5	+7,5	+7,5	+7,5
АЗВ	Дифференциально-фазная на электромеханических реле	Средней	0	-6,0*	-2,0*	+II,0*	-3,5*	+2,0*
		Средней	I,5	-I0,0*	-2,0*	+II,0*	-3,5*	+2,0*
		Крайней	0	-6,0*	-5,0*	+8,5*	-6,5*	-I,0*
		Крайней	I,5	-I0,0*	-5,0*	+8,5*	-6,5*	-I,0*
	Дифференциально-фазная на транзисторах	Средней	0 и I,5	-5,0*	+2,5*	+I6,0*	+I,0*	+6,0*
		Крайней	0 и I,5	-5,0*	-I,0*	+I2,0*	-2,0*	+2,5*
	Направленная, дистанционная на электромеханических реле	Любой	0	-6,0	-6,0	-2,5*	-6,0	-6,0
		Любой	I,5	-I0,0	-I0,0	-2,5*	-I0,0	-I0,0

Окончание таблицы I-4

Тип приемопередатчика	Тип релейной защиты	Подключение к фазе	Разнос частот приема и передачи, кГц	$P_{пр.мин}$ (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	I,5	-I0,0	-I0,0	0,0*	-I0,0	-9,5*

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

Таблица 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
II0	I	- 38
220	I	- 29
330	I	- I5
330	2	- 30
500	3	- 25
750	4 и 5	- 20
Кабельные линии:		
6 и I0	-	- 43 (- 52)*
35	-	- 6I

* В скобках - для диапазона частот выше I00 кГц.

Примечание. 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 расщепленными фазами.

Таблица I-6

Расчетные значения затухания элементов ВЧ тракта

Схема присоединения ВЧ аппаратуры	Значения $a_{эл}$, дБ															
	$a_к$		$\Delta a_{тр}$	$\Delta a_{(р)}$	$a_з$	$a_{ф.н}$	$a_{каб}$	$a_ш$	$a_{пром}$	$a_{р.ф}$	$a_{отв}$		$a_{трансп.ВЛ}$	$a_{трансп.т}$	$a_{т.л}$	$a_{рад}$
	ВЛ на одноцепных опорах	ВЛ на двухцепных опорах									не используемые для связи	используемые для связи				
Фаза – земля	2,5	I,0	3,0	2,0	3,0	I,5	0,5	I,0	3,5	I,0	5,5	7,0	–	–	–	$10lgm$
Фаза – фаза	0	0	0	0	3,0	I,5	0,5	I,0	3,5	I,0	3,0	5,0	–	–	–	$10lgm$
Провод – провод расщепленной фазы	0	0	0	0	I,0	I,5	0,5	I,0	–	I,0	–	–	–	–	–	–
Трос – земля	7,0	–	0	0	–	I,5	I,0	I,0	–	I,0	–	–	I,0	0	I,0	–
Два троса – земля	2,0	–	0	0	–	I,5	I,0	I,0	–	I,0	–	–	I,0	0	I,0	–
Трос – трос	I,0	–	0	0	–	I,5	I,0	I,0	–	I,0	–	–	I,0	I,3	I,0	–

I.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 ВЧ тракт канала, определяется из выражений:

- для канала релейной защиты или противоаварийной автоматики

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

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

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

- для канала телефонной связи и телемеханики

$$\Sigma a_ш = m_{р.з} + (m_{тф} - 1) + m_{р.ф} \text{ дБ}, \qquad (I-10)$$

где $m_{тф}$ - число ВЧ аппаратов телефонной связи и телемеханики, включенных параллельно.

I.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 изморози, 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 ВЧ каналов, определяются по формулам:

- для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала

$$A_{зап} = 13 + \Delta a_{гол f} \quad дБ. \qquad (I-11)$$

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

$$A_{зап} = 10 + \Delta a_{гол f} \quad дБ \qquad (I-11а)$$

с обоснованием в проекте этого снижения.

Максимальное расчетное значение $A_{зап}$ 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 противоаварийной автоматики

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

- для ВЧ каналов телефонной связи и телемеханики

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

но не менее 9,0 дБ. Допускается снижение значения $A_{зап}$ 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 $A_{зап}$ по формуле (I-13);

- для ВЧ каналов сигнализации гололедообразования

$$A_{зап} = a_{гол} = K_з s m \ell \quad дБ, \qquad (I-14)$$

но не менее 9,0 дБ.

В формулах (I-11) - (I-14) принято:

$\Delta a_{гол f}$ - 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 $\Delta a_{гол f}$, определенное по рис.I-22 - I-29, уменьшается в $30/\ell$ раз, где ℓ - длина линейного тракта, км;

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

$K_з$ - коэффициент, равный I,0; 0,68; 0,48; 0,32 соответственно при числе проводов в фазе I, 2, 3 и 5;

s, m - по рис. I-30 - I-31;

ℓ - длина линейного тракта, км.

При невозможности обеспечения значения $A_{зап}$ по формулам (I-II) и (I-I2) для ВЧ каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики возможность снижения значения $A_{зап}$ согласовывается с заказчиком.

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

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

$$\Delta a_{из} \approx 0{,}5 \cdot K_3 S m \ell_{из} \text{ дБ}, \qquad (I\text{-}I5)$$

где K_3, S, m – то же, что и в формуле (I-I4);

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

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

Расчет по формуле (I-I5) выполняется для такого одновременного сочетания $\ell_{из}$ и $d_{из}$, которое дает наибольшее значение $\Delta a_{из}$ за пятилетний период наблюдений.

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

I.2.6. После расчета наибольших возможных рабочих частот по исходному графику частот определяются свободные участки диапазона или отдельные частоты, которые могут быть заняты для проектируемых каналов.

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

ных помех ВЧ каналам от радиостанций, возможных помех радиоприему 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:

I) 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.I0. 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 небольшой протяженности с учетом ограничений, изложенных в пп.I.2.8 и I.2.9. В слабогололедных районах следует использовать более высокие частоты;

4) для каналов линейно-эксплуатационной связи с подвижными объектами на аппаратуре АСМ выделены полосы частот 50-53, I00-I03 и I50-I53 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-I5.

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

Таблица I-7

Электрические данные ВЧ заградителей серии ВЗ

Тип заградителя	Индуктивность силовой катушки, мГ	Номинальный ток силовой катушки, А	Термическая устойчивость в течение 1 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

Таблица I-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 одночастотной	резонансной двухчастотной	притупленной одночастотной	притупленной двухчастотной
40-100	3,0	I,2	I,2	0,8
100-250	6,0	3,0	2,0	0,8

Примечание. Отношение резонансных частот при двухчастотной настройке допускается в пределах I,I-2,5.

Таблица I-9

Электрические данные заградителей серий ВЧЗ и ВЧЗС

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,I5	0,I6	50-600*	500	300	I0	25,6
ВЧЗ-I00-0,I5	0,I4	50-600*	500	I00	4,5	I3,5
ВЧЗС-200	I,3 (I,65)**	25-33; 32-47; 39-6I; 45-8I; 53-I08; 60-I53; 73-600	500	200	8,3	22,0
ВЧЗС-200-В	I,3 (I,65)**	70-600	500	200	8,3	22,0
ВЧЗС-I00	I,3 (I,65)**	27-34; 33-47; 40-62; 46-78; 53-I03; 65-I90; 74-600	500	I00	4,5	I3,5
ВЧЗС-I00-В	I,3 (I,65)**	70-600	500	I00	4,5	I3,5

* Диапазон, в котором осуществляется настройка на полосу частот.

** I,3 мГ – на частоте 50 Гц; I,65 мГ – на частоте 27 кГц.

Таблица I-IO

Электрические данные фильтров присоединения ФП и ФПУ

Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Рабочее затухание, дБ	Схема фильтра	Напряжение ВЛ, кВ
2I40	40-60	700	I,7	Тр	330
2I40	50-85	680	I,7	Тр	330
2I40	60-I20	680	I,7	Тр	330
2I40	I00-800	666	I,7	АТр	330
2200	40-60	760	I,3	Тр	II0
2200	50-85	660	I,3	Тр	II0
2200	60-I20	660	I,3	Тр	II0
2200	I00-800	730	I,3	Тр	II0
3000	36-60	630	I,7	Тр	750
3000	52-II0	600	I,7	Тр	750
3000	60-I60	6I7	I,7	Тр	750
3000	I00-800	5I5	I,7	АТр	750
3200	36-84	855	I,7	Тр	220
3200	60-300	720	I,7	Тр	220
3200	I00-800	483	I,3	Тр	220
4650	36-75	545	I,3	Тр	500
4650	52-2I0	550	I,3	Тр	500
4650	I00-800	405	I,3	АТр	500
6400	36-I65	685	I,3	Тр	II0
6400	65-800	450	I,3	АТр	II0
7000	36-350	630	I,3	АТр	330
7000	65-800	450	I,3	АТр	330
I7500	36-800	366	I,3	АТр	Любое*

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

Примечания: I. Рабочее затухание фильтра присоединения на частотах I0% и менее от края полосы пропускания не более I,7 дБ.-2. Схемы фильтров присоединения: Тр - трансформаторная, АТр - автотрансформаторная.

Таблица I-II

Электрические данные фильтров присоединения ОФП-4 и ФП-500

Тип фильтра присоединения	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее затухание, дБ
ОФП-4	II00	49-I20	I750	3,0
То же	II00	75-200	I200	2,0
-"-	II00	I25-300	740	2,0
-"-	2200	49-I20	875	2,0
-"-	2200	75-200	600	2,0
-"-	2200	I25-300	340	2,0
ФП-500	4650	40-200	720	I,0
То же	4650	I20-600	205	0,5

Примечание. Схема фильтра присоединения - трансформаторная.

Таблица I-I2

Электрические данные модификаций фильтра присоединения ОФП-4

Модификация	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее затухание, дБ	Схема фильтра	Модификация	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее затухание, дБ	Схема фильтра
А-I	II00	5I-63	400	I,5	Тр	Б-4	2200	95-200	400	I,0	Тр
А-2	II00	57-69	400	I,5	Тр	Б-5	2200	II5-350	400	I,0	Тр
А-3	II00	62-76	400	I,5	Тр	Б-6	2200	I20-500	400	I,5	АТр
А-4	II00	66-92	400	I,0	Тр	Б-7	2200	35-56	800	2,0	Тр
А-5	II00	79-96	400	I,0	Тр	Б-8	2200	45-87	800	2,0	Тр
А-6	II00	96-I20	400	I,5	Тр	Б-9	2200	62-I87	800	2,0	Тр
А-7	II00	I07-205	400	I,5	Тр	Б-I0	2200	85-420	800	2,0	АТр
А-8	II00	I25-225	400	I,0	Тр	Б-II	2200	37-II0	I600	2,0	АТр
А-9	II00	I75-340	400	I,0	Тр	Б-I2	2200	45-I40	I600	2,0	АТр
А-I0	II00	39-56	800	2,0	Тр	Б-I3	2200	50-220	I600	2,5	АТр
А-II	II00	48-63	800	I,5	Тр	В-I	4400	II0-I000	250	I,5	АТр
А-I2	II00	5I-7I	800	2,0	Тр	В-2	4400	39-57	400	I,0	Тр
А-I3	II00	6I-96	800	I,5	Тр	В-3	4400	56-II0	400	I,0	Тр
А-I4	II00	8I-I35	800	2,0	Тр	В-4	4400	60-320	400	I,5	АТр

А-I5	II00	I05-4I0	800	2,0	АТр	В-5	4400	39-I25	800	2,0	АТр
А-I6	II00	33-49	I600	2,0	Тр	Г-I	3200	37-6I	400	2,0	Тр
А-I7	II00	47-77	I600	2,0	Тр	Г-2	3200	45-75	400	2,0	Тр
А-I8	II00	62-200	I600	2,0	АТр	Г-3	3200	58-94	400	2,0	Тр
А-I9	II00	85-280	I600	2,0	АТр	Г-4	3200	62-I23	400	2,0	Тр
А-20	II00	36-75	I600	3,0	АТр	Г-5	3200	85-200	400	2,0	АТр
А-2I	II00	47-II0	2000	3,0	Тр	Г-6	3200	I00-500	400	2,0	АТр
А-22	II00	65-240	2000	3,0	АТр	Д-I	6400	33-80	400	2,0	АТр
Б-I	2200	49-75	400	I,0	Тр	Д-2	6400	70-I90	250	2,0	Тр
Б-2	2200	65-I00	400	I,0	Тр	Д-3	6400	I00-500	200	2,0	АТр
Б-3	2200	7I-I20	400	I,0	Тр						

Примечание. Схема фильтра присоединения: Тр – трансформаторная, АТр – автотрансформаторная.

Таблица I-I3

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
II00	288-600	600	ФВЧ	2200	49-8I	800	ПФ	6200	35-600	800	ФВЧ
II00	I40-268	600	ПФ	2200	43-68	800	ПФ	6400	I52-600	200	ФВЧ
II00	94-240	800	ПФ	3200	95-600	600	ФВЧ	6400	90-224	200	ПФ
II00	70-I44	800	ПФ	3200	57-I40	600	АТр	6400	72-I40	200	ПФ
I470	232-600	600	ФВЧ	3200	54-II6	600	ПФ	6400	72-600	400	ФВЧ
I470	I44-280	600	ПФ	3200	45-78	600	ПФ	6400	47-I35	400	ПФ
I470	I06-222	600	ПФ	3200	75-600	800	ФВЧ	6400	4I-90	400	ПФ
I470	94-I64	600	ПФ	3200	53-I70	800	АТр	6400	50-600	600	ФВЧ
I470	78-II7	600	ПФ	4400	2I2-600	200	ФВЧ	6400	42-280	600	АТр
I470	62-89	800	ПФ	4400	I24-3II	200	ПФ	6400	39-I66	600	ПФ
2200	200-600	400	ФВЧ	4400	I08-230	200	ПФ	6400	40-600	800	ФВЧ
2200	I26-324	400	ПФ	4400	80-I23	200	ПФ	7000	48-600	600	ФВЧ
2200	I06-220	400	ПФ	4400	I04-600	400	ФВЧ	II670	82-600	200	ФВЧ
2200	80-I25	400	ПФ	4400	65-I54	400	ПФ	II670	40-600	400	ФВЧ
2200	68-96	400	ПФ	4400	54-II0	400	ПФ	II670	27-600	600	ФВЧ
2200	I44-600	600	ФВЧ	4400	47-79	400	ПФ	I4000	28-600	600	ФВЧ

2200	92-250	600	ПФ	4400	42-62	400	ПФ	I7500	52-600	200	ФВЧ
2200	73-I42	600	ПФ	4400	76-600	600	ФВЧ	I7500	32-600	400	ФВЧ
2200	63-I05	600	ПФ	4400	46-I36	600	ПФ	I7500	I8-600	600	ФВЧ
2200	54-77	600	ПФ	4400	40-90	600	ПФ	I7500	I4-600	800	ФВЧ
2200	I08-600	800	ФВЧ	4400	52-600	800	ФВЧ	35000	27-600	200	ФВЧ
2200	60-2I0	800	АТр	4400	52-330	800	АТр	35000	I4-600	400	ФВЧ
2200	65-I56	800	ПФ	4400	40-I40	800	АТр	35000	I0-600	600	ФВЧ
2200	55-II3	800	ПФ	4400	36-I05	800	ПФ				
				4400	40-600	800	ФВЧ				

Примечания: I. Рабочее затухание фильтра присоединения в полосе пропускания не более I,74 дБ (на краях полосы пропускания не более 2,I8 дБ).
2. Схемы фильтров присоединения: ФВЧ – фильтра верхних частот, ПФ – полосового фильтра, АТр – автотрансформаторная.

Таблица I-I4

Электрические данные фильтра присоединения:
ФП-РС-6-35

Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее затухание, дБ	Схема фильтра	Емкость конденсатора связи, пФ	Полоса пропускания, кГц	Характеристическое сопротивление, Ом	Максимальное рабочее затухание, дБ	Схема фильтра
4400	18-30	1600	3,5	КУ	17500	54-66	200	0,5	ФВЧ
4400	29-37	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	450	1,5	КУ	35000	18-66	400	0,5	ФВЧ
4400	54-66	450	1,0	КУ	107000	18-66	100	1,5	ФВЧ
II670	36-66	400	1,5	ФВЧ	107000	18-66	200	0,5	ФВЧ
II670	18-66	800	1,0	ФВЧ	107000	18-66	400	0,5	ФВЧ

Примечание. Схемы фильтров присоединения: КУ – компенсационного устройства, ФВЧ – фильтр верхних частот.

Таблица I-I5

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	вне 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.

I.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.

I.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.I.2.9.

I.2.11.* Выбор частот каналов с внутрифазным трактом (по изолированным один от другого проводам расщепленной фазы) производится без учета частот радиовещательных станций.

I.2.12. Мешающее влияние ВЧ каналов по ВЛ на ВЧ каналы по воздушным проводным линиям связи следует учитывать при пересечениях и сближениях 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.

Влияние 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 влияний линий электропередачи. Часть II. Мешающие влияния". ("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 транзитных каналов и запирать 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 ближних каналов.

I.2.I6. 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 ОФП-4 и ФП приведены в табл.I-I6.

I.3. Условия, определяющие разнос частот

I.3.I. 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-I7).

I.3.2*. Частоты передатчиков УПЗ-70, АЗВ в ВЧ каналах релейной защиты должны различаться:

Схема и длина ВЛ, км	Разность частот передатчиков, кГц
Без ответвлений, короче I00	0
Без ответвлений, более I00	I,5
С ответвлениями	0,5

На ВЛ без ответвлений длиной более I00 км допускается работа передатчиков на одной частоте, если соблюдается условие

$$\alpha_{(\phi,з)}\ell \geq \frac{A_{пер} - 8}{2} \quad \text{дБ}, \qquad (I\text{-}I6)$$

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

Примечание. На ВЛ без ответвлений короче 100 км допускается принимать разность частот 1,5 кГц для приемопередатчиков УПЗ-70, если необходимо увеличить перекрываемое затухание в канале на 4 дБ (см.табл.1-4).

Таблица 1-16

Области повышенного затухания ВЧ обхода подстанции с входным сопротивлением 50 Ом и более с фильтрами присоединения ФПП-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
ФПП-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*. 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

Таблица I-I7

Частотные параметры приемников ВЧ аппаратуры

Тип аппаратуры	Рабочий диапазон частот, кГц	Минимальный разнос частот приемника и передатчика, %	Полоса частот зеркального канала, кГц		Минимальная избирательность приемника по зеркальному каналу, дБ
			$f_{эм1} > f_б$	$f_{эм1} < f_б$	
АСК-I	40-500	5(но не менее 5 кГц)*	$f_{б.в}$+(40-44)	$f_{б.н}$-(40-44)	95,0
АСК-3	40-500	5(но не менее I2 кГц)*	$f_{б.в}$+(40-52)	$f_{б.н}$-(40-52)	87,0
АСК-РС	40-300	-	$f_{б.в}$+(40-48)	$f_{б.н}$-(40-48)	70,0
	30I-500	-	$f_{б.в}$+(40-48)	$f_{б.н}$-(40-48)	52,0
ВЧА-СЧ	40-500	-	$f_{б.в}$+(I6-24)	$f_{б.н}$-(I6-24)	44,0
ВЧА-ITФ	40-300	7(но не менее 8 кГц)*	$f_{б.в}$+(24-28)	$f_{б.н}$-(24-28)	52,0
	30I-500	То же	$f_{б.в}$+(24-28)	$f_{б.н}$-(24-28)	44,0
ВЧА-ЗТФ	40-300	I0(но не менее I2 кГц)*	$f_{б.в}$+(8-20)	$f_{б.н}$-(8-20)	44,0
	30I-500	То же	$f_{б.в}$+(8-20)	$f_{б.н}$-(8-20)	39,0
МПУ-I2	I68-602	50 кГц при двухпроводном выходе. Любой при четырехпроводном выходе	$f_{б.в}$+(72-I20) или $f_{б.в}$+(I88-236)	$f_{б.н}$-(72-I20) или $f_{б.н}$-(I88-236)	87,0
КМК-64 КМК-226	50-I60	I2**	$f_{б.в}$+(I3,8--I5,9) (МК-63) $f_{б.в}$+(7-I2,5) (ВЧ-63)	$f_{б.н}$-(I3,8--I5,9) (МК-63) $f_{б.н}$-(7-I2,5) (ВЧ-63)	83,0 (МК-63)
	I6I-260	I5**			70,0 (ВЧ-63)
	26I-350	I7**			70,0 (МК-63-0I)

Окончание таблицы I-17

Тип аппаратуры	Рабочий диапазон частот, кГц	Минимальный разнос частот приемника и передатчика, %	Полоса частот зеркального канала, кГц		Минимальная избирательность приемника по зеркальному каналу, дБ
			$f_{дм1} > f_б$	$f_{дм1} < f_б$	
ТСД-70	40-500	I0(но не менее I0 кГц)**	$f_{нес}+(20\pm3)$	-	52,0
ДСТ-68	30-50	-	$f_{нес}+(20\pm3)$	-	52,0
АСМ	50-53	-	900-903	-	70,0
	I00-I03	-	900-903	-	70,0
	I50-I53	-	850-853	-	70,0
ВЧТО-М	40-200	5(но не менее I0 кГц)***	$f_{нес}$ + 20	-	6I,0
	20I-500	То же	-	$f_{нес}$ - 20	6I,0

* От верхнего края нижней полосы частот.

** Между средними частотами полос или несущими частотами.

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

Примечание: $f_{дм1}$ - частота первого демодулятора; $f_{б.в}$, $f_{б.н}$ - верхняя и нижняя граничные частоты рабочей полосы приема; $f_{нес}$ - 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, ПВЗД, ПВЗК, 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 полосы 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).

I.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.

I.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.

I.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

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

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 $A_{зап}$;

m – количество промежуточных усилителей прямого усиления в канале;

– для ВЧ каналов по грозозащитным тросам

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

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

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

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-I7);

2) переходное затухание с дальнего конца для частот приема

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

где $\Delta\rho'_{пр} = \Delta\rho_{пр} + \Delta A_{ДПУ}$ – 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-I7).

При определении переходных затуханий, согласно рекомендациям разд.I.5, возможность применения инверсии частот проверяется для наихудших условий, т.е. по выражению (I-I9), 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.I0. С целью рационального использования диапазона частот следует повторять частоты ВЧ каналов на разных участках электри-

ческой сети (включая ВЧ каналы на смежных участках ВЛ), 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 I0% частоты настройки фильтра. При этом затухание, вносимое фильтром в канал, будет не более I,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

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

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

$A_{зерк}$ – избирательность приемника в полосе зеркального канала (дБ), принятая из табл.I-I7;

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

- для канала телемеханики

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

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

$$P_{пеш.макс} - A_{зерк} \leqslant P_{п.ч} - 10 \quad \text{дБ}, \quad (I\text{-}20б)$$

где $P_{п.ч}$ – уровень порога чувствительности приемника по табл.I-3.

Значение $P_{пеш.макс}$ для передатчиков одноканальных и трехканальных систем принимается равным максимальному уровню передачи, а для передатчиков двенадцатиканальных систем, занимающих полосу 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-I43 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 каналов для релейной защиты и ближайшим телефонным каналом двенадцатиканальной системы определяется по рис.I-4I ÷ 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:

I) 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)

I.4.2*. Значение минимального разноса частот между полезным и мешающим сигналами для приемников аппаратуры (см.табл.I-1 и I-2) определяется по рис. I-32 ÷ I-46, где Δf соответствует разносу 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, ПБЗД, УПЗ-70, АЗВ, ВЧТО-М),

$$\Delta p = p_{пр} - p_{меш}.$$

I.4.3. Уровень мешающего сигнала на входе приемника определяется по формуле

$$p_{меш} = p_{меш.макс} - a_{тр} \quad \text{дБ}, \qquad (I\text{-}21)$$

где $a_{тр}$ – 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 $a_{тр}$ определяется приближенно по формуле

$$a_{тр} = 7{,}5 + \Sigma \alpha_{(\varphi)} \ell + 3{,}5 m_{отв} + 10 m_{обх} + \Sigma A_{пр\,х} \quad \text{дБ}, \qquad (I\text{-}22)$$

где 7,5 дБ – затухание элементов ВЧ тракта на передающем конце и концевые затухания.

Принято:

$a_з = 3{,}0$ дБ; $a_{ф.п} = 1{,}5$ дБ; $a_{отв} = 0{,}5$ дБ; $a_к = 2{,}5$ дБ;

$\Sigma \alpha_{(\varphi)} \ell$ – сумма затуханий линейных трактов всех ВЛ 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 транспозиций;

3,5 дБ – среднее затухание, вносимое ответвлением;

$m_{отв}$ – 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, запирающих частоту мешающего передатчика.

Если одно из условий, указанных выше, не выполняется, то ВЧ обход не учитывается, а затухание такой подстанции 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.I на рис.I-48,*б*) рекомендуется учитывать следующим образом:

I) для подстанций, на которых расположен приемник, подверженный влиянию (например, на п/ст.I рис.I-48,*б* для мешающих сигналов ПрдI и Прд2 на ПрмЗ), переходное затухание определяется с дальнего конца. При этом заградитель на п/ст.I 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-I3), 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 ПрмI) 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-2I) производится для тракта с наименьшим затуханием.

Формулой (I-2I) нужно пользоваться в случаях, когда передатчики мешающего и полезного сигналов расположены на различных подстанциях (например, ПрдЗ и ПрдI или ПрдЗ 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:

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

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;

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

где $\alpha_{(ф)}\ell$ – 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 Прм2 на рис.I-48,*а*) значения Δp и $p_{меш}$ определяются из выражений:

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

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

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

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

I.4.5. Возможность размещения рядом полос мешающего и полезного сигналов каналов на аппаратуре системы ОБП проверяется по рис.I-32 ÷ I-40, I-45 и I-46 для разноса частот 0,6 кГц.

I.5. Определение переходных затуханий

I.5.I. Расчетные значения переходного затухания между фазами одной ВЛ 35-750 кВ и между фазами разных ВЛ на двухцепных опорах принимаются согласно табл.I-I8.

I.5.2*. 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.

I.5.3*. Затухание перехода подстанции с ближнего конца для ВЧ трактов со схемой присоединения фаза - земля разных ВЛ одного напряжения, обусловленное электрической связью ($A_{п.б}$) 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

$$z_п = -j\,\frac{1{,}59\cdot 10^6}{f\,C_п}\ \text{Ом}, \qquad (I\text{-}28)$$

где f – расчетная частота канала, кГц;

$C_п = \Sigma C$ – сумма эквивалентных емкостей оборудования и сборных шин одной фазы на землю, пФ; определяется по данным табл.I-I9.

При отсутствии одного из заградителей значение $A_{п.б}$, 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 $A_{п.б}$ таких подстанций принимается равным I0 дБ при наличии заградителей на частоте мешающего сигнала.

Таблица I-I8

Переходные затухания между фазами ВЛ 35-750 кВ

Напряжение ВЛ, кВ	Переходное затухание, дБ								
	Симметричная ВЛ		Транспонированная ВЛ с одним циклом транспозиции		Нетранспонированные ВЛ				
					$A_{л.б}$			$A_{л.в}$	
	$A_{л.б}$	$A_{л.в}$	$A_{л.б}$	$A_{л.в}$	I-2	I-3	2-I	I-2 и I-3	2-I
35	I8	5	I8	5	-	-	-	-	-
II0	I8	5	I8	5	I3	I8	I3	0	5
220	22	5	22	5	I8	22	I8	0	5
330 и выше	-	-	26	5	22	26	22	0	5

Примечания:

I. 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 шин 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.

I.5.4*. Затухание перехода подстанции с ближнего конца для линейных трактов со схемой присоединения фаза - земля ВЛ разных классов напряжения определяется суммированием значений, указанных в п.I.5.3, и значений, приведенных в табл.I-20.

I.5.5*. Затухание перехода подстанции с дальнего конца для линейных трактов со схемой присоединения фаза - земля ориентировочно определяется из выражения

Таблица I-I9

Эквивалентная емкость оборудования подстанции

Тип оборудования	Напряжение обмотки, кВ	Эквивалентная емкость, пФ	Тип оборудования	Напряжение обмотки, кВ	Эквивалентная емкость, пФ
ТМ-I800/35	37	280	ТФНД-II0	II0	280
ТМ-5600/35	35	640	ТФНД-220	220	I50
ОДГ-I0500/II0	II0	I350	ТФНКД-500	500	I20
ТМГ-5600/II0	II0	790	ВМД-35	35	350/I90**
ТДТГ-I0000/II0	II0	760	МКП-II0М	II0	I220/350**
ТДТГ-20000/II0	II0	630	ВВН-II0/800	II0	75/-**
ТДТГ-60000/II0	II2	970	ВВН-220	220	500/-**
ТДНГ-20000/II0	II2	I040	ВВН-500/2000	500	470/300**
ТДТНГ-20000/II0	II2	I200	РДНЗ-35/600	35	I40/45**
ОДТГ-30000/220	242	2500*	РДНЗ-II0М	II0	I30/23**
	I2I	I500	Нож РДНЗ-II0М	II0	I00
ОДТГ-40000/220	242	2680*	РДНЗ-220	220	240/200**
	I2I	2I70	РОНЗ-500/2000	500	200/50**
ОДТГА-I38000/220	242	3I00	Нож РОНЗ-500/2000	500	I40
	I2I	8700	РВС-35	35	50
АТДЦТН-250000/500	500	2000	РВС-II0	II0	85
НОМ-35	37	I60	РВС-220	220	85
НКФ-II0	I2I	II0	РВМК-500	500	200
НКФ-220	220	50	Сборные шины	-	7,5
НКФ-500	500	I00	(на I м длины)		
ТФН-35	35	90			

* В диапазоне частот 40-250 кГц.

** Числитель соответствует включенному положению, знаменатель - отключенному.

Таблица 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

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

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

I.5.6*. 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*. 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 трактами 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.

I.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.

I.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 $A_{л.б}$, дБ
Трос – трос	52
Трос – земля	37
Два троса – земля	32

I.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

$$A_{эм.б} = A_{эм.б.\infty} + \Delta_1 A \qquad \text{дБ}, \qquad (I\text{-}30)$$

где $A_{эм.б.\infty}$ – переходное затухание при бесконечной длине параллельного расположения, дБ; определяется по рис.I-50;

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

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

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

$$d_{п.с} = \frac{d_{макс} + 2d_{мин}}{3} \qquad \text{м}, \qquad (I\text{-}31)$$

где $d_{макс}$ и $d_{мин}$ – максимальное и минимальное расстояния между осями ВЛ. Расчетная длина косого сближения принимается из условия $d_{макс} = 5d_{мин}$.

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 расстояние $\ell \geq \frac{800}{f}$ 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

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

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 электросети 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 "ЛИДА" 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 I кВ (рис.I-55).

I.6.2. Приемник искателя повреждений подключается ко всем трем фазам линии. Высокочастотные заградители 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 заградители для искателя повреждений не требуются.

I.6.3. Высокочастотные заградители 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

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

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

Затухание, вносимое в ВЧ тракт разделительным фильтром на рабочих частотах, расположенных в полосе пропускания, не должно превышать I 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,I с коммутационным устройством искателя повреждений.

Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

2.I. Расчетные условия и последовательность проведения расчетов

2.I.I. 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.I.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.п. После этого производится повторный расчет.

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

2.I.3. Электрический расчет ВЧ каналов производится в такой последовательности:

I) определяется затухание, перекрываемое данным типом ВЧ аппаратуры при работе ее на ВЛ данного напряжения и конструкции. Для каналов с промежуточными усилителями и переприемами, организуемых по ВЛ с различными уровнями распределенных помех, перекрываемое затухание определяется для каждого усилительного и переприемного участка. Расчет перекрываемого затухания производится в соответствии с разд.I.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 переприемами затухание определяется для каждого усилительного и переприемного участка. Расчет затухания ВЧ тракта производится в соответствии с разд.2.4.

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

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

2.I.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 и каналов 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 оценке неравномерности затухания ВЧ тракта, обусловленной многократными отражениями междуфазной волны.

2.I.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.I.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.I.7. Основные исходные материалы для электрических расчетов ВЧ трактов каналов перечислены в разд.I.I.

2.I.8. Параметры аппаратуры ВЧ каналов, необходимые для электрических расчетов, приведены в табл.I-2, I-3, I-7 ÷ I-I4.

При выполнении электрических расчетов ВЧ каналов необходимо соблюдать следующее: длина ВЛ 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, и 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.I. 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

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

где $E = 0{,}0147\left(1 + K\frac{r_{пр}}{a}\right)\frac{CU_л}{m r_{пр}}$ или принимается по данным проекта ВЛ для номинального напряжения.

$E_0 \approx 24{,}8 + \frac{7{,}45}{\sqrt{r_{пр}}}$ или определяется по данным табл.2-I;

$\delta = I - 0{,}0875\,H$ - относительная плотность воздуха. При высоте трассы ВЛ над уровнем моря до I 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-I);

m - количество проводов в расщепленной фазе;

C - рабочая емкость фазы ВЛ, пФ/м;

$U_л$ - 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_{fz} см рабочую емкость можно определить по формуле

$$C = \frac{66{,}6}{\ln\frac{1{,}26 \cdot S_{fz}}{\sqrt[m]{r_{пр} a^{m-1}}}} - 1{,}2 \text{ пФ/м}.$$

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

$$P_{пом} = \varphi\left(\frac{E}{\delta E_0}\right).$$

2.2.2. Для районов с повышенной загрязненностью атмосферы уровень помех, определенный по (2-I), 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 I кГц, определяется по формуле

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

На частотах выше 100 кГц уровень помех может быть уменьшен на

Таблица 2-I

Параметры линейных проводов

Марка провода	E_0 кВ/см	Радиус провода, см	Марка провода	E_0 кВ/см	Радиус провода, см
АС-70/II	34,68	0,565	АС-240/56	3I,82	I,I20
АС-70/72	33,27	C,770	АС-300/39	3I,58	I,200
АС-95/I5	33,84	0,675	АС-300/48	3I,57	I,205
АС-95/I6	33,84	0,675	АС-300/66	3I,5I	I,225
АС-95/I4I	32,27	0,990	АС-300/204	30,95	I,460
АС-I20/I9	33,32	0,760	АС-330/27	3I,53	I,220
АС-I20/27	33,24	0,775	АС-330/43	3I,42	I,260
АС-I20/24	32,84	0,855	АС-400/22	3I,24	I,330
АС-I20/34	32,74	0,875	АС-400/5I	3I,I4	I,375
АС-I85/24	32,44	0,945	АС-400/64	3I,II	I,385
АС-I85/29	32,46	0,940	АС-400/93	30,96	I,455
АС-I85/43	32,3I	0,980	АС-500/64	30,8I	I,530
АС-I85/I28	3I,7I	I,I55	АС-500/336	30,23	I,875
АС-240/32	3I,95	I,080	АС-600/72	30,57	I,660
АС-240/39	3I,95	I,080	АС-700/86	30,32	I,8I0

$$\Delta p_{пом} = 9{,}6(\ell g\, 0{,}01 f)^2 \quad \text{дБ.} \qquad (2\text{-}3)$$

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

$$p_{пом} = p_{пом.нн} + \Delta p_{пом} \quad \text{дБ}, \qquad (2\text{-}4)$$

где
$$\Delta p_{пом} = 10\ell g\left(1+10^{0{,}1(p_{пом.вн} - p_{пом.нн} - \alpha_{тр})}\right); \qquad (2\text{-}5)$$

$p_{пом.нн}$ – уровень помех на ВЛ низшего напряжения;

$p_{пом.вн}$ – то же высшего напряжения;

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

Построенная по (2-5) зависимость $\Delta p_{пом} = \varphi(p_{пом.вн} - p_{пом.нн} - \alpha_{тр})$ приведена на рис.2-2.

2.2.5*. Суммирование помех в каналах с промежуточным усилителями и перепрямлями учитывается поправкой $\Delta p_{прам}$ по формуле (I-5). Расчет значения $\Delta p_{прам}$ выполняется без учета усилительных

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

$$p_{к.с/п} \geqslant p_{мин.с/п} + 10 \text{ дБ},$$

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 $\Delta p_{прим}$ не учитываются переприемы на каналы 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 $a_л$ приведены в табл.2-2.

В формулах (2-6), (2-8), (2-10), (2-11) табл.2-2 членом $\Delta a_{(0)}$ 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 нетранспонированных 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 $\ell \leqslant 900/f$ км (где f – в килогерцах), то их влияние на затухание $a_л$ 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.

Таблица 2-2

Формулы для расчета затухания линейного тракта

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

Напряжение Uн, кВ; расположение фаз; транспозиция фаз	Схема присоединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
110, 220; горизонтальное по рис.2-4,а, нетранспонированное	Крайняя фаза – земля	По формуле (2-6) $\alpha_{(1)}$ – по рис.I-8, I-9 $a_к$ – по табл.I-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; нетранспонированные	Нижняя фаза – земля	По формуле (2-6) $\alpha_{(\phi)}$ – по рис.I-10 ÷ I-12 $a_к$ – по табл.I-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; транспонированные многократно	Фаза – земля	По формуле (2-6)	40-500
	Фаза – фаза	По формуле (2-7) $\alpha_{(\phi)}$ – по рис.I-8 ÷ I-12	40-500
110-330; вертикальное по рис. 2-4,а; нетранспонированные	Фаза I – фаза 2, фаза I – фаза 4, фаза 4 – фаза 5	$a_л = \alpha_{(1)} \ell$ (2-9)	40-500
	Фаза I – земля, фаза 4 – земля	$a_л = \alpha_{(1)} \ell + a_к + \Delta a_{(0)} + 2$ (2-10)	40-500

	Фаза 2 – земля, фаза 5 – земля	$a_л = \alpha_{(1)} \ell + a_к + \Delta a_{(0)} + 3$	(2-II)	40-500
	Фаза 3 – земля, фаза 6 – земля	$a_л = \alpha_{(ф.э)} \ell + a_к$	(2-I2)	Область частот 2 по рис.2-I4
		$a_л = \alpha_{(1)} \ell + a_к + 11$	(2-I3)	Область частот 4 по рис.2-I3, 2-I4
		$\alpha_{(1)}$ – по рис.I-I3, I-I4 $\alpha_{(ф.э)}$ – по рис.2-I5 $a_к$ – по табл.I-6 $\Delta a_{(0)}$ – по рис.2-3 ℓ – длина ВЛ, км		
IIC-500; горизонтальное по рис. 2-4, *а*; нетранспонированные	Крайняя фаза – земля на одном конце и средняя фаза – земля на другом конце	$a_л = \alpha_{(1)} \ell + a_к + 6$	(2-I4)	40-500
	Крайняя фаза – земля	$a_л = a_{ф.э} + a_к$	(2-I5)	Области частот 2 ÷ 3 по рис.2-5 ÷ 2-8
		$a_{ф.э} = \left\| \frac{D}{e^{a_1 + D_1 e^{-a_2 - j b_2}}} \right\|$	(2-I6)	
		$a_л = \alpha_{(1)} \ell + a_к + 12$	(2-I7)	Область частот 4 по рис.2-6 ÷ 2-8

Напряжение ВЛ, кВ; расположение фаз, транспозиция фаз	Схема присоединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
		$a_1 = 0{,}115\alpha_1 \ell$ $a_2 = 0{,}115\alpha_2 \ell$ $\delta_c = \Delta_{(2)} f \ell$ $D_2 D_1$ – по табл.2-3 $\alpha_{(1)}$ – по рис.I-2 ÷ I-5 $\alpha_{(2)}$ – по рис.2-I8 ÷ 2-I9 $\Delta_{(2)}$ – по табл.2-4 или рис.2-2I, 2-22 a_K – по табл.I-6 ℓ – длина ВЛ, км	
II0-500; горизонтальное и треугольное по рис.2-4,а; нетранспонирование	Фаза I – фаза 2	$a_л = a_{ф.э}$ $a_{ф.э}$ – по формуле (2-I6)	40-500
220;330; треугольное по рис. 2-4,а; нетранспонирование	Фаза I – земля	$a_л = \alpha_{(1)} \ell + a_K + 9{,}5$ (2-I8)	Область частот 4 по рис.2-I0, 2-II
	Нижняя фаза – земля по схемам табл.2-3	По формулам (2-I5), (2-I6)	Области частот 2, 3 по рис. 2-I0, 2-II
	Фаза 2 – фаза 3, фаза I – фаза 3	$a_л = a_{ф.э}$	Область частот 2 по рис. 2-I0, 2-II

		$a_{ф.э}$ – по формуле (2-I6) $a_1 = 0{,}II5\ \alpha_{(1)}\ell$ $a_2 = 0{,}II5\ \alpha_{(2)}\ell$ $b_\ell = \Delta_{(2)} f\ell$ 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.2-2I,*б* $a_к$ – по табл.I-6 ℓ – длина ВЛ, км	
II0-500; горизонтальное по рис. 2-4,*а*; одна транспозиционная опора по рис. 2-4,*б*	Фаза В – земля на одном конце и фаза А – земля на другом конце	По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = \alpha_{(1)}[\ell_1 + \ell_2] + b$	40-500
	Фаза С – земля	По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = 20\lg\left\|\frac{10}{-1{,}45e^{-(a_1+a_2)} + 4{,}15e^{-(a_1+b_2)} + 3{,}7e^{-(a_2+b_1)} + 3{,}6e^{-(b_1+b_2)}}\right\|$	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-I5), в которой $a_{ф.э} = 20\lg\left\|\frac{10}{2{,}8e^{-(a_1+a_2)} + 7{,}2e^{-(a_2+b_1)}}\right\|$	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 присоединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
	Фаза В – земля	По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э}=20\ell g\left\|\frac{10}{2,8e^{-(a_1+a_2)}+7,2e^{-(a_1+b_2)}}\right\|$	То же $\ell=\ell_2$
	Фаза А – фаза С	По формуле (2-I5), в которой $a_{фэ}=20\ell g\left\|\frac{10}{7,6e^{-(a_2+b_1)}+2,4e^{-(b_1+b_2)}}\right\|$	40–500
	Фаза В – фаза С	По формуле (2-I5), в которой $a_{л}=20\ell g\left\|\frac{10}{7,6e^{-(a_1+b_2)}+2,4e^{-(b_1+b_2)}}\right\|$	40–500
		$a_к$ – по табл.I-6 $a_1=0,II5\,\alpha_{(1)}\ell_1$ $a_2=0,II5\,\alpha_{(1)}\ell_2$ $b_1=(0,II5\,\alpha_{(2)}+j\,\Delta_{(2)}f)\ell_1$ $b_2=(0,II5\,\alpha_{(2)}+j\,\Delta_{(2)}f)\ell_2$ $\alpha_{(1)}$ – по рис.I-2 ÷ I-5 $\alpha_{(2)}$ – по рис.2-I6 ÷ 2-I9 $\Delta_{(2)}$ – по табл.2-4 или рис.2-2I, 2-22 ℓ_1,ℓ_2 – длина участков ВЛ, км	
220; горизонтальное по рис. 2-4,а; транспонированное по рис.2-4,б	Фаза – земля	По формуле (2-I2) $\alpha_{(ф.э)}$ – по рис.I-I5 $a_к$ – по табл.I-6 ℓ – длина ВЛ, км	Не выше значения по рис. I-I5

220, 330; треугольное по рис. 2-4,*а*; транспонированные по рис.2-4,*б*	Фаза – земля	По формуле (2-I2) $\alpha_{(ф.э)}$ – по рис.I-I8, I-I9 a_K – по табл.I-6 ℓ – длина ВЛ, км	Не выше значения по рис. I-I8,I-I9
330, 500: горизонтальное по рис. 2-4,*а*; транспонированные по рис.2-4,*б*	Фаза А – земля	По формуле (2-I2)	Области частот I,2,3 по рис.2-7,*б*; 2-8,*б*
	Фаза В – земля	По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = \alpha_{(1)}\ell + 18$	Область частот 5 по рис.2-7,*б*; 2-8,*б*
	Фаза С – земля	По формуле (2-I2)	Области частот I,2 по рис.2-7,*б*; 2-8,*б*
		По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = \alpha_{(1)}\ell + 24$	Области частот 4,5 по рис.2-7,*б*; 2-8,*б*
	Фаза А – земля на одном конце и фаза В – земля на другом конце	По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = 20\ell g\left\lvert\frac{4}{e^{-3a} - 3e^{-(2a+\delta)}}\right\rvert$	Области частот 2,3 по рис.2-7,*б*; 2-8,*б*
		По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = \alpha_{(1)}\ell + 12$	Области частот 4,5 по рис. 2-7,*б*; 2-8,*б*
	Фаза А – фаза В	$a_л = \alpha_{(ф.э)}\ell$	Области частот I,2, 3 по рис. 2-7,*б*; 2-8,*б*
		По формуле (2-I5), в которой $a_{ф.э} = \alpha_{(1)}\ell + 15$ $\alpha_{(1)}$ – по рис.I-4, I-5	Область частот 5 по рис. 2-7,*б*;2-8,*б*

Напряжение ВЛ, кВ; расположение фаз; транспозиция фаз	Схема присоединения	Расчетные формулы	Частотный диапазон, кГц
		$\alpha_{(ф,з)}$ - по рис.I-I6, I-I7 $a = 0{,}II5\,\alpha_{(1)}\,\ell_T$ $b = (0{,}II5\,\alpha_{(2)} + j\Delta_{(2)} f)\,\ell_T$ $\alpha_{(2)}$ - по рис.2-I8, 2-I9 $\Delta_{(2)}$ - по рис.2-2I, 2-22 a_K - по табл. I-6 ℓ_T - длина шага транспозиции, км ℓ - длина ВЛ, км	-
330; 500; любое	Провод - провод расщепленной фазы	По формуле (2-7) $\alpha_{(ф)}$ - по рис.I-20 ℓ - длина ВЛ, км	36-602
500; 750; любое	Трос - земля; два троса - земля	$a_л = \alpha_{(т)}\ell + a_K + a_{трансп.ВЛ}$ (2-I9)	36-340; 420-600
	Трос - трос	$a_л = \alpha_{(т)}\ell + a_K + a_{трансп.т} + a_{трансп.ВЛ}$ (2-I9а) $\alpha_{(т)}$ - по рис. I-2I a_K - по табл.I-6 $a_{трансп.т}$ - по табл.I-6 $a_{трансп.ВЛ}$ - по табл.I-6 ℓ - длина усилительного участка, км	36-340; 420-600

* Границы областей частот 2 и 3 нетранспонированных ВЛ и границы частотного диапазона I;2 и 3 транспонированных ВЛ, в которых допустима работа ВЧ каналов, определены для удельного сопротивления земли на высоких частотах $\rho_2 = 200$ Ом.м. Если значение $\rho_2 < 200$ Ом.м, то частотный диапазон может быть расширен и определен по формулам (3-4), (3-5), (3-I4), (3-I5), в которых значения $\Delta_{(2)}$ определяются по [Л.4] для ВЛ II0 и 220 кВ и по рис.2-2I, 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

$$a_з = 20 \lg \left| 1 + \frac{Z_{ф.л} Z_л}{(Z_{ф.л} + Z_л) 2 Z_з} \right| \quad \text{дБ;} \qquad (2\text{-}20)$$

- для схемы присоединения фаза – фаза

$$a_з = 20 \lg \left| 1 + \frac{2 Z_{ф.л} Z_л}{(2 Z_{ф.л} + Z_л) 2 Z_з} \right| \quad \text{дБ,} \qquad (2\text{-}21)$$

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

$Z_з$ – запирающее сопротивление заградителя, Ом; определяется по табл. I-7 ÷ I-9;

$Z_л$ – входное сопротивление линейного тракта для принятой схемы присоединения, Ом; принимается равным:

Напряжение ВЛ, кВ	$Z_л$ (Ом) для схемы присоединения фаза – земля	$Z_л$ (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 внутрифазного тракта (по проводам расщепленной фазы), определяется по формуле

$$a_з = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{Z_{ф.л} Z_л}{Z_{ф.л} + Z_л} \right)^2 \frac{1}{x_з^2} \right] \quad \text{дБ,} \qquad (2\text{-}22)$$

где $Z_л$ – входное сопротивление внутрифазного тракта; принимается равным 420 Ом при расстоянии между проводами расщеплен-

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

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

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

L - индуктивность заградителя, Г.

Таблица 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	I,35	0,35
	I - земля	I - земля	4	3
	I - земля	3 - 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
	3 - земля	3 - земля	I5	I4
	I - земля	3 - земля	6,5	-5,0

Таблица 2-4

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

Расположение фаз	Напряжение ВЛ, кВ	$\Delta_{(2)}$ град/км
Горизонтальное	II0	$0{,}5 \cdot 10^{-2}$
	220	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$
	330	По рис.2-2I,*а*
	500	По рис.2-22
Треугольное	II0	$0{,}3 \cdot 10^{-2}$
	220	$0{,}6 \cdot 10^{-2}$
	330	По рис.2-2I,*б*

Подставив в формулу (2-22) вместо x_2 выражение входного сопротивления заградительной петли, используемой для внутрифазных трактов, можно определить вносимое ею затухание

$$a_з = 10\ell g\left[1+\left(\frac{Z_{ф.л}}{Z_{ф.л}+Z_л}\right)^2 ctg^2\frac{\pi}{2}\frac{f}{f_0}\right] \text{ дБ}, \qquad (2\text{-}22а)$$

где f – расчетная частота канала, кГц;

$f_0=\frac{f_н+f_в}{2}$ – резонансная частота заградительной петли, кГц;

$f_н, f_в$ – нижняя и верхняя границы полосы заграждения петли, кГц.

Примечания:

1. Полоса заграждения петли $\Delta f_п$ находится в пределах, в которых вносимое ею затухание в ВЧ тракт $a_з \leq 3$ дБ. Практически можно использовать две полосы заграждения петли:

$\Delta f_{п1} = (0,3 - 1,7)f_0$ и $\Delta f_{п2} = (2,3 - 3,7)f_0$ кГц.

2. Длина заградительной петли

$$\ell_п = 75/f_0 \text{ км}.$$

Зависимости $a_з$ от $Z_{ф.л}$, рассчитанные по формулам (2-20) и (2-22а), 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

$$a_ш = 20\ell g\left|1+\frac{Z_н Z_г}{Z_ш(Z_н+Z_г)}\right| \text{ дБ}, \qquad (2\text{-}23)$$

где $Z_н$ – сопротивление нагрузки, параллельно которой включается шунтирующее сопротивление, Ом;

$Z_г$ – 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 разносе частот (см.I.3).

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

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

где m – количество лучей (направлений).

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

$$a_ш = 10 \lg \left(1 + \frac{R_г^2}{4 x_ш^2}\right) \quad \text{дБ}, \qquad (2\text{-}25)$$

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 определить по формуле (2-22), в которой вместо x_2 подставляется $x_ш$. Входное сопротивление $z_д$ принимается равным 500 Ом для схем присоединения по рис.2-27,*а,б,г,д*) и 250 Ом для схемы присоединения по рис.2-27,*б*.

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

Шунтирующим сопротивлением является аппаратура уплотнения на промежуточной 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 загухания, вносимого им в линейный тракт по грозозащитным тросам

f кГц	30	60	100	130	165	200	250	300	350	400	450	500	550	620
$L_{экв}$ мГ	2,2	2,66	4,3	3,54	2,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$C_{экв}$ пФ	–	–	–	–	–	444	534	566	684	766	770	890	970	704
$a_ш$ 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 $R_1 = R_2 = 200$ 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. Нерекомендуемая схема включения аппаратуры на обходе приведена на рис.2-29.

2.3.5. Затухание фильтра присоединения определяется по паспортным данным, приведенным в табл.I-I0 – I-I4. 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

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

2.3.6. Затухание устройства присоединения с антенной связью при использовании участка грозозащитного троса ВЛ 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

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

где $\alpha_{каб}$ – километрическое затухание ВЧ кабеля на расчетной частоте, дБ/км; определяется по рис.2-3I;

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 трассы кабеля.

2.3.3. Затухание разделительного фильтра в полосе пропускания определяется по паспортным данным. Стандартный разделительный фильтр РФ вносит затухание не более I,0 дБ для частот, располагаемых не ближе I0% от частоты настройки (заграждения) 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 I,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

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

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 $a_{р.ф}$ не более I,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 I,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 $a_{отв.макс}$, определяемое по рис.2-33 и 2-34. Для ВЧ каналов, работа которых должна обеспечиваться при включенной 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 $\ell \leq \frac{15}{f_в}$ 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 имеют подстанции 35-220 кВ с упрощенной схемой цепей высшего напряжения (по схеме блок - линия - трансформатор), имеющих длину сборных шин не более 30 м без учета спусков к оборудованию.

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

Емкость оборудования подстанции по отношению к земле $C_{п}$ определяется как сумма эквивалентных емкостей оборудования и сборных шин одной фазы на землю по данным табл.I-I9.

Для ВЧ каналов, работа которых необязательна при заземлении ВЛ на подстанции, диапазон частот ограничивается кривой $C_{п}/\ell_{отв}$.

При определении по рис.2-36 полосы частот, в которой возможна работа ВЧ каналов релейной защиты, значение $a_{отв}$ 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 рабочей полосы частот по рис.2-36 рекомендуется выполнять исходя из допустимого значения неравномерности затухания ВЧ тракта в полосе канала, которое зависит от коэффициента отражения $K_{отв}$. Расчетное значение неравномерности затухания ВЧ тракта не должно превышать значений, приведенных в п.2.4.5.

Рекомендации по организации высокочастотных обходов

2.3.I2. Расчетное значение затухания, вносимого ВЧ обходом промежуточной подстанции, определяется по формуле

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

2.3.I3. Применение ВЧ заградителей в схеме обхода с номинальным запирающим сопротивлением менее 500 Ом не рекомендуется.

2.3.I4. Если ВЧ обход осуществляется для ВЧ трактов по ВЛ одного напряжения на подстанции с входным сопротивлением $Z_{п} \geq$ $\geq$ 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-I6, если рабочая фаза на подстанции обхода не меняется 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-I6), то рекомендуется в схеме ВЧ обхода выполнять смену рабочего провода.

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

2.3.I5. 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.I6. 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.I7*. 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:

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

$$a_ш = 20\lg\left|1+\frac{Z_л}{2Z_ш}\right| \quad \text{дБ}, \quad (2\text{-}30)$$

где $Z_ш$ – шунтирующее сопротивление элементов ВЧ обхода, Ом.

Для схемы ВЧ обхода (см.рис.2-39,*а*) формула (2-30) примет вид

$$a_ш = 20\lg\left|1+\frac{Z_л}{Z_{фл}}\right| \quad \text{дБ}, \quad (2\text{-}31)$$

а для схемы по рис.2-39,*б*

$$a_ш = 10\lg\left(1+\frac{rR_л}{r^2+x^2}+\frac{R_л^2}{4(r^2+x^2)}\right) \quad \text{дБ}, \quad (2\text{-}32)$$

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

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

$R_л$ – входное сопротивление ВЛ для схемы присоединения фаза – земля, которое в расчетах принимается активным;

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

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

2.3.18*. 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:

$$a_{тр} = \Sigma a_л + \Sigma a_з + \Sigma a_{фл} + \Sigma a_{каб} + \Sigma a_{рад} + \Sigma a_ш + \\ + \Sigma a_{р.ф} + \Sigma a_{отв} + \Sigma a_{обх.упр} + \Sigma a_{трансп} \quad \text{дБ}. \quad (2\text{-}34)$$

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

$$a_{тр} \leq A_{пер} - A_{зап} \quad \text{дБ.} \qquad (2\text{-}35)$$

Значение перекрываемого ВЧ аппаратурой затухания $A_{пер}$ 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 $A_{зап}$ определяется согласно п.I.2.5.

2.4.2. Для ВЧ каналов с линейными трактами затуханием менее I0 дБ со схемой присоединения фаза - земля следует стремиться к использованию фильтров присоединения с характеристическим сопротивлением $Z_{ф.л}$, близким к входному сопротивлению ВЛ $Z_{л}$. 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 ПВЗК, ПВЗД, УПЗ-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:

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

Для линейных трактов на ВЛ с одним ответвлением значение $\Delta a_{тр.1i}$ 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 тракт содержит несколько ответвлений, значение $\Delta a_{тр.1i}$ участка между смежными ответвлениями определяется в зависимости от коэффициентов отражения от каждого ответвления и затухания междуфазной волны между этими ответвлениями;

2) из определенных величин $\Delta a_{тр.1i}$ выбираются две с максимальным значением $\Delta a_{тр.1i}$ и $\Delta a_{тр.1к}$.

Расчетное значение возможного увеличения затухания линейного тракта принимается равным

$$\Delta a_{тр}=\frac{1}{2}\left(\Delta a_{тр.1i}+\Delta a_{тр.1к}\right) \text{ дБ.} \qquad (2\text{-}36)$$

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 выполнять оценку неравномерности затухания ВЧ тракта в полосе канала, обусловленную многократными отражениями междуфазной 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, определяется неравномерность затухания ВЧ тракта;

$$\Delta a_{тр.1}=\Delta a_{тр.1i}+\Delta a_{тр.1к} \text{ дБ.} \qquad (2\text{-}37)$$

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

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 $\Delta a_{тр.1}$, определенного по формуле (2-37), и длины ВЛ, которая определяется из выражения

$$\ell_{вл} = \frac{\ell_i + \ell_к}{2} \text{ км},$$

где $\ell_i, \ell_к$ - длина участков ВЛ, для которых определялось значение $\Delta a_{тр.1i}$ и $\Delta a_{тр.1к}$.

Если длина одного из участков ВЛ менее 0,6 длины второго участка, то неравномерность $\Delta a_{тр.1}$ этого участка не учитывается;

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

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

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

$a_{отв.мин}$ - 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 заградителями;

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

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

$$\Delta a_{тр.\Delta f} = \sqrt{\Delta a^2_{тр.1\Delta f} + \sum_{i}^{m} \Delta a^2_{тр.2\Delta f}} \quad \text{дБ}. \qquad (2\text{-}39)$$

Рекомендуется, чтобы неравномерность затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц $\Delta a_{тр\Delta f}$ 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 перепрнемами	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.

Глава 3. ПОЯСНЕНИЯ К ГЛАВАМ I И 2

К п.I.2.I

I) Графики километрического затухания симметричных линий, приведенные на рис.I-I, I-8 - I-I2, рассчитаны по формуле [Л.4]

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

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

Диапазон изменения отношения $\frac{S}{h}$ для унифицированных опор (где $S=\sqrt[3]{S_{12}S_{13}S_{23}}$ - среднее расстояние между проводами условной симметричной двухпроводной ВЛ; $h=\sqrt[3]{h_{11}h_{22}h_{33}}$ - расчетная высота подвеса провода), для которых получены значения коэффициента $K_{2(\varphi)}$, 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-I4, а также второго волнового канала, приведенные на рис.2-I6 - 2-I8, рассчитаны по формуле [Л.4]

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

где f - в килогерцах.

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

Пределы изменений проекции 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-I5 – I-I9, 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*).

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

– для схемы присоединения фаза С – земля

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

где $\Delta_{(2)}$ – по табл.2-4 и рис.2-2I, 2-22;

ℓ – длина ВЛ, км.

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

Если значение $\rho_з$ известно и менее 200 Ом.м, то частотный диапазон, в котором допустима работа ВЧ каналов, 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.2-2I, 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-2I, 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 АС-300/66	3,0
АС-70/11	6,3			АС-330/27	3,0
АС-95/15 АС-95/16	5,3	АС-185/128	3,0	АС-330/43	2,9
АС-95/141	3,7	АС-240/32 АС-240/39 АС-240/56	3,3	АС-400/22 АС-400/51 АС-400/64	2,6
АС-120/19 АС-120/27	4,7				
		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/r
35	Треугольное Горизонтальное	0,09	0,49
110	Треугольное	0,12	0,45-0,5
	Горизонтальное	0,23	0,68-0,72
	Вертикальное двухцепное	0,16	0,52-0,66
220	Треугольное	0,25	0,7-0,74
	Горизонтальное	0,38	0,81-0,9
	Вертикальное двухцепное	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-95/141	4,2	3,7	АС-300/204	2,8	2,4
АС-120/19 АС-120/27	5,3	4,7	АС-330/43	3,2	2,8
			АС-330/27	3,4	3,0
АС-185/24 АС-185/29 АС-185/43	4,2	3,7	АС-400/22 АС-400/51 АС-400/64	3,0	2,6
АС-185/128	3,4	3,0	АС-400/93	2,8	2,4
АС-240/32 АС-240/39 АС-240/56	3,7	3,3	АС-500/64	2,7	2,3

Таблица 3-4

Расчетные значения коэффициентов K_3 и K_4

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

Таблица 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 зависимости 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 (железобетонные 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

Таблица 3-6

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

Расположение фаз	Напряжение ВЛ, кВ	Пределы изменения	
		$\frac{b_{13}}{h_1}$	$\frac{b_{23}}{h_2}$
Горизонтальное	110	1,02-1,10	0,51-0,55
	220	1,22-1,50	0,61-0,75
	330	1,64-1,66	0,82-0,83
	550	2,06-2,20	1,03-1,10
Треугольное	110-154 (железобетонные опоры)	0,53-0,62	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

Таблица 3-7

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

Напряжение ВЛ, кВ	Пределы изменения		
	$\frac{b_{14}}{h_1}$	$\frac{b_{25}}{h_2}$	$\frac{b_{36}}{h_3}$
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:

I) для передатчиков каналов релейной защиты типа ПВЗК, ПВЗД, 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 I00 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

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

где

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

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 равным:

$P_{макс}$ дБ (Вт) . . .	50 (I00)	40 (I0)	39 (8)
$U_{макс}$ В	I00	3I,6	28,3

Для других значений мощностей передатчика $U_{макс} = I0\sqrt{P}$ В (3-8), где P - 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
I	Телефонный	0,3-3,4	-	I,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	-	I00	0,25
7	-"-	-	200	0,33
8	-"-	-	300	0,43

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

Рассчитанные 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 систем ЧМ каналов телефонной связи и телесигнализации типа ТСД-70 и ДСТ-68 - соответствуют 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:

I) для телефонных каналов по ВЛ 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 ВЛ и поэтому в расчетах не учитываются;

2) приемники систем ЧМ с индексом модуляции около I 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 ДСГ-68 в формуле (I-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 I 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-I), для ВЛ, расположенных на высоте до I000 м над уровнем моря, с горизонтальным расположением фаз, с усредненными размерами опор и наиболее часто применяемыми проводами (см.п.I.2.I).

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

IУ. Минимальный уровень приема ВЧ каналов релейной защиты на аппаратуре ПВЗК, ПВЗД, УПЗ-70 и А2В определен согласно [Л.I6].

К п.I.2.3

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

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 затухание 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 заграждение 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 заграждение 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 I дБ. При этом условии активное сопро-

тивление разделительного фильтра на частоте настройки определится из выражения

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

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, $r_{р.ф}$ = 357 Ом.

При расчете затуханий 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]

$$a_{р.к} = 10lg\left[\frac{x^2_{рк}}{4r^2_н} + \left(\frac{r_{рк}}{2r_н} + 1\right)^2\right] \quad \text{дБ}, \qquad (3\text{-}10)$$

где $x_{рк}$ – реактивная составляющая сопротивления разделительного контура, Ом;

$r_{рк}$ – активная составляющая этого сопротивления, Ом;

$r_н$ – входное сопротивление нагрузки (ВЧ аппаратуры) на рабочих частотах канала, Ом,

При $r_н$ = 100 Ом, $r_{рк}$ = 0, $x_{рк} \approx$ 100 Ом, $a_{р.к}$ = 1 дБ.

К п.I.2.5

Запасом по перекрываемому затуханию в канале $A_{зап}$ учитывается вероятность совпадения следующих факторов:

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

- 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;
- $\Delta a_{гол}$ - 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-I2):

- 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;
- $\Delta a_{гол}$ - 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 $\Delta p_{пом} = 9{,}0$ дБ, соответствующее вероятности обеспечения принятой нормы $p_{с/п}$ в течение 97% времени;

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

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

4) ограничение максимального расчетного значения $A_{зап}$ для ВЧ каналов релейной защиты с передачей блокирующего сигнала принято по Эксплуатационному циркуляру № 9-I/74 [Л.I6], 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 - I0 мм, в IУ - I5 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/I5; II0 кВ - АС-I85/24; 220 кВ - АС-400/5I; 330 кВ - АС-300/39; 500 кВ - АС-400/5I; 750 кВ - АС-300/39. Грозозащитные проводящие тросы марки АС-70/72.

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

$$\Delta\alpha_{гол} = 2{,}3 K_з m \ell g \left(1 + \frac{d_л}{r_{пр}}\right) \text{ дБ/км}, \qquad (3\text{-}II)$$

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

m - коэффициент по рис.I-3I;

$d_л$ - толщина стенки гололеда, мм;

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

В формуле (I-I4) коэффициент S получен из формулы (3-II):

$$S = 2{,}3 \ell g \left(1 + \frac{d_л}{r_{пр}}\right). \qquad (3\text{-}I2)$$

К п.I.2.II

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.I4

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 уровни остатков несущих второй ступени преобразования находятся 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 п.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

$$\alpha_{(ф.э)}\,\ell \geqslant \frac{A_{пер} - \delta}{2} \quad \text{дБ} \qquad (3\text{-}13)$$

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-

нищу в напряжениях сигналов, 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.

I. 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 корсиц и от других каналов (перекрестные помехи), принята разность уровней полезного и мешающего сигнала в 25 дБ.

3. Разность уровней сигнала к помехи для каналов релейной защиты в I0 дБ принята согласно [Л.I6].

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.I.3.8.

Выражение (I-I7), определяющее возможность применения частот без их смены (прямое усиление), составлено исходя из допустимости неравномерности частотной характеристики промежуточного усилителя (I 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 I80° и на каждой подстанции эти характеристики различны.

Для ВЧ каналов по тросам 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 I80° по отношению к фазовой характеристике нечетных промежуточных усилителей, и этим избежать сложения неравномерностей частотной характеристики в канале.

Поэтому в формуле (I-I7а) отсутствует член $10 \lg m$, имеющийся в формуле (I-I7).

К п.I.3.9.

Выражения (I-I8) и (I-I9), 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 I 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-I8) и (I-I9) обеспечивает уровень мешающего сигнала телемеханики обратного направления в телефонном канале прямого направления не менее 35 дБ.

К п.I.3.I2

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 противоаварийной автоматики). При этом затухание, вносимое фильтром в канал, согласно ТУ, не превышает I,0 дБ.

К п.I.3.I3

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 невысока, 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.I

Разнос частот между краями рабочих полос передатчиков мощностью до I0 Вт не менее I0%, но не менее 8 кГц при параллельном подключении их принят временно по документации на аппаратуру АСК-I. Поскольку ВЧ характеристики линейных фильтров аппаратуры ВЧ каналов по ВП, перечисленной в табл.I-2 и I-3, близки, разнос частот для аппаратуры АСК-I распространен на все типы передатчиков. При указанном разносе частот затухание, вносимое параллельно включенным передатчиком другого канала, будет не более I,0 дБ, а продукты паразитной модуляции сигнала одного передатчика сигналом другого передатчика, проникающим через линейный фильтр на транзисторы (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-

гласно 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, ШВЗД, ПВЗК), а также приемников ВНТО-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 переприемами, справедлива при равенстве значений $p_{с/п}$ всех усилительных участков.

Расчет значения $\Delta p_{пром}$ по формуле (I-5) без учета усилительных и переприемных 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 I дБ при числе усили-

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

$$\Delta p_{пром} = 10\ell g\left(1+\sum 10^{-0,1(p_{к.с/п}-p_{мин.с/п})}\right) \quad \text{дБ.} \qquad (3\text{-}14)$$

К п.2.3.

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

I. Увеличение затухания из-за влияния земляной волны при схемах присоединения фаза - земля $\Delta a_{(0)}$ (см.рис.2-3), рассчитано по формуле

$$\Delta a_{(0)} = 20\ell g\left|1+e^{-0,115(\alpha_{(0)}-\alpha_{(\varphi)})\ell}\right| \quad \text{дБ.} \qquad (3\text{-}15)$$

Значения $\alpha_{(0)}$ и $\alpha_{(\varphi)}$ 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 I - область симметричных ВЛ. Граничные значения $f\ell$ этой области частот приведены в табл.3-9 по [Л.4];

- область 2 - область несимметричных ВЛ при схеме присоединения фаза - земля к одноименной фазе на обоих концах.

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

$$\ell_{ВЛ} = \frac{90}{\Delta_{(2)} f} \quad \text{км,} \qquad (3\text{-}16)$$

где f - в килогерцах.

Значения $\Delta_{(2)}$ принимались для $\rho_{\text{з}} = 200$ 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 разноименным фазам по концам

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

$$\ell_1 = \frac{120}{\Delta_{(2)} f} \text{ км;} \qquad (3\text{-}17)$$

$$\ell_2 = \frac{270}{\Delta_{(2)} f} \text{ км.} \qquad (3\text{-}18).$$

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

Таблица 3-9

Максимальные расчетные значения $f\ell$ симметричных ВЛ

Расположение фаз ВЛ	Напряжение ВЛ, кВ	$f_{макс}\,\ell_{вл}$ 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	$9{,}5 \cdot 10^3$

Примечание. ВЛ 330 кВ и выше считаются несимметричными.

Таблица 3-10

Расчетные формулы граничных условий области частот 4 нетранспонированных ВЛ

Расположение фаз ВЛ	Расчетная формула
Горизонтальное	$\ell_{вл} = \frac{23}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}}$ км (3-19)
Вертикальное	$\ell_{вл} = \frac{17}{\alpha_{(5)} - \alpha_{(1)}}$ км (3-20)
Треугольное для фазы I (рис.2-4,а)	$\ell_{вл} = \frac{19,5}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}}$ км (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 I-5 по рис.2-7,*б* и 2-8,*б*, в которых допустима работа ВЧ каналов по транспонированным ВЛ 330 и 500 кВ с горизонтальным расположением фаз, соответствуют: I,2,3 и 5 – области частот при схеме присоединения фаза А (В) – земля; I,2,4 и 5 – области частот при схеме присоединения фаза С – земля; 2,3,4 и 5 – области частот при схеме присоединения фаза А – земля на одном конце и фаза В – земля на втором конце.

Граничные условия областей частот рассчитаны по формулам: области 2 $\ell_{вл1} = \frac{360}{\Delta_{(2)} f}$ км; $\ell_{вл2} = \frac{540}{\Delta_{(2)} f}$ км; области 3 $\ell_{вл} = \frac{810}{\Delta_{(2)} f}$ км;

– области 4 $\ell_{вл} = \frac{70,6}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}}$ км; области 5 $\ell_{вл} = \frac{88,7}{\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)}}$ км.

Формулы граничных условий областей 4 и 5 получены из выражения

$$(\alpha_{(2)} - \alpha_{(1)})\,\ell_г = 14 + 20 \lg \left| \frac{D_2}{D_1} \right| \qquad (3\text{-}22)$$

Значения $\Delta_{(2)}$ принимались для ρ_3 = 200 Ом·м. При известном значении ρ_3 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

$$\alpha_{(\phi,э)} = 3\alpha_{(1)}\ell_т + 20\lg\left|\frac{10}{D_1}\right| \text{ дБ}. \qquad (3\text{-}23)$$

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.I-I5, I-I8 и I-I9 [см.пояснения к п.I.2.I - формулы (3-3) и (3-4)].

5. Расчеты, выполненные на ЭВМ, и измерения показали, что при схемах присоединения аппаратуры ВЧ каналов к разным фазам по концам ВЛ изменение затухания эквивалентной междуфазной волны не превышает I-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.I0

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

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

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

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

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 $a_{отв.мин}$, 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 $a_{отв.мин}$ отличаются от приведенных на рис.2-33 и 2-34 не более чем на 20%.

К п.2.3.II

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

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

где ξ определялась по [Л.4].

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

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

где $\Psi = 1{,}2 f \ell_{отв} + 90 - \operatorname{arctg} \dfrac{42 \cdot 10^5 K_4}{f \ell_{отв} \dfrac{C_п}{\ell_{отв}}}$ град;

$C_п$ – емкость оборудования подстанции, пФ;

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

К п.2.3.17

Расчет затухания, вносимого в ВЧ тракт канала за счет шунтирования 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 $Z_н = Z_г = Z_л$;

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]

$$a_{отв} = 20 \lg \left| 1 + \frac{1}{\xi} \right| \text{ дБ}, \qquad (3\text{-}28)$$

где

$$\xi = \frac{2(q_2 q_{1(0)} + 2 q_н q_{1(0)} + 6 q_н q_2)}{2 q_н + 4 q_2 + 3 q_{1(0)}};$$

$$q_2 = \frac{Z_2 K_ч}{380}; \qquad q_н = \frac{Z_н K_ч}{380}; \qquad q_{1(0)} = \frac{Z_{в(0)}}{Z_{в(ф)}} = 1{,}7;$$

Z_2 - сопротивление нагрузки нерабочих фаз;

$Z_н$ - сопротивление нагрузки рабочей фазы.

При выводе формулы (2-33) принималось:

$$Z_2 = \infty; \quad Z_н = Z_ш; \quad K_ч = 1.$$

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.

Глава 4. ПРИМЕРЫ ВЫБОРА ЧАСТОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

Пример I

Определить полосу частот, в которой можно не обрабатывать заградителем ответвление от ВЛ II0 кВ, длина которого 0,2 км. На конце ответвления расположена подстанция "Блок II0 кВ (линия - трансформатор)" по схеме рис.4-I.

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-I9 определяется емкость оборудования подстанции на землю для одной фазы, пФ:

Трансформатор ТДТГ-60000/II0	970
Разрядник РВС-II0, 2 шт.	I70
Разъединитель РЛНЗ-II0 м	I00
Шины 30 м по 7,5 пФ/м	225
$\overline{C_п =}$	I465

2. Относительная емкость подстанции в рабочем режиме

$$\frac{C_п}{\ell} = \frac{I465}{0,2} = 7325 \text{ пФ/км.}$$

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

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

$f\ell$ = 22 кГц·км; $f_1 = \frac{22}{0,2}$ = II0 кГц;

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

$f\ell$ = 30 кГц·км; $f_2 = \frac{30}{0,2}$ = I50 кГц.

Согласно поставленным условиям для полосы частот II0–I50 кГц, ответвление можно не обрабатывать заградителем.

Пример 2

Требуется выбрать рабочие частоты для вновь проектируемого ВЧ канала на аппаратуре АСК-РС по ВЛ II0 кВ (рис.4-2). Воздушная линия одноцепная, нетранспонированная с горизонтальным расположением фаз. Фазные провода марки АС-I85. Рабочий ток линии 500 А. Ударный ток короткого замыкания не превышает 30 кА. ВЛ проходит по территории II района по гололеду. На расстоянии до 300 км от ВЛ расположена радиовещательная станция с несущей частотой 254 кГц.

Районный диспетчерский пункт расположен при подстанции № I; с ним должна осуществляться связь подстанций №·2 и 3. На подстанции № I располагается аппаратура ВЧА-СЧ действующего канала по ВЛ II0 кВ.

I. Выбор частот

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

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

где Δf = 2 кГц – полоса эффективно передаваемых частот телефонного канала;

$P_{пом}$ = –38 дБ – уровень помех на ВЛ II0 кВ в полосе частот I кГц;

$P_{с/п}$ = 26 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):

$$a_{эл}=a_к+\Delta a_{тр}+2a_з+2a_{фл}+2a_{каб}+a_{отв}=$$

$$= 2,5+3+6+3+1+7,0 = 22,5 \text{ дБ}.$$

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

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

$$\alpha_{(ф)макс}=\frac{A_{пер}-a_{эл}-A_{зап}}{\ell} = \frac{41-22,5-11,5}{95} = 0,074 \text{ дБ/км};$$

$$f_{макс} = 270 \text{ кГц},$$

здесь $A_{зап}$ = 11,5 дБ – запас 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.

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

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

Рабочая полоса частот проектируемого канала выбирается равной I38-I46 кГц.

6. Высокочастотные заградители выбираются типа ВЗ-600-0,25 с полосой заграждения I20-I80 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 $Z_{ф.п}$ = 600 Ом с конденсатором связи емкостью 6400 пФ.

II. Поверочный электрический расчет ВЧ канала

1. Затухание ВЧ тракта между подстанциями № I и 3

$$a_{тр}=\alpha_1 \ell + a_к + 2a_з + 2a_{ф.п} + 2a_{каб} + a_{отв} =$$

$$= 5+2,5+7+3,5+1+8,5 = 27,5 \text{ дБ};$$

$$\alpha_{(1)}\ell = 0,053 \cdot 95 = 5 \text{ дБ (по рис.I-2)}.$$

$$a_з = 20 \ell g \left| 1 + \frac{Z_{ф.п} Z_л}{(Z_{ф.п}+Z_л)Z_з} \right| = 20 \ell g \left| 1 + \frac{600 \cdot 450}{(600+450) \cdot 500} \right| = 3,5 \text{ дБ};$$

$a_{ф.п}$ = I,74 дБ – по паспортным данным (см.табл.I-I0);

$a_{каб}$ = 0,5 дБ – по рис.2-3I для кабеля марки РК-75 длиной по 0,25 км на один пункт;

$a_{отв}$ = 8,5 дБ – по рис.2-33 при $Z_{ф.п}$ = 600 Ом и $\alpha_{(ф)}\ell_{отв}$ = =0 дБ.

2. Запас по перекрываемому затуханию в канале

$$A_{зап} = A_{пер} - a_{тр} = 4I - 27,5 = I3,5 \text{ дБ}.$$

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

1. Коэффициент отражения от контов ВЧ при $Z_{ф.п}$ = 600 Ом (по рис.2-4I); K_1 = 0,52.

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

3. Неравномерность затухания ВЧ тракта на первом участке подстанции № I – место включения ответвления при $\alpha_{(1)}\ell_{(1)}$ = =0,053·55 = 3 дБ (по рис.2-40) $\Delta a_{тр\,II}$ = 3,0 дБ.

4. Неравномерность затухания ВЧ тракта на втором участке подстанция № 3 - место включения ответвления при $\alpha_{(1)} \ell_2$ = =0,053 · 40 ≈ 2,0 дБ $\Delta a_{тр12}$ = 4,0 дБ.

5. Суммарная неравномерность затухания ВЧ тракта на участке подстанция № 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:

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

Поскольку $\ell_{отв} < 25$ км, значение $\Delta a_{тр2}$ в полосе 3 кГц определится 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)

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

8. Максимально возможное затухание ВЧ тракта

$$a_{тр.макс} = a_{тр} + \frac{1}{2}\Delta a_{тр1} = 27{,}5 + \frac{7{,}0}{2} = 3I \text{ дБ.}$$

9. Минимальный запас по перекрываемому затуханию

$$A_{зап.мин} = A_{пер} - a_{тр.макс} = 4I-3I = 10 \text{ дБ.}$$

Расчет считается законченным, поскольку характеристики ВЧ канала соответствуют нормам.

Пример 3

Требуется выбрать рабочие частоты для ввода проектируемых каналов по ВЛ II0 кВ, показанных на рис.4-3; ВЛ II0 кВ подстанция № 2 - подстанция № 4 нетранспонированная с горизонтальным

расположением фаз; ВЛ 110 кВ подстанция № 1 – подстанция № 2 нетранспонированная 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 общесоюзного вещания.

I. Выбор частот

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

$$P_{пр.мин} = P_{пом} + 10\lg\Delta f + P_{с/п} + P_{пром};$$

а) для канала 1 с промежуточным усилителем 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 УПВ-70

$$P_{пр.мин} = +7{,}5 \text{ дБ} \quad \text{(по табл.I-4)},$$

где $P_{пом} = -38$ дБ – уровень помех на ВЛ 110 кВ в полосе 1 кГц (см.табл.I-5);

$\Delta f = 2$ кГц – полоса эффективно передаваемых частот телефонного канала;

$P_{с/п} = 26$ дБ – минимальная разность уровней сигнала и распределенной 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 ВП подстанции № I – подстанция № 2:

$$a_{эл} = a_к + 2a_з + 2a_{фл} + 2a_{каб}:$$

а) для канала I

$$a_{эл} = 2,5+2\cdot3,0+1,5+0,5 = 10,5 \text{ дБ},$$

б) для канала 3

$$a_{эл} = 2,5 + 2\cdot3,0 + 2\cdot1,5 + 2\cdot0,5 = 12,5 \text{ дБ}.$$

Для канала I на приемном конце учитывается затухание только заградителя, а для канала 3 – все элементы ВЧ тракта, так как значение $p_{пр.мин}$ канала 3 соответствует уровню порога запирания приемника по табл.I-3.

4. Затухание элементов ВЧ тракта на ВП подстанции № 2 – подстанция № 4

$$a_{эл} = a_к + \Delta a_{тр1} + 2a_з + 2a_{фл} + 2a_{каб} + 2a_{д.ф} + a_ш + a_{отв}:$$

а) для канала I

$$a_{эл} = 2,5+3+2\cdot3,0+1,5+0,5+1\cdot2+1+7,0 = 23,5;$$

б) для канала 2

$$a_{эл} = 2,5+3+2\cdot3,0+2\cdot1,5+2\cdot0,5+2\cdot1+3\cdot1+7,0 = 27,5 \text{ дБ}.$$

в) для канала 4

$$a_{эл} = 2,5+3+2\cdot3,0+2\cdot1,5+2\cdot0,5+2\cdot1+7,0 = 24,5 \text{ дБ}.$$

Для каналов 2 и 4 на приемном конце учитывается затухание всех элементов ВЧ тракта, так как значение $p_{пр.мин}$ этих каналов соответствует чувствительности и уровню порога запирания приемников по табл.I-2 и I-3.

5. Наибольшая возможная рабочая частота канала определяется по максимально допустимому значению километрического затухания междуфазной волны по формуле (I-I):

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{A_{пер} - a_{эл} - A_{зап}}{\ell};$$

а) для канала I на участке подстанция № I – подстанция № 2

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{39,0 - 10,5 - 13}{40} = 0,39 \text{ дБ/км},$$

где $A_{зап}$ = I3 дБ-по формуле (I-I3) для частоты 500 кГц;

$f_{макс}$ > 500 кГц (по рис.I-I0);

б) для канала 3

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{37,5 - 12,5 - 23}{40} = 0,063 \text{ дБ/км},$$

где $A_{зап}$ = 23 дБ – по формуле (I-II) для частоты 200 кГц;

$f_{макс}$ = 200 кГц (по рис.I-6);

в) для канала I на участке подстанция № 2 – подстанция № 4

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{39 - 23,5 - 9}{96,5} = 0,067 \text{ дБ/км};$$

$f_{(ф)макс}$ = 330 кГц по рис.I-2;

г) для канала 2 на участке подстанция № 2 – подстанция № 3

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{41 - 27,5 - 9}{38,5} = 0,II7 \text{ дБ/км};$$

$f_{(ф)макс}$ > 500 кГц по рис.I-2;

д) для канала 4 на участке подстанция № 2 – подстанция № 4

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{37,5 - 24,5 - 20}{96,5} = \frac{-7,0}{96,5},$$

где $A_{зап}$ = 20 дБ – по формуле (I-IIа) для частоты 200 кГц.

Для канала 4 аппаратура УПЗ-70 не может быть применена, так как затухание ВЧ тракта больше допустимого значения. Проверяется

возможность использования аппаратуры АЗВ с высокочувствительным приемником. Для аппаратуры АЗВ

$$P_{пр.мин} = -I0 \text{ дБ на ВЛ } II0 \text{ кВ (см.табл.I-4)}$$

$$A_{пер} = 45+I0 = 55 \text{ дБ};$$

$$\alpha_{(ф)макс} = \frac{55-24,5-25}{96,5} = 0,067 \text{ дБ/км},$$

где $A_{зап} = 25$ дБ по формуле (I-II) для частоты 300 кГц;

$$f_{макс} = 330 \text{ кГц} \quad \text{(по рис.I-2)}.$$

6. Минимальный разнос частот между приемником УПЗ-70 и мешающим передатчиком АСК-I на подстанциях № I и 2 определяется по рис.I-42 в зависимости от уровня мешающего сигнала на входе приемника:

$$P_{меш} = P_{макс} - A_{л.б} = 40-I8 = 22 \text{ дБ};$$

$\Delta f = 7$ кГц (по рис.I-42 для $f = 200$ кГц).

7. Минимальный разнос частот между приемником АСК-РС и мешающим передатчиком АСК-Iу на подстанции № 2 определяется по рис.I-36 в зависимости от $P_{меш} = P_{макс} = 40$ дБ для частоты 300 кГц:

$$\Delta f = 6 \text{ кГц}.$$

8. Минимальный разнос частот между приемником МК-60м и мешающим передатчиком АСК-Ic на подстанции № 4 определяется по рис.I-[illegible] в зависимости от значения $\Delta P = P_{пр.мин} - P_{меш} =$
$=0 + 3 = 3$ дБ,

где $P_{меш} = P_{макс} - A_{л.б} = 40 - 43 = -3$ дБ;

$$P_{пр.мин} = P_{пом} + 10\lg = 2+26 = -29+29 = 0 \text{ дБ};$$

$$\Delta f = 3 \text{ кГц}.$$

9. Минимальный разнос частот между приемником АСК-Ic и передатчиком МК-60м на подстанции № 4 определяется по рис.I-32 в зависимости от значения

$$\Delta P = -6+3 = -3 \text{ дБ}; \qquad \Delta f = I \text{ кГц}.$$

где $p_{меш} = 40 - 43 = -3$ дБ.

10. Минимальный разнос частот между приемником АЗВ и мешающим передатчиком АСК-1С определяется по рис.1-41 в зависимости от $p_{меш} = p_{макс} = 40$ дБ:

$$\Delta p = p_{пр.мин} - p_{меш} = -10-40 = -50 \text{ дБ};$$

$\Delta f = 8$ кГц для частоты 330 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

$$A_{п.б} = 25 \text{ дБ};$$

б) переходное затухание между линиями на ближнем конце из-за электромагнитной связи (по рис.1-50)

$$A_{эм.б.о} = 40 \text{ дБ}.$$

Поскольку параллельный пробег ВЛ небольшой длины, возможно снижение значения $A_{эм.б}$ на 4,5 дБ (по рис.1-51).

Расчетное значение $A_{эм.б} = 40-4,5 = 35,5$ дБ;

в) переходное затухание между линиями с учетом пп. а и б

$$A_{п.б} = A_{п.б} - \Delta_2 A = 25-0,5 = 24,5 \text{ дБ},$$

где $\Delta_2 A = 0,5$ дБ (по рис.1-53).

В зависимости от $A_{п.б} - A_{эм.б} = 25 - 35,5 = -10,5$ дБ.

12. Минимальный разнос частот между приемником АСК-1у одного направления и передатчиком АСК-1у другого направления на подстанции № 2 определяется по рис.1-32 в зависимости от

$$\Delta p = p_{пр.мин} - p_{меш} = -6-17 = -23 \text{ дБ},$$

где $p_{меш} = 40 - 23 = 17$ дБ;

$$\Delta f = 2 \text{кГц}.$$

13. Полосы частот каналов 1-4, выбранные с учетом определенных выше значений $f_{макс}$ и Δf, приведены на рис.4-3 и 4-4.

14. Выбираются высокочастотные заградители ВЗ-600-0,25. Полосы запирания 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. Поверочный электрический расчет ВЧ канала

1. Затухание ВЧ тракта между подстанциями № 2 и 4 и подстанциями № 2 и 3

$$a_{тр}=\alpha_{(1)}\ell + a_{н} + 2a_{з} + 2a_{ф.п} + 2a_{маб} + 2a_{р.ф} + a_{ш} + a_{отв} \text{ дБ:}$$

а) для канала 1 $f_{в} = 250$ кГц, подстанций № 2 и 4

$$a_{тр} = 0{,}05 \cdot 96 + 5 + 2 + 5 + 7{,}0 + 1 + 3 + 0 + 5 + 1 + 2 + 7{,}0 = 27{,}0 \text{ дБ;}$$

б) для канала 2 $f_{в} = 288$ кГц, подстанций № 2 и 3

$$a_{тр} = 0{,}061 \cdot 38 + 5 + 2 + 5 + 7 + 2 + 5 + 1 + 2 + 3 + 4{,}5 = 25 \text{ дБ,}$$

где $a_{отв} = 4{,}5$ дБ по рис.2-33 при $\alpha_{(1)}\ell_{отв} = 0{,}067 \cdot 60 = 4{,}0$ дБ.

в) для канала 4 $f_{в} = 326$ кГц, подстанций № 2 и 4

$$a_{в} = 0{,}087 \cdot 96 + 5 + 2 + 5 + 7{,}0 + 2 + 5 + 1 + 2 + 7{,}0 = 28{,}5 \text{ дБ.}$$

Для канала 1 на аппаратуре АСК-1 не учитывается затухание элементов ВЧ тракта на приемном конце, кроме $a_{з}$.

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 запирания приемника.

2. Запас по перекрываемому затуханию в канала

$$A_{зап} = A_{пер} - a_{тр} :$$

а) для канала 1 $A_{зап} = 39 - 27{,}0 = 12{,}0$ дБ;

б) для канала 2 $A_{зап} = 41 - 25 = 16{,}0$ дБ;

в) для канала 4 $A_{зап} = 55 - 28{,}5 = 26{,}5$ дБ.

3. Затухание ВЧ тракта между подстанциями № I и 2 определяется по формуле

$$a_{тр}=\alpha_{(1)}\ell+a_к+2a_з+2a_{ф.п}+2a_{каб}\ :$$

а) для канала I $f_б$ = 484 кГц

$$a_{тр}=0{,}I4\cdot40+2{,}5+7+I{,}3+0{,}5=I7\ дБ;$$

б) для канала 3 $f_б$ = I50 кГц

$$a_{тр}=0{,}056\cdot40+2{,}5+7+2{,}5+I=I5\ дБ.$$

4. Запас по перекрываемому затуханию в канале на участке между подстанциями № I и 2

$$A_{зап}=A_{пер}-a_{тр}$$

а) для канала I $A_{зап}=39-I7=22{,}0$ дБ;
б) для канала 3 $A_{зап}=37{,}5-I5=22{,}5$ дБ.

Ш. Оценка неравномерности затухания ВЧ трактов каналов, обусловленная многократными отражениями междуфазной волны от мест неоднородности и неравномерностью частотной характеристики затухания ответвления на участке подстанция № 2 – подстанция № 4

I. Коэффициент отражения от концов ВЛ при

$Z_{ф.л}=450$ Ом (по рис.2–4I) $K=0{,}45$.

2. Коэффициент отражения от места включения ответвления по рис.2–33 при $a_{отв}=7{,}0$ дБ

$$K_{отв}=0{,}57.$$

3. Неравномерность затухания ВЧ тракта на участке подстанция № 2 – место включения ответвления (по рис.2–40):

а) для канала I при $\alpha_{(1)}\ell=0{,}057\cdot36{,}5=2{,}0$ дБ

$$\Delta a_{тр\,II}=3{,}0\ дБ;$$

б) для канала 4 при $\alpha_{(1)}\ell=0{,}067\cdot36{,}5=2{,}5$ дБ

$$\Delta a_{тр\,II}=2{,}8\ дБ;$$

в) для канала 2 при $\alpha_{(1)}\ell = 0{,}061 \cdot 36{,}5 \approx 2{,}5$ дБ

$$\Delta a_{тр\,II} = 2{,}8 \text{ дБ.}$$

4. Неравномерность затухания ВЧ тракта на участке подстанция № 4 – место включения ответвления (по рис.2-40):

а) для канала I при $\alpha_{(1)}\ell = 0{,}057 \cdot 60 = 3{,}5$ дБ

$$\Delta a_{тр\,12} = 2{,}5 \text{ дБ;}$$

б) для канала 4 при $\alpha_{(1)}\ell = 0{,}067 \cdot 60 \approx 4$ дБ

$$\Delta a_{тр\,12} = 2{,}0 \text{ дБ.}$$

5. Неравномерность затухания ВЧ тракта канала 2 на участке подстанция № 3 – место включения ответвления к подстанции № 4 (по рис.2-40) при $\alpha_{(1)}\ell = 0{,}061 \cdot 2 \approx 0$ дБ

$$\Delta a_{тр\,12} = 4{,}5 \text{ дБ.}$$

6. Суммарная неравномерность затухания ВЧ тракта:

а) канала I подстанция № 2 – подстанция № 4

$$\Delta a_{тр\,I} = \Delta a_{тр\,II} + \Delta a_{тр\,12} = 3{,}0 + 2{,}5 = 5{,}5 \text{ дБ;}$$

б) канала 4 подстанция № 2 – подстанция № 4

$$\Delta a_{тр\,I} = 2{,}8 + 2{,}0 = 4{,}8 \text{ дБ;}$$

в) канала 2 подстанция № 2 – подстанция № 3

$$\Delta a_{тр\,I} = 2{,}8 + 4{,}5 = 7{,}3 \text{ дБ.}$$

Полученная неравномерность затухания ВЧ тракта канала I будет наблюдаться в полосе канала (3 кГц), так как длина участков II более 25 км.

Для канала 2 неравномерность затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц определяется неравномерностью участка подстанция № 2 – место включения ответвления, так как длина второго участка ВЧ тракта этого канала (2 км) гораздо меньше длины первого участка:

$$\Delta a_{тр\,I\,\Delta f} \approx 2{,}5 \text{ дБ.}$$

Для канала релейной защиты 4 неравномерность затухания ВЧ тракта рассматривается как возможный прирост затухания ВЧ тракта.

$$\Delta a_{тр} = \frac{1}{2}\Delta a_{тр1} = \frac{1}{2} \cdot 4{,}8 \approx 2{,}4 \text{ дБ};$$

7. Для телефонных каналов оценивается неравномерность затухания ВЧ тракта, обусловленная неравномерностью частотной характеристики затухания ответвления (по рис.2-33):

а) для канала I $\alpha_{(1)}\ell_{отв} = 0$ дБ,

$$\Delta a_{тр2} = a_{отв.макс} - a_{отв.мин} = 7{,}5 - 1{,}5 = 6 \text{ дБ};$$

б) для канала 2 $\alpha_{(1)}\ell_{отв} = 4{,}0$ дБ,

$$\Delta a_{тр2} = 4{,}0 - 2{,}6 \approx 1{,}5 \text{ дБ}.$$

Поскольку длина ответвления для канала I менее 25 км, значение $\Delta a_{тр2}$ в полосе 3 кГц определится по рис.2-42 для $\ell_{отв}$ = =2 км:

$$\Delta a_{тр.2\Delta f} \approx 0{,}2 \text{ дБ}.$$

Для канала 2 длина ответвления равна 60 км, поэтому $\Delta a_{тр.2\Delta f} = \Delta a_{тр.2} = 1{,}5$ дБ.

8. Неравномерность затухания ВЧ тракта телефонных каналов в полосе 3 кГц:

а) для канала I

$$\Delta a_{тр\,\Delta f} = \sqrt{\Delta a^2_{тр.1\Delta f} + \Delta a^2_{тр.2\Delta f}} = \sqrt{5{,}5^2 + 0{,}2^2} \approx 5{,}5 \text{ дБ};$$

б) для канала 2

$$\Delta a_{тр.\Delta f} = \sqrt{2{,}8^2 + 1{,}5^2} \approx 3{,}0 \text{ дБ}.$$

9. Максимально возможное затухание ВЧ тракта:

а) для канала I

$$a_{тр.макс} = a_{тр} + \frac{1}{2}\Delta a_{тр.1} = 27{,}0 + \frac{1}{2} \cdot 5{,}5 \approx 30 \text{ дБ};$$

б) для канала 2

$$a_{тр.макс} = 25 + \frac{1}{2} \cdot 7{,}3 \approx 28{,}5 \text{ дБ};$$

в) для канала 4

$$a_{тр.макс} = 28{,}5 + \frac{1}{2} \cdot 4{,}8 \approx 31{,}0 \text{ дБ}.$$

10. Минимальный запас по перекрываемому затуханию:

а) для канала 1

$$A_{зап.мин} = A_{пер} - A_{тр.макс} = 39-30 = 9 \text{ дБ};$$

б) для канала 2

$$A_{зап.мин} = 41-28{,}5 = 12{,}5 \text{ дБ};$$

в) для канала 4

$$A_{зап.мин} = 55-31 = 24 \text{ дБ}.$$

Расчет считается законченным, так как все каналы соответствуют нормам.

Пример 4

Выбрать схему ВЧ обхода линейного разъединителя на ВН 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 шунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе - (2-31), а в 10 км - (2-33).

I. *Место расположения разъединителя* – в 5 км от подстанции

а. Схема ВЧ обхода (по рис.2-39,*а*)

I. Для ВЧ обхода выбирается фильтр присоединения типа УФП-75 (по табл.I-I3) на диапазон 65-I54 кГц при $Z_{фл} = 400$ Ом, $a_{фл} = I,74$ дБ.

2. Заградитель ВЗГС-I00, $L = I,3$ мГ (см.табл.I-9). Без элемента настройки затухание, вносимое заградителем, определяется по формуле (2-22)

$$a_з = 10\ell g\left[1+\left(\frac{Z_п Z_{фл}}{Z_п+Z_{фл}}\right)^2\frac{1}{X_з^2}\right] = 10\ell g\left[I+\left(\frac{450\cdot400}{450+400}\right)^2\cdot\frac{I}{8I5}\right] =$$

$$= 10\ell g\,0,7 \approx 0,5 \text{ дБ},$$

где $X = j\omega L = j\,2\cdot3,I4\cdot I00\cdot I0^{3}\cdot I,3\cdot I0^{-3} = j\,8I5$ Ом.

С элементом настройки на полосу заграждения 74-600 кГц затухание, вносимое заградителем, определяется по формуле (2-20)

$$a_з = 20\ell g\left|1+\frac{Z_{фл}Z_п}{(Z_{фл}+Z_п)Z_з}\right| = 20\ell g\left|I+\frac{400\cdot450}{(400+450)500}\right| = 3 \text{ дБ}.$$

Выбирается заградитель без элемента настройки.

3. Затухание, вносимое ВЧ обходом при разомкнутом линейном разъединителе , определяется по формуле (2-29)

$$a_{обх} = a_к + 2a_{фл} + a_з = 2,5+2\cdot I,74+0,5 = 6,5 \text{ дБ}.$$

4. Затухание, обусловленное шунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-3I)

$$a_ш = 20\ell g\left|1+\frac{Z_п}{Z_{фл}}\right| = 20\ell g\left|I+\frac{450}{400}\right| \approx 6,5 \text{ дБ}.$$

б. Схема ВЧ обхода (по рис.2-39,*б*)

1. Характеристическое сопротивление Т-образного фильтра верхних частот выбирается равным $Z_т = Z_л = 450$ Ом.

2. Нижняя граничная частота фильтра верхних частот

$$f_н = \frac{1}{2\pi Z_т C_{к.с}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 450 \cdot 4400 \cdot 10^{-12}} \approx 80 \text{ кГц}.$$

3. Значение индуктивности катушки

$$L = \frac{Z_т}{4\pi f_н} = \frac{450}{4 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 10^3} = 0,45 \text{ мГ}.$$

4. Затухание, вносимое ВЧ обходом при разомкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-29)

$$a_{обх} = a_к + a_{ф.вч} + a_з = 2,5 + 0,5 + 0,5 = 3,5 \text{ дБ},$$

где $a_{ф.вч}$ определяется по формуле (2-26).

5. Затухание, обусловленное шунтированием линейного тракта элементами ВЧ обхода при замкнутом линейном разъединителе, определяется по формуле (2-32)

$$a_ш = 10 lg \left[1 + \frac{r R_л}{r^2 + x^2} + \frac{R_л^2}{4(r^2 + x^2)} \right] = 10 lg \left[1 + \frac{18 \cdot 450}{18^2 + 162^2} + \frac{450^2}{4(18^2 + 162^2)} \right] =$$

$$= 10 lg 3,21 \approx 5 \text{ дБ},$$

где $r = \frac{1}{\omega_р 2 C_{к.с} Q_{к.с}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 4400 \cdot 10^{-12} \cdot 25} = 18$ Ом – активная составляющая полного сопротивления последовательного контура;

$$x = jr Q_{к.с} \left[1 - \left(\frac{f_н}{f} \right)^2 \right] = j\, 18 \cdot 25 \left[1 - \left(\frac{80}{100} \right)^2 \right] =$$

$= 162$ Ом – реактивная составляющая полного сопротивления последовательного контура на частоте 100 кГц;

$Q_{к.с} = \frac{1}{\delta} = \frac{1}{0,04} = 25$ – 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):

$$a_ш = 20\lg\left|1 + \frac{1}{0{,}85 + 0{,}0079\,Z_ш}\right| = 20\lg\left|1 + \frac{1}{0{,}85 + 0{,}0079 \cdot 200}\right| = 3 \text{ дБ},$$

где $Z_ш = \frac{1}{2} Z_{ф.л} = \frac{1}{2} \cdot 400 = 200$ 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):

$$a_ш = 20\lg\left|1 + \frac{1}{0{,}85+0{,}0079 Z_ш}\right| = 20\lg\left|1 + \frac{1}{0{,}85+0{,}0079(18+j162)}\right| =$$

$$20\lg 1{,}47 \approx 3{,}5 \text{ дБ}.$$

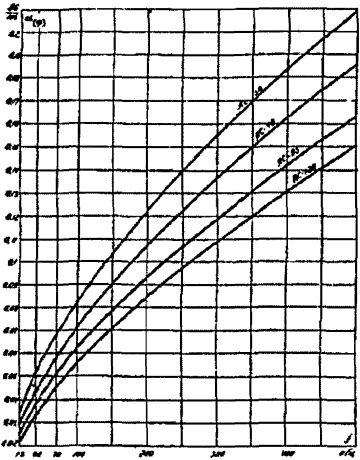


Рис.I-I. Километрическое затухание симметричной ВЛ 35 кВ

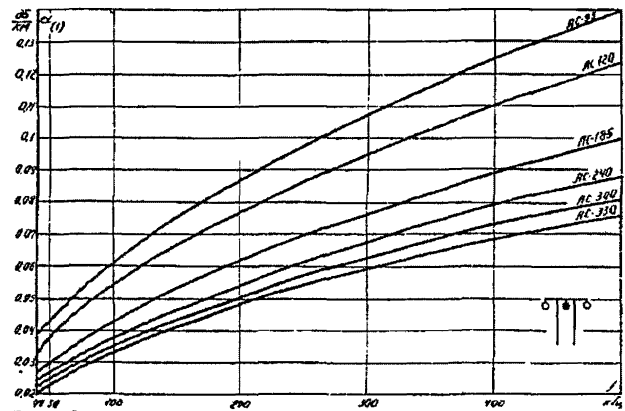


Рис.I-2. Километрическое затухание междуфазной волны для средней фазы нетранспонированной ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

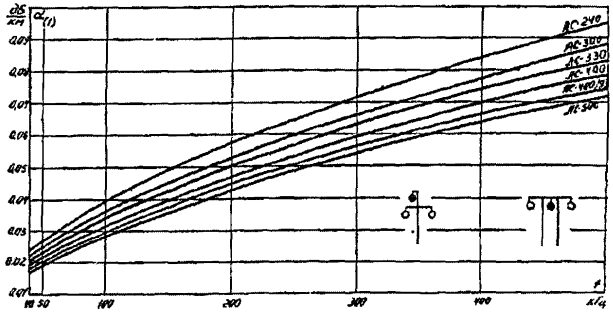


Рис. I-3. Километрическое затухание междуфазной волны для средней фазы нетранспонированной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз и для верхней фазы с треугольным расположением фаз

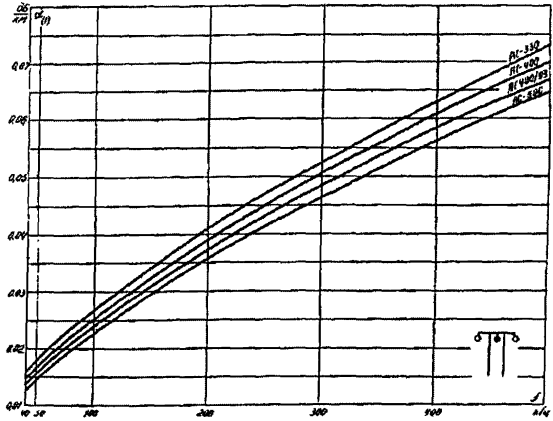


Рис. I-4. Километрическое затухание междуфазной волны для средней фазы нетранспонированной ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз

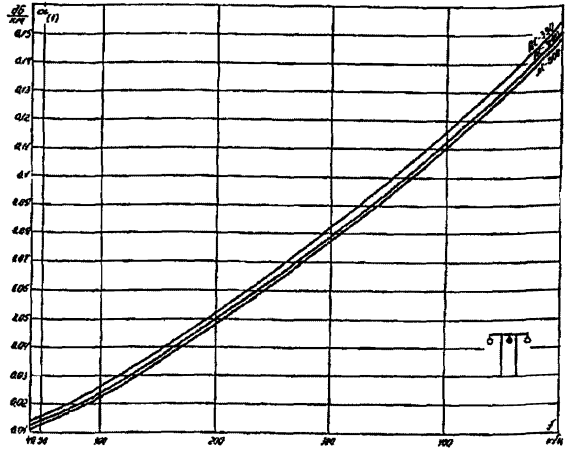


Рис. I-5. Километрическое затухание междуфазной волны для средней фазы нетранспонированной ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз

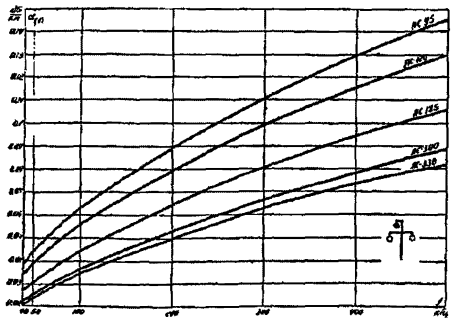


Рис. I-6. Километрическое затухание междуфазной волны для верхней фазы нетранспонированной ВЛ 110 кВ с треугольным расположением фаз

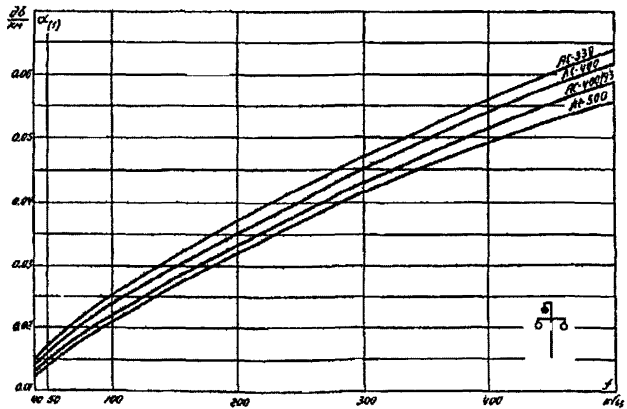


Рис.I-7. Километрическое затухание междуфазной волны для верхней фазы нетранспонированной ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз

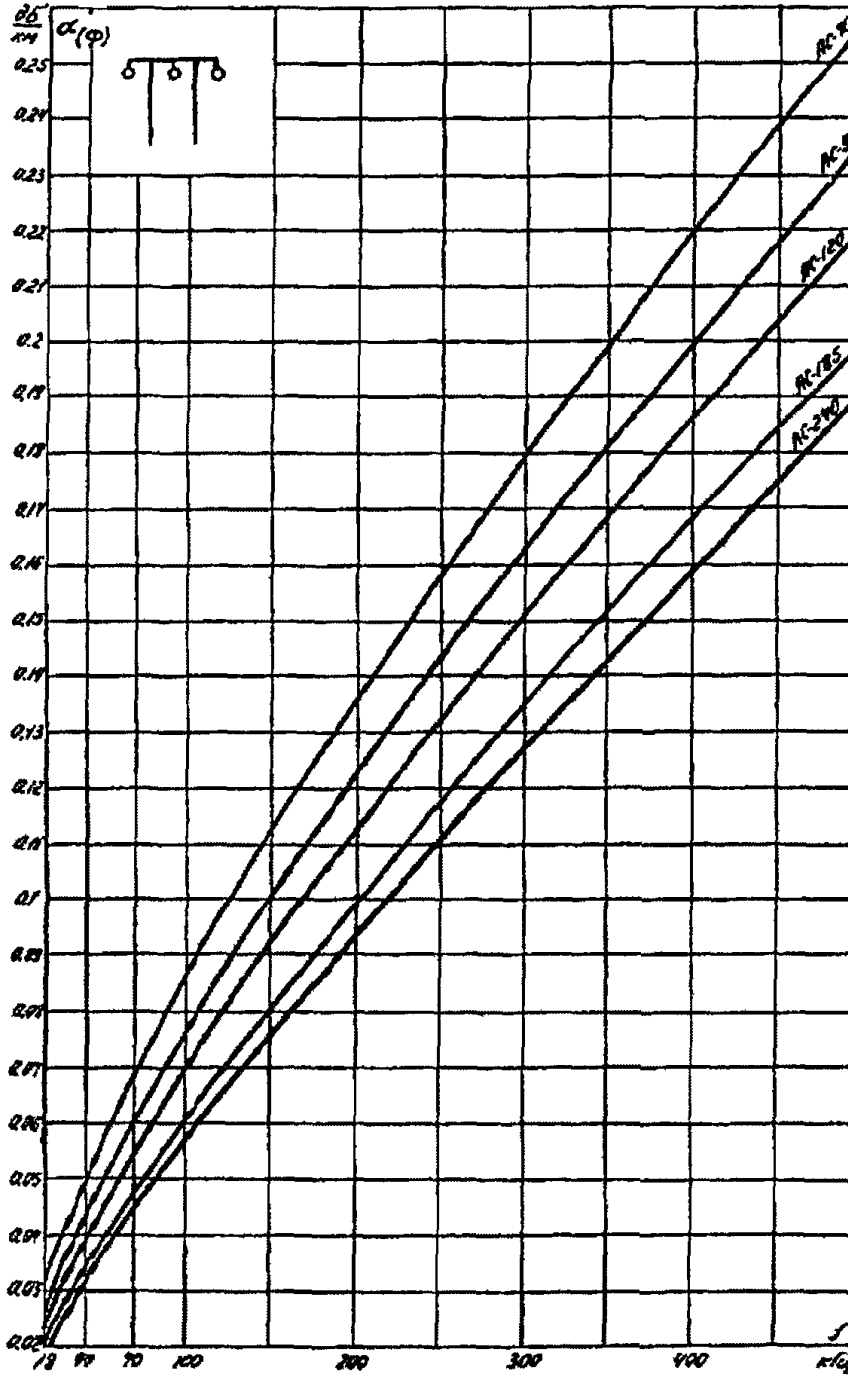


Рис. I-8. Километрическое затухание симметричной ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

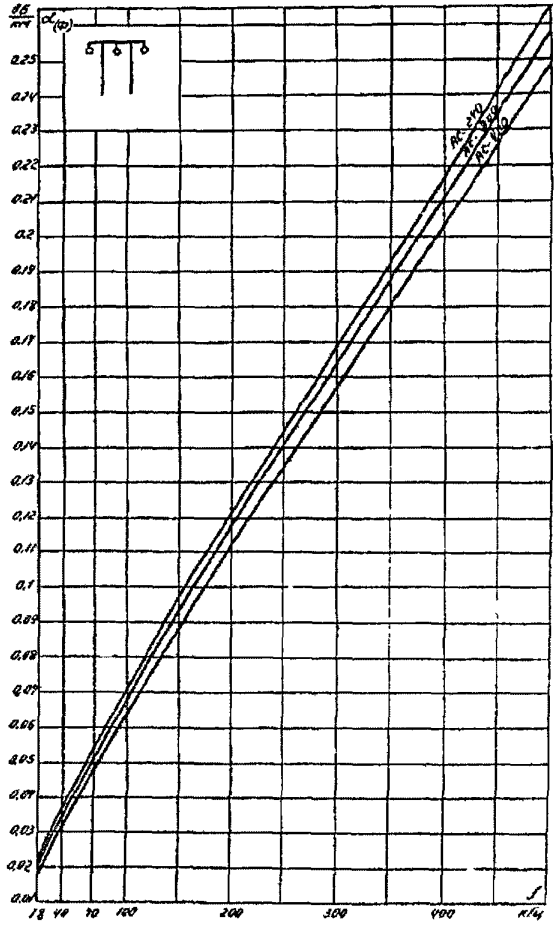


Рис.I-9. Километрическое затухание симметричной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз

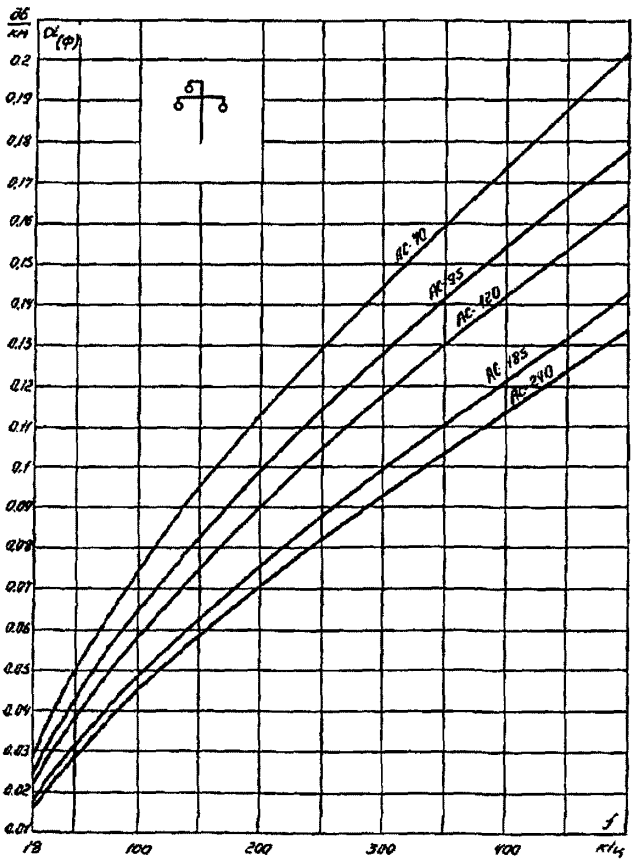


Рис.I-I0. Километрическое затухание симметричной ВЛ II0 кВ с треугольным расположением фаз

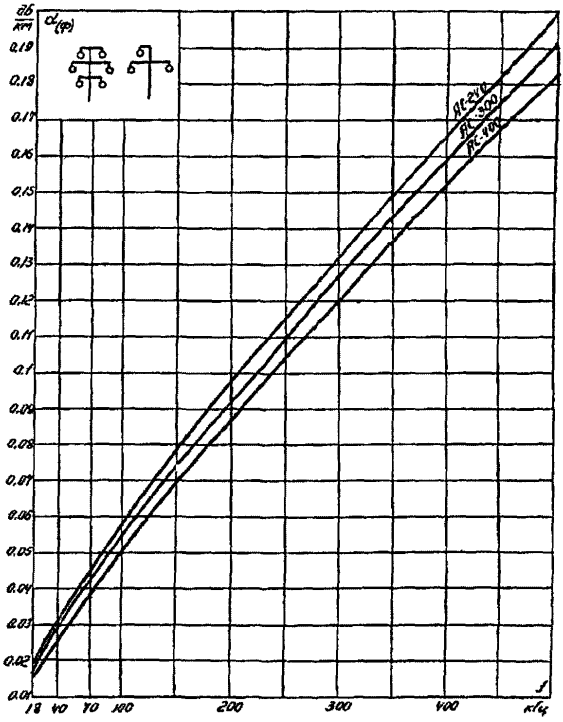


Рис.I-II. Километрическое затухание симметричной ВЛ 220 кВ с вертикальным и треугольным расположением фаз

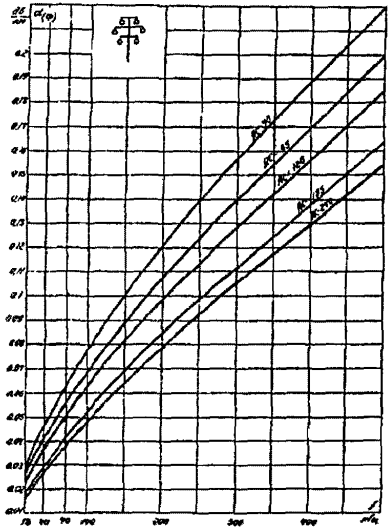


Рис. I-I2. Километрическое затухание симметричной ВЛ II0 кВ с вертикальным расположением фаз

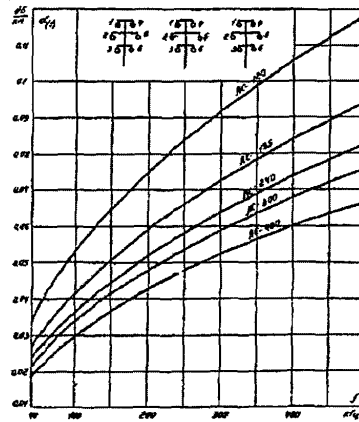


Рис. I-I3. Километрическое затухание шестипроводной нетранспонированной ВЛ II0-220 кВ. Схема подключения фаза - фаза I-4, I-2, 4-5

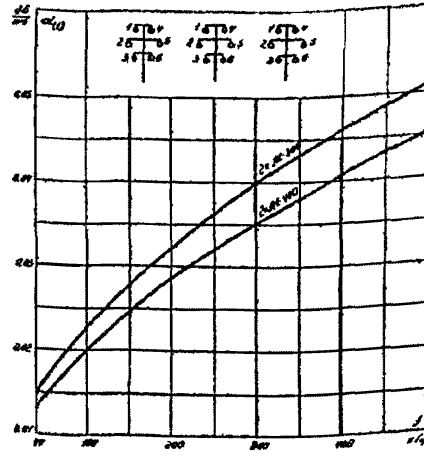


Рис.I-I4. Километрическое затухание шестипроводной нетранспонированной ВЛ 330 кВ. Схема подключения фаза - фаза I-4, I-2, 4-5

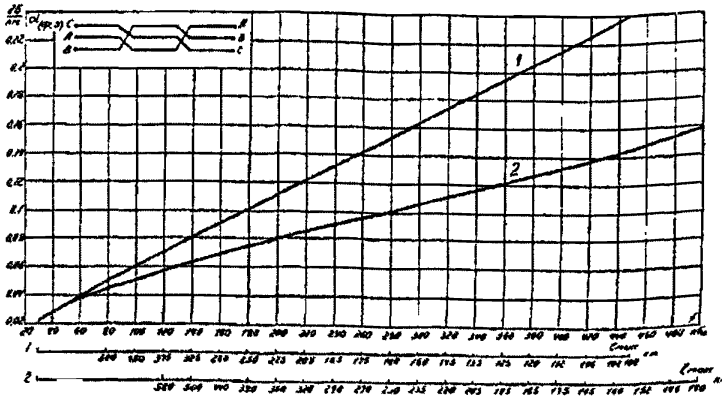


Рис.I-I5. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз:

I - присоединение фаза С - земля; 2 - присоединение фаза А - земля, фаза В - земля

Примечание. По оси $l_{макс}$ определяется максимально допустимая длина ВЛ для соответствующей частоты по оси f

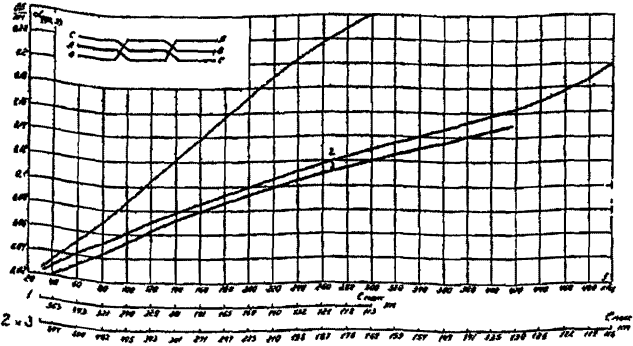


Рис.I-I6. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз:

I – присоединение фаза С – земля; 2 – присоединение фаза А – земля, фаза В – земля; 3 – присоединение средняя фаза – земля на обоих концах

Примечание. По оси $\ell_{макс}$ определяется максимально допустимая длина ВЛ для соответствующей частоты по оси f.

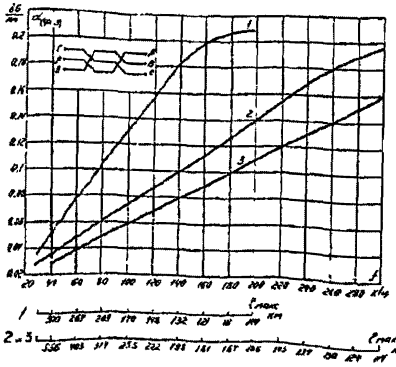


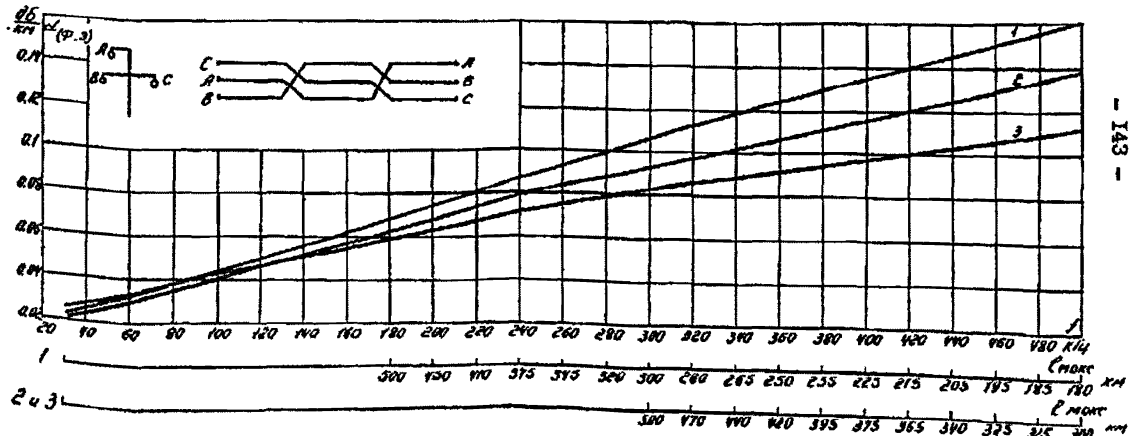
Рис.I-I7. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз

(Обозначения и примечание те же, что и на рис.I-I6)

Рис.I-I8. 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 $l_{макс}$ определяется максимально допустимая длина ВЛ для соответствующей частоты по оси *f*.



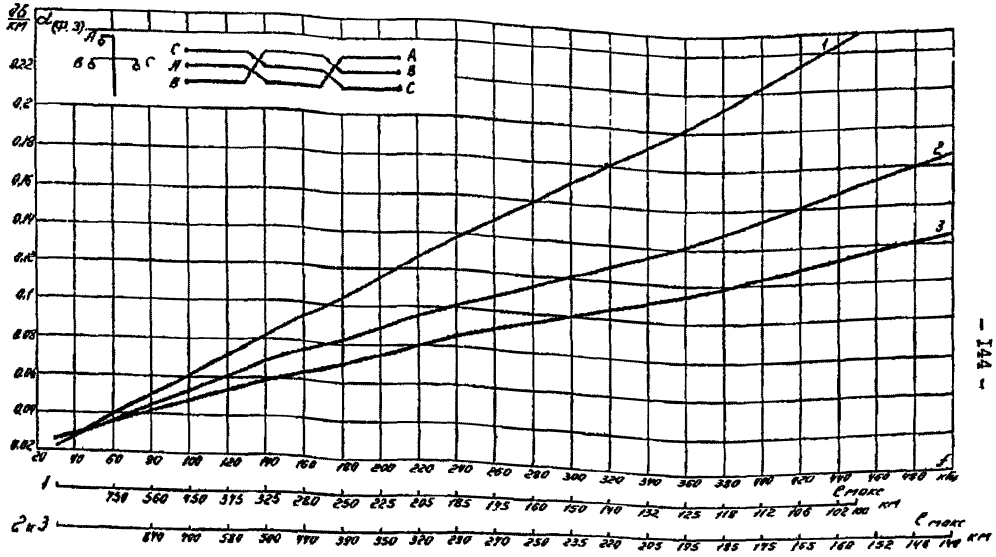


Рис. I-I9. Километрическое затухание линейного тракта по транспонированной ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз

(Обозначения и примечание те же, что и на рис. I-I8)

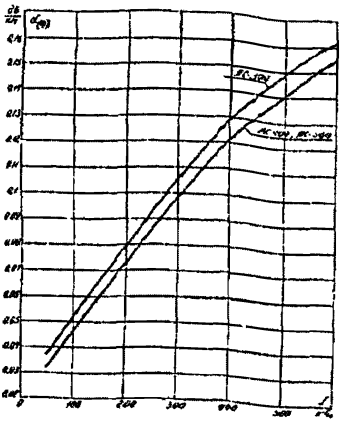


Рис.I-20. Километрическое затухание внутрифазного тракта (провод - провод расщепленной фазы)

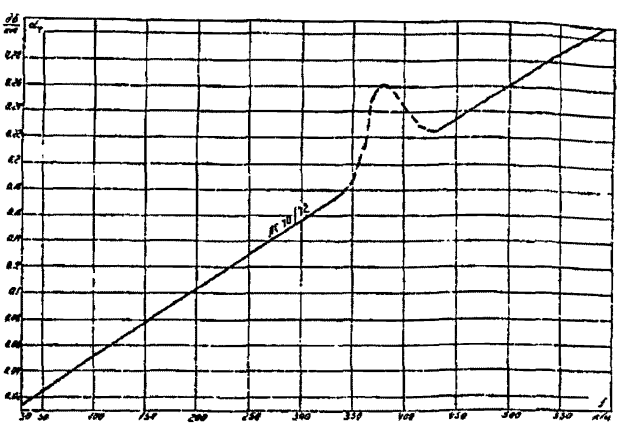


Рис.I-2I. Километрическое затухание биметаллических грозозащитных тросов. Схемы подключения трос - трос, трос-земля; два троса - земля

Примечание. Пунктиром показана область резонансного увеличения затухания на ВЛ 500-750 кВ.

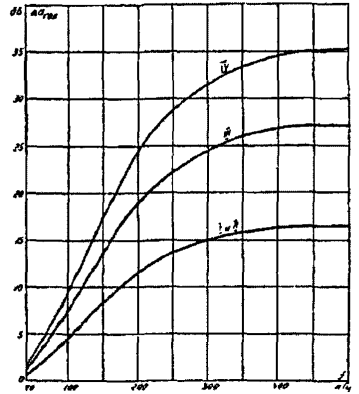


Рис.I-22. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 35 кВ:
I, II, III и IV - районы по гололеду

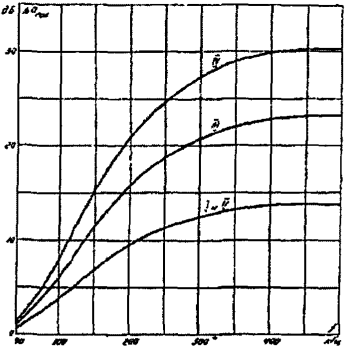


Рис.I-23. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 110 кВ:
I, II, III и IV - районы по гололеду

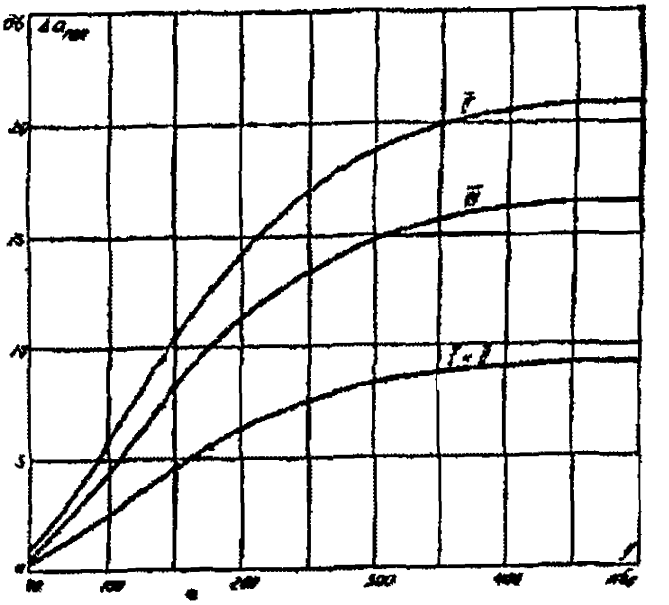


Рис.I-24. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 220 кВ:

I, II, III и IУ - районы по гололеду

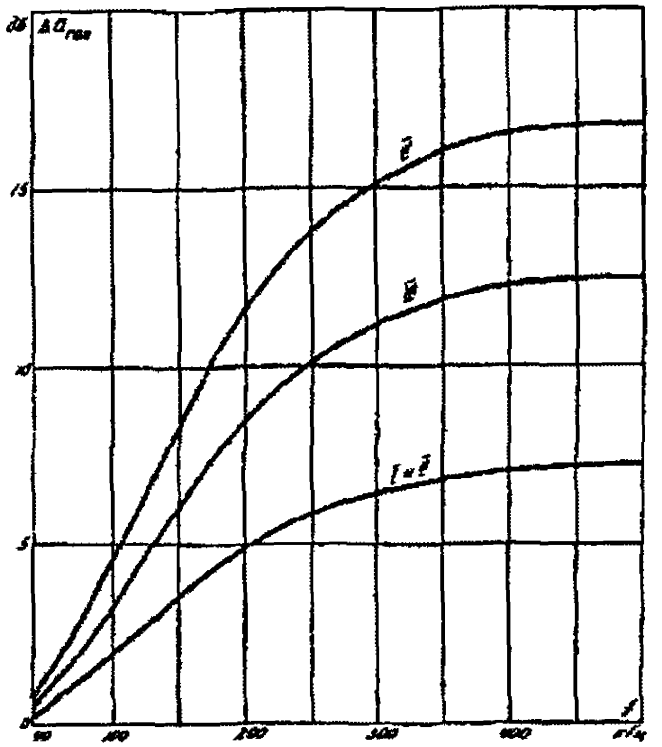


Рис.I-25. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 330 кВ:

I, II, III и IУ - районы по гололеду

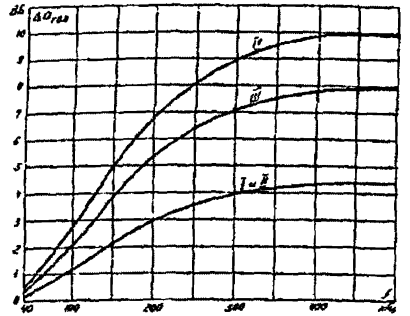


Рис.I-26. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 500 кВ:
I, II, III и IУ – районы по гололеду

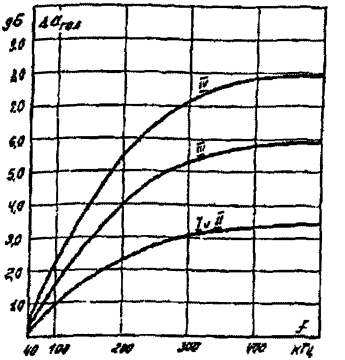


Рис.I-27. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на проводах ВЛ 750 кВ:
I, II, III и IУ – районы по гололеду

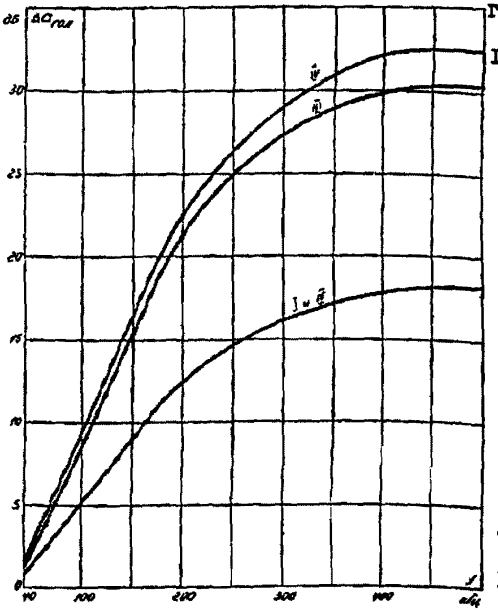


Рис.I-28. Прирост затухания внутрифазного тракта от гололеда:
I, II, III и IУ – районы по гололеду

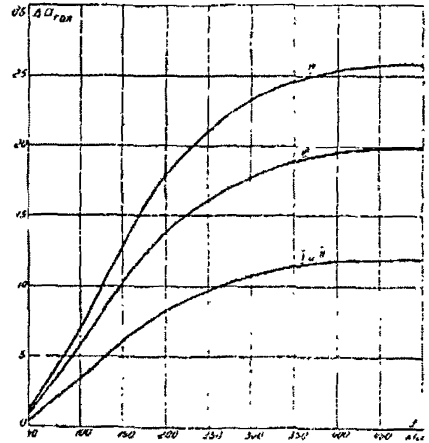


Рис. I-29. Прирост затухания линейного тракта от гололеда на грозозащитных тросах ВЛ:

I, II, III и IV – районы по гололеду

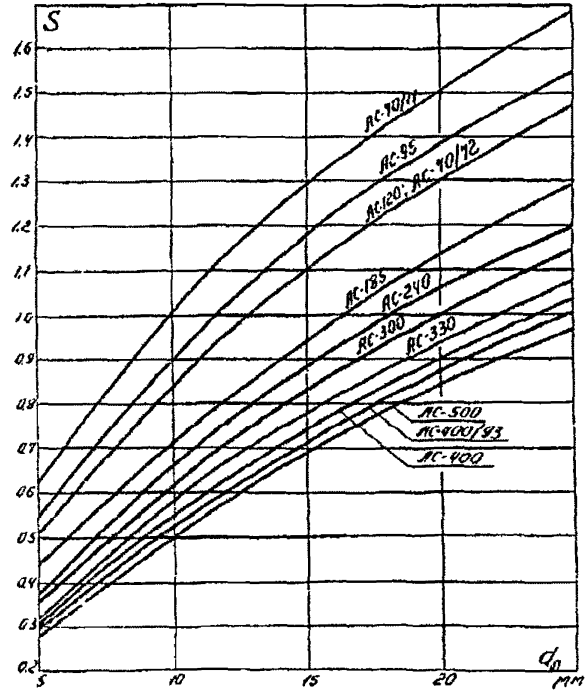


Рис. I-30. Зависимость коэффициента S от марки провода и толщины стенки гололеда

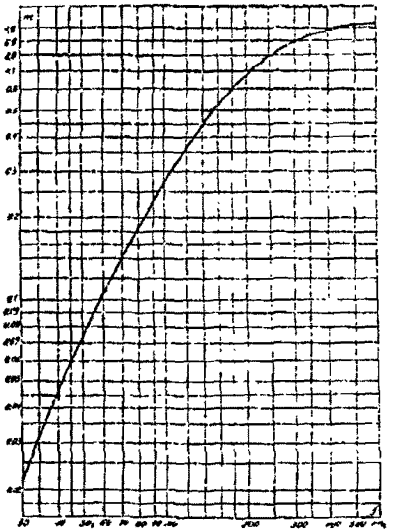


Рис.I-3I. Зависимость коэффициента m от частоты

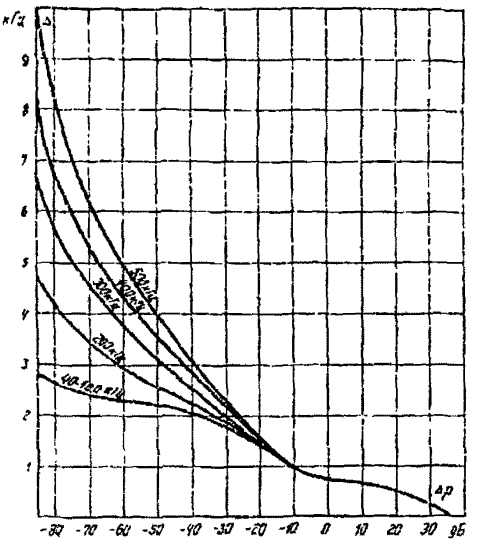


Рис.I-32. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры АСК-I

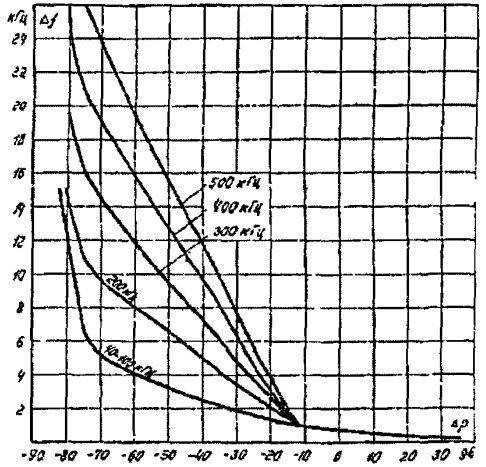


Рис.I-33. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры АСК-3

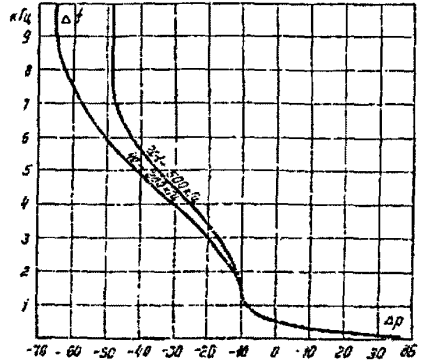


Рис.I-34. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры ВЧА-ІТФ, ВЧУ-ІТФ

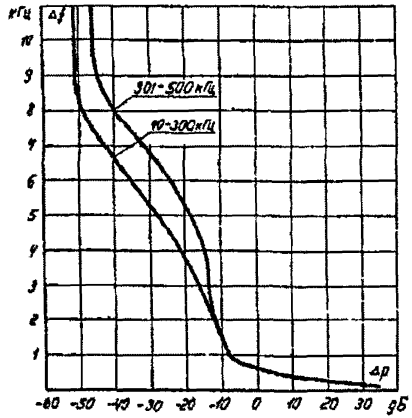


Рис.I-35. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры ВЧА-3ТФ, ВЧУ-3ТФ

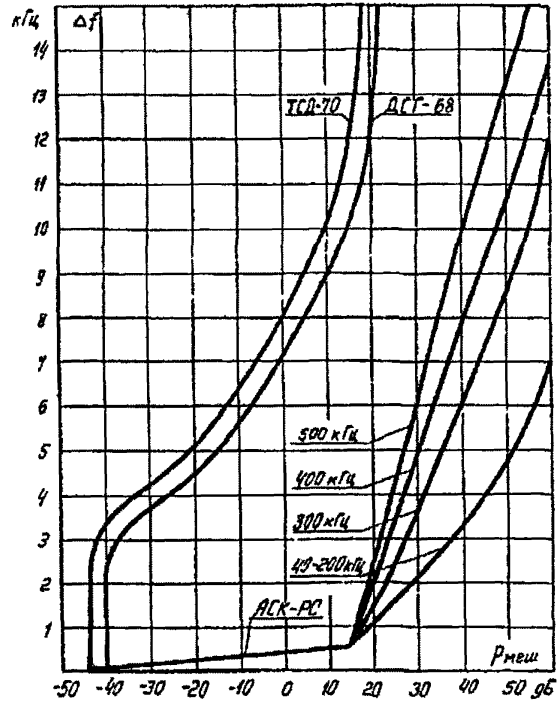


Рис.I-36. Зависимость Δf от $P_{меш}$ для приемников аппаратуры АСК-РС, ТСД-70 и ДСГ-68

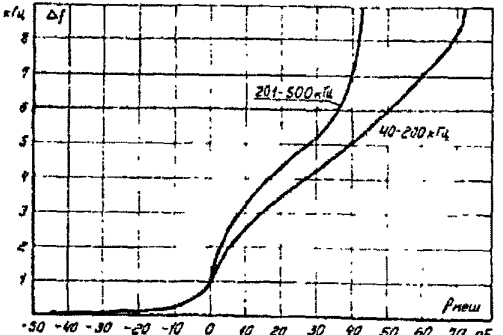


Рис.I-37. Зависимость Δf от $P_{изм}$ для приемников аппаратуры ВЧА-СЧ

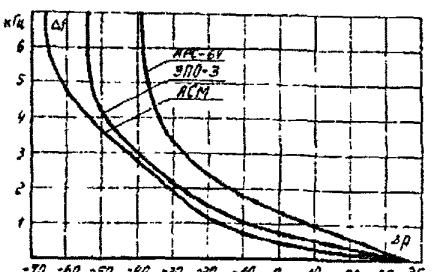


Рис.I-38. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры АСМ (опытные образцы), ЭПО-3, АРС-64

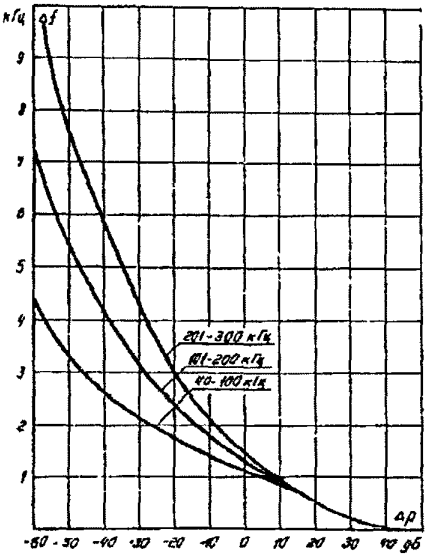


Рис.I-39. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры КП-59 и ПУМ-61

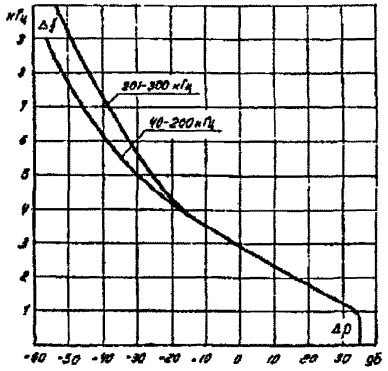


Рис.I-40. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры МК-60М

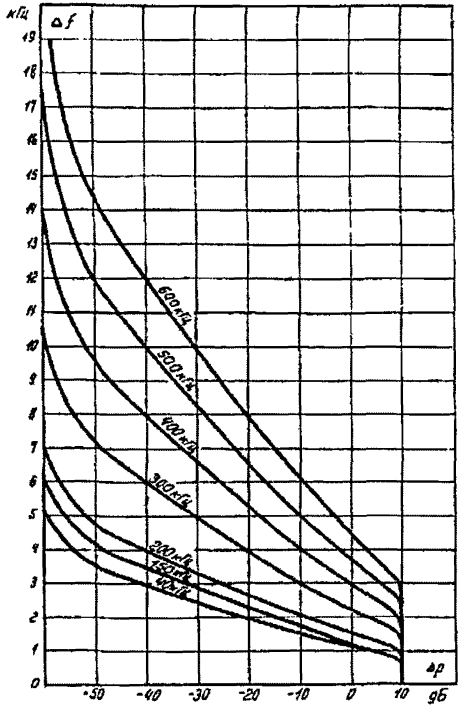


Рис.I-41. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры АЗВ

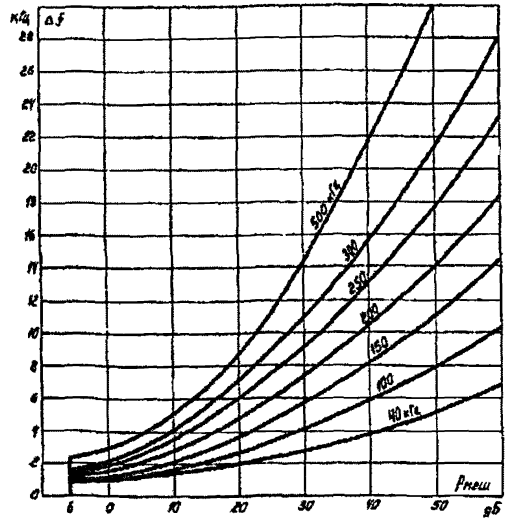


Рис.I-42. Зависимость Δf от $P_{пеш}$ для приемников аппаратуры ПВЗД и УПЗ-70 при работе с линейным фильтром (работа приемопередатчика на одной частоте и на сближенных частотах)

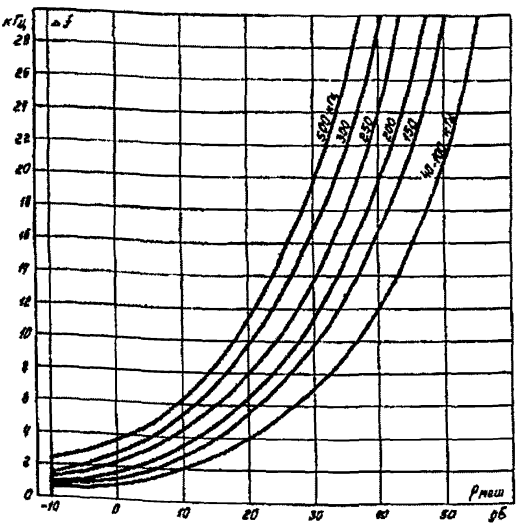


Рис.I-43. Зависимость Δf от $P_{пеш}$ для приемников аппаратуры ПВЗД и УПЗ-70 при работе без линейного фильтра (с разносом частот передачи и приема не менее 10%) и приемников аппаратуры ПВЗК

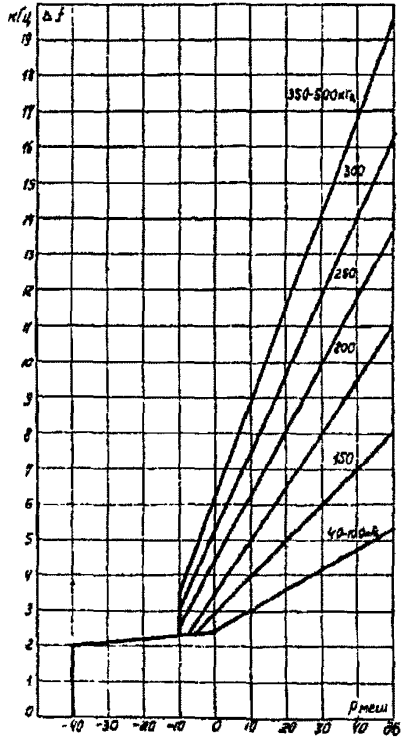


Рис. I-44. Зависимость Δf от $\Delta p_{пеш}$ для приемников аппаратуры ВЧТС-М

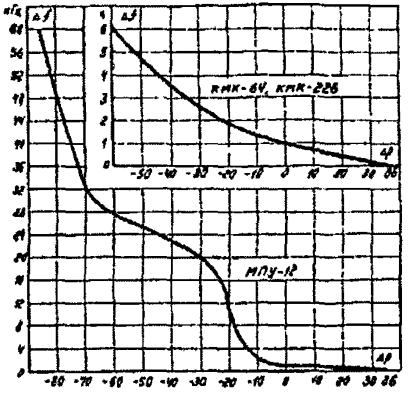


Рис. I-45. Зависимость Δf от Δp для приемников аппаратуры МПУ-Т2, КМК-64 и КМК-226

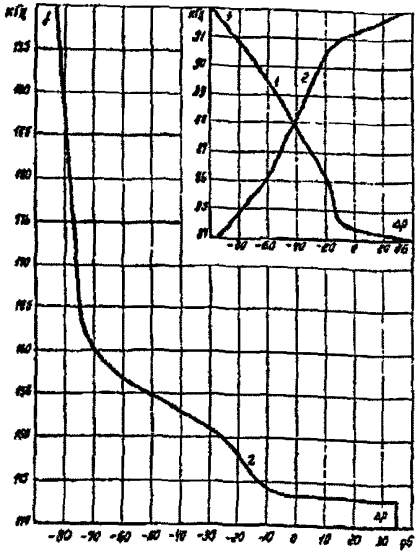


Рис. I-46. Зависимость f от Δp для приемников аппаратуры В-I2-3:

I – для рабочей полосы частот 36-84 кГц; 2 – для рабочей полосы частот 92-I43 кГц

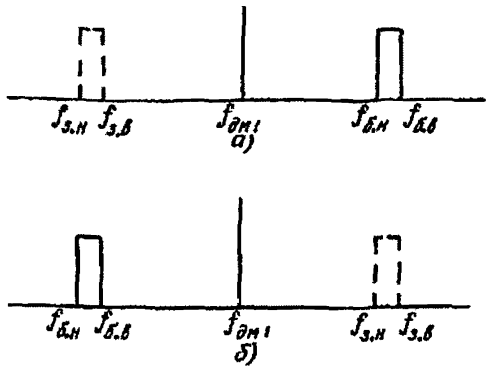
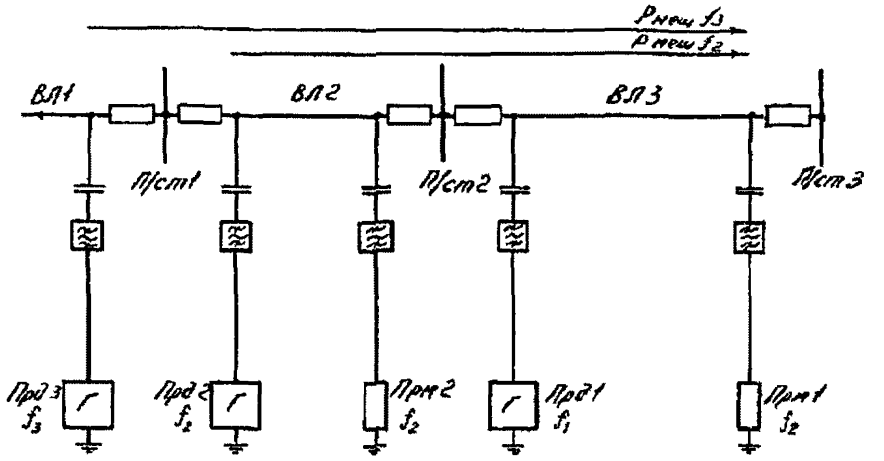


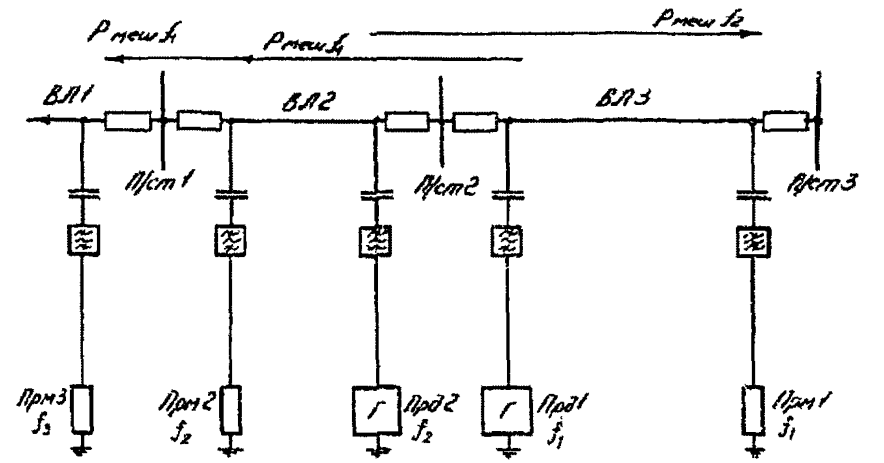
Рис. I-47. Расположение зеркального канала при работе с верхней или нижней боковыми полосами:

$f_{дм\,I}$ – частота первого демодулятора;

$f_{б.в}$ и $f_{б.н}$ – верхняя и нижняя граничные частоты рабочей полосы приема; $f_{з.б}$ и $f_{з.н}$ – верхняя и нижняя граничные частоты зеркального 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

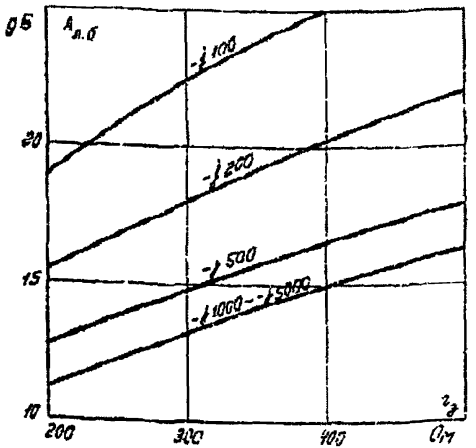


Рис. I-49. Зависимость переходного затухания между фазами разных линий одного напряжения через шины подстанций от сопротивления заградителей

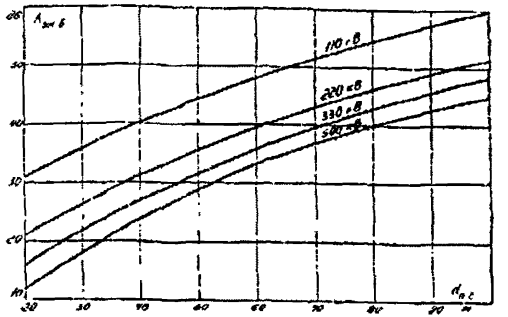


Рис. I-50. Зависимость переходного затухания на ближнем конце, обусловленного электромагнитной связью, от ширины сближения ВЛ

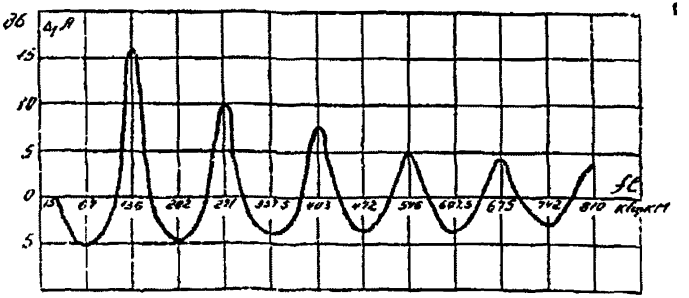


Рис. I-51. Поправка к значению переходного затухания на ближнем конце, обусловленного электромагнитной связью между линиями

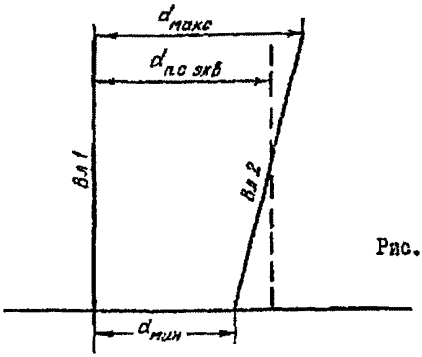


Рис.I-52. Эскиз косого сближения двух ВЛ

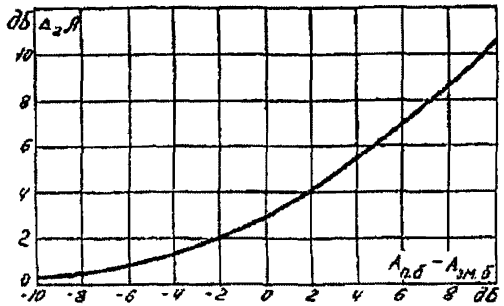
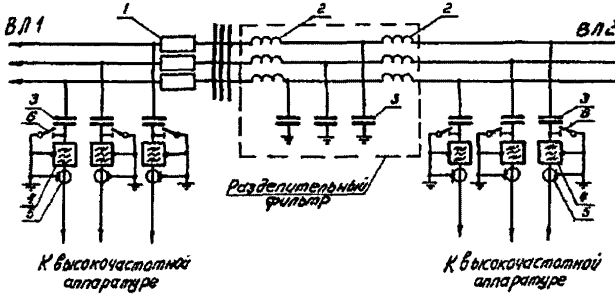


Рис.I-53. Зависимость $\Delta_{(2)} A$ от значения $A_{п.б} - A_{эм.б}$

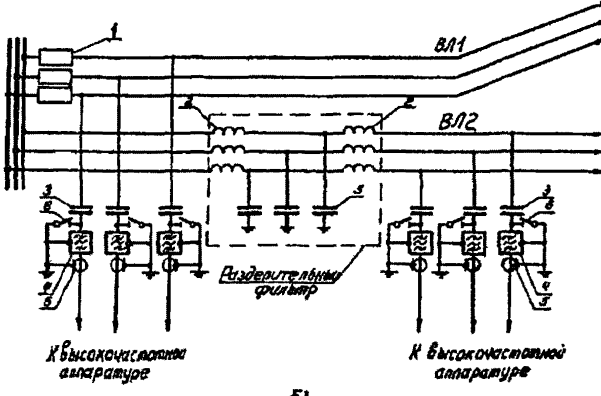
Рис.I-54. Схема частотного деления электрической сети с разделительным ВЧ фильтром:

а – на ВЛ, не имеющих параллельного пробега; *б* – на ВЛ с параллельным пробегом

I – ВЧ заградитель; 2 – реактор ВЧ заградителя; 3 – конденсатор связи; 4 – фильтр присоединения; 5 – ВЧ кабель; 6 – заземляющий нож


ВЛ1
ВЛ2
1
2
2
3
3
3
4
5
6
Разделительный фильтр
К высокочастотной аппаратуре
К высокочастотной аппаратуре

а)


1
ВЛ1
2
2
ВЛ2
3
3
3
4
5
6
Разделительный фильтр
К высокочастотной аппаратуре
К высокочастотной аппаратуре

б)

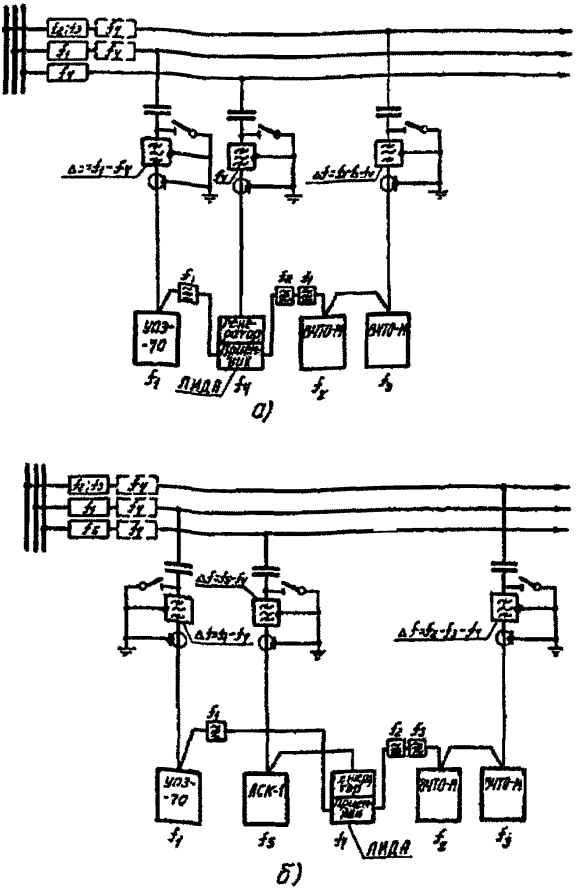


Рис.I-55. Рекомендуемые схемы подключения искателя повреждений "ЛИДА":

а – генератор подключается к выделенной фазе; *б* – генератор подключается параллельно ВЧ аппаратуре

Примечание. Пунктиром показаны заградители, которые устанавливаются в случаях, когда один заградитель не запирает всей полосы частот.

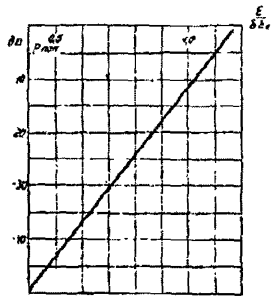


Рис.2-1. Зависимость уровня распределенных помех на фазных проводах ВЛ от значения $\frac{E}{\delta E_0}$

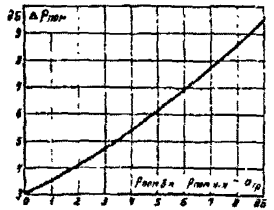


Рис.2-2. Поправка к уровню распределенных помех на выходе ВЧ тракта с обходом на ВЛ с различными уровнями помех

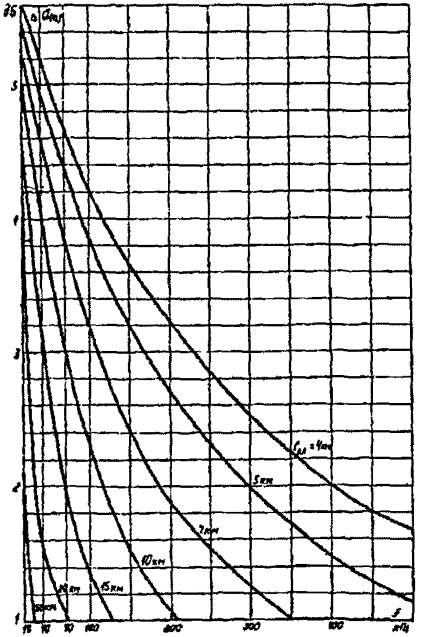


Рис.2-3. Поправка, учитывающая увеличение затухания линейного тракта по симметричным ВЛ 35-220 кВ из-за влияния земляной волны

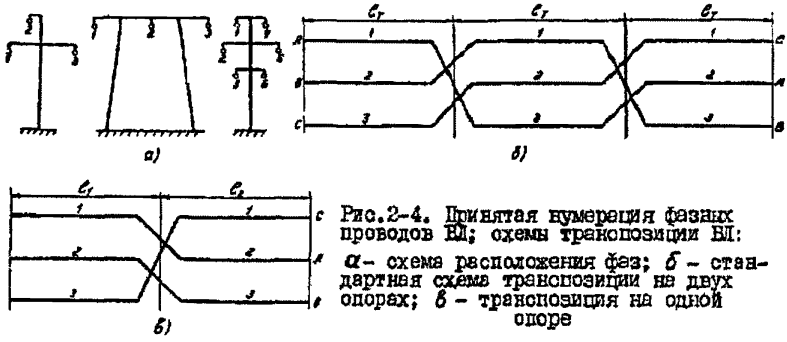


Рис.2-4. Принятая нумерация фазных проводов ВЛ; схемы транспозиции ВЛ: *а* – схема расположения фаз; *б* – стандартная схема транспозиции на двух опорах; *в* – транспозиция на одной опоре

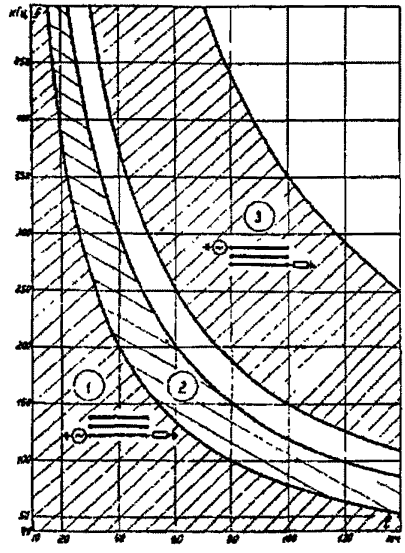


Рис.2-5. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по крайним фазам нетранспонированных ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

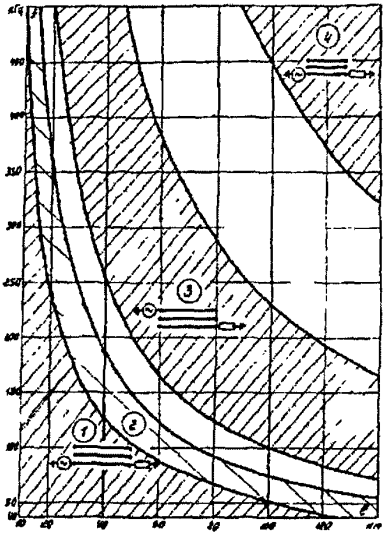
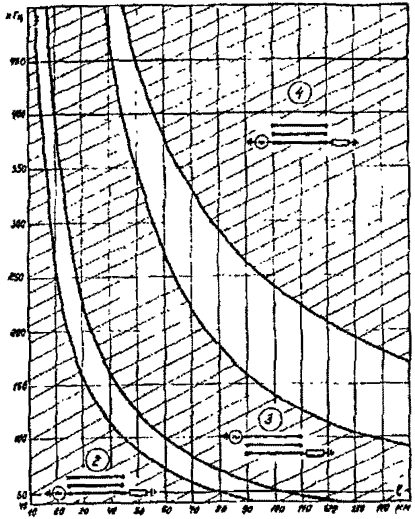
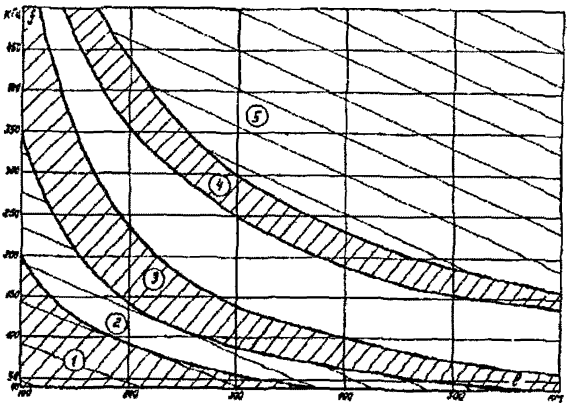


Рис.2-6. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по крайним фазам нетранспонированных ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз



а)



б)

Рис.2-7. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз:

а – по крайним фазам нетранспонированных ВЛ; *б* – по транспонированным ВЛ

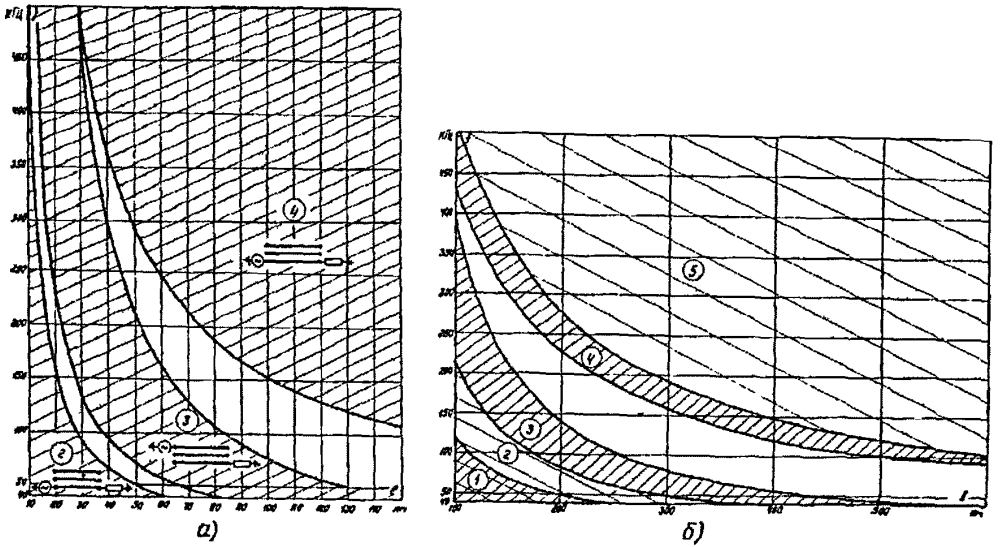


Рис.2-8. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз;
а – по крайним фазам нетранспонированных ВЛ; *б* – по транспонированным ВЛ

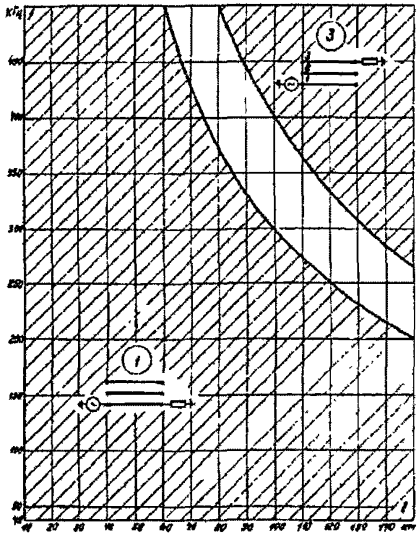


Рис.2-9. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижним фазам нетранспонированных ВЛ 110 кВ с треугольным расположением фаз

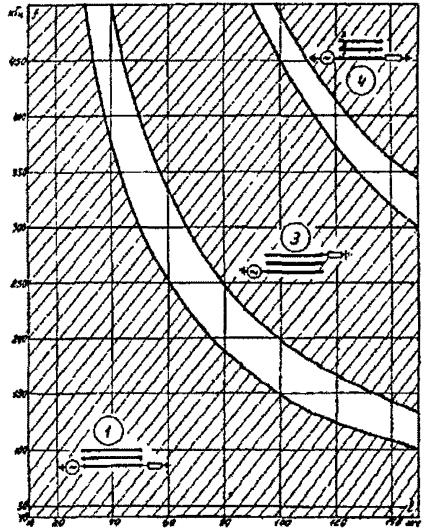


Рис.2-10. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижним фазам нетранспонированных ВЛ 220 кВ с треугольным расположением фаз

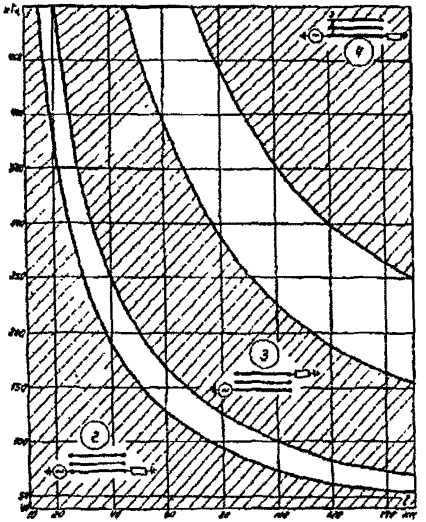


Рис.2-II. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижним фазам нетранспонированных ВЛ 330 кВ с треугольным расположением фаз

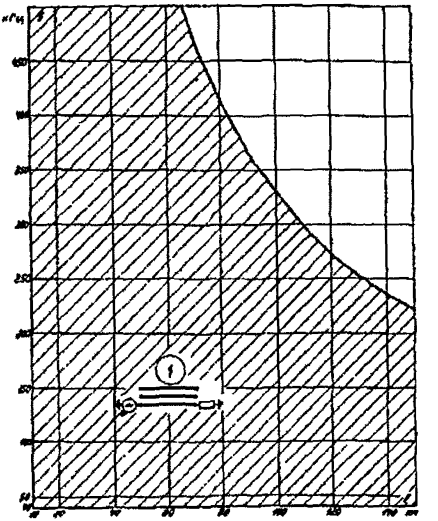


Рис.2-I2. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижней фазе нетранспонированных ВЛ II0 кВ с вертикальным расположением фаз

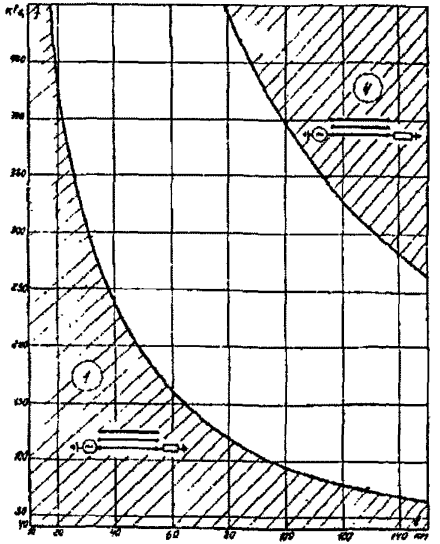


Рис.2-I3. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижней фазе нетранспонированных ВЛ 220 кВ с вертикальным расположением фаз

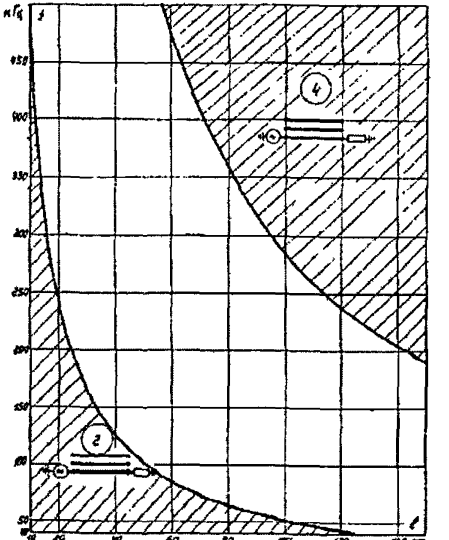


Рис.2-I4. Области частот, в которых допустима работа ВЧ каналов по нижней фазе нетранспонированных ВЛ 330 кВ с вертикальным расположением фаз

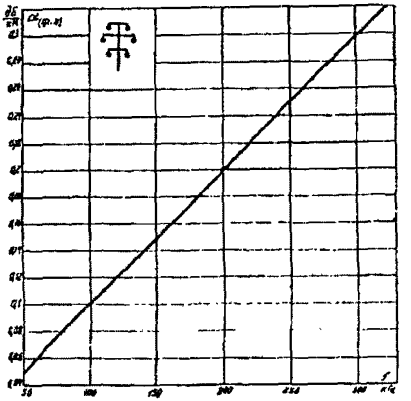


Рис.2-I5. Километрическое затухание линейного тракта при схеме присоединения нижняя фаза – земля несимметричной ВЛ 330 кВ с вертикальным расположением фаз для области частот 2 по рис.2-I4

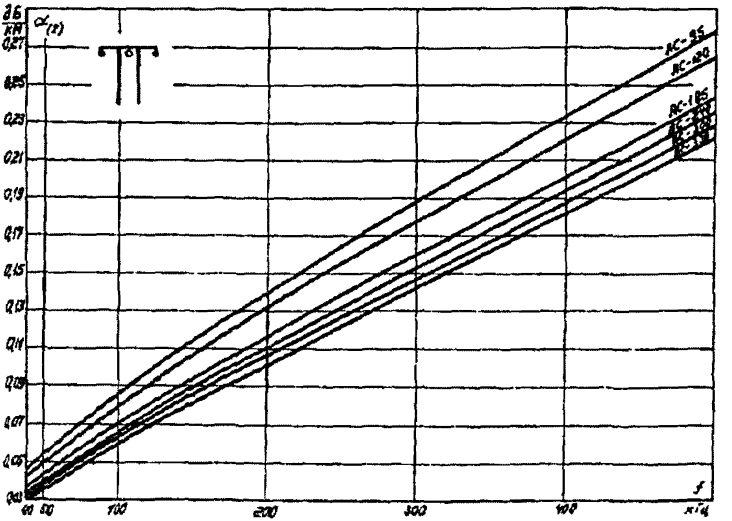


Рис.2-I6. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 110 кВ с горизонтальным расположением фаз

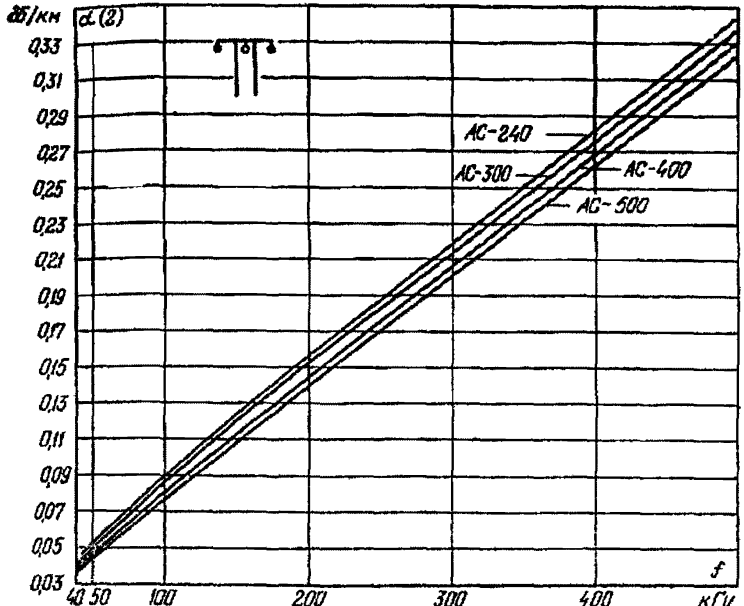


Рис.2-17. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 220 кВ с горизонтальным расположением фаз

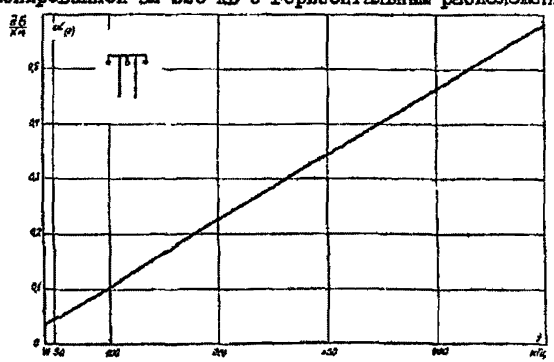


Рис.2-18. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 330 кВ с горизонтальным расположением фаз

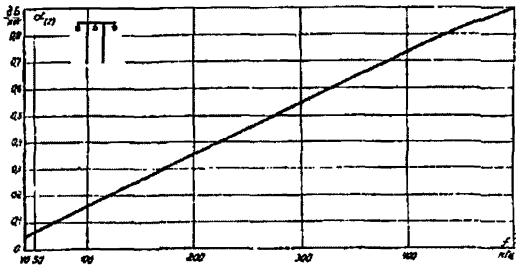


Рис.2-19. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением фаз

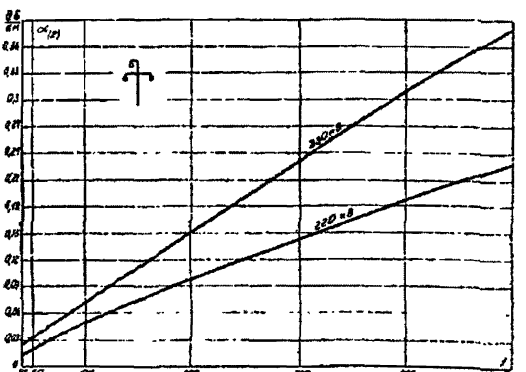


Рис.2-20. Километрическое затухание второго волнового канала нетранспонированной ВЛ 220 и 330 кВ с треугольным расположением фаз

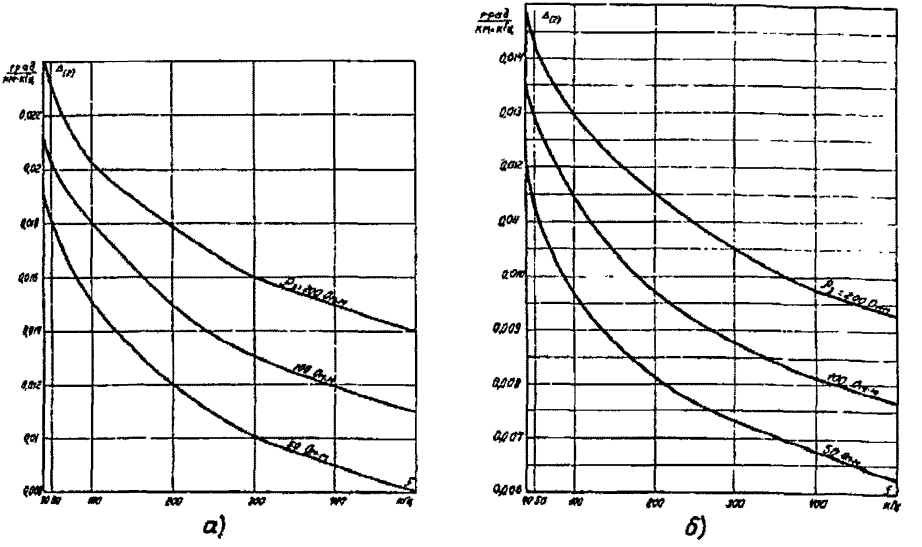


Рис.2-21. Зависимость значения $\Delta_{(2)}$ от частоты и удельного сопротивления земли для ВЛ 330 кВ:

а – с горизонтальным расположением фаз; *б* – с треугольным расположением фаз

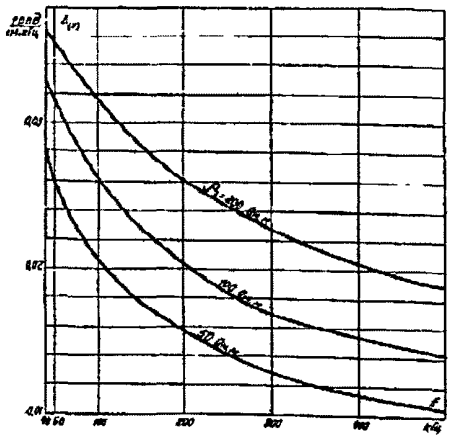


Рис.2-22. Зависимость значения $\Delta_{(f)}$ от частоты и удельного сопротивления земли для ВЛ 500 кВ

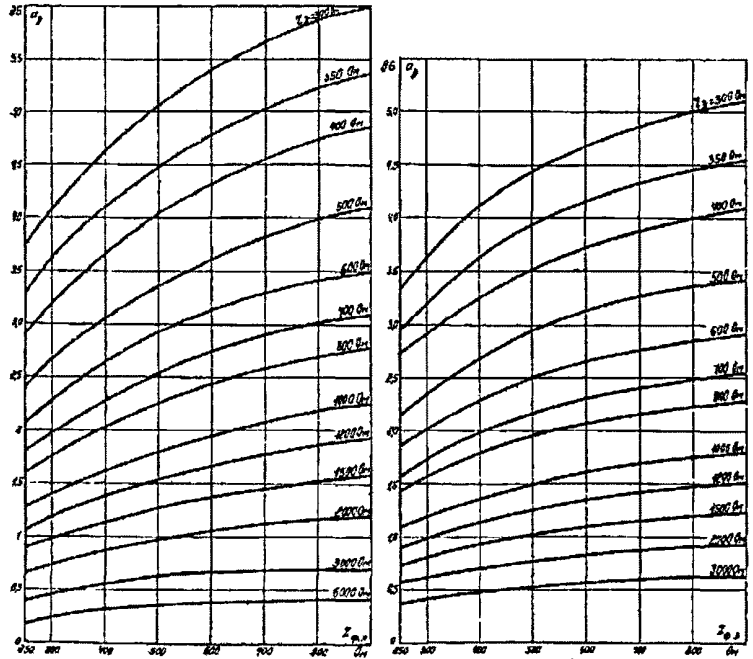


Рис.2-23. Зависимость затухания, вносимого заградителем, от сопротивления фильтра присоединения:

а – на ВЛ 35-220 кВ; *б* – на ВЛ 330-500 кВ

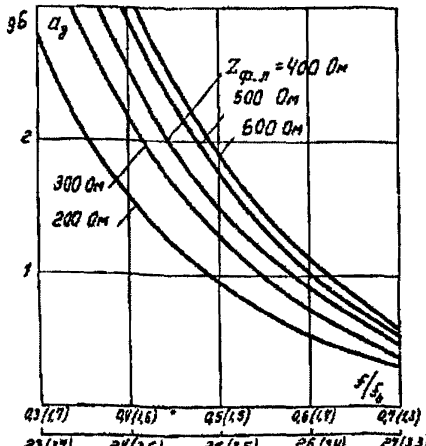


Рис.2-24. Зависимость затухания, вносимого заградительной петлей во внутрифазный тракт, от сопротивления фильтра присоединения и относительной частоты

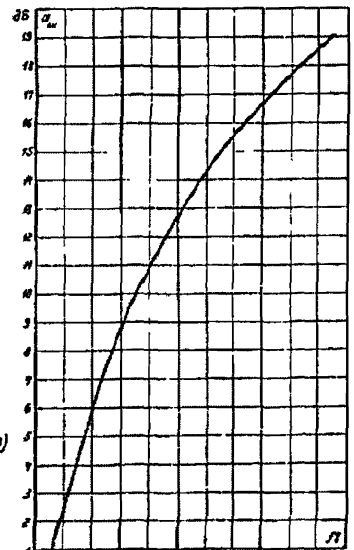


Рис.2-25. Зависимость затухания, вносимого короткой кабельной вставкой в ВЧ тракт по ВЛ, от величины $f\ell$

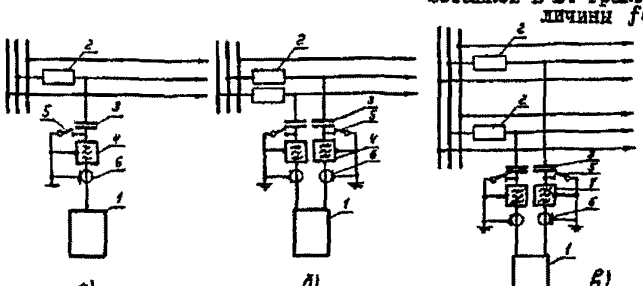


Рис.2-26. Схемы присоединения ВЧ аппаратуры к фазным проводам ВЛ:

а – фаза – земля; *б* – фаза – фаза одноцепной ВЛ; *в* – фаза – фаза двухцепной ВЛ; *г, е* – провод – провод расщепленной фазы с однофазными фильтрами присоединения; *д* – провод – провод расщепленной фазы с двухфазным фильтром присоединения

I – ВЧ аппаратура; 2 – ВЧ заградитель: 3 – конденсатор связи; 4 – фильтр присоединения; 5 – заземляющий нож; 6 – ВЧ кабель; 7 – заградительная петля; 8 – провода расщепленной фазы

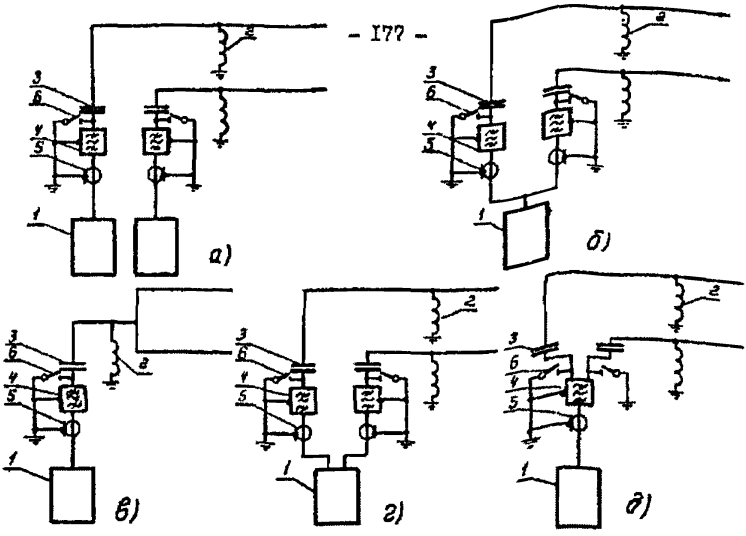


Рис.2-27. Схемы присоединения ВЧ аппаратуры к проводящим грозозащитным тросам ВЛ:

а – трос – земля; *б* – два троса – земля с двумя устройствами присоединения; *в* – два троса – земля с одним устройством присоединения; *г* – трос – трос с однофазными фильтрами присоединения; *д* – трос – трос с двухфазным фильтром присоединения

I – ВЧ аппаратура; 2 – ВЧ дроссель; 3 – конденсатор связи; 4 – фильтр присоединения; 5 – ВЧ кабель; 6 – заземляющий нож

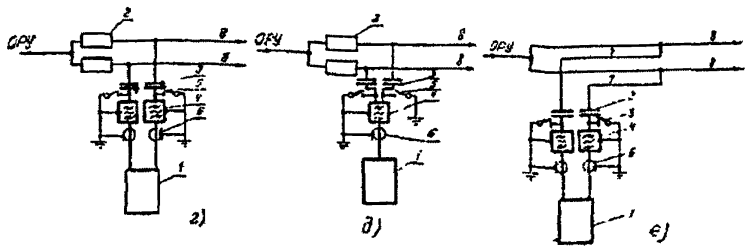


Рис. 2-26 (окончание)

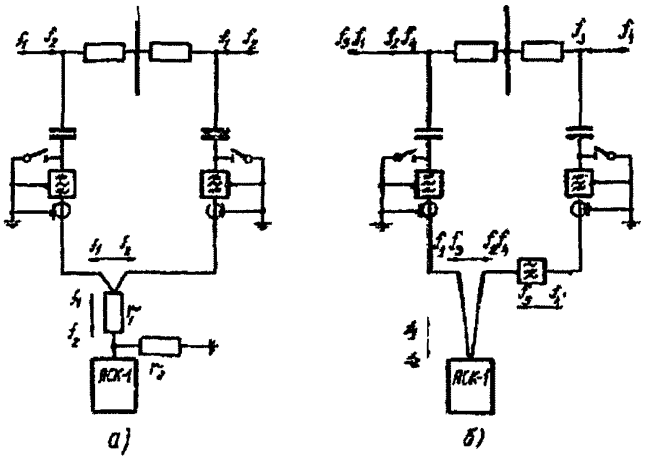


Рис.2-28. Схема подключения аппаратуры уплотнения к ВЧ обходу: *а* – через Г-образный удлинитель; *б* – с разделительным фильтром

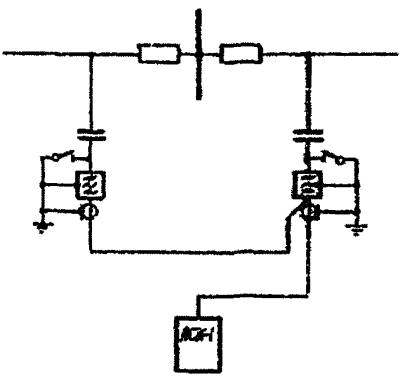


Рис.2-29. Нерекомендуемая схема включения аппаратуры уплотнения на обходе

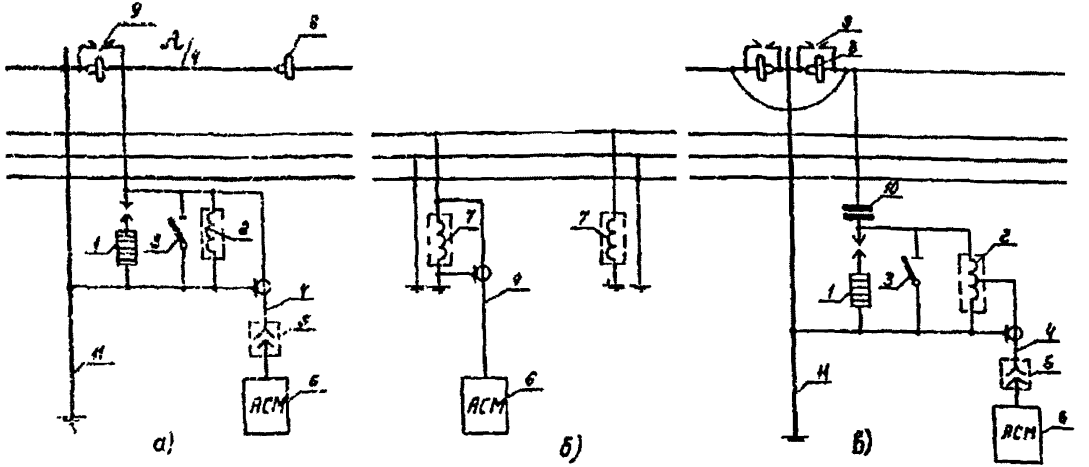


Рис.2-30. Схемы подключения аппаратуры связи монтера к ВЛ:

а – к грозозащитному стальному тросу; *б* – к фазным проводам на месте производства ремонтных работ; *в* – к разземленному грозозащитному сталеалюминиевому тросу

1 – вилитовый разрядник; 2 – дренажная катушка; 3 – заземляющий нож; 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

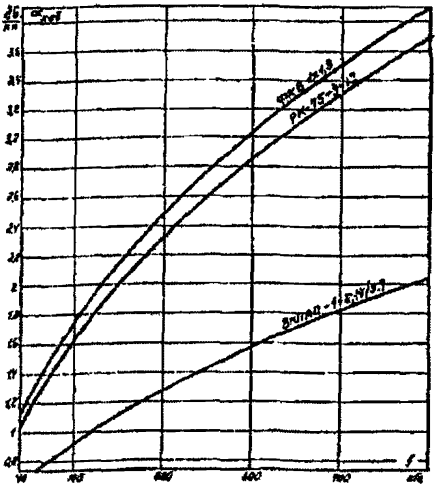


Рис.2-31. Километрическое затухание ВЧ кабелей ФКБ, РК и ВКПАП

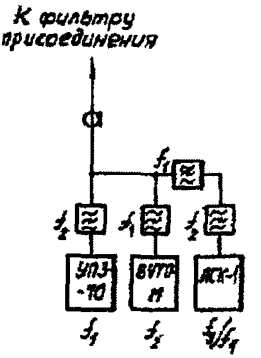


Рис.2-32. Параллельное подключение аппаратуры каналов телефонной связи и телемеханики, релейной защиты и противоаварийной автоматики

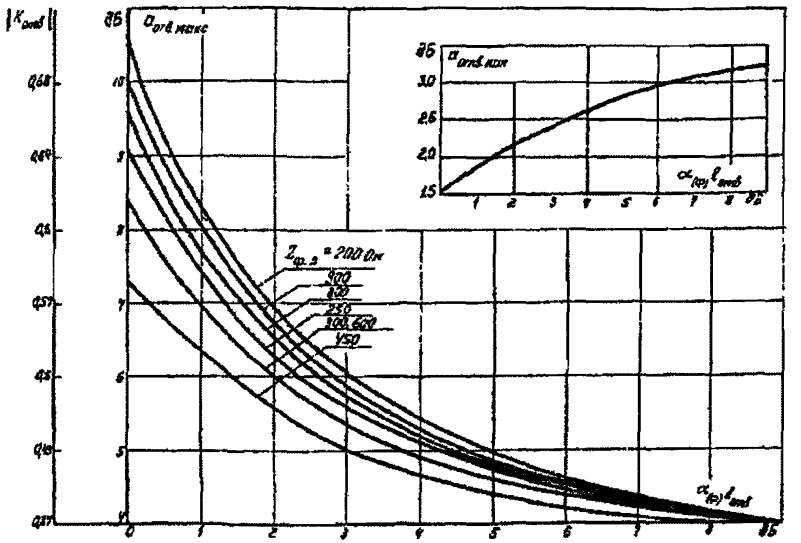


Рис.2-33. Затухание, вносимое ответвлением, используемым для связи при схеме подключения фаза – земля:

$K_{отв}$ – коэффициент отражения от места включения ответвления

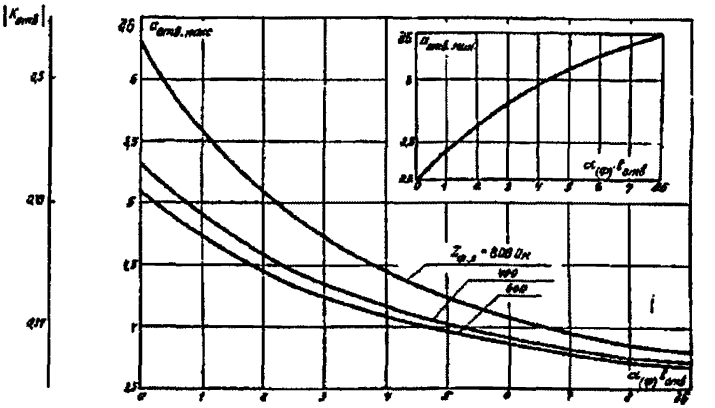


Рис.2-34. Затухание, вносимое ответвлением, используемым для связи при схеме подключения фаза – фаза:

$K_{отв}$ – коэффициент отражения от места включения ответвления;
$Z_{ф.л}$ – характеристическое сопротивление однофазного фильтра присоединения

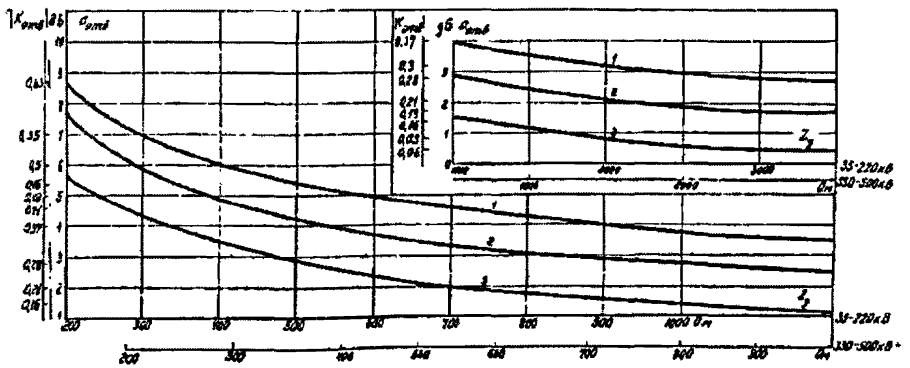


Рис.2-35. Зависимость затухания, вносимого ответвлением, от сопротивления заградителей, включенных в точке разветвления:

1 – при одном заградителе в рабочей фазе; 2 – при двух заградителях (один из них в рабочей фазе); 3 – при трех заградителях (во всех фазах)

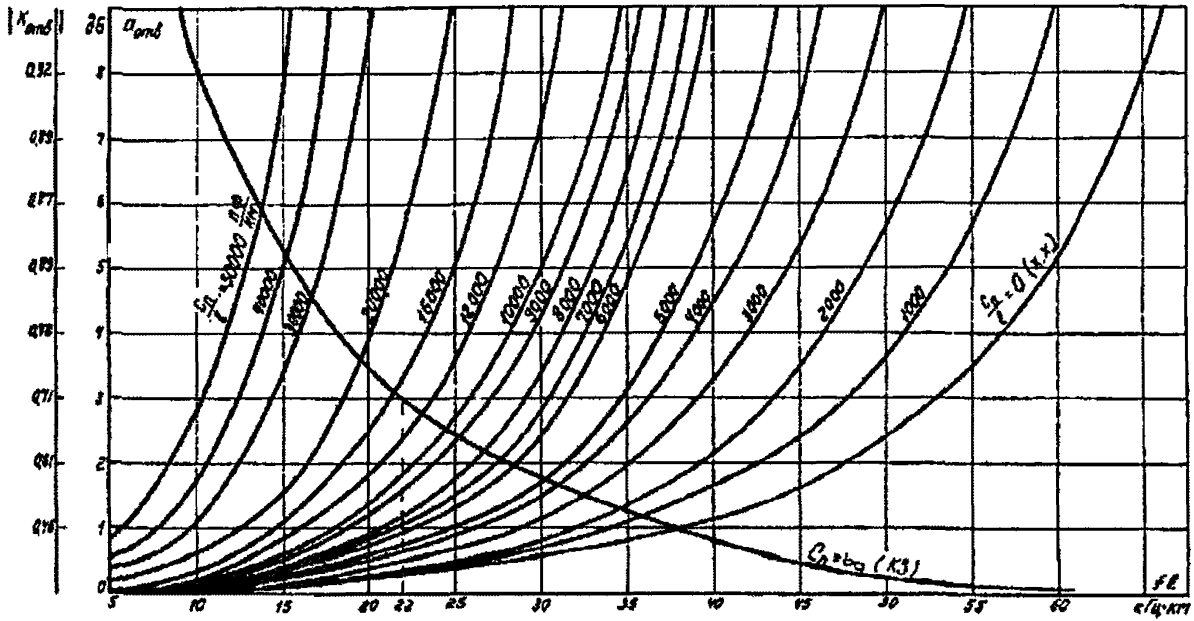


Рис.2-36. Максимальное затухание, вносимое необрабатываемым ответвлением, не используемым для организации связи

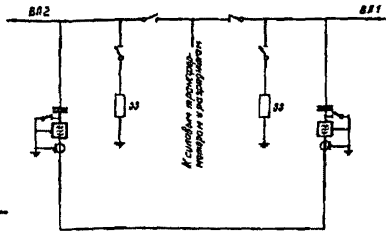


Рис.2-37. Упрощенная схема ВЧ обхода:
ЗЗ - заземляющий заградитель

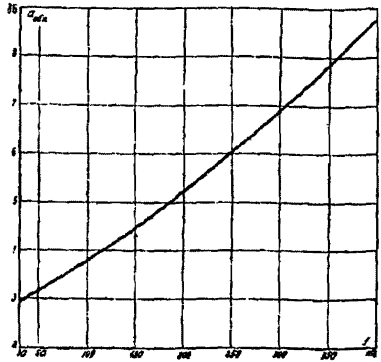


Рис.2-38. Затухание ВЧ обхода с упрощенной схемой

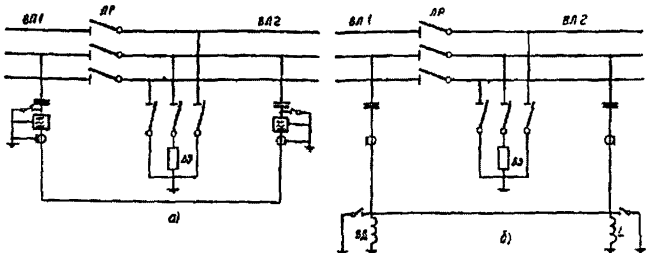


Рис.2-39. Принципиальная схема ВЧ обхода линейного разъединителя на трассе ВЛ:

а - с двумя фильтрами присоединения; *б* - по схеме Т-образного фильтра верших частот

ВЗ - ВЧ заградитель; L - катушка индуктивности (используется от фильтра присоединения); ВД - ВЧ дроссель; ЛР - линейный разъединитель

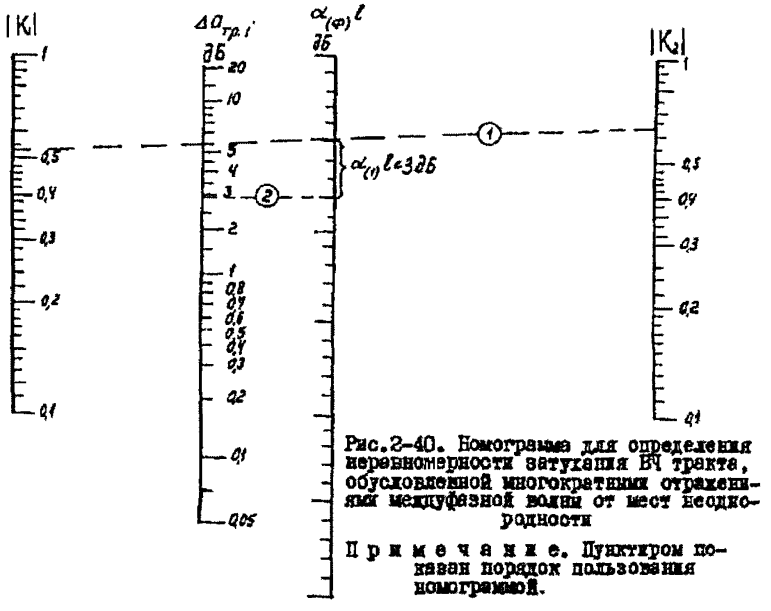


Рис.2-40. Номограмма для определения неравномерности затухания ВЧ тракта, обусловленной многократными отражениями междуфазной волны от мест неоднородности

Примечание. Пунктиром показан порядок пользования номограммой.

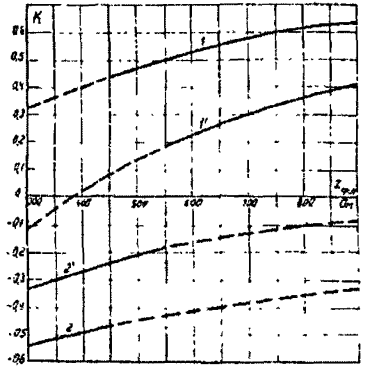


Рис.2-41. Зависимость коэффициента отражения от концов ВЛ от характеристического сопротивления фильтра присоединения:

I, I - нерабочие фазы отключены от подстанции (холостой ход); 2,2'- нерабочие фазы заземлены; I,2 - схема присоединения фаза-земля; I',2' - схема присоединения фаза - фаза

$Z_{ф.р}$ - характеристическое сопротивление однофазного фильтра присоединения

Примечания: I. Расчетные значения K принимаются по сплошным линиям. 2. Кривые построены для $Z_ф$=500 Ом.

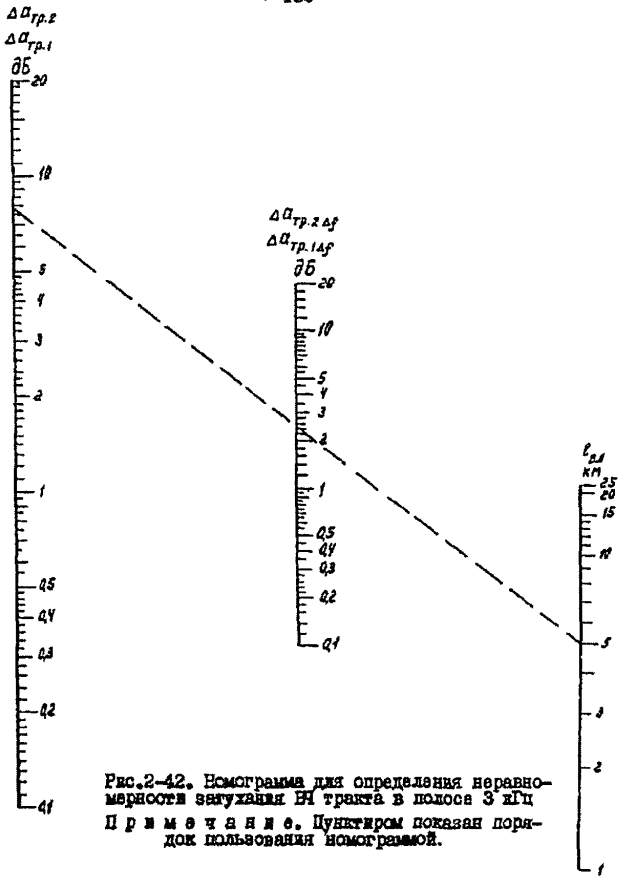


Рис.2-42. Номограмма для определения неравномерности затухания ВЧ тракта в полосе 3 кГц

Примечание. Пунктиром показан порядок пользования номограммой.

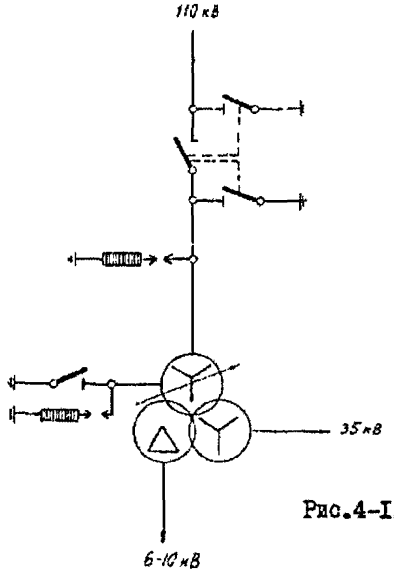


Рис.4-1. Блок 110 кВ (линия - трансформатор)

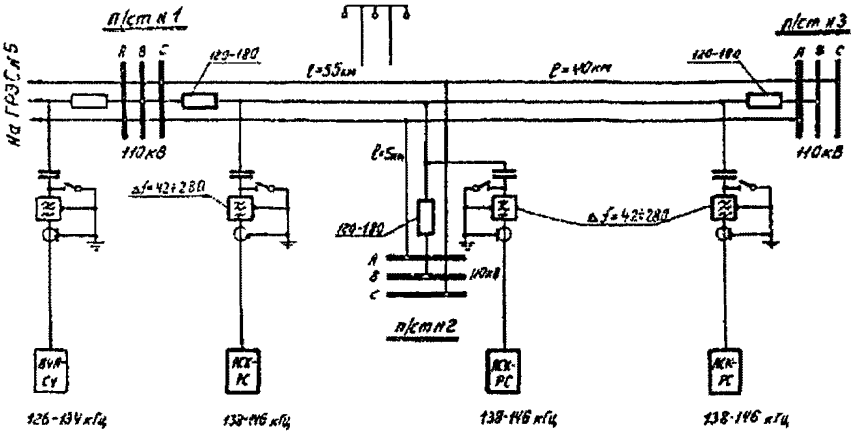


Рис.4-2. Схема ВЧ каналов (к примеру № 2)

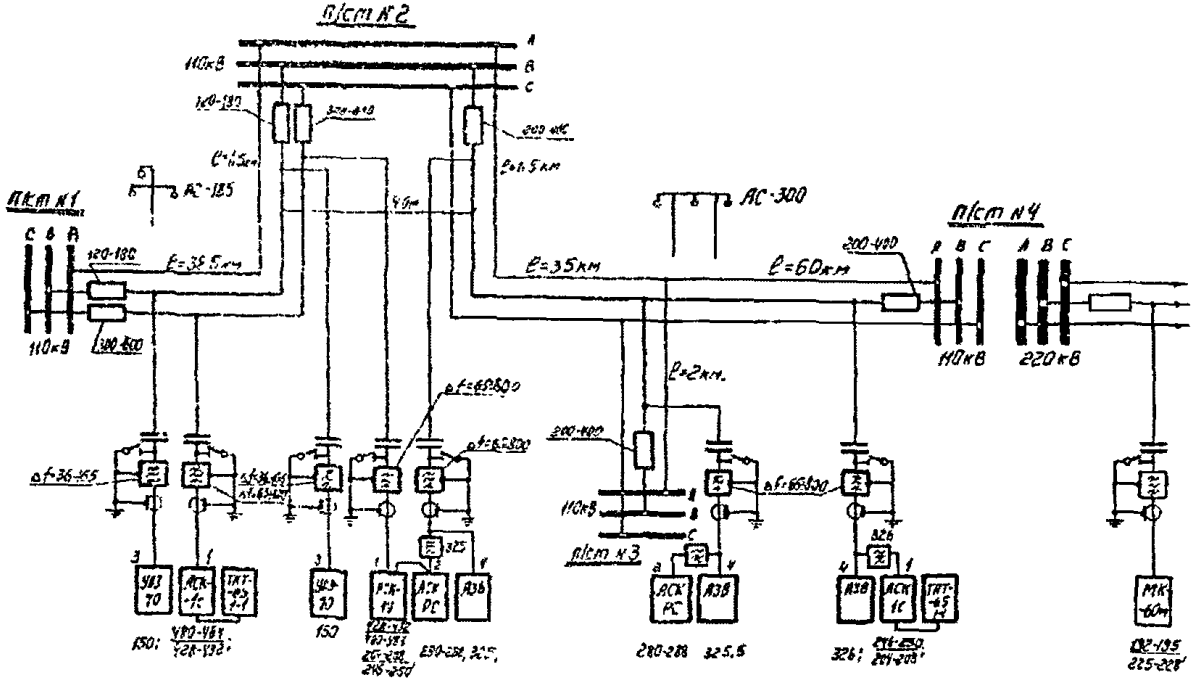


Рис.4-3. Схема ВЧ каналов (к примеру № 3)

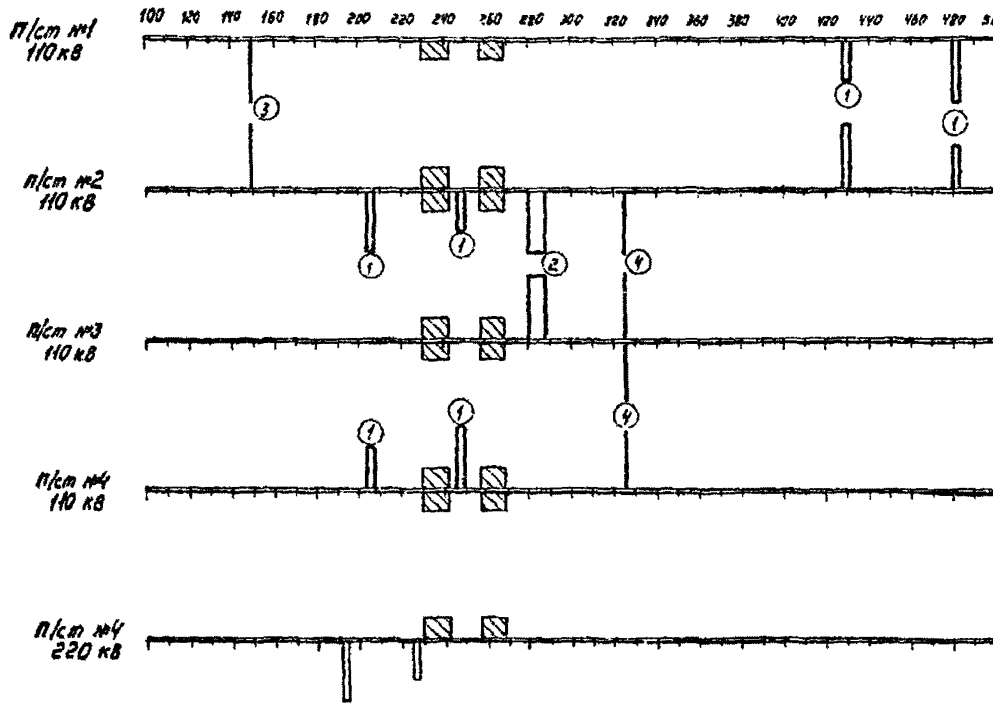


Рис.4-4. График распределения частот (к примеру № 3)

Ч А С Т Ь II

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 ВЧ связи по проводам ВЛ в энергосистемах. Избегая графического способа задания информации, всю используемую информацию задаем в виде таблиц или чисел.

Для конкретизации энергосистемы 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 ВЛ и о ВЧ аппаратуре.

Формулируется задача анализа распределения частот ВЧ каналов по проводам ВЛ и приводятся расчетные формулы для помех на входе приемников, используемые для любой пары передатчик-приемник другого канала.

5.I. Систематизация исходных материалов для энергосистемы и каналов связи

5.I.I. 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.I.2. Для всех ВЛ в энергосистеме составляется табл.5-I.

Таблица 5-I

Матрица линий ВЛ

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Длина ВЛ, км	Класс напряжения	Количество отпаек, не используемых для связи	Количество отпаек, используемых для связи	Нижняя частота затухания, кГц	Верхняя частота затухания, кГц	Марка провода и расщепления	Тип профиля ВЛ	Номер конечной подстанции	Номер конечной подстанции

При составлении табл.5-I 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-I, 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: I) отпаечной; 2) частью сквозной линии до отпайки; 3) частью сквозной линии после отпайки. Эти три ВЛ будут занимать три строки табл.5-I.

Общая точка этих трех линий должна при этом рассматриваться как подстанция энергосистемы и входить в общую нумерацию (от I до P) подстанций, определенную в п.5.I.I.

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-I ставится номер соответствующего столбца табл.5-8.

Тип профиля линии задается в соответствии с разд.5.2.

Порядок заполнения табл.5-I построчный, каждая строка соответствует одной ВЛ. Последовательность заполнения строк матрицы **ML** определяет нумерацию ВЛ в энергосистеме (номера линий в табл.5-I не входят). В данной задаче эта нумерация не подлежит изменениям. Общее число ВЛ в энергосистеме, равное количеству строк в табл.5-I, обозначается через **L**.

5.I.3. Каждый канал ВЧ связи с энергосистеме, 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.I.I; номер линии, на которую работает передатчик либо приемник, соответствует нумерации, выполненной в п.5.I.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

Таблица 5-2

Матрица каналов МК

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO
Координаты передатчика			Координаты приемника						
Номер подстанции	Номер ВЛ	Номер фазы	Номер подстанции	Номер ВЛ	Номер фазы	Тип аппаратуры	Признак наличия усилителя без смены частот	Признак наличия усилителя мощности	Минимальная частота канала, кГц

соответствующие каналы не связаны переприемом без смены частот. Этими числами могут служить номера таких каналов.

Если два канала связаны переприемом 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

I	2	3
Номер ВЛ	Номер ВЛ	Длина сближения, 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.I.4. Для всех случаев параллельного пробега ВЛ на подходах к подстанциям, если ширина (длина) сближения невелика (мала), 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 пробегов ВЛ на подходах к подстанциям, равное количеству строк в табл.5-3, обозначается через B.

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.I.5. Для всех ВЧ обходов шин 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 A.

Таблица 5-4
Матрица обходов $ОБ$

I	2
Номер ВЛ	Номер ВЛ

5.I.6. Вводится число T, 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 IУ, то $T=I$.

5.I.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.I.I - 5.I.6.

Таким образом, полный объем исходной информации для анализа распределения частот в энергосистеме составляют числа P, T и матрицы ML, $МК$, $ЭМ$, $ОБ$ (с числом строк L, G, B, A соответственно).

5.I.8. В расчет по АЛГОЛ-программе анализа распределения частот энергосистемы дополнительно вводится параметр F, характеризующий учет запаса по перекрываемому затуханию ВЧ каналов. Если расчет ведется по наихудшим 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 $F=I$.

5.2. Сведения о существующих типах подстанций и линий электропередачи

5.2.I. При заполнении матрицы ML (см.табл.5-I) используется условный код (номер) для основных параметров ВЛ. Существующие классы напряжения ВЛ и шин подстанций нумеруются в порядке возрастания в соответствии с табл.5-5, которая используется при заполнении второго столбца матрицы ML.

Таблица 5-5
Номера классов напряжения

Напряжение, кВ	Номер класса напряжения
35	I
II0	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.

Таблица 5-6
Номера типов профиля ВЛ

Тип профиля ВЛ	Номер типа профиля
Треугольный	I
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	I	2	3	4	5	6
I	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 $\mathcal{L}$-й ВЛ задаются, соответственно пятым и шестым элементами $\mathcal{L}$-й строки матрицы МL.

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 пп.5.2.3 и 5.2.4, элементом Ш табл.5-7, соответствующим классу напряжения этих ВЛ, и затуханиями $З_1$, $З_2$ ВЧ заградителей этих ВЛ на рассматриваемой частоте. Оба этих случая охватываются единой расчетной формулой

$$Z = (3_1 + Ш + 3_2) \times (1 - Y) + 0.8 \times Y , \quad (5\text{-}1)$$

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 АПГОК-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 пробег (сближение) ширины a, что фиксируется соответствующей строкой табл.5-3, то в расчет вводится дополнительный переход с линии на линию, имеющий затухание

$$Q = 0.67 + 0.57 \times \sqrt{a} \quad (5\text{-}2)$$

Результирующее с учетом (5-2) и (5-1) переходное затухание между ВЛ на подстанции вычисляется по формуле

$$Q + Z - \frac{1}{2} \ln \left(e^{2Q} + e^{2Z} \right). \quad (5\text{-}3)$$

5.2.7. Переходное затухание, вносимое ВЛ номер $\mathcal{L}$ (она задана $\mathcal{L}$-й строкой табл.5-1), вычисляется по формуле

$$\left(k_1 \times f^{\frac{1}{2}} + k_2 \times f \right) \times l \times 10^{-3} + N_1 \times 0.4 + N_2 \times 0.6 , \quad (5\text{-}4)$$

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.

Таблица 5-8

Марки провода и расщепленной фазы

Номера элементов в КП

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
АС-70	АС-95	АС-I20	АС-I85	АС-240	АС-300	АСУ-300	АС-400	АСУ-400	АСО-500	2хАСО-500	3хАСО-500
0,80	0,69	0,6I	0,48	0,43	0,39	0,37	0,35	0,32	0,3I	0,2I	0,I5

Таблица 5-9

Зависимость километрического затухания от типа профиля ВЛ

Номер класса напряжения	Матрица К2			
	I-й тип	2-й тип	3-й тип	4-й тип
I	$1{,}15 \cdot 10^{-3}$	$2{,}9 \cdot 10^{-3}$	$2{,}76 \cdot 10^{-3}$	$10{,}4 \cdot 10^{-3}$
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 ($\Gamma = I$) 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 (Нп).

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

$$4 - \gamma \text{ , если } \gamma < 4 \text{ ,} \qquad (5\text{-}5)$$

где γ – номер класса напряжения ВЛ.

Таблица 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
АСК-РС	5
ВЧА-СЧ	6
ВЧА-1ТФ или ВЧУ-1ТФ	7
ВЧА-3ТФ или ВЧУ-3ТФ	8
ЗПО-3 или ЗПУ-3	9
КП-59 или ПУМ-61	10
МК-60	11
ИМК-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 постоянным значением.

5.3.6. Для всех типов ВЧ аппаратуры, применяемой в энергосистемах, составлена матрица $A\Pi$, 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 передатчики и приемники других каналов связи, имеющих близкие рабочие частоты и расположенных на близлежащих подстанциях и ВЛ. Таким образом создается сепективная помеха, которая может исключить возможность нормальной совместной работы каналов связи энергосистемы. Анализ распределения частот ВЧ связи в энергосистеме должен выявить все такие случаи несовместности каналов связи в энер-

Матрица ВЧ аппаратуры

Таблица 5-II

Номер типа аппаратуры	Наименование	Номера столбцов матрицы АП													
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
		Полезный уровень передачи	Уровень приема при помехе 500 кВ	Количество подканалов	Запас по перекрываемому затуханию для неблагоприятного района	Кривая избирательности приемника									
						I-я точка		2-я точка		3-я точка		4-я точка		5-я точка	
						Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса	Ордината	Абсцисса
I	Б-I2-3	2,0	0,5	I2	I	4	4	-I,2	4,4	-2,I	6	-6,2	9	-I2	20
2	МПУ-I2	2,2	0,5	I2	I	4	4	-I,2	5	-I,5	8	-2,I	I4	-2,8	20
3	АСК-I	4,6	0,5	I	I	4	4,3	-I,2	5	-5,8	8	-8,6	II	-I2	20
4	АСК-3	3,8	0,5	3	I	4	4	-2	5	-2,3	8	-3,2	II	-7	20
5	АСК-РС	4,0	0,5	I	I	4	4	-2,6	4,5	-3,I	8	-5,2	I3	-6	20
6	ВЧА-СЧ	4,0	0,5	I	I	4	4	-I	4,4	-I,6	6,6	-5,4	I0,8	-7	20
7	ВЧА-ITW ВЧУ-ITФ	4,6	0,5	I	I	4,3	4,I	-I	5	-I,2	6	-5,2	I0	-7	20

8	ВЧА-3ТФ ВЧУ-3ТФ	3,8	0,5	3	I	4,3	4,I	-I	5	-I,6	8,2	-5,4	I3	-7	20
9	ЭПО-3 ЭПУ-3	4,6	0,5	I	I	4	4	-I	5	-4	6,6	-6,4	9,2	-8	20
I0	КП-59 ПУМ-6I	3,8	0,4	2	I	5	4	-I	5	-2,2	7	-6	I2	-7	20
II	МК-60	4,6	0,4	I	I	4,4	4,6	3,8	5,2	-2	8	-6	I4	-7,4	20
I2	КМК-64	3,8	0,4	2	I	4,4	4,6	3,8	5,2	-2	8	-6	I4	-7,4	20
I3	АРС-64	3,8	0,4	I	I	4,4	4,6	3,8	5,2	-2	8	-6	I4	-7,4	20
I4	АСМ	3,4	0,5	I	I	4,4	4	0	4,4	-2,0	5,5	-5,6	9,5	-6,2	20
I5	ТС-2	3,6	I,0	I	I,5	I	I	0	2,6	-6,3	4,8	-8	8	-8,5	20
I6	ВЧТО	4,8	I,0	I	I,5	I	I,6	-I,5	4,4	-I,6	7,5	-3,5	II	-6,3	20
I7	ТСД-70 ДСТ-68	4,0	I,5	I	I	4,2	I	I,5	5	-0,3	7	-2,5	I0,4	-3,4	20
I8	ПВЗК	5,2	0,5	I	I,5	I,6	0,8	I,2	I,8	0,5	3,8	-2	7,5	-3,8	20
I9	ПВЗД УПЗ-70	5,2	0,7	I	I,5	I,5	0,5	I,3	0,8	-2,7	5	-4,8	I0	-6	20
20	АЗВ	5,2	0,5	I	I,5	I	0,7	-I,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 разноса 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 разносом частот каналов связи - абсолютное значение разности этих частот. Переходное затухание вычисляется по кратчайшему (имеющему наименьшее затухание) пути по ВЛ и шинам 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 увеличивается* 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.I.6). Таким образом, за уровень приема рабочего сигнала приемником, подверженным помехе, принимается число

$$P_{пр.мин} = \left\{ \begin{array}{l} 0 \text{ , ЕСЛИ } v \geq 4 \\ 4 - v \text{ , ЕСЛИ } v < 4 \end{array} \right\} + \left(Y + \frac{T}{2}\right) \times F. \quad (5\text{-}6)$$

Уровень помехи на входе приемника - это уменьшенный на значение переходного затухания U уровень передачи $P_{пер}$ для аппаратуры, на которой работает мешающий передатчик; вычитается также $H/2$, где H - признак крайней фазы:

$$P_{пер} - U - \frac{H}{2}, \quad (5\text{-}7)$$

---

* При нулевом значении характеристики F запаса по перекрываемому затуханию (п.5.I.8) дополнительное слагаемое $Y+T/2$ не вносится.

$$H = |2 - \text{НОМЕР ФАЗЫ ПЕРЕДАТЧИКА}|. \quad (5\text{-}8)$$

Разность выражений (5-6) и (5-7) дает отношение уровней сигнал – помеха на входе приемника

$$W = P_{\text{ПР.МИН}} - \begin{cases} 0, & \text{ЕСЛИ } \nu > 4 \\ 4 - \nu, & \text{ЕСЛИ } \nu < 4 \end{cases} + \left(\gamma + \frac{T}{2}\right) + \left(P_{\text{ПЕР}} - \mu - \frac{H}{2}\right). \quad (5\text{-}9)$$

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 I4-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 $Q \geqslant 20$, то помеха приему ВЧ 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.I.3 этот сигнал рассматривается как помеха от передатчика другого симплексного канала связи с совпадающими восьмыми элементами соответствующих строк табл.5.2. В остальных случаях помех восьмые элементы соответствующих строк различны.

Если восьмые 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

$$V = W - 1.5 , \qquad (5\text{-}10)$$

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 $W+1$, 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 $P_{ПЕР}$, 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

$$\left(5.8 + \frac{94.8 - 100 \times F + 5.2 \times F^2}{198}\right) \times R + P_{ПЕР} \times (1 - R). \qquad (5\text{-}11)$$

Глава 6. АЛГОЛ-ПРОГРАММА АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

6.I. Структура программы и функции ее основных частей

6.I.I. АЛГОЛ-программа состоит из описания и четырех частей - операторов А,Б,В,Г. Описание содержит распределение памяти ЭВМ для рабочих массивов программы.

6.I.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.I.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.I.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.I.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.I.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 производит конечный останов программы.

6.I.7. Оператор Г – четвертая часть программы – состоит из двух подпрограмм, из которых первая вычисляет переходное затухание, 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 УПП. Эта колода – алгоритм для ТА-2; она состоит из 72 перфокарт и представлена в табл.6-I.

При работе с этой колодой транслятора ТА-2М на широкую бумажную ленту АПШУ 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-I, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5 и перфорацию рабочей колоды перфокарт, составляет около I0 мин. По окончании трансляции – останов в ячейке 7232; программа – "диспетчер" ЭВМ М-222 выдает информацию:

```
СОБЫТИЕ:ОПЕР.УКАЗАНИЕ;РВА,РЗ001 7251 2030 0000
СОСТ.С6200 1111 7232 0000
  <РВА>000 7277 0000 7235
  <КРА>010 7304 7232 0000
<КРА+1>015 7235 7300 0000
КОНЕЦ ОТДЫХА<ВРЕМЯ СЧЕТА

<А1>  104 5000 0000 0000 +.100м+0с
<А2>  010 7304 7232 0000 +.128м+1в
<А3>  000 0000 0000 0000 +.000м-39
ВРЕМЯ 144 0000 0000 1033 +.939м+03 – время трансляции
ЗАЯВКА 200 1111 7233 0000             с печатью и пер-
                                      форацией – 539 с.
```

```
ДИСПЕТ  ВЕРСИЯ 20.01.73
01-01-1973--00-00.
АНАЛИЗ  РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  ЧАСТОТ  ВЧ  КАНАЛОВ
<ВРЕМЯ5000
<ПРОГ2
```

НОМЕР СТРОЧКИ	АЛГОРИТМ ДЛЯ ТА-2
1)	COMMENT DO NORED,881735,MOZ,888888,MZU;
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,Φ,X,A,B,N,N,W,W;REAL ARRAY K1[1:121,K2[1:6,1:41,AN[1:28,1:
4)	14],ZB[1:6,1:6],П1[1:2],П2[1:7];
5)	COMMENT DO K1,MOZ,882537,K2,MOZ,882553,ZW,MOZ,882462,АП,MOZ,881
6)	736,П1,MOZ,882526,П2,MOZ,882538;
7)	INOUT ('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],ЭМ[1:3*B],ML[1:L,1
9)	:18],MK[1:G,1:16];
10)	COMMENT DO IZ,3688,OB,MOZ,882366,ЭМ,MOZ,882683,ML,MOZ,885548,MK
11)	,MOZ,882724;
12)	INOUT ('R18-2',OB,ЭМ,ML,MK);

Алгоритм ТА-2

```
13)  INOUI ('P2-5B',F);
14)  FOR W:=1STEP 1UNTIL PDO FOR W:=1STEP 1UNTIL P
15)  DO IF W=WTHEN IZ[W,W]:=-188ELSE IZ[W,W]:=77;I:=2SB;
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]]:=1000+1000×C+MEND ;
18)  FOR W:=1STEP 1UNTIL 200 FOR W:=1STEP 1UNTIL P
19)  DO FOR W:=1STEP 1UNTIL PDO IF ABS(IZ[W,W]-77)<8,THE
20)  N BEGIN FOR W:=1STEP 1UNTIL PDO IF (ENTIER((IZ[W,W
21)  ]-ENTIER(IZ[W,W]/1000)×1000)/100)=W)∧(ENTIER((IZ[W,W]-ENTIER(IZ[W,W]/100
22)  0)×1000)/100)=1)THEN BEGIN C:=ENTIER(IZ[W,W]/1000);IF IZ[W,W]
23)  <78THEN 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);Z:=Z+W1    V:=IZ[W,W]-EN
25)  TIER(IZ[W,W]/1000)×1000+100+Z;IF IZ[W,W]-ENTIER(IZ[W,W]/1000)×1000>VT
26)  HEN IZ[W,W]:=W+C×1000END END ;
27)  FOR W:=1STEP 1UNTIL 600 FOR W:=1STEP 1UNTIL 0
28)  DO BEGIN I:=MK[W,10];D:=MK[W,20];M:=MK[W,7];K:=MK[W,9];R:=AN[W,3];
```

```
29)     S:=AD[K,3];X:=MK[W,1];Y:=MK[W,2];U:=MK[W,4];V:=MK[W,5];
30)     MET9:IF (ABS(I-D)<8.12*I)∩(ABS(I-D)<8.12*D)∩(ABS(I-D)<2B)=TRUE T
31)     HEN BEGIN IF ABS(IZ(X,U))>7THEN BEGIN
32)     IF X<UTHEN BEGIN IF (MK(W,8)≠MK(W,8))∨(W=N)THEN
33)     BEGIN C:=ENTIER(IZ(U,X)/188);E:=Y+U:=8;IF Y<CTHEN COD('ZBZ
34)     MET9,MET8)ELSE Z:=8;H:=X;MET9:COD('ZBZ',MET7,MET8);U:=U+Z+W;H:=ML[C,
35)     9]+ML[C,18]-H;IF H<UTHEN  BEGI
36)     N E:=C;C:=ENTIER(IZ(U,H)/188);COD('ZBZ',MET9,MET8);U:=U+7;GOTO MET9
37)     END ELSE BEGIN IF U<CTHEN BEGIN E:=C;C:=U;    COD
38)     ('ZBZ',MET9,MET8);U:=U+ZEND END END ELSE U:=2BEND ELS
39)     E BEGIN IF Y=UTHEN BEGIN IF MK[W,3]≠MK[W,6]THEN U
40)     :=2.75-8.25*(U-ML[Y,2])ELSE U:=8END ELSE 8
41)     EGIN C:=MK[W,2];E:=MK[W,5];COD('ZBZ',MET9,MET8);U:=Z;I
42)     F (MK[W,3]≠MK[W,6])∩(ML[C,2]=ML[E,2])THEN U:=U+1END END U
43)     8:=ABS(I-D);IF ML[U,2]<UTHEN V:=U-ML[U,2]ELSE V:=8;
44)     P:=AD[M,3];A:=AD[K,2]-(5.8+(94.8-188*P+9.2*P*P)/198)*MK[W,9]-AD[M,1]*(1-
```

Окончание таблицы 6-I

Алгоритм ТА-2

Номер строчки	
45)	МК[Ш,9]:=U+(T/2+АП[K,4])×F-V+8,5×ABS(2-MK[W,3]);
46)	IF W>АП[K,5]THEN V:=1ELSE BEGIN IF W<АП[K,1]THEN
47)	V:=-1ELSE BEGIN J:=3;МЕТ4:IF W>АП[K,7+J]THEN V:=Q-АП[K,
48)	6+J]-(W-АП[K,5+J])×(АП[K,6+J]-АП[K,6+J])/(АП[K,7+J]-АП[K,5+J])ELSE
49)	BEGIN J:=J+2;GOTO МЕТ4END END END ;
50)	IF (МК[Ш,8]=МК[W,8])Л(МК[Ш,1]=МК[W,4])THEN V:=W-1,5;
51)	IF ((V<8)Л(Ш≠W))V((Ш=W)П(R≤S)Л(W+1>8))THEN BEGIN П2[1]:=8;П2[
52)	2]:=W;П2[3]:=АП[МК[Ш,7],3]-R+1;П2[4]:=АП[МК[W,7],3]-S+1;П2[5]:=U;П2[6] :=
53)	W;П2[7]:=V;IF Ш=WTHEN П2[7]:=МК[Ш,1];INOUT ('P2,1',П2);EN
54)	D END END ;IF S-1>8THEN BEGIN S:=S-1;D:=D+4;GOTO МЕ
55)	T9END ;5:=АП[K,3];D:=МК[W,1];IF R-1>8,1THEN BEGIN R:=R-1;
56)	I:=I+4;GOTO МЕТ9END END ;FOR W:=1STEP 1UNTIL
57)	DO FOR W:=W-1STEP 1UNTIL
58)	DO IF (МК[Ш,1]=МК[W,1])П(МК[Ш,2]=МК[W,2])П(МК[Ш,3]=МК[W,3])THEN
59)	BEGIN I:=МК[Ш,1];D:=МК[W,1];R:=АП[МК[Ш,7],3];S:=АП[МК[W,7],3];
60)	F I<DTHEN Q:=D-I-4×R+1ELSE Q:=I-D-4×S+1;IF (Q<8,1×I)V(W<8ЛI=D)

2I2

```
61)     V:=0<=6)THEN BEGIN П1(1):=W;П1(2):=W;INOUT ('P2-1=',П1)END
62)     D END
63)     GOTO MET1=8;
64)     MET5:V:=0;Q:=20;FOR J:=1STEP 1UNTIL ADD IF ABS((C-OB(2*J
65)     -1))=(C-OB(2*J)))<ABS((E-OB(2*J-1))=(E-OB(2*J)))=0THEN V:=1;FOR
66)      J:=1STEP 1UNTIL BUD 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)))=0THEN Q:=0,67+0,57=SQRT(3M(3*J));
68)     IF (1-ML(C,5))=(1-ML(C,6))=0THEN V:=0ELSE V:=1;IF (1-ML(E,5)
69)     )=(1-ML(E,6))=0THEN W:=0ELSE W:=1;V:=(V+W+ZW(ML(C,2),ML(E,2)))=(
70)     1-V)+0,8=V;I:=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))=1)=ML(C,1)=0,881+ML(C
72)     1)=0,4+ML(C,4)=0,6;MET8:COD('RETURN');;MET18:END END
```

```
COBUTME:    77 OCTAHOB;PBA,P3000 0004 0000 0100
COCT,CB3OU 0000 0004 1474
  <PBA>077 0005 0005 0000
  <KPA>077 0005 0005 0000
<KPA+1>016 0000 0200 0000
KOHEЦ OTДЫXA<BPEMЯ CЧETA


  <A1> 016 0000 0200 0 00 =.000m-39
  <A2> 016 0000 0200 0 00 =.000m-39
  <A3> 000 0000 0000 0 00 =.000m-39
 BPEMЯ 144 0000 0000 0 00 +.640m+02
ЗAЯBKA 200 2222 0015 0 00
```

Отредактированный текст АЛГОЛ-программы

```
ЭМ222  ВЕРСИЯ 20.01.73
01-01-1973-<09-08>
АНАЛИЗ  РАСПРЕДЕЛЕНИЯ   ЧАСТОТ  ВЧ  КАНАЛОВ
<ВРЕМЯ6000
<ОШИБ2


  COMMENT  DO NORE0.8Ч1755,MOZ.4Ч9860.MZU;
  BEGIN  REAL Z,V,D,Y,M,Q,R,S,T,F;   INTEGER C,D,E,G,H,I,J,K,L,M,P,Q,X,A,B,Ч,Ч.Ж,MI    REAL ARRAY
    K1[1:12]/K2[1:6,1:6],AП[1:2Ч-1]14];ZM[I:8,I:6],П1[1:21.П2[1:7];
    COMMENT  DO K1,MOZ,ЧЧ2537,K2,MOZ,ЧЧ2555,ZM,MOZ,ЧЧ2462,AD,MOZ.ЧЧ1736,П1,MOZ,ЧЧ2326,Ч2,MOZ,ЧЧ2536;   INOUT
    ('R10-2 ' ,K1,K2,ZM,AП,A,B,P,L,G,T,F);
    BEGIN  REAL  ARRAY IZ[1:P,1:P1];   INTEGER  ARRAY ОШ[1:2*AJ,ЗМ[1:3*B],ML[1:L,1:161,MK[1:6.1:16];
      COMMENT  DO IZ,3648.Ч8,MOZ.ЧЧ3Ч6,ЗМ1MOZ,ЧЧ1ЧЧ3,ML,MUZ.ЧЧ5Ч6Ч.MK1MOZ.ЧЧ2726;   INOUT ('R10-2
      Ч8,ЗМ,ML,MK);   INOUT ('P2-ZM ' ,F);
      FOR B:=1 STEP 1 UNTIL P DO
      FOR M:=1 STEP 1 UNTIL P DO  IF M=M THEN IZ[M,M]:=M-168 ELSE IZ[M,M]:=77;   II=2586;
      FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO
      BEGIN COD('ZBZ ' ,MET7,MET8)];  IZ[ML[C,91,ML[C.16]]:=IZ[ML[C,91,ML[C.16]]+IZ[ML[C,81]+8168+IBЧ8*C;M
      END ;
```

```
FOR M:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
FOR N:=5 STEP 1 UNTIL 9 DO
FOR W:=1 STEP 1 UNTIL 9 DO IF ABS(IZ(M,N)+77)<8.7 THEN
BEGIN
  FOR W:=1 STEP 1 UNTIL 9 DO IF (ENTIER(IZ(M,W)-ENTIER(IZ(M,W)/1000)*1000)/
  100)=W)AND(ENTIER(IZ(W,W)-ENTIER(IZ(W,W)/1000)*1000)/100)=1) THEN
  BEGIN G:=ENTIER(IZ(W,W)/1000)  IF IZ(M,N)<79 THEN IZ(M,N):=IZ(M,N)+G*1000-IZ(M,W).
    E:=ENTIER(IZ(M,N)/100)  COS(IZ(2 ,MET,MET))  COS(IZ(1 ,MET,MET))  Z:=Z+W
    V:=IZ(M,W)-ENTIER(IZ(M,W)/100)*1000+100+Z  IF IZ(M,N)-ENTIER(IZ(M,W)/1000)*1000>V THEN
    IZ(M,N):=V+G*1000
  END
END ;

FOR M:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO
FOR W:=1 STEP 1 UNTIL 9 DO

BEGIN I:=MK(M,16)  D:=MK(M,10)  MC:=MK(M,9)  K:=MK(M,7)  R:=AN(M,3)  S:=AN(M,3)  X:=MK(M,1)
  O:=MK(M,2)  W:=MK(M,4)  Q:=MK(M,5)  MET9: IF (ABS(I-D)<0.18)AND(ABS(I-D)<0.18=D)AND(ABS(I-
  D)<2G)= TRUE  THEN
  BEGIN  IF ABS(IZ(X,W))>77 THEN
    BEGIN  IF X=W THEN
      BEGIN  IF (MK(O,8)=MK(W,8))OR(M=W) THEN
```

```
BEGIN C:=ENTIER(12(N,X1/1000)); S:=0; U:=0;  IF V>0 THEN GOD('ZBZ ' ,METB,METB) ELSE Z:=0;
  N:=N;  METB:GOD('ZBZ
  METB,METB);  U:=U+Z+N;  N:=ML(6,9)+ML(6,10)+N;  IF N=4 THEN
  BEGIN S:=C;  C:=ENTIER(12(N,N1/1000));  GOD('ZBZ **)METB,METB);  U:=U+Z;  GO TO MET3
  END ELSE
  BEGIN  IF V>0 THEN
    BEGIN S:=C;  C:=N;  GOD('ZBZ ' ,METB,METB);  U:=U+Z
    END
  END
 END  ELSE U:=20
END  ELSE
BEGIN  IF V>4 THEN
 BEGIN  IF MK(N,5)=MK(N-6) THEN: U:=8173+8.25*(4-N-(9-Z)) ELSE U:=0
 END  ELSE
 BEGIN C:=MK(N,2);  S:=MK(N,3);  GOD('ZBZ ' ,METB,METB);  U:=ZZ  IF(MK(N,3)=MK(N
   3)AND(ML(6,2)=ML(6,22) THEN U:=V+Z
 END
END ;
S:=ABS(1.0);  IF ML(4,2)<4 THEN U:=S-ML(9,2) ELSE U:=0;  P:=AP(N,5);  N:=AP(K+2)+4.5*B(96,8-.
100*P-S,8*P+P1/2*B(1*MK(N,9)-AREA,5)=(1-MK(N,9))*MK(N,9)*(1/2*AREA,4)*P+V+8.5*ABS(1*-MK(N-3))
```

```
    IF M>AM[K,9] THEN V:=100 ELSE
    BEGIN  IF M<AM[K,13] THEN V:=-10 ELSE
      BEGIN J:=4;  MET4: IF M>AM[K,7+J] THEN V:=0.4*AM[K,6+J]-(M-AM[K,5+J])*(AM[K,8+J]-AM[K,6+J])/
        (AM[K,7+J]-AM[K,5+J]) ELSE
        BEGIN J:=J+2;   GO TO MET4
        END


      END
    END ;
    IF (MK[W,8]=MK[W,9])AND(MK[W,1]=MK[M,4]) THEN V:=M-1.9;
    IF ((V<0)AND(W=M))OR((W=M)AND(R=S)AND(N,1=8)) THEN
    BEGIN M2[1]:=W;  M2[2]:=M;  M2[3]:=AM[MK[M,7],31-R+1];  M2[4]:=AM[MK[M,7],31-S+1];  M2[5]:=W;
      M2[6]:=M;  M2[7]:=V;   IF W=M THEN M2[7]:=MK[W,10];   INOUT ('P2-10 ',M2)
    END
  END
END ;
IF S-1>0 THEN
BEGIN S:=S-1;  D:=D+4;   GO TO MET9
END ;
S:=AM[K,3];  D:=MK[M,10];   IF R-1>0.1 THEN
BEGIN R:=R-1;  I:=I+4;   GO TO MET9
END
ND ;
```

```
FOR W:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO
FOR W:=W+1 STEP 1 UNTIL 6 DO  IF (MK[W,1]=MK[A,1])AND(MK[W,2]=MK[W,2])END(MK[W,3]=MK[W,3]) THEN
BEGIN L:=MK[W,1]+1;  Q:=MK[W,1]-1;  R:=ABS(MK[W,2]-1.3);  S:=ABS(MK[W,2]-1.3);   IF L<D THEN Q:=D-L+6=R+
  1 ELSE Q:=1+D-4=S+1;   IF (Q<0.1=1)OR(R<D.1=D)OR(S<0) THEN
  BEGIN N[1]:=W;  N[2]:=W;   INOUT (/P2-I2 / ,N)
  END
END ;
GO TO MET;B;  MET5:V:=0;  Q:=20;
FOR J:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO  IF ABS((C-DB[2=J-1])=(C-DB[2=J]))+ABS((E-DB[2=J-1])=(E-DB[2=J]))=0 THEN
V:=1)
FOR J:=1 STEP 1 UNTIL 6 DO  IF A=S((C-3M[3=J-1])=(C-3M[3=J-1]))+ABS((E-3M[3=J-1])=(E-3M[3=J-
1]))!=0 THEN Q:=0.67+0.97=
SQRT(3M[3=J]);   IF (1-ML[C,3])=(1-ML[C,6])>0 THEN V:=0 ELSE V:=1;   IF (1=ML[E,3])=(1-ML[E,6])>0 THEN
N:=W ELSE N:=1;  V:=(V+N+2M[ML[C,6],ML[E,2]])=(1=V)+0.8=V)  "Z:=Q+V-LN((EXP(2=Q)+EXP(2=V))/2;
MET6:GOD(/RETURN / );  MET7:N;=(K1[ML[C,7]]=SQRT(I)+K2[ML[C,2],ML[C,8]]=I)=ML[C,1]=0.05]+ML[C,5]=0,6+


ML[C,6]=0.6;  MET8:GOD(/RETURN / );  MET10:
END
END ;
```

Таблица 6-3

Распределение памяти

ПРОСТЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ТИПА REAL

Z	1734
V	1733
U	1732
V	1731
W	1730
Q	1727
R	1726
S	1725
T	1724
F	1723

ПРОСТЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ТИПА INTEGER

G	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
Ц	1703
Ч	1702
Щ	1701
Ы	1700

МАССИВЫ ТИПА REAL

K1	2536*
K2	2546*
AП	1717*
IШ	2493*
П1	2525*
П2	2527*
II	400000

МАССИВЫ ТИПА INTEGER

S*ND	2365*
*ЯИ	2602*
ML	5325*
MK	2711*

МЕТКИ ОПЕРАТОРОВ

МЕТ9	0552
МЕТ3	0646
МЕТ4	1066
МЕТ5	1374
МЕТ6	1554
МЕТ7	1555
МЕТ8	1611
МЕТ10	1612

Таблица 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                 0502
ОКОНЧАНИЕ  ЦИКЛА   5                 0503
ОКОНЧАНИЕ  ЦИКЛА   4                 0504
ОКОНЧАНИЕ  ЦИКЛА   3                 0505
ЗАГОЛОВОК  ЦИКЛА   7                 0506
ЗАГОЛОВОК  ЦИКЛА   8                 0513
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   1               0643
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   2               0673
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   3               0676
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   4               0703
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   5               0707
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   6               0725
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   7               0727
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   8               1001
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   9               1055
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   10              1064
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   11              1107
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   12              1111
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              1583
ОПЕРАТОР  ПЕРЕХОДА   18              1516
ВЫХОД  ИЗ  БЛОКА   1                 1612
ВЫХОД  ИЗ  БЛОКА   0                 1612
```

Таблица 6-5

Оттранслированная АЛГОЛ-программа

```
1 0011 050 1130 0107 0000
1 0012 144 0000 0100 0000
1 0013 100 5463 1463 1463
1 0014 075 7534 1217 2703
1 0015 102 5630 0000 0000
1 0016 077 4000 0000 0000
1 0017 103 5631 4631 4632
1 0020 107 5731 4631 4632
1 0021 103 3146 3146 3147
1 0022 101 6000 0000 0000
1 0023 075 6314 6314 6315
1 0024 100 5270 2436 3005
1 0025 100 4436 5605 0753
1 0026 100 6314 6314 6315
1 0027 077 6314 6314 6315
1 0030 100 4631 4631 4632
1 0031 501 4040 0000 0002
1 0032 504 6040 0000 0000
1 0033 503 5000 0000 0002
1 0034 505 4040 0000 0000
1 0035 503 4030 0000 0000
1 0036 504 7400 0000 0002
1 0037 511 4300 0000 0040
1 0040 504 7000 0000 0200
1 0041 503 7000 0000 0002
1 0042 506 4400 0000 0000
1 0043 503 6000 0000 0000
1 0044 501 4040 0000 0002
1 0045 502 4020 0000 0008
1 0046 501 4000 0000 0002
1 0047 503 7000 0000 0000
1 0050 000 0000 0000 0001
1 0051 000 0040 0000 0000
1 0052 000 0040 0000 0000
1 0053 501 4040 0000 0002
1 0054 000 0000 0000 0000
1 0055 501 4040 0000 0002
1 0056 000 0040 0000 0000
1 0057 504 5400 0000 0002
1 0060 000 0000 0000 0000
1 0061 504 5000 0000 0000
1 0062 504 5400 0000 0002
1 0063 000 0020 0000 0000
1 0064 504 5000 0000 0000
1 0065 130 4000 0000 0008
1 0066 130 0000 0000 4000
1 0067 104 6000 0000 0000
1 0070 103 6000 0000 0000
1 0071 103 4000 0000 0000
1 0072 103 5000 0000 0000
1 0073 106 7000 0000 0000
1 0074 103 7000 0000 0000
1 0075 107 6200 0000 0000
1 0076 107 4440 0000 0000
1 0077 110 7640 0000 0000
1 0100 104 4400 0000 0000
1 0101 112 7640 0000 0000
1 0102 107 4740 0000 0000
1 0103 103 5000 0000 0000
1 0104 104 4000 0000 0000
1 0105 110 6140 0000 0000
1 0106 104 6400 0000 0000
1 0107 016 1625 0114 1633
1 0110 016 0000 0114 0000
1 0111 041 1625 7752 0001
1 0112 002 3001 7752 1625
1 0113 000 0000 0000 0000
1 0114 016 0115 7501 7610
1 0115 000 2552 0124 0010
1 0116 000 2537 0000 0000
1 0117 016 0120 7501 7610
1 0120 000 2602 0124 0010
1 0121 000 2553 0000 0000
1 0122 016 0123 7501 7610
1 0123 000 2525 0124 0010
1 0124 000 2462 0000 0000
1 0125 016 0126 7501 7610
1 0126 000 2365 0124 0010
1 0127 000 1736 0000 0000
1 0130 016 0131 7501 7610
1 0131 000 0000 0123 2210
1 0132 000 1705 1704 1710
1 0133 000 1712 1717 1724
1 0134 400 1723 0000 0000
1 0135 000 1720 0000 0052
1 0136 005 1710 0052 0051
1 0137 001 7761 0052 0050
1 0140 005 7762 1705 1625
1 0141 000 1625 0000 0054
1 0142 005 7763 1704 1625
1 0143 000 1625 0000 0056
1 0144 005 1712 0061 0060
1 0145 005 1717 0064 0063
1 0146 016 0000 0147 0340
1 0147 041 0065 0056 0000
1 0150 016 0151 7501 7610
1 0151 600 2365 0124 0010
1 0152 000 2366 0000 0000
1 0153 041 0065 0056 0000
1 0154 016 0155 7501 7610
1 0155 600 2602 0124 0010
1 0156 000 2603 0000 0000
1 0157 041 0065 0060 0000
1 0160 016 0161 7501 7610
1 0161 600 3537 0124 0010
1 0162 000 3540 0000 0000
1 0163 041 0065 0063 0000
1 0164 016 0165 7501 7610
1 0165 600 2723 0124 0010
1 0166 000 2724 0000 0000
1 0167 016 0170 7501 7610
1 0170 000 0000 0123 1010
1 0171 600 1725 0000 0000
1 0172 000 7741 0000 1701
```

Продолжение таблицы 6-5

1	0173	016	0174	0175	0224
1	0174	001	1701	7761	1701
1	0175	002	1710	1701	1663
1	0176	036	0000	0225	0000
1	0177	000	7761	0000	1700
1	0200	016	0201	0202	0223
1	0201	001	1700	7761	1700
1	0202	002	1710	1700	1663
1	0203	036	0000	0224	0000
1	0204	015	1701	1700	0000
1	0205	076	0000	0215	0000
1	0206	005	1701	0052	1640
1	0207	001	1700	1640	1640
1	0210	002	1640	0050	1640
1	0211	041	1640	0012	1642
1	0212	002	0000	0075	1643
1	0213	037	1614	1642	1643
1	0214	016	0225	1633	1625
1	0215	005	1701	0052	1640
1	0216	001	1700	1640	1640
1	0217	002	1640	0050	1640
1	0220	041	1640	0012	1642
1	0221	000	0076	0000	1643
1	0222	037	1614	1642	1643
1	0223	016	0226	0201	1665
1	0224	016	0177	0174	1665
1	0225	000	0077	0000	1715
1	0226	000	7761	0000	1722
1	0227	016	0230	0231	0267
1	0230	001	1722	7761	1722
1	0231	002	1712	1722	1665
1	0232	036	0000	0270	0000
1	0233	016	0234	1955	1611
1	0234	005	1722	0061	1640
1	0235	041	1640	0065	1647
1	0236	005	1722	0061	1640
1	0237	041	1640	0065	1646
1	0240	005	1722	0061	1640
1	0241	041	1640	0065	1645
1	0242	005	1722	0061	1640
1	0243	041	1640	0065	1644
1	0244	072	0000	1647	0000
1	0245	405	5536	0052	1640
1	0246	072	0000	1646	0000
1	0247	401	5537	1640	1640
1	0250	002	1640	0050	1640
1	0251	041	1640	0012	1643
1	0252	072	0000	1646	0000
1	0253	405	5537	0052	1640
1	0254	072	0000	1644	0000
1	0255	401	5536	1640	1640
1	0256	002	1640	0050	1640
1	0257	041	1640	0012	1642
1	0260	005	0101	1722	1652
1	0261	001	0075	1652	1652
1	0262	001	1652	1730	1625
1	0263	000	1625	0000	1644

1	0264	037	1614	1643	1644
1	0265	000	1625	0000	1643
1	0266	037	1614	1642	1643
1	0267	016	0270	0230	1665
1	0270	000	7761	0000	1700
1	0271	016	0272	0273	0303
1	0272	001	1700	7761	1700
1	0273	002	7763	1700	1663
1	0274	036	0000	0306	0000
1	0275	000	7761	0000	1701
1	0276	016	0277	0300	0306
1	0277	001	1701	7761	1701
1	0300	002	1710	1701	1663
1	0301	036	0000	0305	0000
1	0302	000	7761	0000	1702
1	0303	016	0304	0305	0303
1	0304	001	1702	7761	1702
1	0305	002	1716	1702	1663
1	0306	036	0000	0304	0000
1	0307	005	1701	0052	1640
1	0310	001	1702	1640	1640
1	0311	002	1640	0050	1640
1	0312	041	1640	0012	1642
1	0313	017	1614	1642	1643
1	0314	002	1643	0076	1652
1	0315	003	1652	0000	1652
1	0316	002	1692	0013	1651
1	0317	076	0000	0303	0000
1	0320	000	7761	0000	1703
1	0321	016	0322	0323	0342
1	0322	001	1703	7761	1703
1	0323	002	1710	1703	1663
1	0324	036	0000	0303	0000
1	0325	005	1701	0052	1640
1	0326	001	1703	1640	1640
1	0327	002	1640	0050	1640
1	0330	041	1640	0012	1644
1	0331	017	1614	1644	1645
1	0332	005	1703	0052	1640
1	0333	001	1702	1640	1640
1	0334	002	1640	0050	1640
1	0335	041	1640	0012	1642
1	0336	017	1614	1642	1643
1	0337	004	1645	0101	1652
1	0340	021	7753	1652	1651
1	0341	062	1652	1651	0000
1	0342	076	1651	0344	1652
1	0343	002	1651	7761	1652
1	0344	005	1652	0101	1652
1	0345	002	1645	1652	1652
1	0346	004	1652	0075	1652
1	0347	021	7753	1652	1651
1	0350	062	1652	1651	0000
1	0351	076	1651	0353	1652
1	0352	002	1651	7761	1652

Продолжение таблицы 6-6

1	0354	015	1654	1780	0000
1	0354	036	7747	0356	1652
1	0355	000	0000	0000	1652
1	0356	004	1643	0101	1653
1	0357	021	7753	1653	1651
1	0360	062	1653	1651	0000
1	0361	076	1651	0363	1654
1	0362	002	1651	7761	1654
1	0363	005	1654	0101	1653
1	0364	002	1643	1653	1653
1	0365	004	1653	0075	1653
1	0366	021	7753	1653	1651
1	0367	062	1653	1651	0000
1	0370	076	1651	0372	1653
1	0371	002	1651	7761	1653
1	0372	015	1653	7761	0000
1	0373	036	7747	0375	1653
1	0374	000	0000	0000	1653
1	0375	055	1652	1655	0000
1	0376	056	0000	0502	0000
1	0377	005	1701	0052	1640
1	0400	001	1702	1640	1640
1	0401	002	1640	0050	1640
1	0402	041	1640	0012	1643
1	0403	017	1614	1643	1642
1	0404	000	1654	0000	1722
1	0405	002	1642	0102	1651
1	0406	076	0000	0402	0000
1	0407	005	1701	0052	1640
1	0410	001	1702	1640	1640
1	0411	002	1640	0050	1640
1	0412	041	1640	0012	1642
1	0413	017	1614	1642	1643
1	0414	001	1700	7761	1652
1	0415	005	1652	0075	1652
1	0416	005	1722	0101	1653
1	0417	001	1652	1655	1652
1	0420	001	1652	1643	1643
1	0421	017	1614	1642	1643
1	0422	005	1701	0052	1640
1	0423	001	1703	1640	1640
1	0424	002	1640	0050	1640
1	0425	041	1640	0012	1642
1	0426	017	1614	1643	1643
1	0427	004	1643	0101	1652
1	0430	021	7753	1652	1651
1	0431	062	1652	1651	0000
1	0432	076	1651	0434	1726
1	0433	002	1651	7761	1728
1	0434	016	0435	1374	1594
1	0435	016	0436	1355	1611
1	0436	005	1701	0052	1640
1	0437	001	1703	1640	1640
1	0440	002	1640	0050	1640
1	0441	041	1640	0012	1644
1	0442	017	1614	1644	1645
1	0443	005	1701	0052	1640

1	0444	001	1702	1640	1640
1	0445	002	1640	0050	1640
1	0446	041	1640	0012	1642
1	0447	017	1614	1642	1643
1	0450	001	1734	1730	1734
1	0451	004	1643	0101	1652
1	0452	021	7753	1652	1651
1	0453	062	1652	1651	0000
1	0454	076	1651	0456	1652
1	0455	002	1651	7761	1652
1	0456	005	1652	0101	1652
1	0457	002	1645	1652	1652
1	0460	001	1652	0075	1652
1	0461	001	1652	1734	1733
1	0462	004	1643	0101	1652
1	0463	021	7753	1652	1651
1	0464	062	1652	1651	0000
1	0465	076	1651	0467	1652
1	0466	002	1651	7761	1652
1	0467	005	1652	0101	1652
1	0470	002	1643	1652	1652
1	0471	002	1733	1652	1651
1	0472	076	0000	0502	0000
1	0473	005	1701	0052	1640
1	0474	001	1702	1640	1640
1	0475	002	1640	0050	1640
1	0476	041	1640	0012	1642
1	0477	005	1722	0101	1652
1	0500	001	1733	1652	1643
1	0501	037	1614	1642	1643
1	0502	016	0306	0322	1665
1	0503	016	0320	0304	1665
1	0504	016	0302	0277	1665
1	0505	016	0275	0272	1665
1	0506	000	7761	0000	1701
1	0507	016	0510	0511	1245
1	0510	001	1701	7761	1701
1	0511	002	1717	1701	1663
1	0512	036	0000	1246	0000
1	0513	000	7761	0000	1700
1	0514	016	0515	0516	1244
1	0515	001	1700	7761	1700
1	0516	002	1717	1700	1663
1	0517	036	0000	1245	0000
1	0520	005	1701	0064	1640
1	0521	041	1640	0065	1643
1	0522	005	1700	0064	1640
1	0523	041	1640	0065	1642
1	0524	072	0000	1643	0000
1	0525	400	2723	0000	1715
1	0526	072	0000	1642	0000
1	0527	400	2725	0000	1721
1	0530	072	0000	1643	0000
1	0531	400	2726	0000	1711
1	0532	005	1711	0040	1640
1	0533	041	1640	0065	1643
1	0534	072	0000	1642	0000

Продолжение таблицы 6-5

1	0535	400	2720	0000	1713
1	0536	005	1713	0040	1640
1	0537	041	1640	0065	1644
1	0540	072	0000	1645	0000
1	0541	400	1722	0000	1726
1	0542	072	0000	1644	0000
1	0543	400	1722	0000	1725
1	0544	072	0000	1645	0000
1	0545	400	2712	0000	1706
1	0546	400	2713	0000	1707
1	0547	072	0000	1642	0000
1	0550	400	2715	0000	1702
1	0551	400	2716	0000	1703
1	0552	002	1715	1721	1652
1	0553	003	1652	0000	1653
1	0554	005	0014	1715	1652
1	0555	002	1653	1652	1651
1	0556	036	7747	0560	1652
1	0557	000	0000	0000	1652
1	0560	005	0014	1721	1654
1	0561	002	1653	1654	1651
1	0562	036	7747	0564	1654
1	0563	000	0000	0000	1654
1	0564	055	1652	1654	1652
1	0565	002	1653	0072	1651
1	0566	036	7747	0570	1653
1	0567	000	0000	0000	1653
1	0570	055	1652	1655	1652
1	0571	015	1652	7747	0000
1	0572	076	0000	1220	0000
1	0573	005	1704	0052	1640
1	0574	001	1702	1640	1640
1	0575	002	1640	0050	1640
1	0576	041	1640	0012	1643
1	0577	017	1614	1643	1642
1	0600	003	1642	0000	1652
1	0601	002	0076	1652	1651
1	0602	076	0000	1220	0000
1	0603	015	1706	1702	0000
1	0604	036	0600	0710	0000
1	0605	005	1701	0064	1640
1	0606	041	1640	0065	1642
1	0607	005	1700	0064	1640
1	0610	041	1640	0065	1643
1	0611	072	0000	1642	0000
1	0612	400	2721	0000	1640
1	0613	072	0000	1643	0000
1	0614	215	1640	2721	0000
1	0615	076	7747	0617	1652
1	0616	000	0000	0000	1652
1	0617	015	1701	1700	0000
1	0620	036	7747	0622	1653
1	0621	000	0000	0000	1653
1	0622	075	1652	1653	0000
1	0623	036	0000	0706	0000
1	0624	005	1702	0052	1640
1	0625	001	1706	1640	1640

1	0626	002	1640	0050	1640
1	0627	041	1640	0012	1642
1	0630	017	1614	1642	1643
1	0631	004	1643	0101	1652
1	0632	021	7753	1652	1651
1	0633	062	1652	1651	0000
1	0634	076	1651	0636	1722
1	0635	002	1651	7761	1722
1	0636	000	1707	0006	1720
1	0637	000	0000	0006	1732
1	0640	015	1707	1722	0000
1	0641	036	0000	0644	0000
1	0642	016	0643	1374	1554
1	0643	016	0645	1633	1625
1	0644	000	0000	0000	1734
1	0645	000	1708	0000	1716
1	0646	016	0647	1555	1611
1	0647	005	1722	0061	1640
1	0650	041	1640	0065	1643
1	0651	001	1732	1734	1652
1	0652	001	1652	1730	1732
1	0653	072	0000	1643	0000
1	0654	001	5536	5537	1652
1	0655	002	1652	1716	1716
1	0656	015	1716	1702	0000
1	0657	036	0000	0677	0000
1	0660	005	1702	0052	1640
1	0661	001	1710	1640	1640
1	0662	002	1640	0050	1640
1	0663	041	1640	0012	1642
1	0664	017	1614	1642	1643
1	0665	000	1722	0000	1720
1	0666	004	1643	0101	1652
1	0667	021	7753	1652	1651
1	0670	062	1652	1651	0000
1	0671	076	1651	0673	1722
1	0672	002	1651	7761	1722
1	0673	016	0674	1374	1554
1	0674	001	1732	1734	1732
1	0675	016	0646	1633	1625
1	0676	016	0703	1633	1625
1	0677	015	1703	1722	0000
1	0700	036	0000	0705	0000
1	0701	000	1722	0000	1720
1	0702	000	1703	0000	1722
1	0703	016	0704	1374	1554
1	0704	001	1732	1734	1732
1	0705	016	0707	1633	1625
1	0706	000	0072	0000	1732
1	0707	016	0771	1633	1625
1	0710	015	1707	1703	0000
1	0711	076	0000	0730	0000
1	0712	005	1701	0064	1640
1	0713	041	1640	0065	1642
1	0714	072	0000	1642	0000

Продолжение таблицы 6-5

1	0712	012	4714	4717	0000
1	0713	036	0000	0726	0000
1	0717	005	1707	0061	1640
1	0720	041	1640	0065	1642
1	0721	072	0000	1642	0000
1	0722	202	0071	5527	1652
1	0723	005	0016	1652	1652
1	0724	002	0015	1652	1732
1	0725	016	0727	1635	1625
1	0726	000	0000	0000	1732
1	0727	016	0771	1633	1623
1	0730	005	1701	0064	1640
1	0731	041	1640	0065	1643
1	0732	005	1700	0064	1640
1	0733	041	1640	0065	1642
1	0734	072	0000	1643	0000
1	0735	400	2713	0000	1722
1	0736	072	0000	1642	0000
1	0737	400	2716	0000	1729
1	0740	016	0741	1374	1534
1	0741	005	1701	0064	1640
1	0742	041	1640	0065	1645
1	0743	005	1700	0064	1640
1	0744	041	1640	0065	1644
1	0745	005	1722	0061	1640
1	0746	041	1640	0065	1643
1	0747	005	1720	0061	1640
1	0750	041	1640	0065	1642
1	0751	000	1734	0000	1732
1	0752	072	0000	1643	0000
1	0753	400	2714	0000	1640
1	0754	072	0000	1644	0000
1	0755	215	1660	2717	0000
1	0756	076	7767	0760	1652
1	0757	000	0000	0000	1652
1	0760	072	0000	1643	0000
1	0761	400	5527	0000	1640
1	0762	072	0000	1642	0000
1	0763	215	1640	5527	0000
1	0764	056	7767	0764	1653
1	0765	000	0000	0000	1653
1	0766	055	1652	1655	0000
1	0767	036	0000	0771	0000
1	0770	001	1732	7761	1732
1	0771	005	1703	0061	1640
1	0772	041	1640	0065	1642
1	0773	002	1715	1761	1652
1	0774	003	1652	0000	1727
1	0775	072	0000	1642	0000
1	0776	402	5527	0071	1651
1	0777	076	0000	1002	0000
1	1000	002	0000	1651	1733
1	1001	016	1663	1633	1625
1	1002	000	0000	0000	1753
1	1003	005	1711	0040	1640
1	1004	041	1640	0065	1644
1	1005	005	1701	0064	1640
1	1006	041	1640	0065	1643
1	1007	005	1715	0040	1640
1	1010	041	1640	0065	1642
1	1011	072	0000	1644	0000
1	1012	400	1722	0000	1625
1	1013	016	1014	0111	0113
1	1014	000	1625	0000	1710
1	1015	005	0075	1710	1652
1	1016	002	0020	1652	1652
1	1017	005	0021	1710	1653
1	1020	005	1653	1710	1653
1	1021	001	1652	1653	1652
1	1022	004	1652	0105	1652
1	1023	001	0017	1652	1652
1	1024	072	0000	1643	0000
1	1025	205	1652	2722	1652
1	1026	072	0000	1642	0000
1	1027	402	1721	1652	1652
1	1030	072	0000	1643	0000
1	1031	202	7761	2722	1653
1	1032	072	0000	1644	0000
1	1033	405	1720	1653	1653
1	1034	002	1652	1653	1652
1	1035	001	1652	1732	1652
1	1036	004	1724	7762	1653
1	1037	072	0000	1642	0000
1	1040	201	1653	1723	1653
1	1041	005	1653	1723	1653
1	1042	001	1652	1653	1652
1	1043	002	1652	1733	1652
1	1044	072	0000	1643	0000
1	1045	202	7762	2714	1653
1	1046	005	1653	0000	1653
1	1047	005	7764	1653	1653
1	1050	001	1652	1653	1730
1	1051	072	0000	1642	0000
1	1052	402	1724	1730	1651
1	1053	076	0000	1656	0000
1	1054	000	0075	0000	1731
1	1055	016	1112	1633	1625
1	1056	005	1713	0040	1640
1	1057	041	1640	0065	1642
1	1060	072	0000	1642	0000
1	1061	202	1730	1734	1651
1	1062	076	0000	1065	0000
1	1063	002	0000	7760	1731
1	1064	016	1112	1633	1625
1	1065	000	0000	0000	1714
1	1066	005	1715	0040	1640
1	1067	001	1714	1640	1640
1	1070	041	1640	0065	1642
1	1071	072	0000	1642	0000
1	1072	402	1726	1730	1651
1	1073	076	0000	1120	0000
1	1074	005	1713	0040	1640
1	1075	001	1714	1640	1640
1	1076	041	1640	0065	1642

Продолжение таблицы 6-5

1	1077	072	0000	1642	0000
1	1100	202	1727	1725	1652
1	1101	202	1730	1724	1653
1	1102	002	1727	1725	1654
1	1103	005	1653	1654	1653
1	1104	002	1726	1724	1654
1	1105	004	1653	1654	1653
1	1106	002	1652	1653	1731
1	1107	016	1112	1633	1625
1	1110	001	1714	7762	1714
1	1111	016	1066	1633	1625
1	1112	005	1701	0004	1640
1	1113	041	1640	0005	1643
1	1114	005	1700	0004	1640
1	1115	041	1640	0005	1642
1	1116	072	0000	1643	0000
1	1117	400	2721	0000	1640
1	1120	072	0004	1642	0000
1	1121	215	1640	2721	0000
1	1122	036	7747	1124	1652
1	1123	000	0000	0000	1652
1	1124	072	0000	1643	0000
1	1125	400	2712	0000	1640
1	1126	072	0004	1642	0000
1	1127	215	1640	2715	0000
1	1130	036	7747	1132	1653
1	1131	000	0000	0000	1653
1	1132	055	1652	1653	0000
1	1133	036	0000	1135	0000
1	1134	002	1730	0022	1731
1	1135	002	1731	0000	1651
1	1136	036	7747	1140	1652
1	1137	000	0000	0000	1652
1	1140	015	1701	1700	0000
1	1141	076	7747	1143	1653
1	1142	000	0000	0000	1653
1	1143	055	1652	1653	1652
1	1144	015	1701	1700	0000
1	1145	036	7747	1147	1653
1	1146	000	0000	0000	1653
1	1147	013	1726	1725	0000
1	1150	036	7747	1152	2654
1	1151	000	0000	0000	1654
1	1152	055	1653	1654	1654
1	1153	001	1730	7761	1655
1	1154	002	0000	1655	1651
1	1155	036	7747	1157	1655
1	1156	000	0000	0000	1655
1	1157	053	1654	1655	1654
1	1160	075	1652	1654	0000
1	1161	036	0000	1220	0000
1	1162	005	1701	0004	1640
1	1163	041	1640	0005	1644
1	1164	005	1700	0004	1640
1	1165	041	1640	0005	1643
1	1166	000	1701	0000	2530
1	1167	000	1700	0000	2531

1	1170	072	0000	1644	0000
1	1171	405	2720	0040	1640
1	1172	041	1640	0005	1642
1	1173	072	0008	1642	0000
1	1174	402	1722	1726	1652
1	1175	001	1652	7761	2532
1	1176	072	0000	1643	0000
1	1177	405	2720	0040	1640
1	1200	041	1640	0005	1642
1	1201	072	0008	1642	0000
1	1202	402	1722	1725	1652
1	1203	001	1652	7761	2533
1	1204	000	1732	0000	2534
1	1205	000	1730	0000	2533
1	1206	000	1731	0000	2534
1	1207	055	1653	7147	0000
1	1210	050	0000	1213	0000
1	1211	005	1701	0004	1640
1	1212	041	1640	0005	1642
1	1213	072	0008	1642	0000
1	1214	400	2723	0000	2536
1	1215	016	1216	7501	7610
1	1216	000	2536	0126	1010
1	1217	000	2530	0000	0000
1	1220	002	1725	7701	1652
1	1221	002	0000	1652	1651
1	1222	076	0000	1226	0000
1	1223	004	1652	0000	1725
1	1224	001	1721	0071	1721
1	1225	016	0552	1633	1625
1	1226	005	1713	0040	1640
1	1227	041	1640	0005	1643
1	1230	005	1700	0004	1640
1	1231	041	1640	0005	1642
1	1232	072	0000	1643	0000
1	1233	400	1722	0000	1725
1	1234	072	0008	1642	0000
1	1235	400	2725	0000	1721
1	1236	002	1726	7761	1652
1	1237	002	0023	1652	1651
1	1240	076	0000	1244	0000
1	1241	000	1652	0000	1726
1	1242	001	1715	0071	1715
1	1243	016	0552	1633	1625
1	1244	016	1246	0515	1665
1	1245	016	0515	0514	1665
1	1246	000	7761	0000	1701
1	1247	010	1250	1251	1372
1	1250	001	1701	7701	1701
1	1251	002	1717	1701	1663
1	1252	036	0000	1373	0000
1	1253	001	1701	7761	1700
1	1254	016	1255	1256	1371
1	1255	001	1700	7761	1700
1	1256	002	1717	1700	1663

Продолжение таблицы 6-5

1	1280	005	1701	0064	1640
1	1281	041	1640	0065	1644
1	1282	005	1700	0064	1640
1	1283	041	1640	0065	1643
1	1284	072	0000	1644	0000
1	1285	400	2722	0000	1640
1	1286	072	0000	1643	0000
1	1287	215	1640	2712	0000
1	1278	036	7747	1272	1652
1	1271	000	0000	0000	1652
1	1272	072	0000	1644	0000
1	1273	400	2713	0000	1640
1	1274	072	0000	1643	0000
1	1275	215	1640	2713	0000
1	1276	036	7747	1300	1653
1	1277	000	0000	0000	1653
1	1300	055	1652	1653	1652
1	1301	072	0000	1644	0000
1	1302	400	2714	0000	1640
1	1303	072	0000	1643	0000
1	1304	215	1640	2714	0000
1	1305	036	7747	1307	1653
1	1306	000	0000	0000	1653
1	1307	055	1652	1653	0000
1	1310	036	0000	1371	0000
1	1311	005	1701	0064	1640
1	1312	041	1640	0065	1644
1	1313	005	1700	0064	1640
1	1314	041	1640	0065	1643
1	1315	072	0000	1644	0000
1	1316	400	2723	0000	1715
1	1317	072	0000	1643	0000
1	1320	400	2723	0000	1721
1	1321	072	0000	1644	0000
1	1322	405	2720	0040	1640
1	1323	041	1640	0065	1642
1	1324	072	0000	1642	0000
1	1325	400	1722	0000	1726
1	1326	072	0000	1643	0000
1	1327	405	2720	0040	1640
1	1330	041	1640	0065	1642
1	1331	072	0000	1642	0000
1	1332	400	1722	0000	1725
1	1333	002	1715	1721	1651
1	1334	076	0000	1342	0000
1	1335	002	0000	1651	1651
1	1336	005	0071	1726	1653
1	1337	002	1651	1653	1651
1	1340	001	1651	7701	1727
1	1341	016	1346	1633	1625
1	1342	002	1715	1721	1652
1	1343	005	0071	1725	1653
1	1344	002	1652	1653	1652
1	1345	001	1652	7701	1727
1	1346	005	0023	1715	1652
1	1347	002	1727	1652	1651
1	1350	036	7747	1352	1652
1	1351	000	0000	0000	1652
1	1352	005	0023	1721	1653
1	1353	002	1727	1653	1651
1	1354	036	7747	1356	1653
1	1355	000	0000	0000	1653
1	1356	075	1652	1633	1652
1	1357	002	1727	0104	1651
1	1360	036	7747	1362	1653
1	1361	000	0000	0000	1653
1	1362	075	1652	1653	0000
1	1363	036	0000	1371	0000
1	1364	000	1701	0000	2526
1	1365	000	1700	0000	2527
1	1366	016	1367	7501	7610
1	1367	000	2527	0104	1010
1	1370	000	2526	0000	0000
1	1371	016	1374	1255	1665
1	1372	016	1253	1250	1665
1	1373	016	1612	1633	1625
1	1374	000	0000	0000	1733
1	1375	000	0072	0000	1727
1	1376	000	7741	0000	1714
1	1377	016	1400	1401	1430
1	1400	001	1714	7701	1714
1	1401	002	1705	1714	1663
1	1402	036	0000	1431	0000
1	1403	005	7702	1714	1657
1	1404	002	1657	7701	1625
1	1405	041	1625	0065	1643
1	1406	005	7702	1714	1625
1	1407	041	1625	0065	1642
1	1410	072	0000	1643	0000
1	1411	202	1722	2365	1652
1	1412	072	0000	1642	0000
1	1413	202	1722	2365	1653
1	1414	005	1652	1653	1652
1	1415	003	1652	0000	1652
1	1416	072	0000	1643	0000
1	1417	202	1720	2365	1653
1	1420	072	0000	1642	0000
1	1421	202	1720	2365	1654
1	1422	005	1653	1654	1653
1	1423	003	1653	0000	1653
1	1424	001	1652	1653	1652
1	1425	015	1652	0000	0000
1	1426	076	0000	1430	0000
1	1427	000	7701	0000	1733
1	1430	016	1431	1400	1665
1	1431	000	7701	0000	1714
1	1432	016	1633	1434	1471
1	1433	001	1716	7701	1714
1	1434	002	1704	1714	1663
1	1435	036	0000	1472	0000
1	1436	005	7703	1714	1657
1	1437	002	1657	7702	1625
1	1440	041	1625	0065	1643

Окончание таблицы 6-5

1	1441	005	7763	1714	1657
1	1442	002	1657	7761	1025
1	1443	041	1625	0005	1642
1	1444	072	0000	1643	0000
1	1445	202	1722	2662	1652
1	1446	072	0000	1642	0000
1	1447	202	1722	2662	1655
1	1450	005	1652	1655	1652
1	1451	003	1652	0000	1652
1	1452	072	0000	1643	0000
1	1453	202	1720	2662	1653
1	1454	072	0000	1642	0000
1	1455	202	1720	2662	1654
1	1456	005	1655	1654	1653
1	1457	003	1653	0000	1653
1	1460	001	1652	1653	1652
1	1461	015	1652	0000	0000
1	1462	076	0000	1471	0000
1	1463	005	7763	1714	1625
1	1464	041	1625	0005	1642
1	1465	072	0000	1642	0000
1	1466	444	2602	0000	1652
1	1467	005	0025	1652	1652
1	1470	001	0024	1652	1727
1	1471	016	0000	1433	1665
1	1472	005	1722	0001	1640
1	1473	041	1640	0005	1642
1	1474	072	0000	1642	0000
1	1475	202	1715	5532	1652
1	1476	202	1715	5533	1653
1	1477	005	1652	1653	1652
1	1500	002	1652	0000	1651
1	1501	036	0000	1504	0000
1	1502	000	0000	0000	1731
1	1503	016	1505	1653	1625
1	1504	000	7701	0000	1731
1	1505	005	1720	0001	1640
1	1506	041	1640	0005	1642
1	1507	072	0000	1642	0000
1	1510	202	1715	5532	1652
1	1511	202	1715	5533	1653
1	1512	005	1652	1653	1652
1	1513	002	1652	0000	1651
1	1514	036	0000	1517	0000
1	1515	000	0000	0000	1730
1	1516	016	1520	1653	1625
1	1517	000	7761	0000	1730
1	1520	005	1722	0001	1640
1	1521	041	1640	0005	1644
1	1522	005	1720	0001	1640
1	1523	041	1640	0005	1643
1	1524	072	0000	1644	0000
1	1525	405	5527	0045	1640
1	1526	072	0000	1643	0000
1	1527	401	5527	1640	1640
1	1530	041	1640	0005	1642
1	1531	001	1731	1731	1652
1	1532	072	0000	1642	0000
1	1533	201	1652	2453	1652
1	1534	002	7761	1733	1653
1	1535	005	1652	1653	1652
1	1536	005	0026	1733	1653
1	1537	001	1652	1653	1733
1	1540	001	1727	1733	1652
1	1541	005	7762	1727	1653
1	1542	016	1543	7501	7610
1	1543	075	1653	0003	1653
1	1544	005	7762	1733	1654
1	1545	016	1546	7501	7610
1	1546	075	1654	0003	1654
1	1547	001	1653	1654	1653
1	1550	016	1551	7501	7610
1	1551	075	1653	0004	1653
1	1552	004	1653	7702	1653
1	1553	002	1652	1653	1734
1	1554	000	0000	0000	0000
1	1555	005	1722	0001	1640
1	1556	041	1640	0005	1647
1	1557	005	1722	0001	1640
1	1560	041	1640	0005	1646
1	1561	005	1722	0001	1640
1	1562	041	1640	0005	1645
1	1563	072	0000	1647	0000
1	1564	441	5534	0005	1644
1	1565	072	0000	1646	0000
1	1566	405	5527	0039	1640
1	1567	072	0000	1645	0000
1	1570	401	5535	1640	1640
1	1571	041	1640	0005	1643
1	1572	005	1722	0001	1640
1	1573	041	1640	0005	1642
1	1574	044	1715	0000	1652
1	1575	072	0000	1644	0000
1	1576	405	2550	1652	1652
1	1577	072	0000	1643	0000
1	1600	405	2546	1715	1653
1	1601	001	1652	1653	1652
1	1602	072	0000	1642	0000
1	1603	205	1652	5526	1652
1	1604	005	1652	7757	1652
1	1605	405	5538	0027	1653
1	1606	001	1652	1653	1652
1	1607	405	5531	0030	1653
1	1610	001	1652	1653	1730
1	1611	000	0000	0000	0000
1	1612	016	1613	7501	7610
1	1613	000	0000	0127	0000
1	1614	000	0000	0040	0000
1	1615	000	1626	1635	0000

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), ВЧ 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 ВЧ дуплексных каналов связи, работающих в энергосистеме или запроектированных, после чего осуществить нумерацию симплексных каналов связи. В соответствии с п.5.1.6 определить число T, характеризующее гололед в районе энергосистемы. Зафиксировать расчетное значение коэффициента F учета запаса по перекрываемому затуханию. 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. Пробить 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 ВЧ 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.5т1) 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.5т1:
- 1-й код - длина ВЛ (км);
- 2-й код - класс напряжения ВЛ в соответствии с табл.5-6;
- 3-й код - количество отпаек, обработанных по высокой частоте и не использующих для связи;

- 4-й код - количество отпаек, не обработанных по высокой 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 **ML**, при этом последовательность перфокарт в колоде должна соответствовать последовательности строк в табл.5-I и задавать порядок нумерации ВЛ в энергосистеме. После каждых шести перфокарт в колоде **ML** должна следовать их контрольная сумма, за ней-чистая перфокарта.

6.3.4. Для каждой строки матрицы **MK** (см.табл.5-2) подготовить отдельную перфокарту, содержащую всю информацию о соответствующем симплексном канале связи. Для всех каналов пробивка перфокарт единообразная, причем последовательные коды перфокарты эквивалентны последовательным элементам соответствующей строки матрицы **MK**:

- I-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-I0, 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
- 2-й код - номер ВЛ

} связаны первым обходом;

- 3-й код - номер ВЛ
- 4-й код - номер ВЛ

} связаны вторым обходом

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 получающейся 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
- 2-й код - номер ВЛ
- 3-й код - ширина сближения (м)

} первое сближение;

- 4-й код - номер ВЛ
- 5-й код - номер ВЛ
- 6-й код - ширина сближения (м)

} второе сближение

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 ВЧ связи:

- колоду перфокарт ZШ, составленную по строкам табл.5-7;
- колоду перфокарт К1, составленную из элементов второго столбца табл.5-8;
- колоду перфокарт К2, 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 К1 с контрольной суммой;
5) колоду К2 с контрольной суммой;
6) колоду ZШ с контрольной суммой;
7) колоду АП с контрольными суммами после каждых 60 кодов;
8) число А с контрольной суммой;
9) число В с контрольной суммой;
10) число Р с контрольной суммой;
11) число L с контрольной суммой;
12) число G с контрольной суммой;
13) число Т 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 МL 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: НЕТ-С;РВА,Р3001 7212 0000 0000
СОСТ С6300 1111 7215 0171
  <РВА>076 0000 7216 0000
  <КРА>050 0000 0011 0000
<КРА+1>016 7618 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 АШПУ* 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 (и 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 ВЧ 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-

вертое 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 (Нп) 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 (Нп);
- 7-е число строчки - частота канала (кГц) 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 неперов 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 анодная модуляция пары передатчиков, номера которых делятся первой и второй цифрами строки. Таким образом, недопустима параллельная работа этих передатчиков на общий 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 на 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 завышением. 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 Руксводящих 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 Руксводящих 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 получающихся подсистем должна осуществляться не по какой-либо границе, а по полосе, причем границы этой полосы разносятся 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 ML, 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, ML, ЭМ, ОБ. При этом удаляется контрольная сумма колоды ML (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.I.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 колоду МК перфокарты каналов связи, реализующих одновременно все возможные варианты. Очевидно, на всех добавленных в колоду 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 несовместимости какого-либо из рассматриваемых вариантов с уже работающими или ранее запроектированными каналами связи. Из всех вариантов предпочтительны те, для которых количество выданных строк и необходимых переустройств каналов минимально.

6.5.8. Если в энергосистеме преобладают ЛЭ малой протяженности, то уровень приема рабочего сигнала для преобладающего количества ВЧ каналов высок. Поэтому для характеристики запаса по перекрываемому затуханию (см.п.5.I.8) предпочтительным является значение $F=I$. Если в энергосистеме преобладают ЛЭ большой протяженности, то уровень приема рабочего сигнала для преобладающего количества ВЧ каналов низок. В таких случаях для характеристики запаса по перекрываемому затуханию предпочтительным является значение $F=0$.

6.5.9. Для рассматриваемой энергосистемы целесообразно произвести расчеты по АЛГОЛ-программе при значениях $F=0$ и $F=I$ 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 снижается оказывается соотношение W сигнал-селективная помеха на входе приемников, так что сравнительно велики перекрестные помехи ВЧ каналов (сравнительно много выдается строк из семи цифр с несовпадающими первой и

второй цифрами). Во втором случае, когда F=I, из-за высокого уровня приема загрудняется обеспечение работоспособности ВЧ каналов, но снижеными оказываются перекрестные помехи ВЧ каналов.

Сопоставление таких двух вариантов анализа распределения частот с помощью АЛГОЛ-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-I.

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 загухания указанных ВЛ. Следовательно, оконечные подстанции отпаек и места их питания на сквозных ВЛ не входят в нумерацию подстанций энергосистемы, а отпаечные ВЛ не входят в нумерацию ВЛ энергосистемы.

Итак, в рассматриваемом конкретном случае, число подстанций энергосистемы P=7 , число ВЛ энергосистемы L=II по рис.7-I.

По электрической схеме энергосистемы и данным о ВЛ и подстанциях составляются табл.7-I, 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-I), не имеют промежуточных усилителей, кроме ВЧ канала по ВЛ 3,I0, связывающего подстанции № 3 и 6 и имеющего переприем без смены частот на подстанции № 4. Этот сложный канал связи разбиваем на два ВЧ канала без промежуточных усилителей.

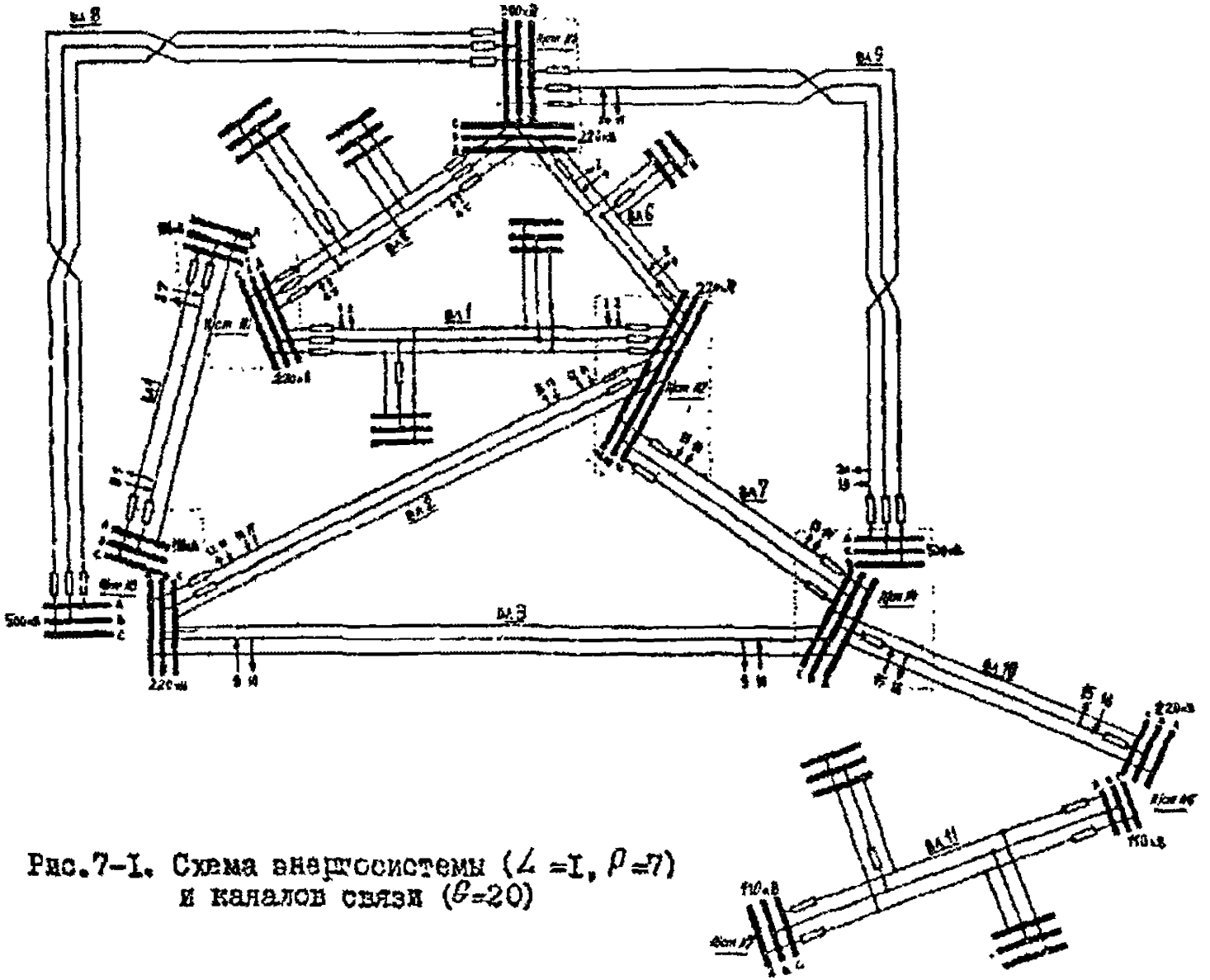


Рис.7-I. Схема энергосистемы ($\mathit{\Delta}$ =I, ρ=7) и каналов связи (G=20)

Таблица 7-I

Матрица ML

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Длина ВЦ, №1	Класс напряжения, кВ	Количество обработанных отпаек	Количество необработанных отпаек	Нижняя частота (кГц) заградителя	Верхняя частота (кГц) заградителя	Марка провода и расщепления	Тип профиля ВЦ	Номер конечной подстанции	Номер конечной подстанции
I00	3	I	I	50	I50	6	I	I	2
I60	3	0	0	I50	300	3	3	3	2
I30	3	0	0	0	0	5	3	3	4
60	2	0	0	I00	300	2	I	I	3
90	3	I	I	I00	300	6	I	I	5
80	3	I	0	200	400	7	2	2	5
70	3	0	0	0	0	5	2	2	4
280	5	0	0	I00	300	I0	4	3	5
400	5	0	0	I00	300	I2	4	4	5
I00	3	0	0	200	400	5	I	4	6
60	2	I	I	0	0	2	3	7	6

Таблица 7-2

Матрица ЭМ

I	2	3
Номер ВЦ	Номер ВЦ	Длина сближения, м
I	2	50
4	8	I00
9	I0	20
2	3	20

Таблица 7-3

Матрица ОБ

I	2
Номер ВЦ	Номер ВЦ
II	I0
2	6
4	5

Таблица 7-4

Матрица МК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Передатчик			Приемник						
Номер подстанции	Номер ВЦ	Номер фазы	Номер подстанции	Номер ВЦ	Номер фазы	Тип аппаратуры	Перенрием без смены частот	Наличие усилителя	Частота канала, кГц
1	1	1	2	1	1	6	1	0	80
2	1	1	1	1	1	6	2	0	120
2	6	2	5	6	2	8	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	3	2	3	3	2	5	10	0	160
3	2	1	2	2	1	9	11	1	180
2	2	1	3	2	1	9	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-I) 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 I5 и I6 получают в восьмом столбце МК элементы 9 и I0, чем обозначается наличие переприема без смены частот у симплексных каналов 9→I5 и I6→I0.

Наличие мощного усилителя у ВЧ каналов связи II,I2 и I9,20 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-I.

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 =I.

Перечисленными данными исчерпывается информация, привлекаемая для анализа распределения частот по АЛГОЛ-программе в рассматриваемом конкретном примере.

Эти данные пробиваются на перфокартах (см.далее перфокарты 47-86), которые собираются в определенном порядке в массивы со своими контрольными суммами.

Вместе с колодой перфокарт оттранслированной АЛГОЛ-программы анализа распределения частот энергосистемы и стандартными массивами KI, K2, ZШ , AП пробитые на перфокартах и упорядоченные данные по конкретной энергосистеме и ее каналам связи образуют рабочую колоду перфокарт, полностью приводимую далее.

Рабочая колода перфокарт

Массив К1

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
			Перфокарты
			выдача ИС-22
I-2			до ИВ-0
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
			Перфокарта
			начала работы
I			АЛГОЛ — программа:
			анализа
			распределения
			памяти
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
			Колода перфокарт
			отредактированных
			программ

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
		00	8
		00	69
		00	61
		00	48
I		00	43
		00	39
		00	37
		00	35
		00	32
		00	31
		00	21
		00	15
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод

Массив К2

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
	I	02	115
	I	02	29
	I	02	276
	I	01	104
2	I	02	138
	I	02	29
	I	02	276
	I	01	13
	I	02	276
	I	02	29
	I	02	276
	I	01	23
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
	I	02	42
	I	02	29
	I	02	276
	I	01	35
3	I	02	92
	I	02	92
	I	02	92
	I	01	58
		00	
		00	
		00	
		00	
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод

Массив К3

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
		00	
		01	2
		01	3
		01	5
4		01	5
		01	5
		01	2
		00	
		01	2
		01	3
		01	5
		01	5
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
		01	3
		01	2
		00	
		01	3
5		01	3
		01	5
		01	6
		01	9
		01	2
		00	
		01	2
		01	3
Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мнемокод
		01	6
		01	5
		01	3
		01	2
		00	
		01	2
		01	5
6		01	5
		01	6
		01	9
		01	2
		00	

Начало массива АП

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
7		01	2
		00	5
		02	12
		01	1
		01	6
		01	4
	2	01	12
		01	44
	2	01	21
		01	6
	2	01	62
		01	8

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
8	2	02	12
		02	20

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
9		01	22
		03	5
		03	12
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	12
		01	5
	2	01	15
		01	8
	2	01	21
		03	14

Продолжение массива АП

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
10	2	01	28
		02	2

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
11		01	46
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	43
	2	01	12
		01	5
	2	01	68
		01	8
	2	01	86
		02	11

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
12	2	02	12
		02	2

Продолжение массива АП

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
13		01	38
		00	5
		01	3
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	2
		01	5
	2	01	23
		01	8
	2	01	32
		02	11

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
14	2	01	7
		02	2

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
15		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	26
		01	45
	2	01	31
		01	8
	2	01	52
		02	13

Продолжение массива АП

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
16		01	5
		02	2

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
17		01	4
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	1
		01	44
	2	01	15
		01	68
	2	01	54
		02	105

Номер перфоленты	Признак	Порядок	Мантисса
18	2	01	7
		02	2

Продолжение массива АП

Номер карточки	Признак	Порядок	Мантисса
19		01	46
		00	5
		01	1
		01	1
		01	43
		01	41
	2	01	1
		01	6
	2	01	12
		01	6
	2	01	52
		02	1
20	2	01	7
		02	2
21		01	38
		00	5
		01	3
		01	1
		01	43
		01	41
	2	01	1
		01	6
	2	01	16
		01	62
	2	01	54
		02	13

Продолжение массива АП

Номер карточки	Признак	Порядок	Мантисса
22	2	01	7
		02	2
23		01	46
		00	5
		01	1
		01	1
		01	4
		01	4
	2	01	1
		01	5
	2	01	4
		01	66
	2	01	64
		01	62
24	2	01	8
		02	2

Продолжение массива АП

Номер карточки	Признак	Порядок	Мантисса
25		01	38
		00	4
		01	2
		01	1
		01	5
		01	4
	2	01	1
		01	5
	2	01	22
		01	7
	2	01	6
		02	12
26	2	01	7
		02	2
27		01	46
		00	4
		01	1
		01	1
		01	44
		01	46
		01	38
		01	52
	2	01	2
		01	8
	2	01	6
		02	14

Продолжение массива АП

Номер карточки	Признак	Порядок	Мантисса
28	2	01	74
		02	2
29		01	38
		00	4
		01	2
		01	1
		01	41
		01	45
		01	38
		01	52
	2	01	2
		01	8
	2	01	6
		02	14
30	2	01	74
		02	2

Продолжение массива XII

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
31		01	38
		00	4
		01	1
		01	1
		01	44
		01	46
		01	58
		01	52
	2	01	2
		01	8
	2	01	6
		02	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	66
	2	01	66
		01	86

Продолжение массива XII

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
34	2	01	62
		02	2
35		01	86
		01	1
		01	1
		01	15
		01	1
		01	1
		00	
		01	28
	2	01	63
		01	48
	2	01	6
		01	8
36	2	01	85
		02	2

Продолжение массива XII

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
37		01	48
		01	1
		01	1
		01	15
		01	1
		01	16
	2	01	15
		01	44
	2	01	16
		01	75
	2	01	35
		02	11
38	2	01	63
		02	2
39		01	4
	2	01	15
		01	1
		01	1
		01	42
		01	1
		01	15
		01	5
	2	01	2 -
		01	7
	2	01	26
		02	114

Продолжение массива XII

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
40	2	01	34
		02	2
41		01	52
		00	5
		01	1
		01	15
		01	16
		00	6
		01	12
		01	18
		00	6
		01	38
	2	01	2
		01	78
42	2	01	36
		02	2

кΣ

Промежуточные массивы AI

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
43		01	52
		02	7
		02	1
		01	15
		01	15
		00	6
		01	25
		00	6
	2	01	27
		01	5
	2	01	48
		02	1

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
44	2	01	2
		02	2

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
45		01	52
		00	5
		01	1
		01	15
		01	1
		00	7
	2	01	18
		01	2
	2	01	47
		01	39
	2	01	63
		01	54

Входящие массивы AI

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
46	2	01	74
		02	2
			к Σ

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
47		01	3
		01	3 к Σ

Скаляр A

Скаляры B, F, L

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
48		01	4
		01	4 к Σ

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
49		01	5
		01	5 к Σ

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
50		02	11
		02	11 к Σ

Скаляры G, T, F

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
51		02	2
		02	2 к Σ

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
52		00	0
		00	0 к Σ

Номер матрицы	Признак	Порядок	Мантисса
53		01	1
		01	1 к Σ

Массив 06

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
54		02	11
		02	7
		01	2
		01	6
		01	4
		01	5
			к Σ

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
		Массив 2М	

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
55		01	1
		01	2
		02	5
		01	4
		01	5
		03	1
		01	9
		02	1
		02	2
		01	2
		01	3
		02	4

Начало массива М1.

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
56		03	1
		01	3
		01	1
		01	1
		02	5
		03	15
		01	6
		01	1
		01	1
		01	2

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
57		03	12
		01	3
		00	
		00	
		03	15
		03	3
		01	3
		01	3
		01	3
		02	2

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
58		03	13
		01	3
		00	
		00	
		00	
		00	
		01	5
		01	3
		01	3
		01	4

Продолжение массива М1.

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
59		02	6
		01	2
		00	
		00	
		03	1
		03	3
		01	2
		01	1
		01	1
		01	3

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
60		02	9
		01	3
		01	1
		01	1
		03	1
		03	3
		01	6
		01	1
		01	1
		01	5

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
61		02	8
		01	3
		01	1
		00	
		03	2
		03	4
		01	7
		01	2
		01	2
		01	5
			к Σ

Продолжение массива М1.

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
62		02	7
		01	3
		00	
		00	
		00	
		00	
		01	5
		01	2
		01	2
		01	4

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
63		03	26
		01	5
		00	
		00	
		03	1
		03	3
		02	1
		01	1
		01	3
		01	5

Номер перфокарты	Признак	Порядок	Мантисса
64		03	1
		01	5
		00	
		00	
		03	7
		03	3
		02	12
		01	1
		01	4
		01	5

Окончание массива М1.

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		03	1
		01	3
		00	
		00	
65		03	2
		03	4
		01	5
		01	1
		01	4
		01	6

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		03	6
		01	2
		01	1
		01	1
66		00	
		00	
		01	2
		01	3
		01	7
		01	6

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса

Начало массива М2

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	1
		01	1
		01	1
		01	2
67		01	1
		01	1
		01	6
		01	1
		00	
		03	8

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	2
		01	1
		01	1
		01	1
68		01	1
		01	1
		01	6
		01	2
		00	
		03	12

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	2
		01	6
		01	2
		01	5
69		01	5
		01	2
		01	8
		02	3
		00	
		03	25

Продолжение массива М2

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	5
		01	6
		01	2
		01	2
70		01	6
		01	2
		01	8
		01	4
		00	
		03	33

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	5
		01	5
		01	1
		01	1
71		01	5
		01	1
		01	4
		01	5
		00	
		03	28

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	1
		01	6
		01	1
		01	5
72		01	5
		01	1
		01	4
		01	6
		00	
		03	24

Продолжение массива М2

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	1
		01	4
		01	2
		01	3
73		01	4
		01	2
		01	3
		01	7
		00	
		03	26

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	3
		01	4
		01	2
		01	1
74		01	4
		01	2
		01	3
		01	8
		00	
		03	3

Номер профиля	Признак	Порядок	Мантисса
		01	3
		01	3
		01	2
		01	4
		01	3
		01	2
		01	5
75		01	8
		00	
		03	12

Продолжение ведомости МК

Номер марки	Примечание	Порядок	Масса
76		01	4
		01	3
		01	2
		01	3
		01	3
		01	2
		01	5
		02	1
		00	
		03	15
77		01	3
		01	2
		01	1
		01	2
		01	2
		01	1
		01	9
		02	11
		01	1
		03	19
78		01	2
		01	2
		01	1
		01	3
		01	2
		01	1
		01	9
		02	12
		01	1
		03	209
			кΣ

Продолжение ведомости МК

Номер марки	Примечание	Порядок	Масса
79		01	3
		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	5
		01	9
		00	
		03	15
			кΣ

Продолжение ведомости МК

Номер марки	Примечание	Порядок	Масса
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	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	22
			кΣ

Окончание ведомости МК

Номер марки	Примечание	Порядок	Масса
85		01	4
		01	9
		01	1
		01	5
		01	9
		01	1
		01	7
		02	19
		01	1
		02	85
86		01	5
		01	9
		01	1
		01	4
		01	9
		01	1
		01	7
		02	2
		01	1
		02	6
			кΣ

После ввода в ЭВМ приготовленной рабочей колоды перфокарт идет счет, основанный на использовании матрицы IZ (см.гл.8). Эта матрица обычно не выдается на печать ЭВМ, хотя может представлять и самостоятельный интерес. Для рассматриваемого конкретного примера энергосистемы матрица IZ 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 IZ информацию можно пояснить на примере шестого элемента первой строки напечатанной таблицы IZ . Этот элемент IZ [6,I] = I303, 9612 содержит:

- число тысяч - I (элемент матрицы ПШ);
- число сотен - 3 (элемент матрицы ИП);
- число единиц - 3,9612 (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-I, из ВЛ I0,7,I) и имеет затухание 3,9612 Нп на частоте 250 кГц.

Результаты анализа распределения частот энергосистемы АПГОЛ-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 .

Матрица IZ для схемы на рис.7-I

```
-ъ1000000000e+03   +ъ1101685564e+04   +ъ-ъ10067528e+04   +ъ1281222231e+04
+ъ1191685564e+04   +ъ1040000000e+03   +ъ210165359e+04    +ъ7101952661e+04
+ъ4108687529e+04   +ъ2101653539e+04   +ъ-ъ1000000000e+03  +ъ3100973535e+04
+ъ7202212329e+04   +ъ7100526868e+04   +ъ-ъ2100973559e+04  +ъ-ъ1000000000e+03
+ъ5101101708e+04   +ъ6100926801e+04   +ъ-ъ8100720243e+04  +ъ9107846868e+04
+ъ1050396129e+03   +ъ1020227559e+03   +ъ-ъ1022837224e+03  +ъ1010867461e+05
+ъ1140645729e+03   +ъ1130477159e+03   +ъ-ъ1130521864e+03  +ъ1121832461e+03
  К.С.1151124474313S5
```

```
ДИ222  ВЕРСИЯ 20.01.73
01-01-1973+09-08+
АНАЛИЗ  РАСПРЕДЕЛЕНИЯ   ЧАСТОТ  ВЧ  КАНАЛОВ
<ВРЕМЯ6000
<ВВОД2
```

Результаты счета на ЭВМ типа М-222

```
+ъ1000000000e+01
  К.С.0810400000000000

+ъ1000000000e+02   +ъ1400000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.5181625493115257

+ъ1000000000e+02   +ъ1400ъ00000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ200ъ00000e+01
  К.С.5180225453115256

+ъ1000000000e+02   +ъ1600000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.5186240000000000

+ъ1100000000e+02   +ъ1300000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ200ъ00000e+01
  К.С.5107842141756З4

+ъ1100000000e+02   +ъ1700000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.4116400071372Ч2

+ъ1200000000e+02   +ъ1700000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ200ъ00000e+01
  К.С.5106445341121Ч3

+ъ1200000000e+02   +ъ1700000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ300ъ00000e+01
  К.С.510484536112Ч1Ч4

+ъ1200000000e+02   +ъ1600000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.4116163834254З4

+ъ1300000000e+02   +ъ1400000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ200ъ00000e+01
  К.С.5104622340511Ч3

+ъ1400000000e+02   +ъ1000000000e+02   +ъ1ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.4108759840670Ч4

+ъ1400000000e+02   +ъ1000000000e+02   +ъ2ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.5671415023362Ч0

+ъ1400000000e+02   +ъ1300000000e+02   +ъ2ъ0000000e+01  +ъ100ъ00000e+01
  К.С.5104622340511Ч3
```

Таблица 7-5

+.3101617088E+04	+.1303961288E+04	+.1406457198E+04
+.3101092681E+04	+.7202273968E+04	+.7304771568E+04
+.3106282438E+04	+.9202722448E+04	+.3303218438E+04
+.3107644668E+04	+.1818807488E+05	+.1020324488E+05
+.1888888888E+03	+.9211802698E+04	+.9314298688E+04
+.1821118278E+05	+.1000000008E+03	+.1111816598E+03
+.1313428868E+05	+.1111814598E+05	+.1000000008E+03

Таблица 7-6

Для контрольного примера при $F = 4$

+.1321823088E+00	-.3186781778E+01	-.5298397078E+01
+.1321823088E+00	-.3186781778E+01	-.4298397068E+01
+.0000000088E+00	-.3888888868E+01	-.3888888888E+01
+.3565638078E+01	-.1354361928E+01	-.4568976208E-00
+.1388928408E+01	-.4411978598E+01	-.3848325098E+01
+.0000000008E-00	-.5888888888E+01	-.2157894738E+01
+.0888888888E-00	-.3888888888E+01	-.5157894738E+01
+.1503288128E+01	-.4298718778E+01	-.2597491828E+01
+.0000000008E-00	-.2888888888E+01	-.1921852638E+01
+.7644932838E+00	-.2855588718E+01	-.6457235338E+01
+.7747128488E+00	-.2828288758E+01	-.4564811758E-00
+.0000000008E-00	-.2888888888E+01	-.1921852638E+01

```
+.140000000m+02   +.160000000m+02 +.180000000m+01 +.100000000m+01
  K.C.4113543467116824

+.140000000m+02   +.160u00000m+02 +.2J0000000m+01 +.100000000m+01
  K.C.5106131162344671

+.150000000m+02   +.900u00000m+01 +.1u0000000m+01 +.100u000000m+01
  K.C.5072240000000001

+.160000000m+02   +.140000000m+02 +.1u0000000m+01 +.100u000000m+01
  K.C.4117513677307735

+.160u00000m+02   +.140u00000m+02 +.100000000m+01 +.200u000000m+01
  K.C.4116113477307734

+.190000000m+02   +.190u00000m+02 +.100000000m+01 +.300u000001m+01
  K.C.2114372847626432

 .118000000m+02   +.170000000m+02
  K.C.0041208030000000

+.120u00000m+02   +.100000000m+02
  K.C.3041240000000000
```

KONEC

```
COSMTHE: NET-C;PBA.P30C1 7212 0000 4000
CCCT.CC300 1111 7215 0171
  <PBA>676 8000 7216 0000
  <KPA>030 0000 0011 0000
<KPA+1>016 7613 7600 7601
```

Окончание таблицы 7-6

+a[20]=0.0000000E+01	-.1800000000E+01	-.4439393934E+01
+a[19]=0.0000000E+01	-.1800000000E+01	-.4393939394E-00
+a[0]=0.0000000E-00	-.3500000000E+01	-.5000000000E+01
+a[19]=0.0128998E+01	-.2398710011E+01	+.7524611644E+01
+a[19]=0.0128998E+01	-.2398710011E+01	-.3524611643E+01
+a[2]=0.9999277334E+01	-.9000827332E+00	+.8000000000E+02

РАБОТЫ

<A1>	000	0000	0000	0000	+.000E-39
<A2>	000	1110	0197	0000	+.973E-05
<A3>	000	0003	0000	0000	+.000E-39
ВРЕМЯ	144	0000	0000	0125	+.038E+02
ЗАПЯТАЯ	100	7777	2436	0000	

– время счета 83 с.

Результаты счета на ЭВМ типа М-222

```
АМ222  ВЕРСИЯ 20.01.73
01-01-1973*09-00
АНАЛИЗ  РАСПРЕДЕЛЕНИЯ   ЧАСТОТ  8Ч  КАНАЛОВ
<ВРЕМЯ0000
<8800Д2

+.0000000000*-00
  К.С.1000000000000000

+.9000000000*+01    +.1000000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.5070603146314664

+.1000000000*+02    +.9000000000*+01 +.1000000000*-01 +.1000000000*+01
  К.С.5070603146314664

+.1000000000*+02    +.1400000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.5102714025047?4

+.1000000000*+02    +.1400000000*+02 +.1000000000*+01 +.2000000000*+01
  К.С.5101514025047?4

+.1000000000*+02    +.1000000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.5107260000000000

+.1100000000*+02    +.1500000000*+02 +.1000000000*+01 +.2000000000*+01
  К.С.4113?410022563?

+.1100000000*+02    +.1700000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.4110435?0157656

+.1100000000*+02    +.1700000000*+02 +.1000000000*+01 +.2000000000*+01
  К.С.4117035?0157655

+.1200000000*+02    +.1700000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.5070?0614253521

+.1200000000*+02    +.1700000000*+02 +.1000000000*+01 +.2000000000*+01
  К.С.5100142?0612572

+.1200000000*+02    +.1700000000*+02 +.1000000000*+01 +.3000000000*+01
  К.С.5102542?0612572

+.1200000000*+02    +.1800000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.4117657745?6041

+.1200000000*+02    +.1800000000*+02 +.1000000000*+01 +.2000000000*+01
  К.С.4102577125410?5

+.1300000000*+02    +.1400000000*+02 +.1000000000*+01 +.2000000000*+01
  К.С.5106043?2041020

+.1400000000*+02    +.1500000000*+02 +.1000000000*+01 +.1000000000*+01
  К.С.4102774106777?7
```

Таблица 7-7

для контрольного примера при $F = 0$

+.0000000000E-00	-.4500000000E+01	-.1333333333E+01
+.0000000000E-00	-.4500000000E+01	-.1333333333E+01
+.1321823800E-00	-.4186781770E+01	-.9614186540E+01
+.1321823800E-00	-.4186781770E+01	-.9614186540E+01
+.0000000000E-00	-.4500000000E+01	-.5800000000E+01
+.3565838070E+01	-.2334361920E+01	-.1176792080E+01
+.1388929400E+01	-.5411078590E+01	-.8236746140E+01
+.1388929400E+01	-.5411078590E+01	-.2236746140E+01
+.0000000000E-00	-.6000000000E+01	-.5266315790E+00
+.0000000000E-00	-.6000000000E+01	-.4526315790E+01
+.0000000000E-00	-.6000000000E+01	-.8526315790E+01
+.1503281230E+01	-.5296718770E+01	-.6965912870E+01
+.1503281230E+01	-.5296718770E+01	-.9659128720E+00
+.0000000000E-00	-.3900000000E+01	-.3236842100E+01
+.7044932650E+00	-.5035580710E+01	-.7548547000E+01

```
+.140000000000+02    +.100000000000+02 +.200000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,4101376147370062

+.140000000000+02    +.130000000000+02 +.200000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,5106043320410200

+.140000000000+02    +.160000000000+02 +.100000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,4116651465146531

+.140000000000+02    +.160000000000+02 +.200000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,4115231465146531

+.150000000000+02    +.900000000000+01 +.100000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,5073240000000001

+.150000000000+02    +.160000000000+02 +.100000000000+01. +.100000000000+01
  K,C,5105065146514603

+.160000000000+02.   +.140000000000+02 +.100000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,4110575473204455

+.160000000000+02    +.140000000000+02 +.100000000000+01 +.200000000000+01
  K,C,4117175473204452

+.160000000000+02    +.150000000000+02 +.100000000000+01 +.100000000000+01
  K,C,5105065146514603

+.190000000000+02    +.100000000000+01 +.100000000000+01. +.100000000000+01
  K,C,4105436575467773

+.110000000000+02    +.170000000000+02
  K,C,0061200000000000

+.120000000000+02    +.180000000000+02
  K,C,0041240000000000
```

КОНЕЦ

```
СОБЫТИЕ: НЕТ.С;РВА.РВ001 7212 0000 0000
СОСТ.С0300 1111 7215 0171
  <РВА>0176 0080 7216 0000
  <КРА>0150 0000 0011 0000
<КРА+1>0160 7610 7600 7601
```

Окончание таблицы 7-7

+.7747124897E+00	-.3025287513E+01	-.3477012577E+01
+.0000000000E+00	-.3999999999E+01	-.3236842105E+01
+.1000000000E+01	-.2888888888E+01	-.3899999999E+01
+.1000000000E+01	-.2800000000E+01	-.1899999999E+01
+.0000000000E+00	-.4588888889E+01	-.6000000000E-01
+.0000000000E-00	-.4300000000E+01	-.1333333333E+01
+.1001288996E+01	-.3598718011E+01	-.3840407911E+01
+.1001288996E+01	-.3598718011E+01	-.4840407911E+01
+.0000000000E+00	-.4300000000E+01	-.1333333333E+01
+.4294478329E+01	-.1305233071E+01	-.1252533461E+01

РАБОТЫ

<A1>	001	0000	0000	0000	.000E-39
<A2>	050	1130	0107	0000	.875E-08
<A3>	000	0000	0000	0000	.000E-39
ВРЕМЯ	144	0000	0000	0131	.890E+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 (1 Нп в рассматриваемом примере), который не учитывается в табл. 7-6 и учитывается в табл.7-7, снижая там соотношение сигнал-помеха на входе приемника. Как следствие, в табл.7-7 получены меньшие значения дефицита разноса частот мешающего передатчика и подверженного селективной помехе приемника.

В частности, строки 5,12 табл.7-7 дают значение $\sim$0,46 кГц для дефицита разноса частот ВЧ каналов 11 и 13, 14 и 10. 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 6,21 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 заграждения ВЧ заградителей ВЛ 10 в область низких частот и установить ВЧ заградители на ВЛ : 3, запирающие частоту переприемного канала связи.

В табл.7-6 и 7-7 выданы строки из двух цифр, указывающие на недопустимость работы передатчиков 11,17 и 12,18 на один фильтр присоединения, так как при имеющихся разносах частот 10 и 11 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 ВЛ 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 Нп (пятое 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 разноса 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.

Глава 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 одни 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 составляются 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 он виден 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, ОБ, ЭМ, ZШ составляются из целых (INTEGER) чисел, а матрицы АП, K1, K2 – из нецелых вещественных (REAL) чисел. Все указанные матрицы являются массивами (ARRAY), т.е. прямоугольными числовыми таблицами. При этом K1 – это матрица-строка из I2 вещественных чисел, что обозначается так: REAL ARRAY K1[1:12].

Остальные матрицы числового материала двухмерные и обозначаются:

– REAL ARRAY K2[1:6,1:4] – это матрица, у которой номера строк изменяются от I до 6 и номера столбцов – от I 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], ОБ[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 указываются название матрицы и индексы (номера строки и столбца, конкретизирующие положение в матрице) рассматриваемого элемента. Ниже приводятся примеры такого использования.

Выражение ML[$\mathcal{L}$,2] обозначает элемент $\mathcal{L}$-й строки и второго столбца матрицы ML (см.табл.5-1), т.е. класс напряжения $\mathcal{L}$-й ВЛ (в соответствии с табл.5-5).

При вызове элемента матрицы MK, находящегося на пересечении $\mathcal{Y}$-й строки и 10-го столбца, записывают MK[$\mathcal{Y}$,10] и получают (см.табл.5-2) частоту $\mathcal{Y}$-го канала связи (в килогерцах).

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 шины подстанции с ВЛ второго класса напряжения (110 кВ) на ВЛ третьего класса напряжения (220 кВ).

Если $\mathcal{L}1$ -я и $\mathcal{L}2$ -я ВЛ подведены к одной подстанции, то вносимое ею в сквозной ВЧ тракт затухание равно элементу матрицы ZШ:

$$\mathcal{F} = ZШ\left[ML\left[\mathcal{L}1,2\right], ML\left[\mathcal{L}2,2\right]\right] \qquad (8\text{-}1)$$

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 $\mathcal{Y}$-й канал связи $\mathcal{L}$-й линией электропередачи, используется выражение:

$$\left(K1\left[ML\left[\mathcal{L},7\right]\right]\times SQRT\left(MK\left[\mathcal{Y},10\right]\right)+ \right. \qquad (8\text{-}2)$$
$$\left. + K2\left[ML\left[\mathcal{L},2\right], ML\left[\mathcal{L},8\right]\right]\times MK\left[\mathcal{Y},10\right]\right)\times ML\left[\mathcal{L},1\right]\times 0.001,$$

эквивалентное первому слагаемому формулы (5-4).

При расчете помех передаче и приему ВЧ каналов связи, основанном на формулах (5-7)-(5-II), уровень передачи $P_{пер}$ φ-го канала связи можно обозначить с помощью выражения

$$АП[МК[\varphi,7],1], \qquad (8-9)$$

не требующего дополнительных пояснений и удобного для арифметических операций.

8.2. Схема энергосистемы и ее задание матрицами инциденций

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 концевых (инцидентных ей) подстанций - элементы 9-го и I0-го столбцов матрицы ML. Содержащаяся в 9-м и I0-м столбцах матрицы ML информация эквивалентна заданию схемы энергосистемы.

Из вычерченной скелетной 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 шинам подстанций энергосистемы;
- о количестве ВЛ, составляющих этот путь;
- о слагаемых, составляющих затухание вдоль кратчайшего пути на рассматриваемой частоте.

Аппарат матриц инциденций 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 инциденций подстанций INTEGER ARRAY ИО[1:P,1:P], которая составляется по следующему правилу:

$$ИО[Ш,Щ_1]=\begin{cases}1, & \text{если } Ш\text{-я и } Щ_1\text{-я подстанции инцидентны;}\\ 0, & \text{если } Ш\text{-я и } Щ_1\text{-я подстанции неинцидентны.}\end{cases}$$

Диагональные элементы матрицы ИО принимаются равными минус 100.

Используем принятый в языке АЛГОЛ оператор цикла

FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO ... ,

который означает: для каждого целочисленного значения параметра Ш, от значения 1 и до значения, равного числу подстанций P, выполняется оператор, стоящий на месте многоточия.

Получаем на языке АЛГОЛ алгоритм составления матрицы ИО:

```
FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO
FOR Щ1:=1 STEP 1 UNTIL P DO
    IF Ш=Щ1 THEN ИО[Ш,Щ1]:=-100 ELSE ИО[Ш,Щ1]:=0;
FOR С:=1 STEP 1 UNTIL L DO                    (8-4)
    ИО[ML[С,9],ML[С,10]]:=ИО[ML[С,10],ML[С,9]]:=1.
```

Нули матрицы ИО означают, что соответствующие подстанции разделены минимум двумя ВЛ.

От ИО перейдем к матрице ИП, которая составляется по следующему правилу: $ИП[Ш,Щ_1]=N$, если Ш-я и $Щ_1$-я подстанции разделены минимум N - ВЛ. Для N=1 соответствующие элементы матрицы ИП - это элементы матрицы ИО, 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 Ш и Ч равенство ИП[Ш,Ч]= N+1 возможно в том и только в том случае, если существует подстанция номер Ц, инцидентная подстанции номер Ч и удаленная от подстанции номер Ш на N ВЛ.

Изложенный алгоритм можно записать на языке АЛГОЛ:

```
FOR Щ:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO
FOR Ч:=1 STEP 1 UNTIL P DO
  IF ИП[Ш,Ч]=0 THEN
  BEGIN FOR Ц:=1 STEP 1 UNTIL P DO
        IF (ИП[Ш,Ц]=Щ)AND(ИП[Ц,Ч]=1)
        THEN ИП[Ш,Ч]:=Щ+1;
  END;
```

(8-5)

Параметр Щ 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 разносом.

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 MK дают тройку координат точки подключения передатчика каждого канала связи, а вторые три столбца матрицы MK – 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 $Ш$ – номер ВЛ, тогда $ML[Ш,9]$ и $ML[Ш,10]$ – номера инцидентных этой ВЛ подстанций. Для одного конца ВЛ получаем пару координат без учета фазы:

{номер подстанции $ML[Ш,9]$, номер ВЛ $Ш$},

для другого конца ВЛ получаем пару координат без учета фазы:

{номер подстанции $ML[Ш,10]$, номер ВЛ $Ш$}.

Если X – номер подстанции, причем $X \neq ML[Ш,9], X \neq ML[Ш,10]$, то точка энергосистемы с координатами $\{X,Ш\}$, с одной стороны, принадлежит ВЛ номер $Ш$, а с другой – не принадлежит ни одному ее концу. Это противоречие означает бессмысленность пары координат $\{X,Ш\}$.

Если осуществить перебор всех ВЛ в энергосистеме – от 1-й до L-й – и для каждой ВЛ поочередно рассмотреть оба ее конца

```
FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL L DO
FOR Ц:= ML[Ш,9], ML[Ш,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 получаемая из выражения (8-6) четверка циклов:

```
FOR Ф:=1 STEP 1 UNTIL L DO
FOR Х:=ML[Ф,9], ML[Ф,10] DO
FOR Ц:=1 STEP 1 UNTIL L DO
FOR Ч:=ML[Ц,9], ML[Ц,10] DO
   IF ABS(ИП[Х,Ч])>0.1 THEN
   BEGIN ...                              (8-7)
```

Условный оператор

```
IF ABS(ИП[Х;Ч])>0.1 THEN ...
```

исключает из перебора пары точек, разделенные более чем четырьмя ВЛ (в соответствии с (8-5) для таких пар точек $ИП[Х,Ч]=0$). Для пар точек с совпавшими номерами подстанций имеем $ИП[Х,Ч]=$ $=-100$ в соответствии с (8-4), так что условие (8-7) выполнено.

Программа осуществляет следующие операции:

а) в цикле по Ш от 1 до 6 для каждого передатчика номер Ш устанавливается его принадлежность точке энергосистемы с координатами

{номер подстанции Х, номер ВЛ Ф};

б) в цикле по Ц от 1 до 6 для каждого приемника номер Ц

устанавливается его принадлежность точке энергосистемы с координатами

{номер подстанции Ч, номер ВЛ Ц}.

Этот перебор пар передатчик - приемник, подключенных в заданной заранее паре точек энергосистемы, осуществляется следующим выражением на языке АЛГОЛ:

```
FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL G DO
FOR Щ:=1 STEP 1 UNTIL G DO
  BEGIN Б:=(МК[Ш,1]=Х) AND (МК[Ш,2]=Ф)
        AND (МК[Щ,4]=Ч) AND (МК[Щ,5]=Ц);
        IF Б=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 Ш-го передатчика точке энергосистемы с координатами {Х,Ф} и принадлежности Щ-го приемника точке энергосистемы с координатами {Ч,Ц} удовлетворяется незначительным (для большинства случаев равным нулю или единице) количеством пар каналов связи: Ш-го и Щ-го.

Для пар каналов, удовлетворяющих условию (8-8), выдвигается дополнительное условие - разнос частот этих каналов должен быть мал:

```
I:=МК[Ш,10]; D:=МК[Щ,10]; М:=МК[Щ,7];
Б:=(ABS(I-D)<0.12×D) AND (ABS(I-D)<АП[М,14]);
```

IF Б=TRUE THEN

BEGIN ... (8-9)

Условие (8-9) исключает из рассмотрения, в частности, пары каналов связи с разносом 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 справедливом 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 ПZ[1:P,1:P] . Элемент ПZ[Ф1,Ф2] этой матрицы равен переходному затуханию (Нп) на частоте 250 кГц между Ф1-й и Ф2-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$[P1,P2]=N+1$, $N+1<4$, сравнивается (по значению затухания на частоте 250 кГц) соединяющие их пути протяженностью в $N+1$ ВЛ.

При составлении матрицы ΠZ 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.I8], но они введены во входной язык транслятора ТА-2М для ЭВМ типа М-20. Смысл процедур-кодов 'ZBZ' - засылка передачи управления, которой нет в языке АЛГОЛ-60, но которая упрощает использование подпрограмм.

Составление матрицы ΠZ 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 ПZ[Ш,Щ]:=77 ELSE ПZ[Ш,Щ]:=0;
  I:=250;
  FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO
  BEGIN COD('ZBZ', MET7, MET8);
        ПZ[ML[C,9],ML[C,10]]:=ПZ[ML[C,10],ML[C,9]]:=W
  END;                                          (8-I0)
```

Оператор, даваемый выражением (8-10), осуществляет заполнение тех элементов матрицы ПZ, которым в матрице ИП соответствуют элементы, равные единице.

Когда закончено заполнение тех элементов матрицы ПZ, которым соответствуют в матрице ИП элементы, равные Щ, тогда по индукции совершаем переход к нахождению кратчайших путей, составленных из Щ+1 ВЛ. По аналогии с (8-5) составляется выражение на языке АЛГОЛ

```
FOR Щ:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO
FOR Ч:=1 STEP 1 UNTIL P DO
  IF ABS(ПZ[Ш,Ч]-77)<0.1 THEN
  BEGIN FOR Ц:=1 STEP 1 UNTIL P DO
        IF (ИП[Ш,Ц]=Щ)AND(ИП[Ц,Ч]=1) THEN
        BEGIN ...                          (8-11)
```

В выражении (8-11) многоточием заменен оператор, добавляющий к затуханию ВЧ тракта от подстанции номер Ш до подстанции номер Ц (по предположению математической индукции, затухание этого тракта из Щ ВЛ известно и равно элементу ПZ[Ш,Ц]) затухание, вносимое подстанцией номер Ц и ВЛ, связывающей подстанции с номерами Ц и Ч.

Результат такого добавления – затухание вдоль одного из путей, имеющего Щ+1 ВЛ и связывающего подстанции Ш и Ч, срав-

нивается с содержанием ячейки ПZ[Ш,Ч] в памяти ЭВМ. Если число в ячейке больше результата последнего расчета, то этот результат заслается в память ЭВМ на место числа в ячейке ПZ[Ш, Ч] , в противном случае результат последнего расчета отбрасывается и в ячейке ПZ[Ш,Ч] остается ранее найденное значение затухания вдоль другого пути, связывающего подстанции номер Ш и Ч.

После перебора всех путей, составленных из Щ+1 ВЛ, в ячейке ПZ[Ш,Ч] 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 ПШ[R,Q] принимается равным номеру ВЛ, с которой начинается кратчайший путь от подстанции Q до подстанции R.

Для ВЛ, номер которой равен числу ПШ[R,Q], *подстанция* Q является одной из концевых. Номер T другой концевой подстанции можно вычислить по формуле

$$T := ML[ПШ[R,Q],9]+ML[ПШ[R,Q],10]-Q; \qquad (8\text{-}12)$$

Тогда элемент ПШ[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.

Выражение на языке АЛГОЛ

```
FOR C:=1 STEP 1 UNTIL L DO
ПШ[ML[C,9],ML[C,10]]:=ПШ[ML[C,10],ML[C,9]]:=C   (8-13)
```

представляет оператор, который начинает составление матрицы ПШ; *дальнейшее заполнение элементов матрицы* ПШ *осуществляется методом* математической индукции по параметру Щ, значение которого равно количеству ВЛ на кратчайшем пути, начинающемся ВЛ, номер которой дается этим элементом матрицы ПШ.

Матрицы ИП, ПZ, 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 ПШ. Оператор, осуществляющий индукцию по параметру Щ, имеет такой окончательный вид:

```
FOR Щ:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
FOR Ш:=1 STEP 1 UNTIL P DO
FOR Ч:=1 STEP 1 UNTIL P DO
   IF ABS(ПZ[Ш,Ч]-77)<0.1 THEN
   BEGIN FOR Ц:=1 STEP 1 UNTIL P DO
         IF (ИП[Ш,Ц]=Щ)AND(ИП[Ц,Ч]=1) THEN
         BEGIN C:=ПШ[Ц,Ч]; E:=ПШ[Ш,Ц];
               COD('ZBZ',MET5,MET6);
               COD('ZBZ',MET7,MET8);
               Y:=ПZ[Ш,Ц]+Z+W;
               IF ПZ[Ш,Ч]>Y THEN
               BEGIN ПZ[Ш,Ч]:=Y;ПШ[Ш,Ч]:=C;
                     IF ИП[Ш,Ч]=0 THEN
                     ИП[Ш,Ч]:=Щ+1
               END
         END;
   END;
```

(8-14)

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 Х, номер ВЛ Ф},
- вторая - с координатами
  {номер подстанции Ч, номер ВЛ Ц},

причем установлено, что в первой точке подключен передатчик Ш-го канала связи, а во второй - приемник Щ-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 Б = TRUE.

В этом случае необходимо вычислить уровень селективной помехи, создаваемой Ш-м передатчиком на входе Щ-го приемника, в частности, произвести расчет переходного затухания между указанными точками энергосистемы на рабочей частоте Ш-го канала связи. В этом расчете используются матрицы ИП, ПZ, 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 (Х=Ч), 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 Ц = 20. Это осуществляется условным оператором:

```
IF X≠Ч THEN
BEGIN IF (МК[Ш,8]≠МК[Щ,8])OR(Ш=Щ) THEN
        BEGIN ...
        END
        ELSE Ц:=20                                    (8-I5)
END;
```

Многоточием в выражении (8-I5) 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 вносится соответствующее слагаемое:

```
С:=ПШ[Ч,X]; Е:=Ф;
IF Ф≠С THEN COD('ZBZ',МЕТ5,МЕТ6)
        ELSE Z:=0;
Ц:=Z; F:=X;                                           (8-I6)
```

Так учитывается переходное затухание подстанции на ближнем конце.

Дальше 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 числом Ч, 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-I2). Выражение этого циклического оператора:

```
MET 3: COD('ZBZ', MET 7, MET 8);
       Ц:=Ц+W; H:=ML[C,9]+ML[C,10]-H;
       IF H=Ч THEN
       BEGIN E:=C; C:=ПШ[Ч,H];
             COD('ZBZ', MET 5, MET 6);
             Ц:=Ц+Z; GO TO MET 3
       END
       ELSE
       BEGIN IF Ц≠C THEN
             BEGIN E:=C; C:=Ц;
                   COD('ZBZ',MET 5,MET 6);
                   Ц:=Ц+Z
             END                                    (8-I7)
       END;
```

Если номера подстанций совпадают $(X=Ч)$, то вместо выражений (8-I5) – (8-I7) – они заменены многоточием в нижеследующем выражении – осуществляется другой оператор:

```
IF X≠Ч THEN ... ELSE
BEGIN IF Ф=Ц THEN
      BEGIN IF MK[Ш,3]≠MK[Щ,6] THEN
            U:=2.75-0.25×(4-ML[Ф,2]) ELSE U:=0
      END
      ELSE
      BEGIN C:=MK[Ш,2]; E:=MK[Щ,5];
            COD ('ZBZ',MET 5,MET 6); U:=Z;
            IF (MK[Ш,3]≠MK[Щ,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 избирательности приемников

Рассмотрим завершающий этап расчета мешающего сигнала на входе приемника, когда закончено вычисление переходного затухания U между точками подключения Ш-го передатчика и Щ-го приемника, причем расчетная частота – рабочая частота мешающего передатчика, и найден разнос частот Ш-го и Щ-го каналов:

$$Q := ABS(MK[Ш,10] - MK[Щ,10]).$$

Уровень помехи на входе приемника Щ$_1$-го канала, создаваемой передатчиком Ш$_2$-го канала, определяется по формуле (5-10) как разность уровня передачи Ш$_2$-го канала и вычисленного переходного затухания:

$$(5.8+(94.8-100\times АП[Ш,3]+5.2\times АП[Ш,3]\uparrow 2)/198)\times АП[Ш,9]+$$
$$+АП[Ш,1]\times(1-АП[Ш,9])-И-0.5\times ABS(2-МК[Ш,3]). \quad (8\text{-}19)$$

Последнее слагаемое учитывает ослабление сигнала, вызванное подключением передатчика к крайней фазе ВЛ.

Уровень помехи сравнивается с уровнем приема Щ$_1$-го канала, уменьшенным на значение запаса по перекрываемому затуханию, с учетом гололеда:

$$АП[Щ,2]+0.6\times(5-ML[МК[Щ,5],2])-АП[Щ,4]-Т/2. \quad (8\text{-}20)$$

Разность чисел (8-20) и (8-19) дает минимальное значение отношения сигнал - помеха на входе приемника Щ$_1$-го канала связи. Можно построить точку на плоскости, у которой ордината равна этой разности, а абсцисса - разносу частот Ш$_2$-го и Щ$_1$-го каналов связи. Эту точку можно сопоставить с кривой избирательности приемника Щ$_1$-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 Щ$_1$-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[Щ,7],5] THEN V:=100 ELSE
BEGIN IF W<АП[МК[Щ,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 разносом частот Ш-го и $Ш_7$-го каналов связи.

В строке матрицы АП, соответствующей типу аппаратуры $Ш_7$-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:=МК[Ш,7];
МЕТ4: IF W>АП[K,7+J] THEN V:= Q-АП[K,6+J]-
      -(W-АП[K,5+J])×(АП[K,8+J]-
      -АП[K,6+J])/(АП[K,7+J]-АП[K,5+J])
      ELSE
      BEGIN J:=J+2; GO TO МЕТ4
      END.
```
(8-22)

В случае переприема без смены частот, который выделяется соответствующим условным оператором, кривая избирательности приемника фактически не используется, поскольку разнос частот равен нулю, но программа проверяет выполнение следующего условия: минимальный уровень полезного сигнала на 1,5 превосходит уровень помехи:

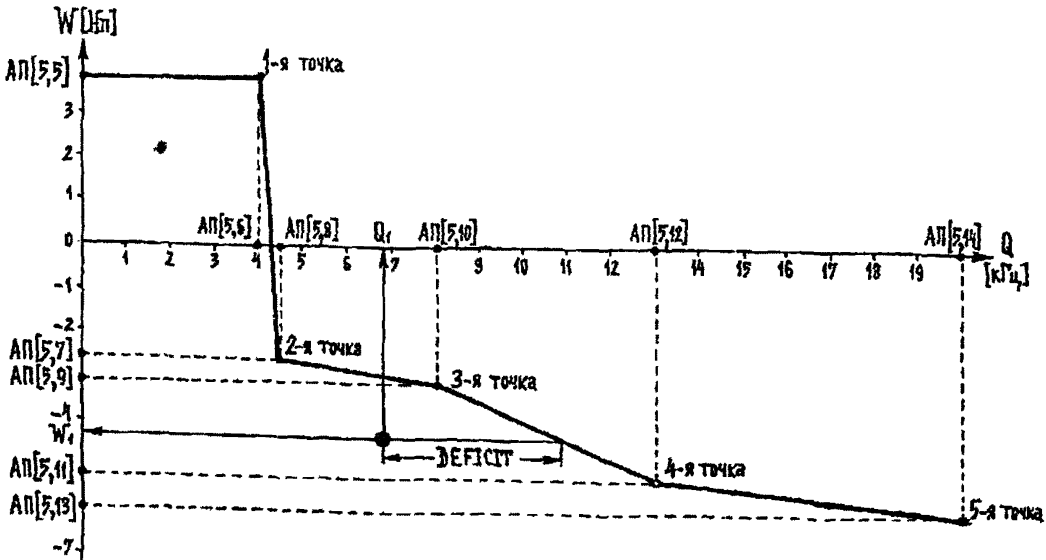


Рис.8-I. Приближенная кривая избирательности приемника ВЧ аппаратуры типа АСК-РС, восстанавливаемая АЛГОЛ-программой по 5-й строке матрицы АП (см. табл. 5-II), и анализ помех приему для частного случая $W_1 = -4.2$; $Q_1 = 6.8$, изображенного точкой ● ; в этом частном случае $\gamma = 4$ в формуле (8-22) и дефицит разноса частот DEFICIT $= V = -4$ кГц.

```
IF (МК[Ш,8]-МК[Щ,8])AND(МК[Ш,1]=МК[Щ,4])
THEN  V:=W-1.5;                                    (8-23)
```

В выражении (8-22) величина V есть результат сравнения существующего разноса частот Q каналов связи номер $Ш$ и номер $Щ$ с минимально допустимым разносом 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-I).

В формуле (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, ВП, фаз рассматриваемой пары точек энергосистемы:

```
IF (Ш≠Щ)AND(0=ABS(МК[Ш,1]-МК[Щ,1])+
+ABS(МК[Ш,2]-МК[Щ,2])+ABS(МК[Ш,3]-МК[Щ,3]))
THEN ...                                           (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.

```
IF (ABS(I-D)<0.1×I) OR (ABS(I-D)<0.1×D) OR
   (ABS(I-D)<10) THEN ...                          (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 Ш -й передатчик имеет R подканалов и Щ -й передатчик имеет S подканалов, тогда эти крайние частоты (кГц) равны I и $I+4\times R-1$ для Ш -го передатчика, D и $D+4\times S-1$ для Щ -го передатчика.

Если занятые передатчиками полосы частот не перекрываются, то расстояние между ними на оси частот дается величиной Q, определяемой из выражения:

```
IF I<D THEN Q:=D-I-4×R+1 ELSE Q=I-D-4×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 Ш:=1 STEP 1 UNTIL G DO
FOR Щ:=Ш+1 STEP 1 UNTIL G DO
  IF (МК[Ш,1]=МК[Щ,1])AND(МК[Ш,2]=МК[Щ,2])
    AND(МК[Ш,3]=МК[Щ,3]) THEN
  BEGIN I:=МК[Ш,10]; D:=МК[Щ,10];
        R:=АП[МК[Ш,7],3]; S:=АП[МК[Щ,7],3];
    IF I<D THEN Q:=D-I-4×R+1 ELSE Q:=I-D-4×S+1;
    IF (Q<0.1×I)OR(Q<0.1×D)OR(Q<8) THEN ...
```

8.9. Учет многоканальности аппаратуры высокочастотной связи

Если аппаратура Ш-го канала связи R-канальна и аппаратура $Ш_1$-го канала связи S-канальна, то все подканалы аппаратуры ВЧ связи рассматриваются как независимо работающие в энергосистеме каналы связи по проводам ВЛ. В этом случае следует сопоставить каждый из R подканалов Ш-го передатчика с каждым из S подканалов $Ш_1$-го приемника, осуществляя в каждом сопоставлении проверку ограничения разноса частот с использованием выражения (8-9). Следовательно, это выражение должно быть переписано в виде:

```
I:= МК[Ш,10]; D:= МК[Щ,10]; К:= МК[Щ,7];
M:= МК[Ш,7]; R:= АП[M,3]; S:= АП[К,3];
МЕТ 9: Б:= (ABS(I-D)< 0.12*D) AND
          (ABS(I-D)< АП[M,14]);
IF Б=TRUE THEN
BEGIN ...                                    (8-26)
```

Далее для первого подканала Ш-го передатчика и первого подканала $Ш_1$-го приемника выполняются операторы (8-15) - (8-23), т.е. осуществляется в полном объеме сопоставление этих подканалов.

Если проверка устанавливает наличие других подканалов в $Ш_1$-м приемнике, то с первым подканалом Ш-го передатчика сопоставляется второй подканал $Ш_1$-го приемника. Для этого достаточно сдвинуть на 4 кГц частоту приемника и уменьшить на единицу количество пока не рассмотренных каналов в $Ш_1$-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 Ш$_1$-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 Ш$_1$-го приемника, а в ячейке D восстанавливается частота первого подканала этого приемника. Затем вместо первого подканала Ш-го передатчика в рассмотрение вводится второй подканал:

```
S:= АП[K,3];  D:= МК[Ш1,10];
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 Ш$_1$-го приемника.

Таким образом производится проверка возможности нормальной совместной работы каждого подканала Ш-го передатчика с каждым подканалом Ш$_1$-го приемника. Если номера передатчика и приемника совпадают: Ш=Ш$_1$, то проверяется работоспособность канала связи номер Ш. Фактически выполняется, что рабочая частота Ш-го канала меньше максимально допустимой частоты для соответствующего

ВЧ тракта[1]. Сопоставлению 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 ВЦ 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 недостающем разносе 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 разносу частот Q передатчиков ордината кривой линейного фильтра $Ш_r$-го передатчика (максимальный уровень мешающего сигнала на входе этого передатчика) меньше, чем уровень сигнала от $Ш$-го передатчика.

Для выполнения оператора печати формируется и выдается в виде строки на бумажную ленту АЦПУ массив $П1[1:2]$. Формирование

---

1. Следует отметить, что результаты сопоставления рабочей частоты канала с $f_{макс}$, выдаваемые при работе АЛГОЛ-программы, не рекомендуется 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('Р2-10',П1)
END.                                        3-29)
```

При выдаче информации о помехах приему различаются два случая - совпадение или несовпадение номеров передатчика и приемника.

Если номера совпадают ($Ш=Щ_i$), то сигнал на входе приемника $Щ_i$-го канала связи, создаваемый $Щ$-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 ветвителями 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 $Ш \neq Щ_i$, то сигнал на входе $Щ_i$-го приемника, создаваемый передатчиком номер $Щ_i$ - это селективная помеха, и разность W равна минимальному значению разности уровней сигнал - помеха. На кривой избирательности $Щ_i$-го приемника ордината точки, абсцисса которой равна разносу 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 АПУ массива $П2[1:7]$ в виде строки. Формирование элементов этого массива различается при $Ш=Щ_i$ и $Ш \neq Щ_i$, как видно из следующего выражения:

```
П2[1]:= Ш; П2[2]:= Щ;
П2[3]:= АП[M,3]-R+1 ; П2[4]:= АП[K,3]-S+1;
П2[5]:= U; П2[6]:= W; П2[7]:= V;
IF Ш≠Щ THEN INOUT ('Р2-10', П2) ELSE
BEGIN IF (R=S)AND(W+1>0) THEN
      BEGIN П2[7]:= МК[Ш,10]; INOUT ('Р2-10', П2)
      END
END.
```

(8-30)

8.II. Процедуры-коды расчетных формул для переходных затуханий, вносимых подстанциями и линиями электропередачи

При вычислении затухания, вносимого в ВЧ тракт подстанцией, используется не номер подстанции, а номера C и E 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 шинами подстанции затухание определяется в соответствии с формулой (8-I) классом напряжения ВЛ номер C и E.

Расчет производится в случае, когда имеется ВЧ обход с ВЛ номер C на ВЛ номер E мимо шин подстанции, инцидентной обеим ВЛ. В этом случае у матрицы ОБ имеется строка из целых чисел C, E или целых чисел E, C ; через ⌈⌉ обозначим номер строки. В первом случае (сначала номер ВЛ C , затем номер ВЛ E) равен нулю первый сомножитель выражения

$$(C - ОБ[2\times⌈⌉-1])\times(C - ОБ[2\times⌈⌉]) \qquad (8\text{-}3I)$$

и второй сомножитель выражения

$$(E-ОБ[2\times J-1])\times(E-ОБ[2\times J]). \qquad (8\text{-}32)$$

Во втором случае (сначала номер ВЛ E, затем номер ВЛ C в J-й строке матрицы ОБ) 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 ОБ находится перебором всех строк этой матрицы из следующего выражения:

```
Y:=0;
FOR J:=1 STEP 1 UNTIL A DO
  IF ABS((C-ОБ[2×J-1])×(C-ОБ[2×J]))+ABS((E-
  -ОБ[2×J-1])×(E-ОБ[2×J]))=0 THEN Y:=1.        (8-33)
```

Таким образом, число Y становится равным единице или нулю в зависимости от наличия или отсутствия ВЧ обхода, связывающего ВЛ номер C и E.

Аналогично выражение оператора, который проверяет наличие параллельного пробега ВЛ с номерами C и E при подходе к инцидентной им подстанции, а также вычисляет переходное затухание Q через электромагнитную связь ВЛ, шунтирующую шины подстанции:

```
Q:=20;
FOR J:=1 STEP 1 UNTIL B DO
  IF ABS((C-ЭМ[3×J-2])×(C-ЭМ[3×J-1]))+
    +ABS((E-ЭМ[3×J-2])×(E-ЭМ[3×J-1]))=0
  THEN Q:=0.67+0.57×SQRT(ЭМ[3×J]).          (8-34)
```

При отсутствии параллельного пробега ВЛ номер C и E переходное затухание электромагнитной связи ВЛ считается равным 20, а при наличии параллельного пробега переходное затухание электромагнитной связи вычисляется как функция ширины сближения ЭМ[3×J] между ВЛ номер C и E.

Путь через шины подстанции, инцидентной ВЛ номер C и E, имеет затухание, равное соответствующему классу напряжений ML[C,2] и ML[E,2] элементу матрицы ZШ:

$$F := ZШ[ML[C,2], ML[E,2]], \qquad (8\text{–}35)$$

и увеличивается при наличии ВЧ заградителей, полоса заграждения которых содержит частоту I распространяющегося сигнала, если только ВЛ C и E имеют общий класс напряжения. Каждый такой заградитель увеличивает затухание через шины подстанции на единицу:

```
IF ML[C,2]=ML[E,2] THEN
FOR J:= C,E DO
    IF (ML[J,5]<I)AND(I< ML[J,6])          (8–36)
    THEN  F:=F+1.
```

Вносимое подстанцией в ВЧ тракт затухание Y вычисляется по формуле

$$Y := F \times (1-Y) + 0.8 \times Y \qquad (8\text{–}37)$$

и равно числу F, найденному из выражений (8–35) и (8–36), при отсутствии обхода и 0,8 при наличии ВЧ обхода шин подстанции, связывающего ВЛ номер C и E.

Для учета возможной электромагнитной связи ВЛ, имеющих сближение на подходе к рассматриваемой подстанции, формула (8–37) дополняется следующим оператором:

$$Z := Q + Y - LN\left(EXP(2\times Q) + EXP(2\times Y)\right)/2. \qquad (8\text{–}38)$$

При отсутствии сближения ВЛ Q имеет значение 20, в силу (8–34), а значение затухания Y, как правило, не превосходит 10. При этом $EXP(2\times Q) \gg EXP(2\times Y)$, поэтому LN(EXP(2×Q)+

$+EXP(2\times Y))=2\times Q$, следовательно, $Z\cong Y$.

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 COD('ZBZ', MET 5, MET 6) . Отметим, что в официальном сообщении о языке АЛГОЛ-60 эта процедура-код отсутствует [Д.18].

Процедура-код COD('ZBZ', MET 7, MET 8) вычисляет значение W переходного затухания, вносимого ВЛ номер C на частоте I. Этот оператор передает управление на метку MET 7, где записано выражение

$$\begin{aligned} &MET\ 7:\ W:=(K1[ML[C,7]]\times SQRT(I)+\\ &\quad +K2[ML[C,2],ML[C,8]]\times I)\times ML[C,1]\times 0.001+\\ &\quad +ML[C,3]\times 0.4+ML[C,4]\times 0.6;\\ &MET\ 8:\ COD('RETURN'); \end{aligned} \qquad (8\text{-}39)$$

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 вручную, 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 умещающиеся в МОЗУ-1, засылаются 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 десятеричной 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 засылается 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, теряется. 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, ПС, ПШ, как видно из выражения (8-14). Если соответствующие массивы числового ма-

---

* Число 29_{10} – в десятеричной системе, число 35_8 – в восьмеричной системе.

териала считываются с МБ в МОЗУ-0 и не умещаются в оперативной памяти одновременно, то между арифметическими и логическими операторами над элементами указанных матриц, записанными в (8-I4), рабочая программа будет выполнять считывание одного массива с затиранием другого, на место которого в МОЗУ-0 производится считывание. Такое затирание с потерей информации будет производиться многократно для каждого значения U параметра внутреннего цикла в выражении (8-I4), т.е. очень часто.

Считывание с МБ в МОЗУ 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 МОЗУ-0. Этот принцип будет соблюден, если все рабочие массивы, получившие при трансляции место на МБ, смогут одновременно разместиться в МОЗУ-0 без наложения.

8.I3. Принцип сжатия информации при ее хранении в памяти ЭВМ

Соблюдение принципа однократного считывания рабочих массивов с МБ в МОЗУ-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 МОЗУ-I примерно $I024_{I0}=2000_8$ ячеек памяти независимо от параметров энергосистемы и каналов связи в ней. Распределению подлежат остальные ячейки МОЗУ-I.

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 заслан

в свободные от программы ячейки МОЗУ-I, за исключением массивов ИП[1:P,1:P], ПZ[1:P,1:P], ПШ[1:P,1:P], каждый из которых занимает P^2 ячеек памяти, где P - число подстанций энергосистемы. Эти три массива при трансляции получат место на МБ.

В ходе работы программы числовые массивы ИП, ПZ, ПШ будут считаны с МБ в МОЗУ-0 и, если соблюден принцип однократного считывания с МБ, разместятся в МОЗУ-0 без наложения. Это возможно лишь при выборе числа P подстанций энергосистемы из неравенства

$$3P^2 \leqslant 128 \cdot 29 = 3712. \qquad (8\text{-}40)$$

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

$$P \leqslant 60, \qquad (8\text{-}41)$$

которое удовлетворяется для большинства предприятий электросетей и 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 Б 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 требуются все разряды ячейки памяти ЭВМ. Недиагональный элемент матрицы ИП может принимать значения 1,2,3,4, т.е. умещается в трех двоичных разрядах ($4_{10}=100_2$). Элементами матрицы ПШ служат номера ВП, 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.

Проиллюстрируем принцип сжатия информации на примере трех элементов ИП[Ш,Щ], ПZ[Ш,Щ], ПШ[Ш,Щ] рассматриваемых трех матриц.

Положим ПШ[Ш,Щ] = Ц, т.е. кратчайший путь от подстанции номер Щ до подстанции номер Ш начинается с ВП номер Ц; пусть ИП[Ш,Щ] = Ф, следовательно, этот путь состоит из Ф ВП; пусть ПZ[Ш,Щ] = Z, т.е. на частоте 250 кГц затухание вдоль этого пути составляет Z Нп. Тогда определим вещественное (нецелое) число

$$IZ[Ш,Щ] = 1000\times Ц + 100\times Ф + Z. \quad (8\text{–}42)$$

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:

$$Ц := \mathrm{ENTIER}\,(IZ[Ш,Щ]/1000); \quad (8\text{–}43)$$

$$Ф := EN\ IER((IZ[Ш,Щ_ц]- - 1000 \times ENTIER(IZ[Ш,Щ_ц]/1000))/100); \quad (8\text{-}44)$$

$$Z := IZ[Ш,Щ_ц] - 1000 \times ENTIER(IZ[Ш,Щ_ц]/1000) - - 100 \times ENTIER((IZ[Ш,Щ_ц]- - 1000 \times ENTIER(IZ[Ш,Щ_ц]/1000))/100). \quad (8\text{-}45)$$

Если номер $Щ_ц$ ВЛ меньше I0, то соответствующий элемент матрицы IZ имеет порядок величины $I0^4$. Если номер ВЛ удовлетворяет неравенству $I0 \leq Щ_ц < I00$, то соответствующий элемент матрицы IZ имеет порядок величины $I0^5$.

Если кратчайший путь в энергосистеме между подстанциями номер Ш и $Щ_ц$ состоит более чем из четырех ВЛ ($Ф > 4$), 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

$$IZ[Ш,Щ_ц] := 77; \quad (8\text{-}46)$$

При этом выражения (8-43) - (8-45) становятся излишними.

Наконец, диагональным элементам матрицы IZ присваивается значение минус I00.

8.I4. Распределение памяти ЭВМ для АЛГОЛ-программы анализа распределения частот высокочастотной связи в энергосистеме

Если, используя принцип сжатия информации при ее хранении в памяти ЭВМ, заменить тройку матриц $ИП$, $ПZ$, $ПШ[1:Р,1:Р]$ одной матрицей $IZ[1:Р,1:Р]$, то в рассматриваемой программе принцип однократного считывания рабочих массивов с МБ в МОЗУ-0 сведется к размещению матрицы IZ в МОЗУ-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 МОЗУ-I. Поскольку массивы ML, ОБ, ЭМ, МК занимают в МОЗУ-I количество ячеек, пропорциональное числам L, A, B, G, соответственно, размещение этих массивов вместе с рабочей программой, массивами АП, ZШ, K1, K2 и переменными величинами программы в МОЗУ-I накладывает ограничения на величины L, A, B, G.

Число L ВЛ следует выбирать несколько большим числа P подстанций в той же энергосистеме, имея в виду возможность связи пары подстанций более чем одной ВЛ в некоторых случаях. Поэтому принимается ограничение

$$L \leq 80. \qquad (8\text{-}47)$$

Число A ВЧ обходов шин подстанций в энергосистеме выбирается вдвое меньшим числа подстанций P, т.е. принимается ограничение

$$A \leq 30. \qquad (8\text{-}48)$$

Число B участков параллельного пробега ВЛ на подходах к подстанциям принимается в соответствии с ограничением

$$B \leq 27. \qquad (8\text{-}49)$$

С использованием ограничений (8-47) - (8-49) можно рассчитать распределение памяти МОЗУ-I для рабочей программы и простых переменных (предполагаем, что они займут в МОЗУ-I ячейки 0011-2000) и рабочие массивы. При этом используется табл.8-I.

Таблица 8-I

Массив		Количество занятых ячеек	
Наименование	Размерность	в десятеричной системе	в восьмеричной системе
АП	[I:20, I:I4]	280	430
ZШ	[I:6, I:6]	36	44
K1	[I:I2]	I2	I4
K2	[I:6, I:4]	24	30

Окончание таблицы 8-I

Массив		Количество занятых ячеек	
Наименование	Размерность	в десятеричной системе	в восьмеричной системе
П1	[I:2]	2	2
П2	[I:7]	7	7
ML	[I:80, I:I0]	800	I440
ОБ	[I:30, I:2]	60	74
ЭМ	[I:27, I:3]	8I	I2I
МК	[I: G, I:I0]	GxI0	

Получается распределение памяти МОЗУ-I:

- ячейки 00II-I735 - оттранслированная программа и простые переменные;
- ячейки I736-2365 - массив АП;
- ячейки 2366-246I - 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 5540-7I77 - массив ML;
- ячейки 7200-7477 - рабочее поле ИС-22;
- ячейки 7500-7777 - первая часть ИС-22.

Итак, для массива МК имеем свободных ячеек $26I4_8=I420_{I0}$, поэтому для числа G симплексных каналов связи в энергосистеме из выражений (8-47) - (8-49) получается ограничение

$$G \leq 142, \qquad (8\text{-}50)$$

обеспечивающее максимально возможное использование памяти МОЗУ-I, 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 ВД без промежуточных усилителей не превосходит 7I.

Распределение памяти МОЗУ-О получается таким:

- ячейки 0001-0077 - табл.I и 2 для СП-0070 (так называемые часы),

- ячейки 0100-7277 - "страницы" для СП-С370, 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 транслляторе ТА-2М обычно работает автоматически, засылая наибольшее возможное количество массивов в МОЗУ-I 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 МОЗУ-I.

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 МОЗУ-I, засылается на МБ вместе с массивом IZ , так что при работе такой программы будет нарушаться принцип однократного считывания с МБ в МОЗУ-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 МОЗУ-I автоматически используется транслятором лишь ячейки до 1735-й, а все остальные заполняются в соответствии с комментарием для исполнения

```
COMMENT DO IZ,3600, АП,MOZ,001736,
ОБ,MOZ,002366, ZШ,MOZ,002462, П1,MOZ,002526,
П2,MOZ,002530, К1,MOZ,002537,К2,MOZ,002553,
ЗМ,MOZ,002603,МК,MOZ,002724,ML,MOZ,005540;
```

Этот комментарий для каждого массива, кроме IZ , указывает его адрес в МОЗУ-I, соответствующий распределению памяти разд.8.I4.

Автоматически распределяется транслятором память в МОЗУ-I до ячейки I736-й (сюда засылается оттранслированная программа вместе с простыми переменными) и память на МБ (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 АП, 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 К1[1:12], К2[1:6,1:4], АП[1:20,1:14],
    ZШ[1:6,1:6], П1[1:2], П2[1:7];
    COMMENT DO К1,MOZ,002537, К2,MOZ,002553,
                ZШ,MOZ,002462, АП,MOZ,001736,
```

```
П1,MOZ,002526,П2,MOZ,002530;
INOUT ('R10-2', 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 ВЦ и должны быть в памяти перед вводом массивов ОБ, ЭМ, ML, MK, конкретизирующих энергосистему и ее каналы связи. Ввод этих изменяющихся от расчета к 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], MK[1:G,1:10];
    COMMENT DO IZ,3600,ОБ,MOZ,002366,
                  ЭМ,MOZ,002603,ML,MOZ,005540,
                  MK,MOZ,002724;
                  INOUT ('R10-2',ОБ,ЭМ,ML,MK);
                  INOUT ('P2-10',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, ML, MK*.

В этом же первом блоке находится первый оператор печати INOUT ('P2-10', F), фиксирующий на бумажной ленте ЭВМ расчетное значение коэффициента учета запаса по перекрываемому затуханию.

Список использованной литературы

1. Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по проводам линий электропередачи напряжением 35, 110, 220, 330 и 500 кВ. БТИ СЗТРЭС, 1964, 76 с.
2. Агафонов С.С., Каган В.Г., Михайлов К.Е., Цитвер И.И. Проектирование высокочастотных каналов по линиям электропередачи. М., "Энергия", 1967, 400 с.
3. Костенко М.В., Перельман Л.С., Шкарин 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. Микуцкий Г.В., Скитальцев В.С. Высокочастотная связь по линиям электропередачи. М., "Энергия", 1969, 447 с.
6. Цитвер И.И., Шкарин Ю.П. Разделительный высокочастотный фильтр на ВЛ 500 кВ.-"Электрические станции", 1973, № 10, с.81-83.
7. Цитвер И.И., Иванов 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. Шкарин 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. Куравлев Э.Н. Радиопомехи от коронирующих линий электропередачи. М., "Энергия", 1971, 199 с.

10. Быховский Я.Л., Кафиева К.Я. Высокочастотная связь в энергосистемах. М., "Энергия", 1974, 150 с.

11. Зельцер А.Н., Катан В.Г., Книжник Р.Г. Элементы присоединения аппаратуры к изолированным проводам расщепленной фазы.-В научно-техническом сборнике Энергосетьпроекта. 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 Симпозиуме 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-I/74 "Определение минимально допустимого уровня порога чувствительности приемников высокочастотных каналов релейных защит". СЦНТИ ОРГРЭС, I974.
17. Микуцкий Г.В. Устройства обработки и присоединения высокочастотных каналов. М., "Энергия", I974, I99 с.
18. Алгоритмический язык АЛГОЛ-60. Пересмотренное сообщение. Перевод с английского под редакцией А.П.Ершова, С.С.Лаврова и М.Р.Шура-Бура. "Мир", I965.
19. Брудно А.Л. АЛГОЛ. "Наука", I968.
20. Козловская Т.Я., Кузнецова Т.П., Крус В.П., Яковский Ю.М. Инструкция по эксплуатации математического обеспечения ТА-2М. АН СССР, Комиссия по эксплуатации вычислительных машин, Москва, I969.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение 3

ЧАСТЬ I

ВЫБОР ЧАСТОТ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ

Глава I. Выбор частот высокочастотных каналов 9

I.I. Общие положения 9

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

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 повреждений 62

Глава 2. Электрический расчет высокочастотных каналов 64

2.I. 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

Глава 3. Пояснения к главам I и 2 ..... 9I

Глава 4. Примеры выбора частот высокочастотных каналов II4

ЧАСТЬ II

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Глава 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

Глава 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

Глава 7. Пример расчета по программе анализа распределения частот 238

Глава 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 инцидений 264

8.3. Принцип 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, вносимых подстанциями и линиями электропередачи 289

8.12. Использование памяти ЭВМ программами, составленными транслятором ТА-2М 292

8.13. Принцип сжатия информации при ее хранении 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: Е.В.Крикова Л.Ф.Петрухина

18,08 уч.-изд.л. Цена I руб. 8I коп. Заказ 360/74 (II/77)

28/II 1977 г. Тираж I500 экз.

gost.e-ecolog.ru

Ротапринт СПО ОРГРЭС

I09432,Москва,Ж-432,2-й Кожуховский проезд,д.29,корп.6