

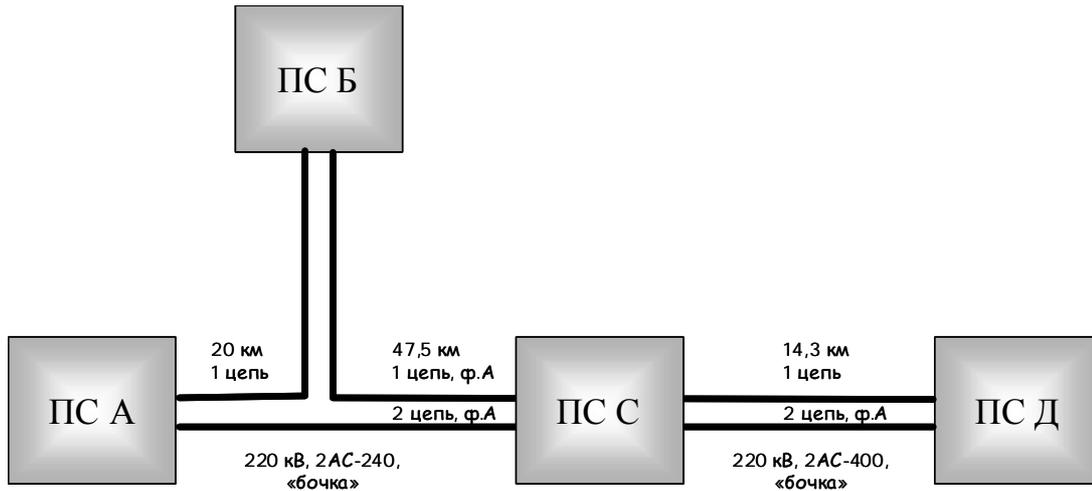
Цифровые речевые ВЧ каналы III (пример проектирования)

Пример 2: ПС Б находится в разрыве 1 цепи двухцепной ВЛ 220 кВ («бочка»), соединяющей ПС А и ПС С.

Присоединение: фаза А – земля, заградители ВЗ-1250/80-164 и ВЗ-1250/145-1000, все фильтры ФПМР-3200/77-1000, кабель РК-75-9-12 300 м.

Доступные полосы частот ВЧ каналов: ПС А-С 340-344/384-388 кГц, ПС Б-С 104-112/136-144 кГц, ПС С-Д 352-356/456-460 кГц.

Район по гололеду – II (9 дБ).



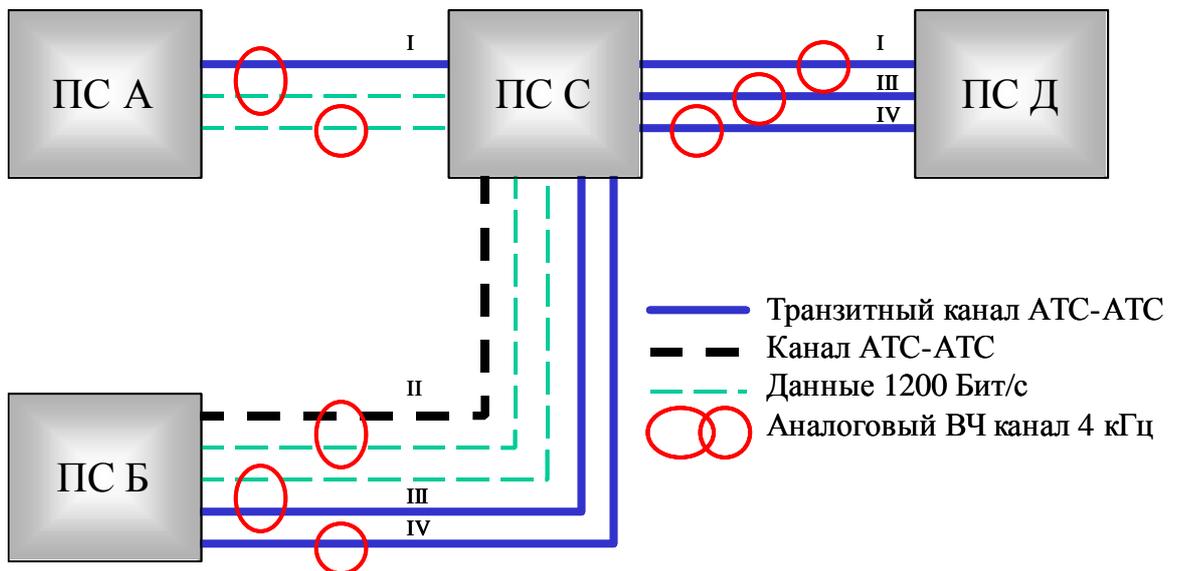
Требуемая нагрузка:

- ПС А-С 2 канала данных 1.2 кБит/с RS232/C2
- ПС А-Д 1 речевой канал
- ПС Б-С 1 речевой канал, 2 канала данных 1.2 кБит/с RS232/C2
- ПС Б-Д 2 речевых канала

Требуется найти оптимальную схему построения ВЧ системы передачи информации, и выбрать тип используемой аппаратуры.

Решение: Для реализации требуемой нагрузки системы передачи информации по классической ВЧ технологии требуется использование:

- На ВЛ ПС А-С двухканальной ВЧ аппаратуры (8 кГц)
- На ВЛ ПС Б-С трехканальной ВЧ аппаратуры (12 кГц)
- На ВЛ ПС С-Д трехканальной ВЧ аппаратуры (12 кГц)



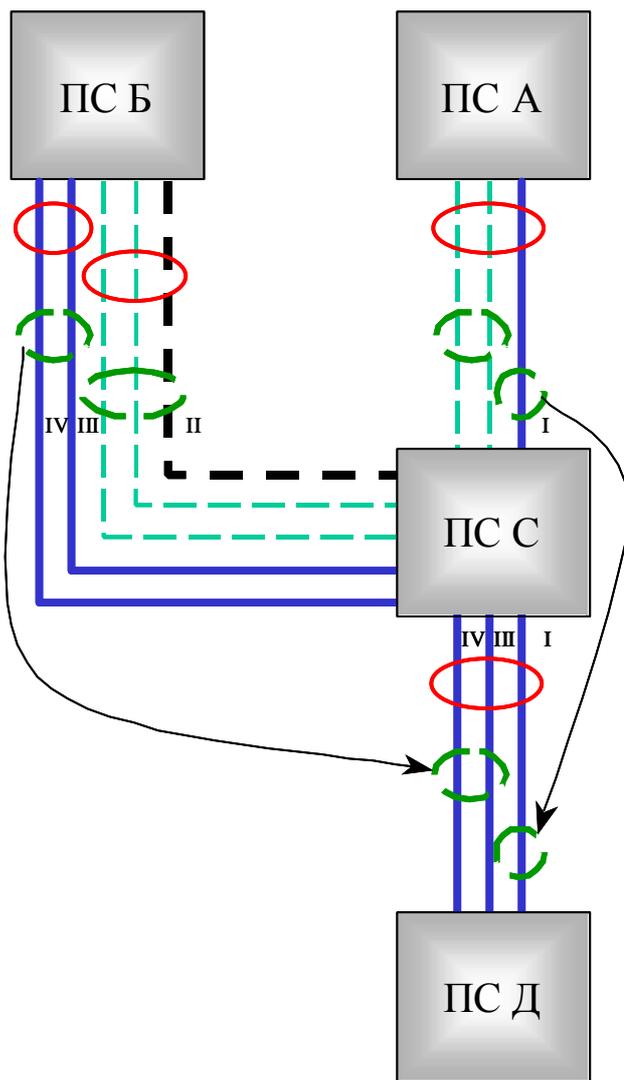
Данное решение не удовлетворяет требованиям Задания с точки зрения занимаемых полос частот. Следовательно, необходимо использовать цифровые ВЧ каналы связи.

1 вариант:

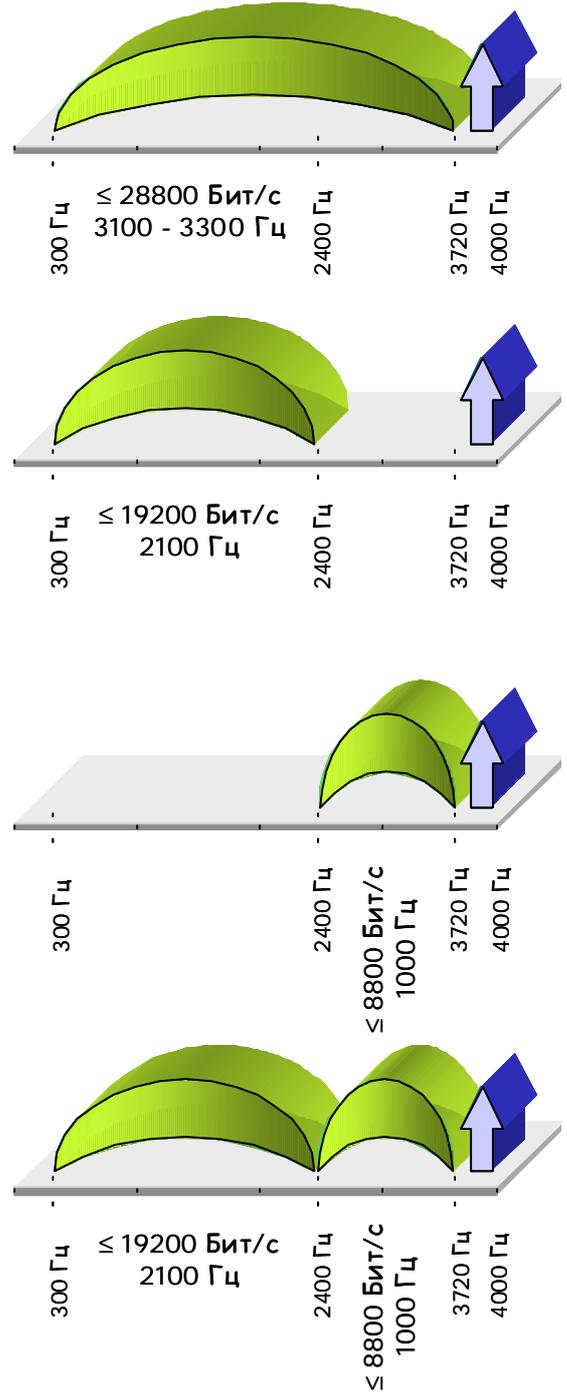
Поскольку факторами, наиболее существенно влияющими на качество речевых ЦВЧ, являются время задержки и наличие переприемов с декодированием, то необходимо найти такое решение структуры системы передачи, где они будут отсутствовать.

Из анализа загрузки каналов передачи следует, что:

- часть телефонных каналов, поступающих на ПС С, являются транзитными (I, III, IV)
- если удастся найти техническое решение, обеспечивающее транзит ЦВЧ с этими сигналами через ПС С без декодирования, то будут обеспечены наилучшие условия передачи с точки зрения переприемов (задержки передачи)



- Транзитный канал АТС-АТС
- - - Канал АТС-АТС
- - - Данные 1200 Бит/с
- Аналоговый ВЧ канал 4 кГц
- Цифровой подканал 2.1 кГц
- Цифровой подканал 1 кГц
- Цифровой подканал 3.1 кГц



Устройства АМХ могут работать с частотами модулятора от 1 кГц до 7.3 кГц. Это дает возможность разделить доступный спектр частот ВЧ канала 4 кГц на два независимых цифровых подканала 1 кГц и 2.1 кГц.

Тогда транзитный телефонный канал с ПС А на ПС Д можно реализовать следующим образом: 4 кГц ВЧ канал ПС А-С разбивается на две части¹⁹ 1 кГц (2.4-3.4 кГц) и 2.1 кГц (0.3-2.4 кГц).

В подканале 2.1 кГц работает АМХ1-А (передача двух каналов данных 1200 Бит/с между ПС А и С). В подканале 1 кГц работает АМХ2-А (передача I речевого сигнала с ПС А).

На ПС С сигналы данных распаковываются устройством АМХ1-С. Подканал 1 кГц (без упаковки, как аналоговый сигнал) через четырех проводное окончание вводится в 4 кГц ВЧ канал между ПС С и Д.

На ПС Д транзитный 1 кГц ЦВЧ распаковывается устройством АМХ2-Д, за счет чего для цифрового речевого канала I ПС А-Д выполняется требование по отсутствию переприема с декодированием на ПС С.

Аналогичная процедура выполняется с телефонными каналами III и IV с ПС Б на ПС Д.

В первом 4 кГц ВЧ канале с ПС Б выделяется диапазон частот 2.1 кГц (0.3-2.4 кГц) по которому передаются речевые сигналы III и IV (устройство АМХ3-Б). Во втором 4 кГц ВЧ канале в диапазоне частот 3.1 кГц (0.3-3.4 кГц) организуется ЦВЧ со следующей загрузкой: 1 ТЛФ + 2 * 1200 Бит/с между ПС Б и ПС С (устройство АМХ4-Б).

На ПС С ЦВЧ 3.1 кГц распаковывается устройством АМХ4-С. Подканал 2.1 кГц (без упаковки, как аналоговый сигнал) через четырех проводное окончание вводится в 4 кГц ВЧ канал между ПС С и Д.

На ПС Д транзитный 2.1 кГц ЦВЧ распаковывается устройством АМХ3-Д, за счет чего для цифровых речевых каналов III и IV ПС Б-Д выполняется требование по отсутствию переприема с декодированием на ПС С.

Требуемый объем аппаратуры: 6 ВЧ терминалов + 8 АМХ (из них речевых – 6).

Оценим качество полученных цифровых речевых каналов.

	устройство	полоса	Сгр, кБит/с	Тс-к, мс	Тм, мс	Ср, кБит/с	Тв, мс	Тсум, мс	Idd	Ie	A	Itot	качество	TELР	Lr
АМХ1	АМХ500	1	8,8	632		7,2	80	712	38	20	20	38	по соглашению	51,8	41,8
АМХ3	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	4,8	80	220	7	13	20	0	отлично	46,7	36,7
АМХ4	АМХР-2	2,1	19,2	324	20	4,8	80	424	27	13	20	20	удовлетв.	50,1	40,1

Таким образом:

- цифровой речевой ВЧ канал, реализованный в полосе частот 1 кГц на АМХ1, обеспечивает удовлетворительное качество речи уровня VoIP, и не может быть рекомендован для использования в качестве резервного телефонного канала
- цифровой речевой ВЧ канал, реализованный в полосе частот 2,1 кГц на АМХ4, обеспечивает удовлетворительное качество речи уровня спутниковой связи, и может быть использован в качестве резервного телефонного канала только с разрешения соответствующих служб. Может быть использован для технологической связи (без включения в АДАСЭ)
- цифровые речевые ВЧ каналы, реализованные в полосах частот 1 кГц и 2.1 кГц требуют использования в системе связи современных цифровых АТС с эхо-компенсаторами (балансные возвратные потери не менее 42 дБ)

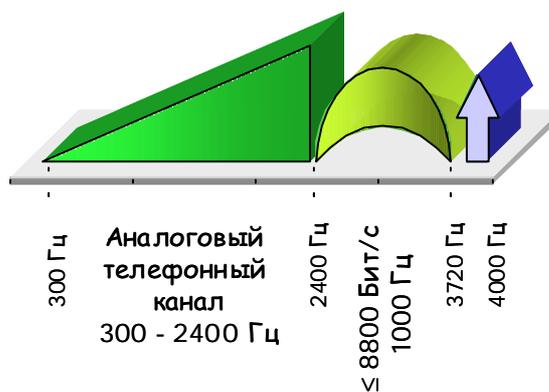
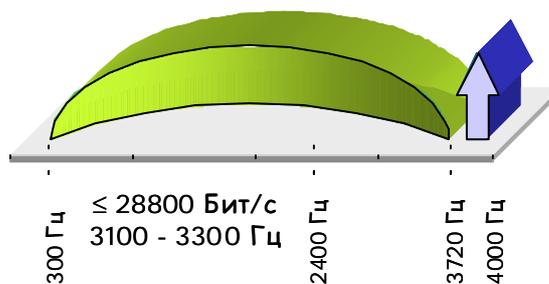
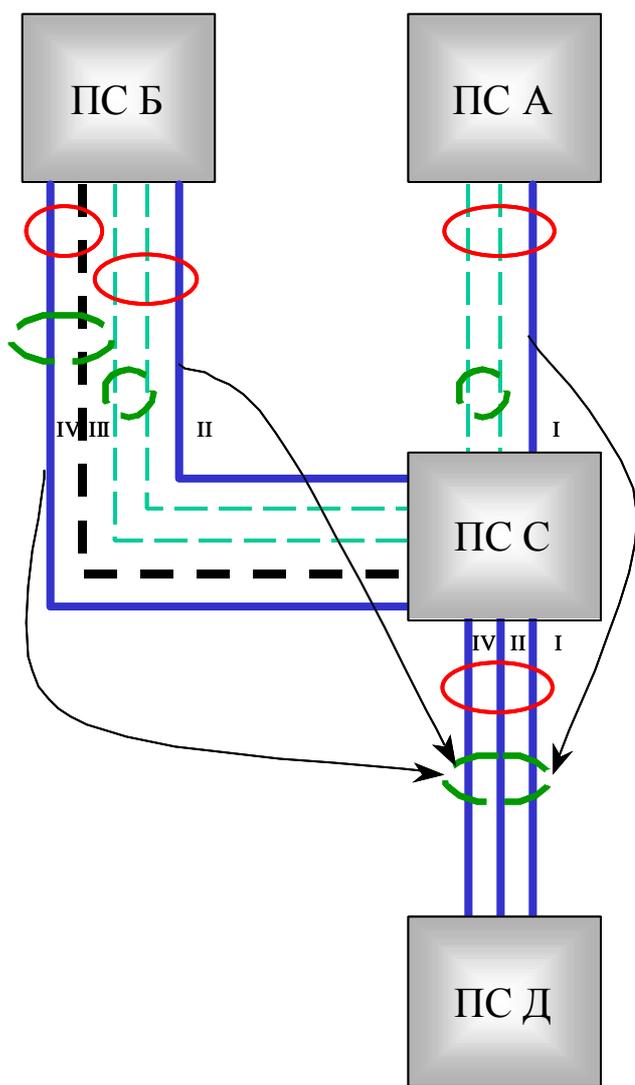
Данное решение не удовлетворяет требованиям Задания с точки зрения качества организуемых речевых каналов. Следовательно, необходимо найти другое решение.

¹⁹ ETL500 позволяет сделать это за счет встроенных цифровых фильтров

2 вариант: Поскольку фактором, наиболее сильно влияющим на качество речевых ЦВЧ каналов, в данном случае является время задержки, то необходимо найти такой вариант структуры системы передачи, где время передачи будет минимальным.

Из анализа расчета оценки качества в предыдущем варианте построения системы следует, что:

- основной вклад в увеличение времени задержки вносят модуляторы, работающие в узких 1 и 2.1 кГц полосах частот
- необходимо найти техническое решение, в котором будут обеспечены максимальные полосы модуляции ЦВЧ, и, по возможности, исключены переприемы с декодированием



- Транзитный канал АТС-АТС
- - Канал АТС-АТС
- - - Данные 1200 Бит/с
- Аналоговый ВЧ канал 4 кГц
- Цифровой подканал 1 кГц
- Цифровой подканал 3.1 кГц

Такое построение сети становится возможным, если для передачи телефонии в максимальном объеме использовать аналоговые ВЧ каналы.

Тогда транзитный телефонный канал с ПС А на ПС Д можно реализовать следующим образом: на участке ПС А-С в 4 кГц ВЧ канале сигнал телефонии I передается в аналоговом виде в полосе частот 2.1 кГц (0.3-2.4 кГц). На участке ПС С-Д он вводится в речевой ЦВЧ канал, работающий в полосе частот 3.1/3.3 кГц и реализованный на устройстве АМХ4-С.

В подканале 1 кГц (над тональный сигнал в 4 кГц ВЧ канале ПС А-С) работает АМХ1-А (передача двух каналов данных 1200 Бит/с между ПС А и С).

На ПС С сигналы данных распаковываются устройством АМХ1-С.

Аналогичная процедура выполняется с телефонными каналами III и IV с ПС Б на ПС Д.

В первом 4 кГц ВЧ канале с ПС Б сигнал телефонии III передается в аналоговом виде в полосе частот 2.1 кГц (0.3-2.4 кГц).

В подканале 1 кГц (над тональный сигнал в 4 кГц ВЧ канале ПС Б-С) работает АМХ2-Б (передача двух каналов данных 1200 Бит/с между ПС Б и С).

Во втором 4 кГц ВЧ канале в диапазоне частот 3.1 кГц (0.3-3.4 кГц) организуется ЦВЧ со следующей нагрузкой: 2 ТЛФ по которому передаются речевые сигналы II и IV (устройство АМХ3-Б). Для улучшения качества IV канала в устройстве АМХ3 используется скорость кодирования речевого сигнала 7.2 кБит/с.

На ПС С сигналы данных с ПС Б распаковываются устройством АМХ2-С. Речевой ЦВЧ 3.1 кГц с ПС Б распаковывается устройством АМХ3-С.

На ПС С аналоговые речевые сигналы I с ПС А и III ПС Б, и декодированный сигнал телефонии IV с АМХ3-С вводятся в речевой ЦВЧ канал, работающий в полосе частот 3.1/3.3 кГц и реализованный на устройстве АМХ4-С.

На ПС Д этот ЦВЧ распаковывается устройством АМХ4-Д.

Таким образом: ТЛФ каналы I ПС А-Д, II ПС Б-С и III ПС Б-Д имеет по одному цифровому участку, ТЛФ канал IV ПС Б-Д имеет два цифровых участка с одним переприятием с декодированием.

Требуемый объем аппаратуры: 6 ВЧ терминалов + 8 АМХ (из них речевых – 4).

Оценим качество полученных цифровых речевых каналов.

канал	устройство	полоса	Сарг, кБит/с	Тс-к, мс	Тм, мс	Ср, кБит/с	Тв, мс	Тсум, мс	Idd	le	A	Itot	качество	TELR	Lr
I А-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	4,8	80	220	7	13	10	10	хорошее	46,7	36,7
II Б-С (АМХ3)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	7,2	60	200	3	7	10	0	отлично	46,1	36,1
III Б-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20+20 ²⁰	4,8	80	240	9	13	10	12	хорошее	47,2	37,2
IV Б-С (АМХ3)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	7,2	60	200	3	7	10	0	отлично	46,1	36,1
IV С-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	4,8	80	220	7	13	20	0	отлично	46,7	36,7
IV Б-Д (АМХ3, АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	240	40	7,2/4,8	140	420	26	15	20	21	удовл.	50	40

То есть:

- цифровые речевые ВЧ каналы I - III, реализованные на устройствах АМХ3 и АМХ4, обеспечивают хорошее качество речи уровня сотовой / мобильной / подвижной связи, и могут быть рекомендованы для использования в качестве резервных телефонных каналов
- цифровой речевой ВЧ канал IV ПС Б-Д, реализованный на устройствах АМХ3 + АМХ4 (переприем с декодированием), обеспечивает удовлетворительное качество речи уровня спутниковой связи, и может быть использован в качестве ре-

²⁰ Каскадное включение двух мультиплексов

зервного телефонного канала только с разрешения соответствующих служб. Может быть использован для технологической связи (без включения в АДАСЭ).

При использовании в системе связи современных цифровых АТС с эхо-компенсаторами (балансные возвратные потери не менее 40 дБ), качество речевого канала IV ПС Б-Д в соответствии с G.114 может быть признано хорошим: дальнейшее эхо отсутствует, качество выше уровня GSM сотовой связи.

- при принятии решения об использовании полученных речевых каналов в качестве резервных диспетчерских необходимо учесть длительное время восстановления канала 10 ... 20 с после воздействия на систему импульсных помех (грозовые разряды, коммутация на ВЛ)

Данное решение удовлетворяет требованиям Задания с точки зрения качества организуемых речевых каналов I - III. При использовании в системе цифровых АТС с эхо-компенсаторами IV канал так же может быть признан годным к эксплуатации.

3 вариант: рассмотрим вариант организации системы в котором канал связи ПС Б-С целиком выполнен как речевой ЦВЧ на устройстве АМХР2/8, то есть в полосе модуляции 8 кГц.

Требуемый объем аппаратуры в этом случае: 6 ВЧ терминалов + 6 АМХ (из них речевых – 4).

Произведем оценку качества полученных цифровых речевых каналов.

канал	устройство	полоса	Сагр, кБит/с	Тс-к, мс	Тм, мс	Ср, кБит/с	Тв, мс	Тсум, мс	Idd	Ie	A	Itot	качество	TELR	Lr
I А-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	4,8	80	220	7	13	10	10	хорошее	46,7	36,7
II Б-С (АМХ3)	АМХР-2	7,3	64	100	40 ²¹	8	40	180	2	7	5	4	отлично	45,4	35,4
III IV Б-С (АМХ3)	АМХР-2	7,3	64	100	20	8	40	160	1	7	5	3	отлично	44,5	34,5
III IV С-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	120	20	4,8	80	220	7	13	20	0	отлично	46,7	36,7
III IV Б-Д (АМХ3, АМХ4)	АМХР-1	3,1	28,8	220	40	4,8	120	380	23	14	20	17	удовл.	49,6	39,6

То есть:

- речевые ЦВЧ каналы I и II, реализованные на устройствах АМХ3 и АМХ4, обеспечивают хорошее качество речи уровня радио / мобильной / подвижной связи, и могут быть рекомендованы для использования в качестве резервных телефонных каналов
- речевые ЦВЧ каналы III и IV ПС Б-Д, реализованные на устройствах АМХ3 + АМХ4 (переприем с декодированием), обеспечивают удовлетворительное качество речи уровня спутниковой связи, и могут быть использованы в качестве резервных телефонных каналов только с разрешения соответствующих служб. Могут быть использованы для технологической связи (без включения в АДАСЭ).
При использовании в системе связи цифровых АТС с эхо-компенсаторами (балансные возвратные потери не менее 40 дБ), качество речевых каналов III и IV ПС Б-Д в соответствии с G.114 может быть признано хорошим.
- при принятии решения об использовании полученных речевых каналов в качестве резервных необходимо учесть длительное время восстановления канала 10 ... 20 с после воздействия на систему импульсных помех

Это решение удовлетворяет требованиям Задания с точки зрения качества организуемых речевых каналов I - II. При использовании в системе цифровых АТС с эхо-компенсаторами III и IV каналы так же могут быть признаны годными к эксплуатации.

Такой вариант построения системы позволяет сократить аппаратные затраты по сравнению с предыдущим случаем, но за счет ухудшения качества передаваемых сигналов и увеличения стоимости проекта. Поэтому Второй вариант выбирается в качестве основного.

²¹ Каскадное включение двух мультиплексов

Энергетика после того, как выбрана структура сети связи (второй вариант), тип используемого оборудования и загрузка ВЧ каналов, необходимо выполнить оценку работоспособности системы с точки зрения запасов по перекрываемому затуханию.

Для этого следует выполнить энергетические расчеты ВЧ каналов.

Определим параметры ЦВЧ и связанные с ними дополнительные потери по приближенной методике расчета, взятой из «Руководящих указаний по выбору частот...»

канал	устройство	полоса	n1	Ср, кБит/с	Сд, кБит/с	См, кБит/с	Сар ²² , кБит/с	СШ / 2.1	DFm	Ксп	Увл, кВ	Аотр	доп.потери	СШ ²³ амх
А-С (АМХ1)	АМХР-2	1			2 * 1,2	0,8	3,2	17,8	2,1	2,48 ²⁴	220	0 ²⁵	4,96	22,74
Б-С 1 (АМХ2)	АМХР-2	1			2 * 1,2	0,8	3,2	17,8	2,1	2,48	220	0	4,96	22,74
Б-С 2 (АМХ3)	АМХР-1	3,1	2	7,2		0,8	16,8	26,8	2,1	2,48	220	0	4,96	31,74
С-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	3	4,8		0,8	16,8	26,8	2,1	2,48	220	0	4,96	31,74

Вычислим минимально допустимую выходную пиковую ВЧ мощность аппаратуры (оценка)

ВЧ канал	S речь	S амх	S пилот	Sv	dPEP	Pном, 1 кГц	Fmax	dAf	Pном ²⁶ , 2,1 кГц	СШ ²⁷ треб	Rпр. мин	Aтр	Ag реал	Ag ²⁸	LPEP ²⁹
А-С	1.41	1.4	0.5	3.31	10.4	-28	388	-2.97	-27,41	26	-1,41	17,1	10,0	10,0	36,1
С-А							344	-2.63	-27,74						
Б-С	1.41	1.4+2.8	2*0.5	6.61	16.4	-28	144	-0.85	-25,63	31,74	6,11	9,8	5,1	9	41,3
С-Б							112	0	-24,78						
С-Д		2.8	0.5	3.3	10.4	-28	460	-3.33	-28,11	31,74	3,63	9,7	3,9	9	32,7
Д-С							356	-2.71	-27,49						

Таким образом, по результатам приближенного расчета, в ВЧ каналах А-С и Б-С можно использовать аппаратуру ETL540, в канале С-Д аппаратуру ETL505.

Хотя на ПС С и происходит пере прием речевых сигналов, но, поскольку отсутствует аналоговый четырех проводный пере прием, а выполняется либо аналогово-цифровое преобразование, или преобразование цифра-цифра, при расчете энергетики ВЧ трактов эффект пере приема не рассматривается. Для преобразования цифра-цифра пере прием учитывается при оценке качества IV речевого канала.

Необходимо отметить, что для ВЧ канала ПС Б-С запас по перекрываемому затуханию в направлении С-Б (низкие частоты) оказывается меньше, чем в направлении Б-С (высокие частоты). Поэтому необходимо выполнить контрольный расчет на частоте 104 кГц (самой нижней частоте ВЧ канала).

²² округление вверх

²³ **СШ амх = СШ/2.1 + доп.потери**

²⁴ не смотря на то, что для своей цепи ф.А является крайней (**Ксп=1,32**), для конфигурации опор «бочка» она фактически является средней (**Ксп=1.76**). Причем, с учетом того, что фазы в цепях могут быть произвольными, принято решение использовать значение **Ксп=1,76*02=2,48**

²⁵ расчеты затухания тракта выполняются по приближенной методике. Поэтому в полученное значение затухания уже входит неравномерность отражения, и, соответственно, параметр Аотр.разм. можно принять равным нулю (0)

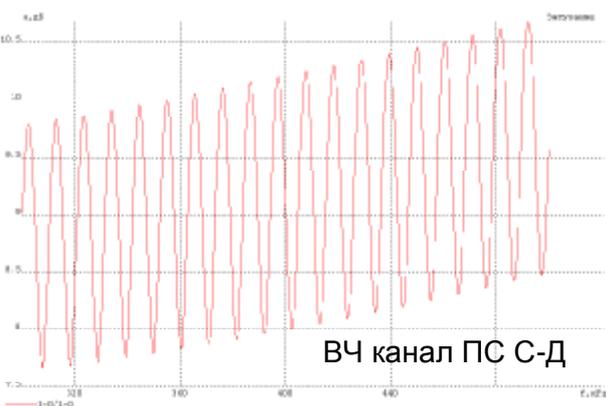
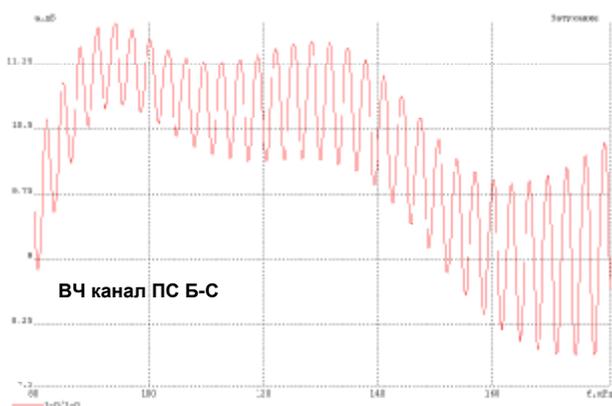
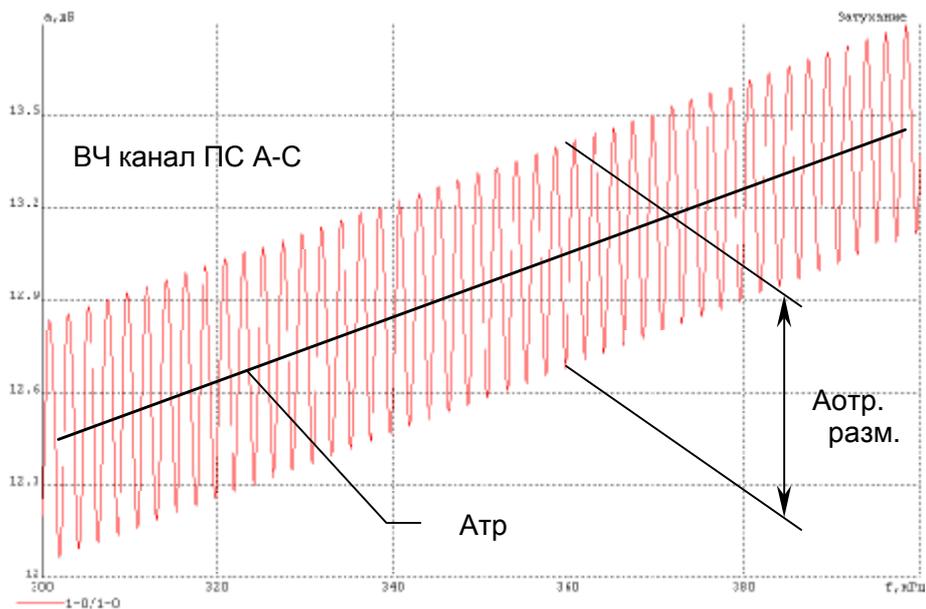
²⁶ **Pном + dAf + 20*log (DFp)**, где dAf - частотная поправка при вычислении Pном относительно 100 кГц

²⁷ **СШ_{треб} = max {СШ амх; СШ речь}** – когда через ВЧ канал передаются сигнал телефонии и сигнал с АМХ, требуемое отношение сигнал/шум определяется как максимальное из двух значений: для аналоговой загрузки (речи = 26 дБ) и АМХ

²⁸ в качестве **Ag** берется большее из значений: 9 дБ и рассчитанного уровня гололеда **Ag.реал** для II зоны

²⁹ **LPEP** ³ **Ag + Rпр.мин + Aтр + dPEP**, где **Aтр** – полное затухание ВЧ тракта (линейное, обработки и т.д.)

Контрольный расчет выполним используя программу «WinTrakt 1.0» Ю.П. Шарина.
 Определим параметры ЦВЧ и связанные с ними дополнительные потери



канал	устройство	полоса	n1	Ср, кБит/с	Сд, кБит/с	См, кБит/с	Сарр ³⁰ , кБит/с	СШ / 2.1	DFM	Ксп	Увл, кВ	Аотр ³¹	доп.потери	СШ ³² амх
А-С (АМХ1)	АМХР-2	1			2 * 1,2	0,8	3,2	17,8	2,1	2,48 ³³	220	0,69/0,76	5,34	23,14
Б-С 1 (АМХ2)	АМХР-2	1			2 * 1,2	0,8	3,2	17,8	2,1	2,48	220	1,0/1,43	5,68	23,48
Б-С 2 (АМХ3)	АМХР-1	3,1	2	7,2		0,8	16,8	26,8	2,1	2,48	220	1,0/1,43	5,68	32,48
С-Д (АМХ4)	АМХР-1	3,1	3	4,8		0,8	16,8	26,8	2,1	2,48	220	2,26/2,18	6,09	32,89

³⁰ округление вверх

³¹ Аотр.разм. конечно различается по направлениям (по частотам) прием-передача (0.69/0,76), но чтобы не загромождать расчеты возьмем максимальное значение

³² **СШ амх = СШ/2.1 + доп.потери**

³³ не смотря на то, что для своей цепи ф.А является крайней (**Ксп=1,32**), для конфигурации опор «бочка» она фактически является средней (**Ксп=1.76**). Причем, с учетом того, что фазы в цепях могут быть произвольными, принято решение использовать значение **Ксп=1,76*02=2,48**

Вычислим минимально допустимую выходную пиковую ВЧ мощность аппаратуры

ВЧ канал	S речь	S амх	S пилот	Sv	dPEP	Pпом, 1 кГц	Fmax	dAf	Pпом ³⁴ , 2,1 кГц	СШ ³⁵ треб	Rпр. мин	Aтр	Ag реал	Ag ³⁶	LPEP ³⁷
А-С	1.41	1.4	0.5	3.31	10.4	-28	388	-2.97	-27,41	26	-1,41	13,36	10,0	10,0	32,35
С-А							344	-2.63	-27,74		-1,41	12,84	9,6	9,6	31,8
Б-С	1.41	1.4+2.8	2*0.5	6.61	16.4	-28	136 ³⁸	-0.8	-25,13	32,48	7,35	10,77	5,1	9	43,52
С-Б							104	0	-24,78		7,7	10,96	3,7	9	44,06
С-Д		2.8	0.5	3.3	10.4	-28	460	-3.33	-28,11	32,89	4,78	9,51	3,9	9	33,69
Д-С							356	-2.71	-27,49		5,4	8,86	3,6	9	33,66

Таким образом, уточненный расчет изменил оценку необходимой выходной мощности ВЧ аппаратуры. В ВЧ каналах А-С и С-Д можно использовать аппаратуру ETL505, в канале Б-С ETL540.

Необходимо отметить, что для ВЧ канала ПС Б-С запас по перекрываемому затуханию в направлении С-Б (низкие частоты) действительно оказался меньше, чем в направлении Б-С (высокие частоты).

Имеющийся запас по мощности передатчика на ВЛ ПС Б-С 1,9 дБ может оказаться недостаточным для компенсации погрешностей вычисления параметров ВЧ тракта (Pпом, Aтр, Ag), поэтому рекомендуется установить на этой ВЛ ВЧ аппаратуру с выходной мощностью 80 Вт ETL580. Следуя тем же рассуждениям, на ВЛ ПС С-Д следует установить аппаратуру ETL540.

³⁴ $P_{\text{пом}} + dAf + 20 \cdot \log(DFp)$

³⁵ $S_{\text{штр}} = \max \{S_{\text{ш амх}}; S_{\text{ш речь}}\}$ – когда через ВЧ канал передаются сигнал телефонии и сигнал с АМХ, требуемое отношение сигнал/шум определяется как максимальное из двух значений: для аналоговой загрузки (речи = 26 дБ) и АМХ

³⁶ в качестве Ag берется большее из значений: 9 дБ и рассчитанного уровня гололеда **Ag.реал** для II зоны

³⁷ $LPEP \approx Ag + R_{\text{пр.мин}} + A_{\text{тр}} + dPEP$

³⁸ для этого ВЧ канала вместо Fmax берется Fmin

Общие рекомендации по использованию цифровых ВЧ каналов

При проектировании цифровых ВЧ каналов необходимо учитывать:

- полосу частот, в которых измерен уровень шумов при нормировании скоростных характеристик модулятора,
- влияние шума короны,
- влияние неравномерности затухания в рабочей полосе частот,
- характеристики ЦВЧ рассчитываются для наихудшего из направлений передачи,

При выборе аппаратуры для цифровых ВЧ каналов необходимо учитывать, что:

- для получения максимальных скоростей передачи надо правильно определить доступный диапазон частот модуляции, и обеспечить равномерность группового времени запаздывания,
- в регионах, где из-за природных или техногенных явлений происходят значительные вариации затухания линии, или изменения уровня шумов канала, желательно использовать адаптивные системы передачи,
- речевые каналы, организованные на АМХР, можно использовать наряду со спутниковыми речевыми каналами и мобильной связью высокого качества для организации технологической связи. Каналы, построенные на АМХ500, можно использовать как альтернативу VoIP для служебных каналов «точка-точка» среднего качества,
- при большом динамическом диапазоне сигналов речи (более 20 дБ) лучше использовать вокодеры G.723.1,
- балансные возвратные потери (переходное затухание в диффсистеме пользователя) не должны быть менее 41 дБ. При меньшей величине в каналах, построенных на АМХ500, будет наблюдаться далекое эхо,
- оптимальным является использование речевых ЦВЧ совместно с современными цифровыми АТС с эхо-компенсаторами. В этом случае:
 1. каналы, реализованные на АМХ500, будут работать без дальнего эха
 2. в каналы, реализованные на АМХР, можно вводить один участок приема с декодированием, или же 2 ... 3 участка регенерации
 3. вокодеры G.723.1 имеют преимущество перед вокодерами G.729a в смысле сохранения качества речи при переприемах
- импульсные помехи при переключениях на ВЛ, КЗ на линии или разряд молнии вызывают разрыв соединения в ЦВЧ и запуск процедуры его переустановления (у разных производителей это может быть 5 ... 120 с, для АМХ – 10 ... 15 с). К такому же эффекту приводят одночастотные помехи.

Список используемой литературы:

ITU-T G.111 (03/93) LOUDNESS RATINGS (LRs) IN AN INTERNATIONAL CONNECTION

ITU-T G.113 (02/96) TRANSMISSION IMPAIRMENTS

ITU-T G.114 (02/96) ONE-WAY TRANSMISSION TIME

ITU-T G.121 (03/93) LOUDNESS RATINGS (LRs) OF NATIONAL SYSTEMS

ITU-T G.122 (03/93) INFLUENCE OF NATIONAL SYSTEMS ON STABILITY AND TALKER ECHO IN INTERNATIONAL CONNECTIONS

ITU-T G.131 (08/96) Control of talker echo

ITU-T G.165 (03/93) ECHO CANCELLERS

ITU-T G.164 (88/93) ECHO SUPPRESSORS

ITU-T G.221 (88/93) OVERALL RECOMMENDATIONS RELATING TO CARRIER-TRANSMISSION SYSTEMS

ITU-T P.861 (08/96) Objective quality measurement of telephone-band (300-3400 Hz) speech codecs

ETSI TS 101 329-2 v2.1.1 (06/01) Definition of Speech Quality of Service (QoS) Classes

ETSI TS 101 329-5 v1.1.2 (01/02) Quality of Service (QoS) measurement methodologies

AUDIOCODES. White Paper. ANALYZING COMSAT TEST RESULTS FOR VOICE QUALITY. 1999

LinCom Corporation. J. Prieto. Demonstration of Telecommunication Industry Speech Compression Algorithms. 1995

Ken Gary. Unisys. Shuttle Delta Modulation System. 1984