

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1
от «30» августа 2019 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ / Чобану Л.А./

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ

ПМ.01. Техническая эксплуатация систем радиосвязи и вещания

МДК.01.01. Технология монтажа и обслуживания средств систем радиосвязи

по специальности

11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение

(углубленной подготовки)

квалификация

специалист по телекоммуникациям

Разработчик:
преподаватель
ОГАПОУ «Белгородский
индустриальный колледж»
Гордиенко С.В.

Белгород 2019 г.

Содержание

	стр.
1. Пояснительная записка	3
1.1. Краткая характеристика междисциплинарного курса, его цели и задачи. Место лабораторных работ в междисциплинарном курсе.	3
1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ	3
1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ	3
1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ	5
2. Тематическое планирование лабораторных работ	6
3. Содержание лабораторных работ	8
Тема 1.2. Радиоприёмные устройства	8
Лабораторная работа № 1. Исследование входной цепи.	8
Лабораторная работа № 2. Исследование усилителя радиочастоты.	10
Лабораторная работа № 3. Исследование усилителя промежуточной частоты.	12
Лабораторная работа № 4. Исследование преобразователя частоты.	14
Лабораторная работа № 5. Исследование амплитудного детектора.	17
Лабораторная работа № 6. Исследование работы схемы АРУ.	20
Лабораторная работа № 7. Измерение основных параметров радиоприёмных устройств.	23
Лабораторная работа № 8. Измерение максимальной чувствительности радиоприёмника.	26
Лабораторная работа № 9. Измерение избирательности по соседнему и зеркальному каналу (односигнальной).	29
Лабораторная работа № 10. Измерение общей частотной характеристики сквозного тракта радиоприёмника	33
Тема 1.3 Системы и сети связи с подвижными объектами.	37
Лабораторная работа № 1. Изучение органов управления пейджером	37
Лабораторная работа № 2. Изучение структуры синхронизации протокола FLEX	39
Лабораторная работа № 3. Изучение состава и назначения оборудования транкинговой сети стандарта MPT 1327	42
Лабораторная работа № 4. Изучение состава и назначения оборудования транкинговой сети стандарта TETRA	44
Лабораторная работа № 5. Изучение состава оборудования систем сотовой связи.	47
Лабораторная работа № 6. Изучение органов управления аппаратов ССП	51
Лабораторная работа № 7. Изучение работы оборудования стандарта NMT 450.	56
Лабораторная работа № 8. Изучение схем телефонных аппаратов различных стандартов.	60
Лабораторная работа № 9. Изучение функций подвижной станции при обеспечении исходящих вызовов стандарта GSM	63
Лабораторная работа № 10. Изучение функций подвижной станции при обеспечении передачи цифровых сообщений стандарта GSM	66
Лабораторная работа № 11. Разработка алгоритмов многостанционного доступа в системах мобильной связи	68
4. Информационное обеспечение обучения	71

Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика междисциплинарного курса, его цели и задачи. Место лабораторных работ в междисциплинарном курсе.

МДК.01.01. Технология монтажа и обслуживания средств систем радиосвязи является частью рабочей программы профессионального модуля в соответствии с ФГОС по специальности СПО 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение (углубленной подготовки).

МДК.01.01. Технология монтажа и обслуживания средств систем радиосвязи изучается в V-VIII семестрах. В целом рабочей программой по МДК 01.01.предусмотрено 90 часов на выполнение лабораторных работ, из них на тему 1.2. Радиоприёмные устройства отводится 26 часов, теме 1.3 Системы и сети связи с подвижными объектами 40 часов.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ по МДК.01.01. Технология монтажа и обслуживания средств систем радиосвязи, качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания МДК и подготовиться к промежуточной аттестации в форме экзамена

1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ

Лабораторные работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение лабораторных работ в учебный процесс служит связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, а также для получения практических навыков и умений. При проведении лабораторных работ задания, выполняются студентом самостоятельно, с применением знаний и умений, усвоенных на предыдущих занятиях, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя. Обучающиеся должны иметь методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ

Курс лабораторных работ по теме 1.2 и 1.3 МДК.01.01. Технология монтажа и обслуживания средств систем радиосвязи предусматривает проведение 21 работы, посвященных изучению:

- основных принципов измерения основных характеристик радиоприёмных устройств;
- изучению структуры протоколов;
- изучение состава оборудования систем сотовой связи;
- изучение функций подвижной станции.

При подготовке к проведению лабораторной работы необходимо:

- ознакомиться с лабораторным оборудованием;
- ознакомиться с порядком выполнения работы, оборудованием, режимами его работы

также методами измерения.

После выполнения лабораторной работы обучающийся к следующему занятию оформляет отчет, который должен содержать:

- название лабораторной работы, ее цель;
- краткие, общие сведения об изучаемом лабораторном оборудовании;
- необходимый графический материал, указанный преподавателем при выполнении лабораторной работы (принципиальная схема лабораторной установки, графики);
- данные, полученные непосредственно из проводимых опытов;
- результаты обработки данных опытов с необходимыми пояснениями;
- графический материал, отображающий полученные в ходе опытов значения измеряемых величин;
- оценку результатов испытаний.

При работе в лаборатории необходимо руководствоваться инструкциями по технике безопасности, учитывающими все специфические особенности лаборатории, такие как наличие высокого напряжения, легкодоступных для прикосновения токоведущих частей оборудования.

В лаборатории нельзя находиться в отсутствие преподавателя или лица, ответственного за технику безопасности.

При нахождении в лаборатории следует находиться в рабочей зоне, указанной преподавателем. С самого начала необходимо убедиться в том, что испытательный стенд находится в полностью обесточенном (отключенном) состоянии.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо получить вводные инструкции преподавателя и внимательно ознакомиться с описанием лабораторного стенда и оборудованием.

Внимание! Включать лабораторные установки и выполнять какие-либо действия с приборами допускается ТОЛЬКО с разрешения преподавателя!

При обнаружении признаков неисправности, таких как: появление искрения, дыма, специфического запаха, аномальных показаний измерительных приборов, следует немедленно отключить все источники электроэнергии и сообщить о случившемся преподавателю.

При возникновении реальной опасности травматизма для одного или нескольких присутствующих, участники испытания должны произвести срочное отключение лаборатории от всех источников электроэнергии выключением вводного автомата. Лаборатории должны иметь средства пожаротушения и оказания первой медицинской помощи. На первом занятии изучаются правила техники безопасности и проводится вводный инструктаж с последующей проверкой его усвоения, о чем свидетельствует запись в журнале по технике безопасности кабинета/лаборатории, подписываемый преподавателем, проводившем инструктаж, и всеми обучающимися.

1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ

Критериями оценки результатов работы обучающихся являются:

- уровень усвоения обучающимся учебного материала;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общих и профессиональных компетенций:

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4 Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6 Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7 Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9 Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1 Выполнять монтаж и первичную установку оборудования систем радиосвязи и вещания.

ПК 1.2 Выполнять монтаж и производить настройку сетей абонентского доступа на базе систем радиосвязи и вещания.

ПК 1.3 Контролировать качество предоставления услуг радиосвязи и вещания.

ПК 1.4 Выполнять регламентно-технические работы по обслуживанию оборудования радиосвязи и вещания.

ПК 1.5 Определять места повреждений и выбирать методы восстановления работоспособности оборудования систем радиосвязи и вещания.

- обоснованность и четкость изложения материала;
- уровень оформления работы.
- анализ результатов.

Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена в полном объеме, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2. Тематическое планирование лабораторных работ

	Наименование тем	Вид и название работы обучающего	Количество часов на выполнение работы
МДК 01.01.			66
Тема 1.2.	Радиоприёмные устройства	Лабораторная работа № 1 Исследование входной цепи.	2
		Лабораторная работа № 2 Исследование усилителя радиочастоты.	2
		Лабораторная работа № 3 Исследование усилителя промежуточной частоты.	2
		Лабораторная работа № 4 Исследование преобразователя частоты.	2
		Лабораторная работа № 5 Исследование амплитудного детектора.	2
		Лабораторная работа № 6 Исследование работы схемы АРУ.	2
		Лабораторная работа № 7 Измерение основных параметров радиоприемных устройств.	4
		Лабораторная работа № 8 Измерение максимальной чувствительности радиоприёмника.	4
		Лабораторная работа № 9 Измерение избирательности по соседнему и зеркальному каналу (односигнальной).	2
		Лабораторная работа № 10 Измерение общей частотной характеристики сквозного тракта радиоприёмника	4
Тема 1.3.	Системы и сети связи с подвижными объектами	Лабораторная работа № 1 Изучение органов управления пейджером	2
		Лабораторная работа № 2 Изучение структуры синхронизации протокола FLEX	2
		Лабораторная работа № 3 Изучение состава и назначения оборудования транкинговой сети стандарта MPT 1327	4
		Лабораторная работа № 4 Изучение состава и назначения оборудования транкинговой сети стандарта TETRA	2
		Лабораторная работа № 5 Изучение состава оборудования систем сотовой связи.	4
		Лабораторная работа № 6 Изучение органов управления аппаратов ССП	4
		Лабораторная работа № 7 Изучение работы оборудования стандарта NMT 450	4
		Лабораторная работа № 8 Изучение схем телефонных аппаратов различных стандартов.	4
		Лабораторная работа № 9 Изучение функций подвижной станции при обеспечении исходящих вызовов стандарта GSM	4
		Лабораторная работа № 10 Изучение	4

		функций подвижной станции при обеспечении передачи цифровых сообщений стандарта GSM	
		Лабораторная работа № 11 Разработка алгоритмов многостанционного доступа в системах мобильной связи	6
		Итого:	66

3. Содержание лабораторных работ по теме 1.2. Радиоприёмные устройства

Лабораторная работа № 1

Тема: «Исследование входной цепи»

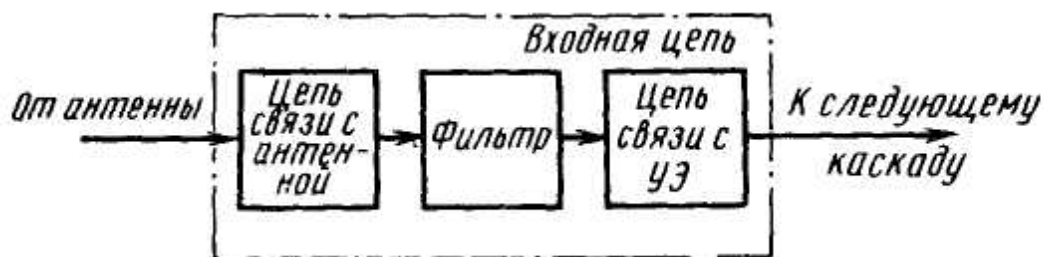
Цель работы: Измерить избирательность входной цепи приемника по соседнему, зеркальному и прямому каналам; определить полосу пропускания.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет приемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.

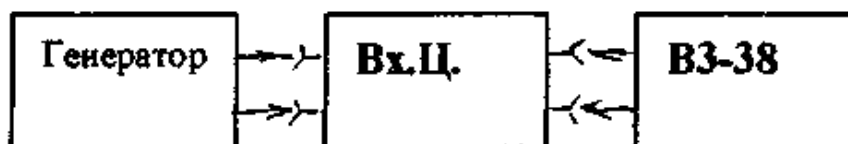
Краткие теоретические сведения

Входной цепью называется цепь, соединяющая антенну с первым усилительным или преобразовательным каскадом приемника. Входная цепь должна наиболее полно передавать энергию сигнала из антенны в первый каскад приемника, т. е. должна иметь по возможности большой коэффициент передачи по мощности $K_{р\text{ вх ц}}$. Входная цепь должна обладать селективными свойствами для предварительной фильтрации сигнала от помех. Для обеспечения селективности она должна содержать фильтр, связанный с помощью цепей связи с антенной и с входом последующего каскада. Тогда структурную схему входной цепи можно представить в виде рисунка.



Схемы различных входных цепей отличаются друг от друга видами фильтров и цепей связи. В качестве фильтров во входных цепях чаще всего используются одиночные колебательные контуры, что связано с простотой их перестройки. В некоторых РПУ для повышения реальной селективности во входной цепи применяют многоконтурные фильтры. Однако с увеличением числа контуров фильтра входной цепи уменьшается $K_{р\text{ вх ц}}$, а следовательно, возрастает $Ш_{вх ц}$. При одиночном контуре обеспечивается компромисс между приемлемой селективностью и малым коэффициентом шума приемника. В диапазоне дециметровых длин волн во входной цепи находят применение фильтры на резонансных линиях, а в диапазоне сантиметровых и более коротких длин волн — фильтры на объемных резонаторах и полосковые фильтры.

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы входной цепи приемника (ВЦ).
2. Зарисовать структурную схему ВЦ. Сделать краткое описание её работы.
3. Подключить генератор к входной цепи приемника.
4. Параллельно генератору подключить вольтметр и установить на выходе генератора напряжение 1мВ при частоте 680кГц.
5. Подключить вольтметр на выход входной цепи и измерить напряжение. Результаты измерений занести в таблицу 1.1 журнала отчётов.
6. Установить на генераторе частоту зеркального канала $f_{зк} = f_c + 2 f_{пр}$
Измерить напряжение на этой частоте и занести в таблицу 1.1 журнала отчётов.
7. Установить на генераторе частоту прямого канала ПЧ и измерить напряжение на выходе. Результаты измерения занести в таблицу 1.1 журнала отчётов.
8. Установить на генераторе частоты $f_c \pm 10\text{кГц}$; $f_c \pm 50\text{кГц}$ и измерить напряжение на выходе. Результаты измерений занести в таблицу 1.1 журнала отчётов.
9. По результатам измерений рассчитать затухание, вносимое входной цепью на всех частотах и построить АЧХ входной цепи. На графике указать полосу пропускания.
10. Ответить на контрольные вопросы.
11. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Структурная схема ВЦ, краткое описание ее работы.
2. По результатам измерений рассчитать затухание.
3. Построить АЧХ входной цепи.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется ВЦ.
2. Какую роль выполняет ВЦ.
3. Какие элементы содержит ВЦ.
4. Чем отличаются схемы ВЦ.
5. Какие виды ВЦ вы знаете.
6. Какие характеристики ВЦ вы знаете.

Тема: «Исследование усилителя радиочастоты»

Цель работы: Измерить коэффициент усиления и избирательность по соседнему и зеркальному каналам радиоприёмника.

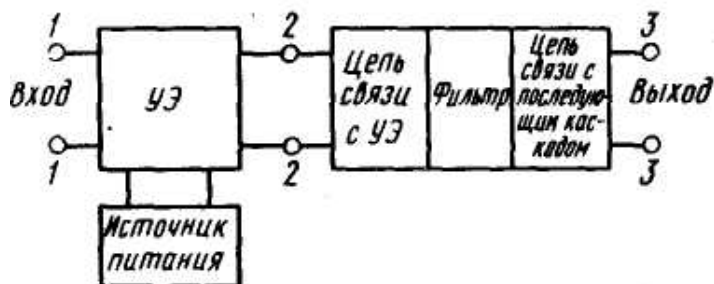
Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет приемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.

Краткие теоретические сведения

Резонансный усилитель содержит резонансную селективную цепь и поэтому усиливает сигнал в узкой полосе частот, в которой АЧХ усилителя имеет подъем. В приемниках резонансные усилители используются в качестве УРЧ и УПЧ. Усилители радиочастоты могут работать как на фиксированной частоте, так и на частотах, перестраиваемых в рабочем диапазоне (перестраиваемые УРЧ); УПЧ, как правило, работают на фиксированных частотах. Теория УРЧ и УПЧ общая. В качестве *резонансной цепи* применяют *одиночные контуры* или *многозвенные фильтры*.

Любой резонансный усилитель содержит три основных элемента: усилительный элемент, источник питания и резонансную цепь (фильтр) с цепями связи с УЭ и с последующим каскадом (рисунок).



В зависимости от типа УЭ различают: 1) резонансные усилители на невзаимных УЭ, обладающих отдельным входом и выходом и усиливающих сигнал от входа к выходу (к таким усилительным элементам относятся транзисторы, электронные лампы, интегральные схемы), и 2) двухполюсные УЭ, вход и выход которых совпадает; к ним относятся туннельные и другие диоды с отрицательным сопротивлением, варикапы и др.

В зависимости от вида резонансной цепи резонансные усилители подразделяются на одноконтурные, двухконтурные, многоконтурные, усилители с пьезоэлектрическими и электромеханическими фильтрами, усилители с резонансными линиями и объемными резонаторами и т. Д.

В зависимости от вида АЧХ резонансные усилители бывают с единственной четко выраженной резонансной частотой (часто именно такие усилители называют резонансными) и с АЧХ, имеющей в определенной полосе частот пологий участок и по форме приближающейся к прямоугольной (полосовые усилители).

В зависимости от вида цепей связи фильтра с УЭ и с последующим каскадом различают резонансные усилители с непосредственным, автотрансформаторным, индуктивным (трансформаторным), емкостным и комбинированным включением фильтра.

Схема измерений:

Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы усилителя радиочастоты УРЧ.
2. Зарисовать структурную схему УРЧ. Сделать краткое описание её работы.
3. Подключить генератор к входу УРЧ и настроить его на частоту 680кГц. Параллельно генератору подключить вольтметр и с его помощью установить на выходе генератора напряжение 1мВ.
4. Подключить вольтметр на выход УРЧ и измерить выходное напряжение. Результаты измерений занести в таблицу 2.1. журнала отчётов.
5. Установить на выходе генератора частоту зеркального канала $f_{з.к.} = f_c + 2f_{пр}$ и вновь измерить напряжение на выходе. Результаты занести в таблицу 2.1 журнала отчётов.
6. Установить на выходе генератора частоту $f_c + 10\text{кГц}$; $f_c + 50\text{кГц}$ и измерить напряжение на выходе УРЧ. Результаты измерений занести в таблицу 2.1 журнала отчётов.
7. Рассчитать коэффициент усиления и избирательность УРЧ и результаты занести в таблицу 2.1. журнала отчётов.

$$K = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}} ; \quad \sigma_{з.к} = \frac{K_o}{K_{\pm 10}}; \quad \sigma_{с.к} = \frac{K_o}{K_{\pm 10}}; \quad \sigma_{с.к} = \frac{K_o}{K_{\pm 50}}$$

Перевести значения коэффициентов в логарифмические единицы.

8. Построить графики коэффициентов усиления и избирательности.
9. Ответить на контрольные вопросы.
10. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Структурная схема УРЧ, краткое описание его работы.
2. По результатам измерений рассчитать коэффициент усиления и избирательность УРЧ.
3. Построить графики коэффициентов усиления и избирательности.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется УРЧ.
2. Какую роль выполняет УРЧ.
3. Какие элементы содержит УРЧ.
4. Чем отличаются схемы УРЧ.
5. Какие виды УРЧ вы знаете.
6. Какие характеристики УРЧ вы знаете.

Тема: «Исследование усилителя промежуточной частоты»

Цель работы: Измерить коэффициент усиления и избирательность по соседнему каналу усилителя промежуточной частоты (УПЧ).

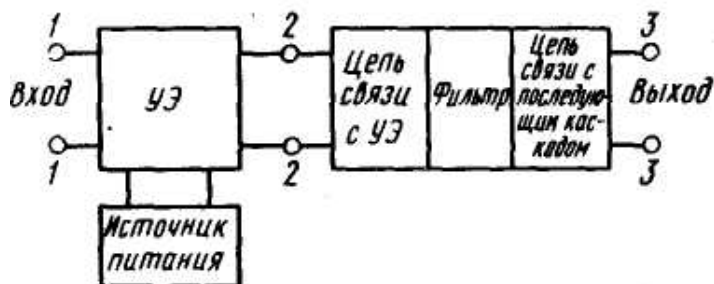
Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет приемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.

Краткие теоретические сведения

Резонансный усилитель содержит резонансную селективную цепь и поэтому усиливает сигнал в узкой полосе частот, в которой АЧХ усилителя имеет подъем. В приемниках резонансные усилители используются в качестве УРЧ и УПЧ. Усилители радиочастоты могут работать как на фиксированной частоте, так и на частотах, перестраиваемых в рабочем диапазоне (перестраиваемые УРЧ); УПЧ, как правило, работают на фиксированных частотах. Теория УРЧ и УПЧ общая. В качестве *резонансной цепи* применяют *одиночные контуры* или *многозвенные фильтры*.

Любой резонансный усилитель содержит три основных элемента: усилительный элемент, источник питания и резонансную цепь (фильтр) с цепями связи с УЭ и с последующим каскадом (рисунок).

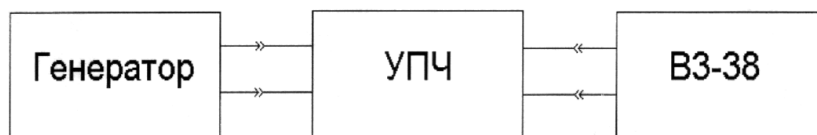


В зависимости от типа УЭ различают: 1) резонансные усилители на невзаимных УЭ, обладающих отдельным входом и выходом и усиливающих сигнал от входа к выходу (к таким усилительным элементам относятся транзисторы, электронные лампы, интегральные схемы), и 2) двухполюсные УЭ, вход и выход которых совпадает; к ним относятся туннельные и другие диоды с отрицательным сопротивлением, варикапы и др.

В зависимости от вида резонансной цепи резонансные усилители подразделяются на одноконтурные, двухконтурные, многоконтурные, усилители с пьезоэлектрическими и электромеханическими фильтрами, усилители с резонансными линиями и объемными резонаторами и т. Д.

В зависимости от вида АЧХ резонансные усилители бывают с единственной четко выраженной резонансной частотой (часто именно такие усилители называют резонансными) и с АЧХ, имеющей в определенной полосе частот пологий участок и по форме приближающейся к прямоугольной (полосовые усилители).

В зависимости от вида цепей связи фильтра с УЭ и с последующим каскадом различают резонансные усилители с непосредственным, автотрансформаторным, индуктивным (трансформаторным), емкостным и комбинированным включением фильтра.

Схема измерений:

Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы усилителя промежуточной частоты (УПЧ).
2. Зарисовать структурную схему УПЧ. Сделать краткое описание её работы.
3. Подключить генератор к входу усилителя и установить на нем частоту 465 кГц.
4. Подключить вольтметр параллельно входу УПЧ и с его помощью установить на входе напряжение 3мВ
5. Подключить вольтметр на выход УПЧ и измерить выходное напряжение. Результат занести в таблицу 3.1 журнала отчётов.
6. Установить на генераторе поочередно частоты 465 плюс/минус 10 кГц; 465 плюс/минус 20 кГц и измерить выходное напряжение на этих частотах. Результаты занести в таблицу 3.1. журнала отчётов.
7. По результатам измерений рассчитать коэффициент усиления и избирательность УПЧ по соседнему каналу.
8. Построить график коэффициента усилителя и избирательности.
9. Ответить на контрольные вопросы.
10. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Структурная схема УПЧ, краткое описание его работы.
2. По результатам измерений рассчитать коэффициент усиления и избирательность УПЧ по соседнему каналу.
3. Построить графики коэффициентов усиления и избирательности.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется УПЧ.
2. Какую роль выполняет УПЧ.
3. Какие элементы содержит УПЧ.
4. Чем отличаются схемы УПЧ.
5. Какие виды УПЧ вы знаете.
6. Какие характеристики УПЧ вы знаете.

Тема: «Исследование преобразователя частоты»

Цель работы: Изучить процесс преобразования частоты.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет приемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.
5. Частотомер.

Краткие теоретические сведения

Преобразователи частоты (ПрЧ) служат для переноса спектра частот из одной области в другую без изменения характера модуляции. Они являются частью супергетеродинного приемника. В результате преобразования получается новое значение частоты $f_{пр}$, называемой *промежуточной*. Частота $f_{пр}$, может быть как выше, так и ниже частоты сигнала f_c ; в первом случае происходит преобразование частоты вверх, во втором — вниз. Как видно из диаграмм напряжений на входе и выходе ПрЧ (рис. 4.1), при преобразовании частоты закон модуляции $u_{вх}$ (в данном примере — амплитудной) не нарушается, а изменяется только частота несущего колебания на выходе преобразователя. Согласно рис. 4.2, спектр преобразованного колебания сместился по оси частот влево (для $f_{пр} < f_c$); при этом характер спектра не изменился.

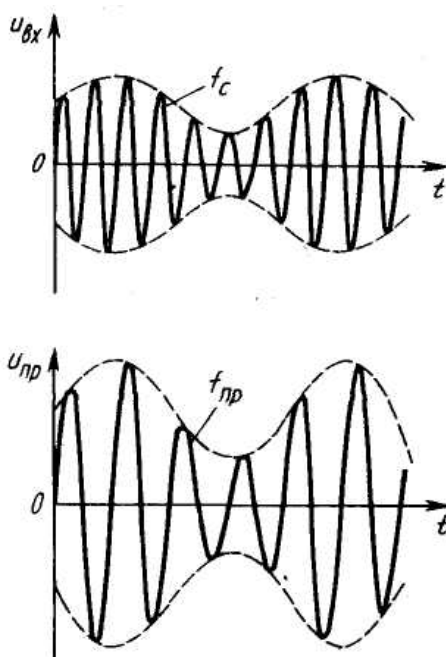


Рисунок 4.1

На рис. 4.2 F — частота модулирующего колебания; f_c и $f_{пр}$ — несущие частоты $u_{вх}$ и $u_{пр}$.

Для преобразования частоты в радиоприемниках используются *линейные цепи с периодически меняющимися параметрами*. Структурная схема преобразования частоты, показанная на рис. 4.3, содержит преобразовательный элемент ПЭ, гетеродин Γ и фильтр Φ . Режим работы ПЭ периодически во времени меняется под действием напряжения гетеродина с частотой гетеродина $f_{г}$.

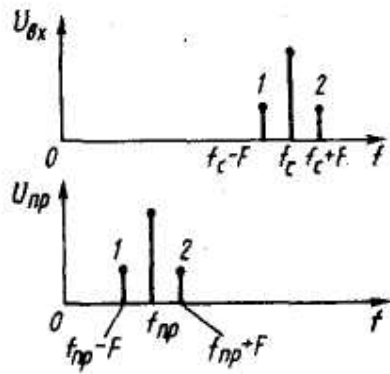


Рисунок 4.2

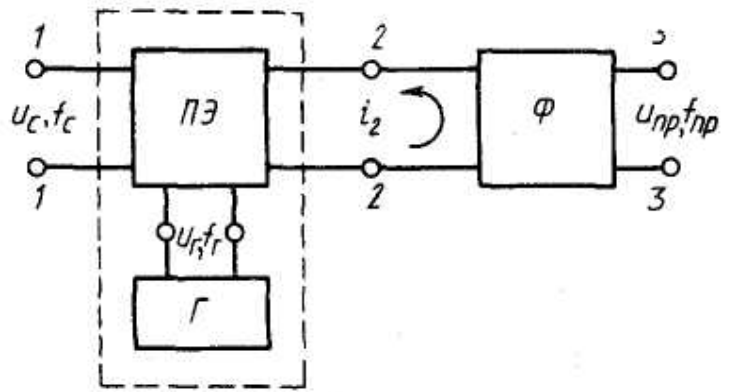


Рисунок 4.3

В результате изменяется крутизна ВАХ преобразовательного элемента, что приводит к преобразованию сигнала. Положим, что к ПЭ со строго квадратичной ВАХ $i_2=f(u)$ (рис. 4.4) приложены напряжение гетеродина u_r и некоторое начальное напряжение смещения $E_{см}$; при этом $u=u_r+E_{см}$. Под действием напряжения гетеродина рабочая точка ПЭ начинает периодически изменяться во времени и, как следует из рис. 4.4, крутизна S в рабочей точке также будет периодически меняться от S' до S'' . Так как $S=di_2/du$, то при квадратичной ВАХ зависимость крутизны S от напряжения u линейна.

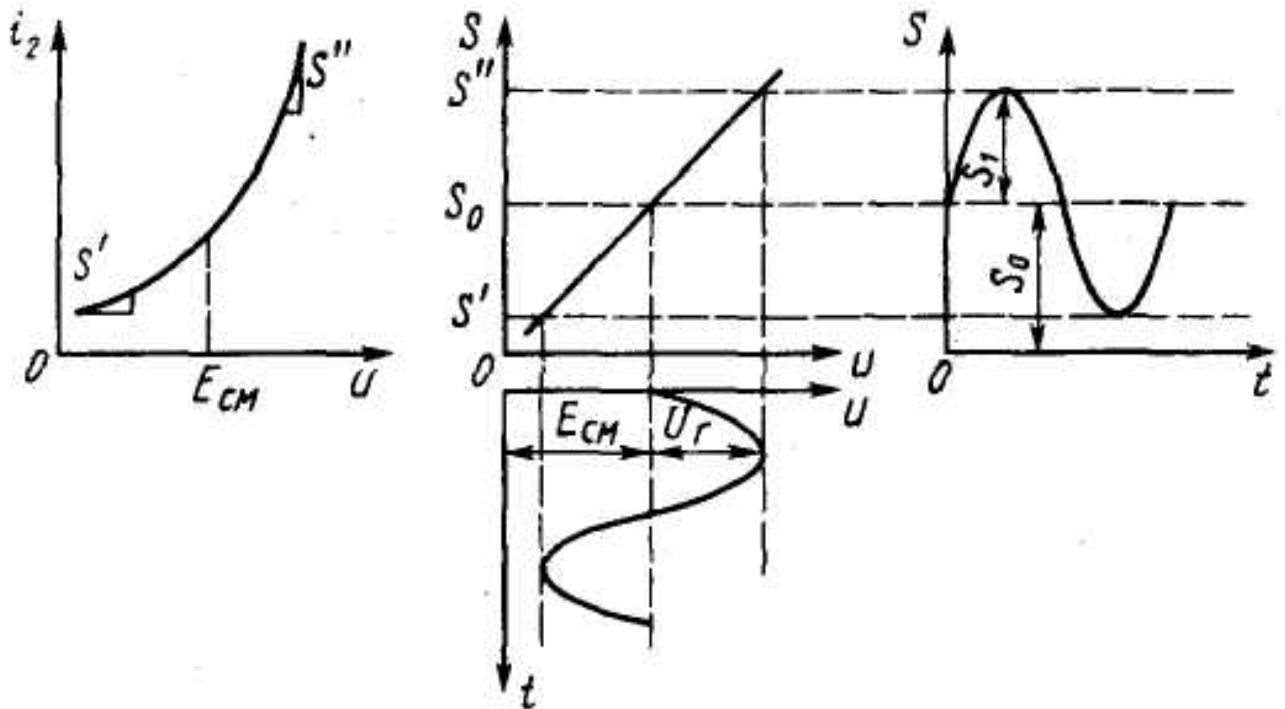
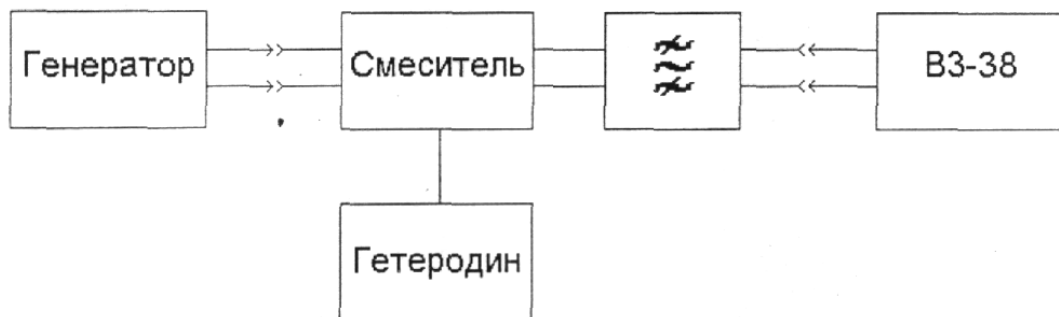


Рисунок 4.4

Следовательно, при косинусоидальном напряжении u_r крутизна S изменяется также по косинусоидальному закону и содержит постоянную составляющую и первую гармонику. Тогда $S(t) = S_0 + S_1 \cos \omega_r t$, где S_0 — постоянная составляющая крутизны ПЭ; S_1 — амплитуда первой гармоники крутизны ПЭ.

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы преобразователя частоты (ПрЧ).
2. Зарисовать структурную схему ПрЧ. Сделать краткое описание её работы.
3. Подключить генератор ВЧ ко входу смесителя и установить на генераторе частоту 680 кГц.
4. Подключить вольтметр параллельно генератору и с его помощью установить на выходе генератора напряжение 10мВ
5. С помощью вольтметра измерить напряжение гетеродина и результат занести в таблицу 4.1.журнала отчётов.
6. С помощью частотомера измерить частоту гетеродина и результаты занести в таблицу 4.1.журнала отчётов.
7. Подключить вольтметр к выходу фильтра и измерить напряжение промежуточной частоты и результат занести в таблицу 4.1. журнала отчётов.
8. Подключить частотомер к выходу фильтра и измерить значение промежуточной частоты и результат занести в таблицу 4.1. журнала отчётов.
9. По результатам измерений сделать анализ режима работы преобразователя.
10. Ответить на контрольные вопросы.
11. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Структурная схема ПрЧ, краткое описание его работы.
2. По результатам измерений сделать анализ режима работы преобразователя.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется ПрЧ.
2. Какую роль выполняет ПрЧ.
3. Какие элементы содержит ПрЧ.
4. Чем отличаются схемы ПрЧ.
5. Какие характеристики ПрЧ вы знаете.

Тема: «Исследование амплитудного детектора»

Цель работы: Изучить работу амплитудного детектора.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ГЧ-18.
2. Макет радиоприемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.
4. Осциллограф.

Краткие теоретические сведения

Детектором называют устройство, служащее для создания напряжения, изменяющегося в соответствии с законом модуляции одного из параметров входного сигнала. Детекторы можно классифицировать по характеру входного сигнала и виду параметра, который подвергается модуляции; по способу выполнения и т. д.

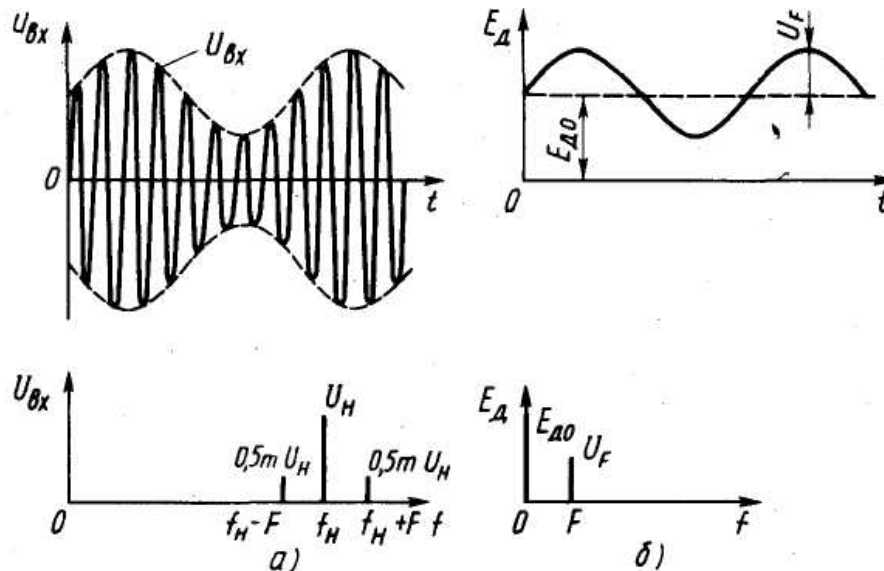


Рисунок 5.1

Амплитудный детектор — устройство, на выходе которого создается напряжение в соответствии с законом модуляции амплитуды входного гармонического сигнала. Если на входе АД действует напряжение $u_{вх}$, модулированное по амплитуде колебанием с частотой F , то график изменения этого напряжения во времени и его спектр имеют вид, показанный на рисунке 5.1, а. Напряжение на выходе детектора E_d (рисунок 5.1, б) должно меняться в соответствии с законом изменения огибающей $U_{вх}$ входного напряжения $u_{вх}$. Как известно, спектр АМ-колебания на входе АД состоит из трех составляющих: несущего колебания с несущей частотой f_n и амплитудой U_n и двух боковых составляющих с частотами f_n+F и f_n-F и амплитудами $0,5mU_n$ (m — коэффициент модуляции); спектр протектированного напряжения E_d состоит из двух составляющих: постоянной составляющей $E_{д0}$ на частоте $f=0$ и низкочастотной составляющей с частотой F и амплитудой U_F (рисунок 5.1, б). Таким образом, напряжение на выходе АД содержит составляющие частот, которых не было во входном напряжении. Поэтому задача амплитудного детектирования не сводится к простой фильтрации с помощью линейной цепи с постоянными параметрами (линейная цепь с постоянными параметрами не создает составляющих с новыми частотами). Новые частотные составляющие могут возникнуть только при прохождении сигнала через параметрическую линейную цепь либо через нелинейную цепь. Следовательно, в зависимости от способа выполнения АД можно подразделить на *синхронные детекторы*, использующие линейную цепь с периодически меняющимися параметрами, и *детекторы на основе нелинейной цепи*. В свою очередь, в зависимости от типа электронного

прибора, реализующего нелинейную цепь, АД подразделяют на *диодные* и *транзисторные*. В зависимости от того, нелинейность характеристики какого тока транзистора используется для детектирования, транзисторные АД делят на *коллекторные*, *базовые*, *эмиттерные*, *стоковые*, *затворные* и *истоковые*. На практике наиболее часто используют диодные АД.

Принцип работы АД. Рассмотрим принцип действия параметрических и диодных АД.

Диодные АД. Диодный АД, построенный по схеме рисунок 6.3, называют *последовательным*, поскольку нагрузка R_n и диод VD включены последовательно. Диодный АД, в котором диод и нагрузка включены параллельно, называют *параллельным*. Принцип работы диодного АД можно пояснить с временной или со спектральной точки зрения.

Временная трактовка принципа работы АД. Пусть на вход АД поступает гармоническое напряжение с медленно меняющейся амплитудой $u_{вх} = U_c \cos \omega t$ (рисунок 5.2).

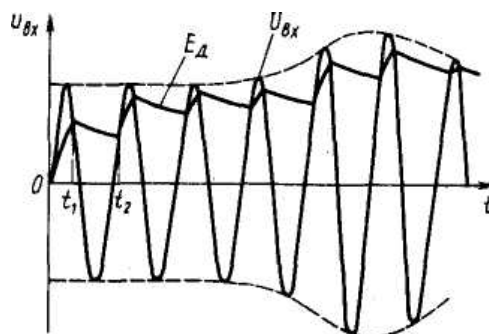


Рисунок 5.2

Если напряжение $u_{вх}$ положительно (полярность $u_{вх}$ соответствует показанной на рисунок 5.2), то диод открывается и конденсатор C_n начинает заряжаться. Постоянная времени заряда τ_z конденсатора определяется емкостью C_n и малым сопротивлением открытого диода. По мере заряда C_n выходное напряжение E_d растет и стремится закрыть диод. Действительно, согласно рисунку 5.3,

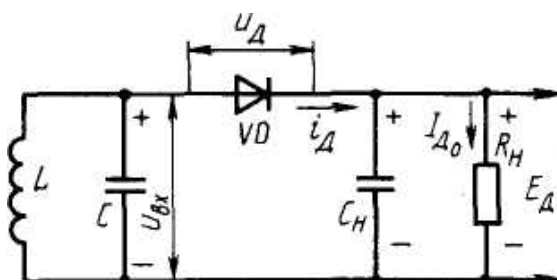
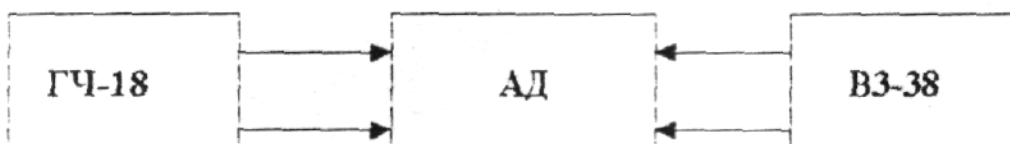


Рисунок 5.3

напряжение на диоде $u_d = u_{вх} - E_d$ и в момент времени $t=t_1$ $u_{вх} = E_d$, при этом $u_d=0$. Начиная с момента времени t_1 диод закрывается ($u_{вх} < E_d$) и конденсатор C_n начинает разряжаться через резистор R_n . Постоянная времени разряда конденсатора $\tau_p = R_n C_n \gg \tau_z$, поэтому разряд C_n происходит значительно медленнее, чем его заряд. Разряд конденсатора C_n продолжается до момента времени $t=t_2$, при котором напряжение u_d становится равным нулю. Начиная с момента времени t_2 диод снова открывается и конденсатор C_n начинает заряжаться. В результате серии зарядов и разрядов на выходе АД создается протектированное напряжение E_d , имеющее пульсирующую составляющую с частотой сигнала. Учитывая, что время τ_p в практических схемах АД во много раз больше периода несущей $u_{вх}$, уровень пульсации E_d мал.

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы детекторов.
2. Зарисовать схему детектора. Сделать краткое описание её работы.
3. Подключить генератор ГЧ-18 ко входу амплитудного детектора. Установить на генераторе модулирующую частоту 1000 Гц, а несущую частоту 465 кГц.
4. Попеременно подключая вольтметр ко входу и выходу детектора устанавливать на входе детектора напряжения согласно таблице 5.1 журнала отчётов, контролируя при этом напряжения на выходе. Результаты измерений занести в таблицу 5.1 журнала отчётов.
5. Глубина модуляции должна устанавливаться от 0 до 100% при каждом входном напряжении.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Электрическая принципиальная схема детектора, краткое описание его работы.
2. По результатам измерений сделать анализ режима работы детектора.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется детектором.
2. Какую роль выполняет детекторы.
3. Какие элементы содержит детектор.
4. Классификация детекторов.
5. Какие характеристики детекторов вы знаете.

Тема: «Исследование работы схемы АРУ»

Цель работы: Изучить работу схемы АРУ и снять амплитудную характеристику.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет радиоприемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.

Краткие теоретические сведения

В процессе изготовления и эксплуатации радиоприемника для получения наилучшего качества приема приходится регулировать ряд его показателей: частоту настройки, коэффициент усиления, полосу пропускания и др. Для осуществления этих регулировок в РПУ используют регуляторы. В зависимости от вида регулируемого параметра различают: регулировку усиления, которая может осуществляться в трактах радиочастоты и промежуточной частоты, а также в последетекторной части приемника; регулировку частоты настройки, обеспечивающую прием сигналов в широком диапазоне частот; регулировку полосы пропускания, которая может производиться в трактах радиочастоты и промежуточной частоты, а также в последетекторной части приемника. Возможны регулировки и других параметров приемника.

Регулировка бывает ручной и автоматической. Ручная регулировка служит для установки исходных показателей РПУ. Автоматическая регулировка поддерживает выбранные показатели РПУ на требуемом уровне. Некоторые виды регулировок можно отнести к смешанным. В современных РПУ для регулировок, управления и контроля широко используют микропроцессоры. В некоторых приемниках предусматривается дистанционное управление.

Принцип действия и виды АРУ. Автоматическая регулировка усиления (АРУ) предназначена для поддержания постоянного напряжения на выходе УПЧ, необходимого для нормальной работы выходных устройств приемника. Уровень сигнала на входе приемника изменяется в широких пределах; при максимальном напряжении на входе РПУ система АРУ должна обеспечить минимальный коэффициент усиления радиотракта приемника, и наоборот. Таким образом, задача АРУ — изменять усиление радиотракта РПУ в зависимости от уровня входного сигнала. Система АРУ должна иметь устройство, напряжение $E_{\text{рег}}$ на выходе которого зависит от уровня сигнала в радиотракте приемника. Таким устройством может служить, например, амплитудный детектор. Напряжение $E_{\text{рег}}$, подаваемое на усилительные каскады, изменяет их коэффициент усиления. Для АРУ в приемнике создается цепь АРУ, состоящая из детектора АРУ и фильтра. В зависимости от способа подачи регулируемого напряжения АРУ подразделяют на *обратные, прямые и комбинированные*.

Структурная схема обратной АРУ. В этой схеме (рис. 8.2, а) напряжение регулировки $E_{\text{рег}}$ получают из напряжения $U_{\text{вых}}$ на выходе регулируемого усилителя, в котором могут применяться способы регулировки усиления, рассмотренные в § 8.2. Напряжение $E_{\text{рег}}$ подается со стороны выхода в направлении входа усилителя, что и обусловило название этого вида АРУ. *Детектор АРУ* обеспечивает напряжение $E_{\text{рег}}$ на его выходе, пропорциональное амплитуде напряжения $U_{\text{вых}}$: $E_{\text{рег}} = K_{\text{дет АРУ}} U_{\text{вых}}$. *Фильтр АРУ* отфильтровывает составляющие частот модуляции и пропускает медленно изменяющиеся составляющие напряжения $E_{\text{рег}}$. Цепь АРУ, состоящую только из детектора и фильтра, называют *простой*. В цепь АРУ может включаться усилитель до или после детектора. Усилитель до детектора АРУ — это УПЧ, после детектора — УПТ. В высококачественных РПУ усилитель иногда включают до и после детектора. При наличии в цепи АРУ усилителя АРУ называют *усиленной*.

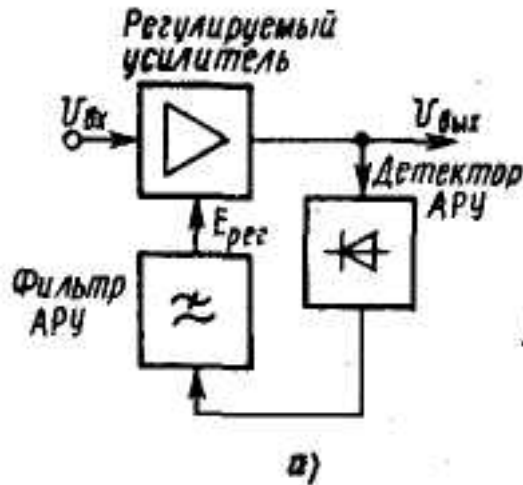


Рисунок 8.2

Структурная схема прямой АРУ (см. рис. 8.2, б). Цепь АРУ подключена к входу регулируемого усилителя, напряжение регулировки $E_{\text{рег}}$ получается в результате детектирования входного напряжения. При увеличении $U_{\text{вх}}$ напряжение на выходе детектора АРУ возрастает, при этом увеличивается $E_{\text{рег}}$, что вызывает уменьшение K_0 . Напряжение $U_{\text{вых}} = K_0 U_{\text{вх}}$. Если $U_{\text{вх}}$ увеличивается, то K_0 уменьшается; при этом их произведение может оставаться постоянным. Прямая АРУ позволяет получить идеальную характеристику регулировки, но практически добиться этого не удастся. Такой АРУ свойствен ряд недостатков, основной из которых состоит в необходимости включать перед детектором в цепи АРУ дополнительный усилитель с большим коэффициентом усиления. Если, например, напряжения $E_{\text{рег}} = 0,1\text{—}1\text{ В}$, $U_{\text{вх}} \approx 10\text{—}100\text{ мкВ}$, то усилитель в цепи АРУ должен иметь усиление $K_0 \approx 10^4 \div 10^5$, практически такое же, как и в основном тракте приемника. Прямая АРУ нестабильна, т. е. подвержена действию различных дестабилизирующих факторов. Если, например, из-за изменения температуры или напряжения источника питания коэффициент усиления K_0 регулируемого усилителя увеличится, то характеристика АРУ из идеальной превращается в характеристику с нарастающим $U_{\text{вых}}$

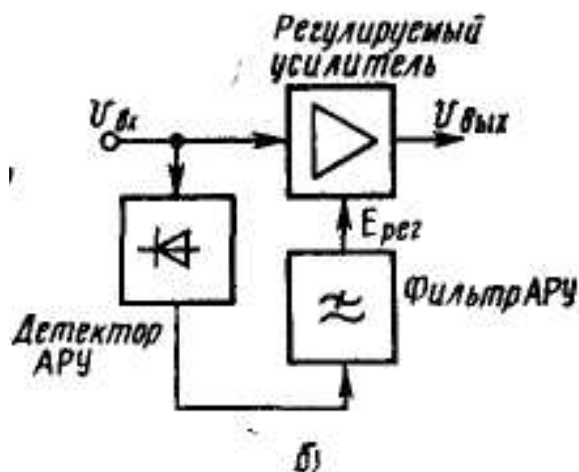
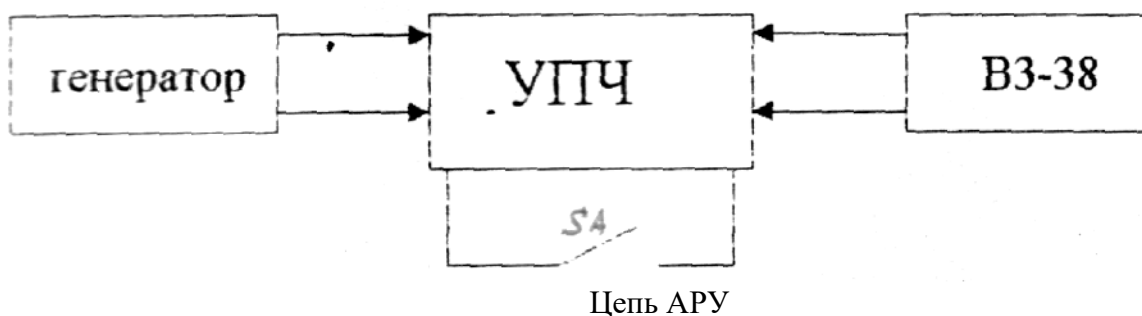


Рисунок 8.2

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы АРУ.
2. Зарисовать структурные схемы АРУ. Сделать краткое описание их работы.
3. Подключить генератор ко входу приемника и настроить его на частоту 680кГц,
4. Подключить вольтметр параллельно генератору и с его помощью установить на входе приемника напряжение 1мВ. АРУ отключить.
5. Измерить напряжение на выходе УПЧ. Результат занести в таблицу 6.1 журнала отчётов..
6. Увеличивая напряжение на входе приемника до 10мВ через 1мВ измерять каждый раз напряжение на выходе УПЧ. Результаты занести в таблицу 6.1 журнала отчётов.
7. Включить АРУ, повторить пункты 2-4. Результаты измерений занести в таблицу 6.1 журнала отчётов.
8. По результатам измерений построить амплитудную характеристику.
9. Ответить на контрольные вопросы.
10. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Зарисовать структурные схемы АРУ, краткое описание их работы.
2. По результатам измерений сделать анализ режима работы схемы АРУ и построить амплитудную характеристику.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется схемой АРУ.
2. Какую роль выполняет схемы АРУ.
3. Какие элементы содержат схемы АРУ
4. Классификация схемы АРУ.
5. Какие характеристики АРУ вы знаете.

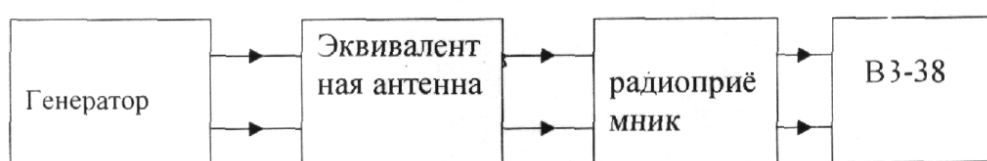
Тема: «Измерение основных параметров радиоприемных устройств»

Цель работы: Измерить реальную чувствительность, избирательность по соседнему, зеркальному и прямому каналам, построить амплитудную характеристику приёмника, определить коэффициент искажений.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет радиоприемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

1. По описанию изучить назначение, состав и принцип работы АРУ.
2. Зарисовать структурные схемы АРУ. Сделать краткое описание их работы.
 1. На вход приёмника через эквивалент антенны подать сигнал с частотой 200 кГц, модулированный частотой 1000 Гц, глубина амплитудной модуляции 30% АРУ должна быть отключена, а регулировки громкости в положении максимального усиления.
 2. Для измерения реальной чувствительности к выходу приёмника подключают вольтметр. Подстраивая частоту ГСС добиваться на выходе приёмника максимального напряжения. На выходе с помощью генератора устанавливают такое напряжение, которое соответствует стандартной выходной мощности 50мВт, или выходному напряжению 0,45В. Затем модуляцию ГСС выключают и измеряют напряжение шума, которое должно быть не более 0,33 напряжения сигнала, т.е. не более 0,15В. Если напряжение шума превышает допустимое значение, то усиление приёмника уменьшают. После этого включают модуляцию ГСС и, увеличивая напряжение сигнала на входе приёмника добиваются на выходе напряжения сигнала 0,45В. Результаты измерения реальной чувствительности, ограниченной шумами, будет напряжение сигнала измеренное на входе.
 3. Измерение избирательности по соседнему каналу, односигнальным методом. На вход приёмника через эквивалент антенны подают стандартный сигнал. Далее расстраивают ГСС на 10кГц в обе стороны от частоты точной настройки и аттенуатором ГСС устанавливают такое напряжение на входе приемника, при котором на его выходе вновь получается стандартное выходное напряжение 0,45В. Измеряют напряжение на входе приёмника при расстройках. Результатом измерения является отношение напряжения ГСС при расстройке частоты на 10кГц к напряжению при точной настройке, выраженное в децибелах.
 4. Измерение избирательности по зеркальному каналу односигнальным методом. На вход приёмника от ГСС через эквивалент антенны подают стандартный сигнал. Систему АПЧ выключают, регулятор тембра устанавливают в положение минимального усиления. На выходе должно быть стандартное выходное напряжение. Затем увеличивают напряжение сигнала ГСС до 0,1В и перестраивают ГСС на частоту зеркального канала. После настройки ГСС по максимальному показанию вольтметра на выходе приёмника уменьшают напряжение ГСС до установления напряжения, соответствующего стандартному. Измеряют

напряжение на входе приёмника. Результатом измерений является отношение напряжения ГСС при настройке на частоту зеркального канала к номинальной чувствительности, выраженное в децибелах.

5. Измерение избирательности по промежуточной частоте. На вход приёмника от ГСС через эквивалент антенны подают стандартный сигнал. Систему АПЧ выключают, регуляторы тембра в положение минимального усиления. На выходе должно быть стандартное выходное напряжение при точной настройке. Затем ГСС перестраивают на промежуточную частоту, увеличив напряжение на входе приёмника, и уточняют настройку по максимальному показанию вольтметра на выходе. Изменяя напряжение сигнала ГСС, добиваются получения на выходе приёмника стандартного выходного напряжения. Результатом измерений является отношение напряжения ГСС частоты, равной промежуточной, к напряжению ГСС при точной настройке приёмника, выраженное в децибелах.

6. Снятие частотной характеристики тракта приёмника по электрическому напряжению.

На вход приёмника от ГСС через эквивалент антенны подают стандартный сигнал. На входе приёмника устанавливают напряжение 1мВ. На выходе приёмника с помощью регулятора громкости устанавливают напряжение 0,6В. Изменяя частоту модуляции от 100Гц до 10кГц через 1кГц и поддерживая глубину модуляции, 30% измеряют напряжение на выходе приёмника. Результатом измерения является график зависимости выходного напряжения приёмника от частоты модуляции.

7. Снятие амплитудной характеристики приёмника и определение динамического диапазона.

На вход приёмника от ГСС через эквивалент антенны подать стандартный сигнал, Регулировку громкости установить в положение максимального усиления, АРУ выключить. Изменяя напряжение на выходе ГСС от 0 до 15мВ через 1мВ, измерить напряжение на выходе приёмника. Результатом измерения является график зависимости выходного напряжения от напряжения на входе, выраженный в децибелах. По графику определить динамический диапазон приёмника.

8. Измерение коэффициента искажений приемника.

На вход приёмника от ГСС через эквивалент антенны подаётся стандартный сигнал, а на выходе устанавливается стандартное выходное напряжение. Изменяя глубину модуляции на ГСС от 0 до 100% через 10%, измеряют напряжение на выходе приёмника. Результатом измерения является график зависимости выходного напряжения от глубины модуляции. По графику рассчитывается коэффициент искажений.

$$K_{и} = \left| \frac{U_{ВЫХ} - U_{ВЫХ ИД}}{U_{ВЫХ}} \right|$$

Построить график зависимости коэффициента искажений от глубины модуляции. Определить динамический диапазон приёмника.

$$D = 20 \lg \frac{U_{ВЫХ \max}}{U_{ВЫХ \min}}$$

Все результаты измерений занести в соответствующие таблицы.

9. Ответить на контрольные вопросы.

10. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Зарисовать структурные схемы АРУ, краткое описание их работы.
2. По результатам измерений сделать анализ режима работы схемы АРУ и построить амплитудную характеристику.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется схемой АРУ.
2. Какую роль выполняет схемы АРУ.
3. Какие элементы содержат схемы АРУ
4. Классификация схемы АРУ.
5. Какие характеристики АРУ вы знаете.

Тема: «Измерение максимальной чувствительности радиоприемника»

Цель работы: Измерить чувствительность радиоприемника.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ВЧ.
2. Макет приемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.

Краткие теоретические сведения

Измерение реальной чувствительности

Измерения производятся при стандартной выходной мощности $P_{ст}=50$ мВт, что соответствует напряжению на нагрузке $U_{ст}=0,65$ В, при отношении напряжения полезного сигнала к напряжению шума равном 20 дБ. Для этого нужно подключить генератор Г4-18 ко входу приемника через эквивалент антенны, установить на выходе генератора Г4-18 при выключенной модуляции напряжение 100 мкВ, а регулятором громкости установить на выходе приемника напряжение шумов 65 мВ. Напряжение шума измеряется квадратичным милливольтметром ВЗ-57 (рис.4).

Далее нужно установить модуляцию сигнала генератора Г4-18 с параметрами $F_m=1000$ Гц, $m=30\%$, затем установить на выходе Г4-18 уровень сигнала, при котором напряжение на выходе приемника, измеренное милливольтметром ВЗ-39, будет равно 0,65 В.

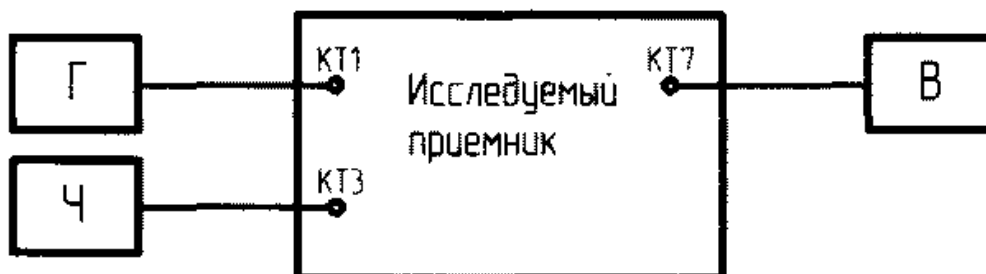
Полученная таким образом величина входного напряжения приемника определяет его реальную чувствительность, которая в дальнейшем используется при измерениях других параметров как номинальная.

Измерение максимальной чувствительности

Максимальная чувствительность определяется при установке регулятора громкости в положение максимального усиления - крайнее правое положение, а регуляторы тембра устанавливаются в положение, соответствующее минимальной полосе, - крайнее левое положение.

При этом по методике п. 3.1 определяются чувствительность приемника и отношение сигнал-шум на выходе. Напряжение шума измеряется квадратичным милливольтметром ВЗ-57 при выключенной модуляции.

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с органами управления приемником и порядком его настройки. Подключить измерительную аппаратуру в соответствии с рис.

2. Включить измерительные приборы, лабораторную стойку и радиоприемник.

3. Рассчитать значение стандартного напряжения $U_{ст}$ на выходе приемника, соответствующее стандартной (испытательной) выходной мощности $P_{ст}=50 \text{ мВт}$ (сопротивление громкоговорителя и эквивалента нагрузки $R_H=4 \text{ Ом}$)

$$U_{ст} = \sqrt{P_{ст} R_H}.$$

4. Определить пределы изменения частоты гетеродина и рабочий диапазон приемника. Для этого при крайних положениях ручки «НАСТРОЙКА» зафиксировать показания частотомера, соответствующие $f_{г \text{ мин}}$ и $f_{г \text{ макс}}$. Рассчитать минимальную и максимальную частоты настройки приемника с учетом того, что в приемнике использовано верхнее сопряжение ($f_0 = f_{г} - f_{пч}$), $f_{пч}=455 \text{ кГц}$,

5. Измерить чувствительность приемника. Чувствительностью радиовещательного приемника АМ сигналов считают минимальное значение э.д.с. радиосигнала в антенне, при котором на выходе обеспечивается мощность выходного сигнала $P_{ст}=50 \text{ мВт}$ при отношении сигнал/шум $\gamma_{вых}=10$

Измерение чувствительности следует провести на трех частотах диапазона, по указанию преподавателя. На вход приемника от генератора подать стандартный испытательный сигнал с уровнем $E_A = -50 \text{ дБВ}$ (3.16 мВ), частотой модуляции 1000 Гц (обеспечивается при установке режима «Внутренняя модуляция» генератора), глубиной модуляции 30%.

Порядок операций при измерении чувствительности на каждой из частот настройки следующий.

Настроить приемник по максимуму напряжения на выходе приемника.

При включенной модуляции регулятором «ГРОМКОСТЬ» приемника установить на выходе напряжение сигнала, равное $U_{ст}$.

Выключить модуляцию сигнала и измерить напряжения шума на выходе $u_{ш}$. Рассчитать отношение сигнал/шум на выходе $\gamma_{вых} = U_{ст}/U_{ш}$. Сравнить его с требуемым значением, равным 10.

Если отношение сигнал/шум равно 10, то установленное значение E_A соответствует чувствительности $E_{A0} = E_A$. Если измеренное отношение сигнал/шум меньше 10, то чувствительность хуже установленного значения E_A , если больше 10 - то лучше.

Изменив в соответствующую сторону уровень подаваемого от генератора сигнала, вновь включают модуляцию, проверяют уровень сигнала на выходе.

Если он отличается от $U_{ст}$, изменяют положение регулятора громкости. Выключив модуляцию, оценивают $U_{ш}$, рассчитывают $\gamma_{вых}$ и сравнивают его с требуемым.

Так, последовательно изменяя уровень сигнала на входе приемника E_A и положение регулятора громкости, добиваются выполнения двух условий: выходное напряжение равно $U_{ст}$, отношение сигнал/шум на выходе приемника равно 10. При выполнении этих условий уровень сигнала, подаваемого от генератора, соответствует чувствительности приемника E_{A0}

Примечание. Условия измерения, при которых на вход приемника подается сигнал, с уровнем, равным его чувствительности, а на выходе развивается стандартная мощность при заданном отношении сигнал/шум, называют **стандартными условиями испытаний**. В дальнейшем описании работы указанный термин будет использован.

Содержание отчета:

1. Структурная схема приемника, краткое описание его работы.
2. По результатам измерений рассчитать чувствительность приемника.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Чувствительность приемника, количественная оценка чувствительности.
2. Измерение чувствительности приемника.
3. Зависимость чувствительности от коэффициента усиления до детекторного тракта приемника.
4. Взаимная связь чувствительности, шумовой температуры и коэффициента шума приемника
5. Методы улучшения чувствительности приемника.

Тема: «Измерение избирательности приемника по соседнему и зеркальному каналу (односигнальной)»

Цель работы: Научиться измерять избирательность приемника по соседнему и зеркальному каналу.

Приборы и оборудование:

1. Генератор ГЧ-18.
2. Макет радиоприемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.
4. Осциллограф.

Краткие теоретические сведения

Избирательность по соседнему каналу — это способность приемника принимать полезный сигнал на заданной частоте канала с заданной вероятностью ошибки в присутствии мешающего сигнала по соседнему каналу. Различают односигнальную и многосигнальную (эффективную) избирательность. Односигнальная избирательность селективной цепи определяется величиной подавления сигнала на выходе при расстройке по частоте и постоянной амплитуде на входе. Количественной оценкой служит коэффициент избирательности, определяемый по формуле: $S = U_{\text{вых } f_0} / U_{\text{вых } f_{\text{п}}}$

где: $U_{\text{вых } f_0}$ - выходное напряжение на частоте резонанса;

$U_{\text{вых } f_{\text{п}}}$ - выходное напряжение на частоте помехи.

В РПрУ односигнальную избирательность оценивают при постоянном уровне выходного сигнала, соответствующего стандартной выходной мощности, по формуле

$$S = U_{\text{вх } f_0} / U_{\text{вх } f_{\text{п}}}$$

где $U_{\text{вх } f_0}$ - входное напряжение РПрУ на частоте помехи;

$U_{\text{вх } f_{\text{п}}}$ - входное напряжение РПрУ на частоте резонанса

Обычно для задания избирательности по соседнему каналу предъявляются требования к глубине подавления частоты первого и второго соседних каналов. График, иллюстрирующий требования к приемнику по подавлению соседнего канала приведен на рисунке 1.

Односигнальная избирательность по соседнему каналу в диапазонах с АМ радиовещательных РПрУ определяется при расстройке ± 9 кГц (в работе принято ± 10 кГц!) в зависимости от класса.

Односигнальная избирательность по зеркальному каналу (таблица L5) измеряется при расстройке, равной удвоенному значению промежуточной частоты на верхней частоте диапазона.

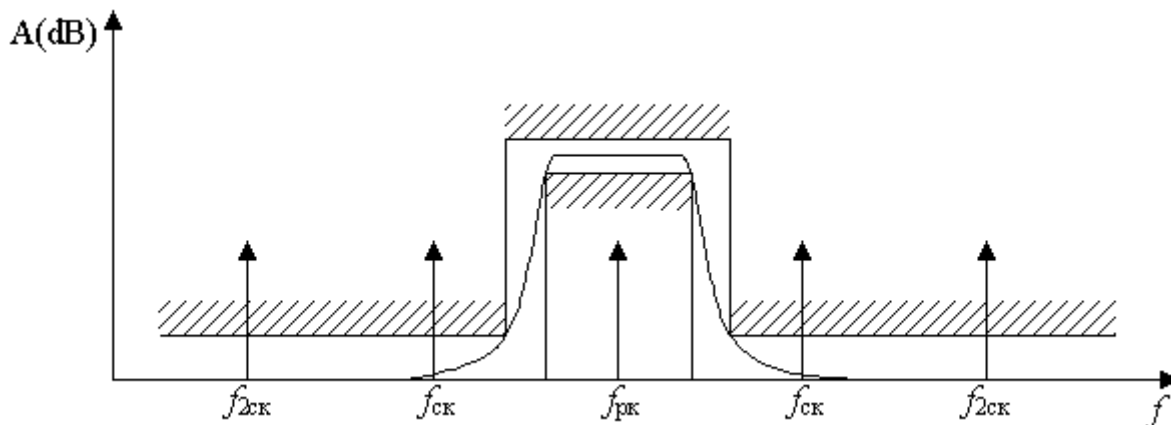


Рисунок 1. Избирательность приемника по соседнему каналу (односигнальная избирательность)

Подавление соседнего канала в этом случае определяется как отношение коэффициента передачи главного тракта приемника на рабочем канале к его коэффициенту передачи на соседнем канале:

$$A_{\text{с}}(\text{дБ}) = 20 \lg \frac{K_{\text{р}}}{K_{\text{с}}}$$

Иногда кроме требований по подавлению соседнего канала к приемнику предъявляются требования по подавлению второго соседнего канала $f_{2\text{ск}}$ и более дальних каналов:

$$A_{\text{с}}(\text{дБ}) = 20 \lg \frac{K_{\text{р}}}{K_{\text{с}}}$$

Обычно требования избирательности по соседнему каналу выполняются фильтром основной избирательности главного тракта приема. Часто требования к подавлению первого соседнего канала и к подавлению удаленных каналов различаются. В этом случае избирательность приемника задается маской, пример которой приведен на рисунке 2.

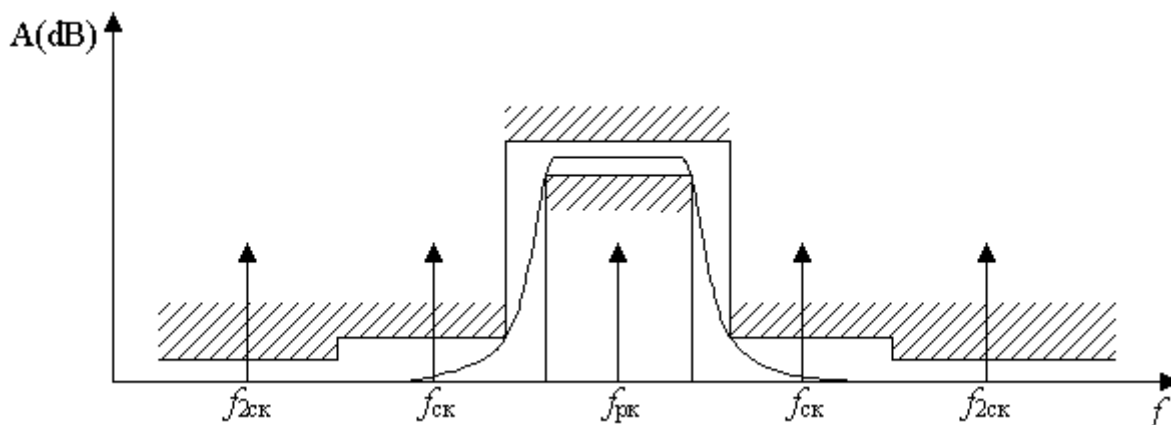


Рисунок 2. Маска избирательности приемника по соседнему каналу

Подавление сигнала соседнего канала в зависимости от назначения приемника и вида принимаемого сигнала может меняться и в настоящее время в связанных приемниках может достигать 80 дБ.

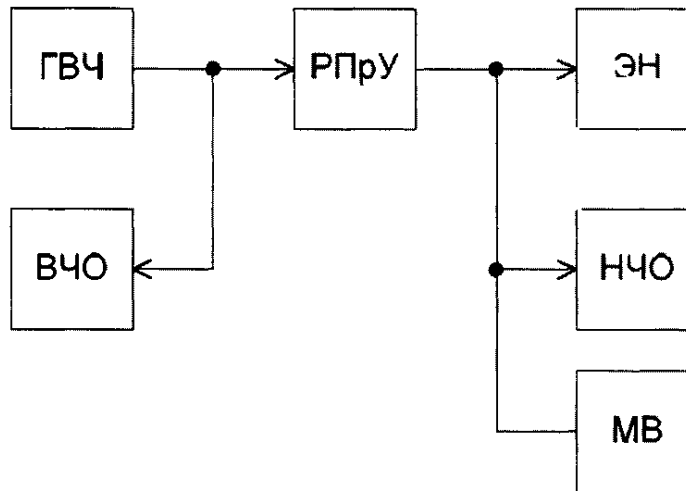
Избирательность приемника по побочным каналам приема

В ряде схем приемников, таких как супергетеродин или супергетеродин с двойным преобразованием частоты, кроме основного канала приема присутствуют побочные каналы приема, такие как зеркальный канал первой и второй промежуточной частоты, прямое прохождение по каналу первой и второй промежуточной частоты. Эти каналы возникают в

результате неидеальности главного тракта приема. Причины образования этих каналов приема мы рассмотрим подробнее в следующих главах.

При задании требований к радиоприемнику задаются параметры, определяющие подавление сигналов побочных каналов приема. Обычно требования по побочным каналам приема задаются не хуже подавления по соседнему каналу, а в ряде случаев значительно жестче. Подавление побочных каналов в современных аналоговых трактах приема составляет не менее 80 дБ.

Схема измерений:



Порядок выполнения работы:

Измерение реальной чувствительности

1. Установить выходное напряжение генератора сигналов высокой частоты (ГВЧ) $f_{ГВЧ} = 10$ МГц; частоту модуляции $F_m = 1000$ Гц; глубину модуляции $m - 30\%$; регулятор «Громкость» РПрУ установить в крайнее правое положение. Установить требуемый диапазон РПрУ и частоту ГВЧ $f_{ГВЧ}$; подстроить $f_{ГВЧ}$ по максимальному показанию милливольтметра (МВ), подключённого к выходу усилителя сигналов низкой частоты (НЧ).

2. Рассчитать напряжение сигнала на выходе НЧ-тракта $U_{ВЫХ.РАСЧ}$, при котором в нагрузке (принято $R_H = 8$ Ом) обеспечивается стандартная выходная мощность 50 мВт.

3. Установить $U_{ГВЧ} = 1$ мВ; Выключить модуляцию и регулятором громкости установить выходное напряжение шумов приёмника.

Включить модуляцию. Атенюатором ГВЧ установить на выходе приёмника напряжение, соответствующее $U_{ВЫХ.РАСЧ}$. Выключить модуляцию. Так как при измерении сигнала на входе под действием АРУ напряжение шумов на выходе приёмника изменилось, то при выключенной модуляции регулятором громкости необходимо опять установить требуемое значение U_m . Включить модуляцию и снова установить аттенюатором ГВЧ $U_{ВЫХ} = U_{ВЫХ.РАСЧ}$ и т. д.

Указанные операции необходимо проделывать до тех пор, пока не будет получена стандартная выходная мощность 50 мВт при отношении сигнал/шум = 10. По показанию аттенюаторов ГВЧ определяется напряжение сигнала, соответствующее чувствительности, ограниченной шумами. Ввести полученный результат в итоговую таблицу.

Измерение избирательности по соседнему каналу

1. Установить переключатель диапазонов в положение «ДВ», частоту модуляции $F_m = 400$ Гц, глубину модуляции $m=30\%$. Подстроить ГВЧ по максимальному показанию МВ.

2. Измерить чувствительность, ограниченную шумами, на частоте настройки приёмника $U_{ГВЧf_0}$. Изменить частоту ГВЧ в левую сторону от частоты настройки приёмника на 10 кГц. Увеличивая $U_{ГВЧ}$, установить на выходе приёмника напряжение, соответствующее стандартной выходной мощности. По показаниям аттенуаторов определить значение $U_{ГВЧf_{ск}}$.

3. Рассчитать селективность по соседнему каналу по формуле

$$S_{ск} = 20 \lg(U_{ГВЧf_{ск}}/U_{ГВЧf_0});$$

4. Повторит измерение при расстройке $f_{ГВЧ}$ на 10 кГц в правую сторону от частоты настройки приёмника. Ввести наилучший результат в итоговую таблицу. Сравнить значение с паспортными значениями.

5. Повторит измерения для остальных частотных диапазонов РПРУ на средней частоте.

Содержание отчета:

1. Электрическая схема измерений.
2. По результатам измерений сделать анализ режима работы приемника.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

7. Что называется селективностью.
8. Как определяется односигнальная избирательность по соседнему каналу.
9. Какие разновидности избирательности вы знаете.
10. Как оценивают односигнальную избирательность.

Тема: «Измерение общей частотной характеристики сквозного тракта радиоприемника»

Цель работы: Научиться производить измерения частотной характеристики сквозного тракта радиоприемника.

Приборы и оборудование:

1. Полярный модулятор МОД-12
2. Макет приемника.
3. Вольтметр ВЗ-38.
4. Осциллограф.
5. Измеритель нелинейных искажений.
6. Звуковой генератор.

Краткие теоретические сведения

Настройка сквозного стереофонического тракта радиоприемника осуществляется после настройки обоих каналов трактов низкой частоты и после настройки всего тракта УКВ в монофоническом режиме. Настройка сквозного стереофонического тракта заключается в регулировке блока стереодекодера и согласовании его с каскадом частотного детектора со стороны входа и с трактом усиления сигналов низкой частоты со стороны выхода. Прежде чем приступить к регулировке блока стереодекодера, необходимо проверить параметры высокочастотного тракта: ширину полосы пропускания, форму резонансной характеристики тракта промежуточной частоты, расстояние между горбами S-кривой частотного детектора, форму S-кривой, совпадение центральной частоты S-кривой с серединой полосы пропускания тракта. Кроме того, необходимо установить такой коэффициент усиления каскадов тракта ПЧ, чтобы стереодекодер не перегружался.

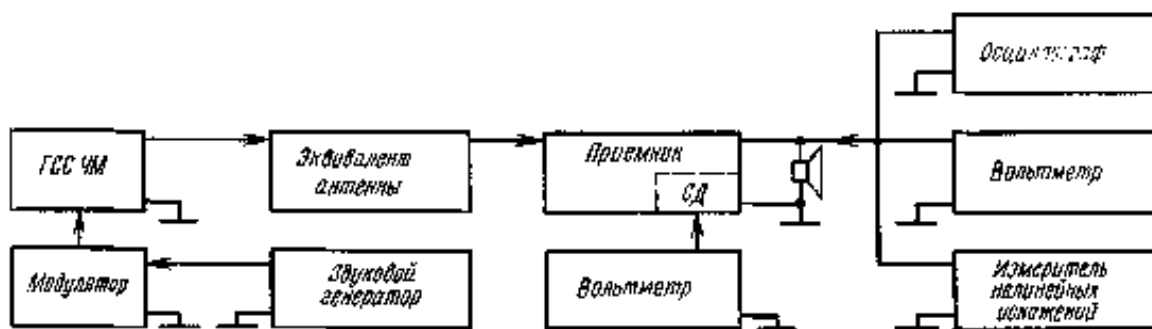


Рисунок 1 Схема подключения измерительных приборов для настройки сквозного стереофонического тракта радиоприемника

Для налаживания сквозного стереофонического тракта необходимо подключить контрольно-измерительную аппаратуру согласно структурной схеме, приведенной на рисунке 1. Затем подают сигнал с ГСС ЧМ на частоте 69 МГц с частотой модуляции 1000 Гц, и девиацией 50 кГц, и величиной 1 мВ. Радиоприемник настраивают на этот сигнал в режиме моноприема. При этом регуляторы тембра должны быть установлены в положение широкой полосы, а регулятор громкости — в положение обеспечения на выходе радиоприемника номинальной мощности. Точную настройку радиоприемника на принимаемый сигнал осуществляют по минимуму нелинейных искажений (по показанию анализатора гармоник, подключенного к выходу одного из низкочастотных каналов и настроенного на вторую гармонику модулирующего сигнала — на частоту 2000 Гц).

Общий порядок настройки блока стереодекодера заключается в настройке каскада подавления поднесущей частоты, настройке переходных затуханий в каналах на частоте 1000

Гц, проверке переходных затуханий на частотах 300, 5000 и 10 000 Гц (в моделях высшего класса) и проверке работы стереоиндикатора.

Основным прибором для настройки и проверки параметров блока стереодекодера является полярный модулятор (МОД-12 или МОД-15). Он вырабатывает выходное напряжение комплексного стереофонического сигнала или полярно-модулированного колебания, которое регулируется от нуля до нескольких вольт и может подаваться либо на гнезда внешней модуляции высокочастотного ГСС ЧМ, либо непосредственно на вход стереодекодера. Полярный модулятор может использоваться также с внешним или внутренним звуковым генератором, обеспечивающим подачу низкочастотного сигнала в один или оба канала модуляции.

Встроенный звуковой генератор имеет набор фиксированных частот, необходимых для проверки параметров сквозного стереофонического тракта радиоприемника, а также для отыскания неисправности в каскадах схемы стереодекодера и при его налаживании.

Настройку блока стереодекодера начинают с регулировки каскада восстановления поднесущей частоты. Для этого в полярном модуляторе ручку *Частота* устанавливают в положение *Внешний генератор*, а в ГСС ЧМ устанавливают внешнюю частоту модуляции с девиацией 10 кГц. Радиоприемник должен быть включен в режим приема стереофонических сигналов, т. е. должна быть нажата клавиша *Стерео*, а вольтметр подключают к контрольной точке КТ блока стереодекодера. Для настройки степени восстановления поднесущей частоты необходимо катушку контура восстановления поднесущей L1 (рисунок.2) подстроить на максимум показаний этого вольтметра.

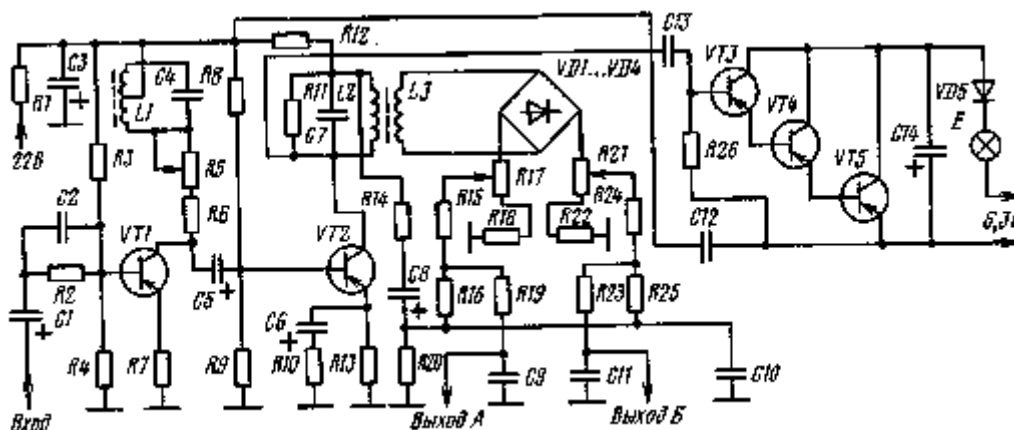


Рисунок.2 Схема стереодекодера радиолы «Рига-101-стерео»

После настройки каскада восстановления поднесущей частоты приступают к настройке переходных затуханий в каналах радиоприемника. Настройку производят на звуковой частоте 1000 Гц и затем проверяют на частотах 300 и 5000 Гц. Для этого в модуляторе устанавливают частоту модулирующего сигнала 1000 Гц и при этом включают переключатель *Род работы* в положение «2». В ГСС ЧМ устанавливают девиацию 50 кГц. Регулятор стереобаланса радиоприемника устанавливают в положение, при котором на выходе обоих каналов будет одинаковое напряжение сигнала. После этого в модуляторе устанавливают переключатель *Род работы* в положение *А*, анализатор гармоник подключают к выходу правого канала радиоприемника и настраивают его на частоту 1000 Гц. К выходу левого канала радиоприемника подключают вольтметр и с помощью регулятора громкости устанавливают выходное напряжение (по вольтметру) сигнала, равным 3,5 В. Настройку переходных затуханий в правом канале осуществляют переменным резистором R21 (рисунок.2) на минимум показаний анализатора гармоник, а вольтметром измеряют напряжение сигнала частотой 1000 Гц, проникающего из левого канала в правый. Анализатор гармоник при этом должен показывать напряжение не более 20 мВ.

Переходные затухания, выраженные в децибелах (дБ), определяют как $20 \lg(U_1/U_2)$.

Настройку переходных затуханий в левом канале осуществляют аналогично, установив в модуляторе переключатель *Род работы* в положение *В*, подключив вольтметр к выходу правого

канала радиоприемника, а анализатор гармоник — к выходу левого канала. Переменным резистором $R17$ (рисунок.2) устанавливают минимум показаний анализатора гармоник. Величину переходных затуханий в левом канале определяют аналогично, как отношение показаний вольтметра и анализатора гармоник.

Если после настройки переходные затухания на частоте 1000 Гц оказываются менее 25 дБ, переменным резистором $R5$ (рисунок.2) добиваются обеспечения требуемой нормы, подстроив его на минимум показаний анализатора гармоник. Причем анализатор подключают поочередно к выходу обоих каналов радиоприемника, а порядок подачи сигнала соблюдают такой же, как и при настройке переходных затуханий.

После этой операции необходимо снова проверить степень восстановления поднесущей частоты, которая могла измениться при подстройке переходных затуханий с помощью резистора $R5$. Для этого в модуляторе переключатель *Под работы* устанавливают в положение «2». При правильной настройке каскада восстановления поднесущей частоты на экране осциллографа, подключенного к выводу контрольной точки стереодекодера, не должна наблюдаться перемодуляция поднесущей частоты. При наличии перемодуляции необходимо ее устранить переменным резистором $R5$, повторить измерение переходных затуханий в каналах на частоте 1000 Гц.

После настройки переходных затуханий на частоте 1000 Гц проверяют переходные затухания в каналах радиоприемника на частоте 5000 Гц. Для этого поднесущая частота в модуляторе модулируется сигналом частотой 5000 Гц, и, соблюдая последовательность подачи сигнала от модулятора, подключения вольтметра и анализатора гармоник (аналогично настройке при сигнале 1000 Гц), определяют переходные затухания в каналах на частоте 5000 Гц. Если переходные затухания оказались ниже нормы, контурные катушки в блоке стереодекодера (рисунок.2) $L1$ и $L2$ подстраивают на минимум показаний анализатора гармоник, подключенного к выходу одного из каналов, при наличии сигнала в другом канале.

Аналогично проверяют переходные затухания в каналах радиоприемника на частоте 300 Гц. Если переходные затухания на этой частоте окажутся ниже нормы, осуществляют подстройку схемы с помощью переменного резистора $R5$. После этого необходимо еще раз проверить степень восстановления поднесущей частоты и переходные затухания в каналах радиоприемника на частотах 1000 и 5000 Гц.

Если после настройки блока стереодекодера не обеспечиваются заданные параметры, переходят к отысканию неисправного каскада, подавая полярно-модулированные колебания к различным участкам схемы и оценивая степень искажения сигнала с помощью осциллографа, включенного на выходе блока стереодекодера. Для проверки каскада восстановления поднесущей частоты и усилителя комплексного стереофонического сигнала необходимо отсоединить частотно-зависимые элементы корректирующей цепи на входе стереодекодера и замкнуть между собой с помощью внешней перемычки выводы контура восстановления поднесущей частоты. Подавая на вход стереодекодера полярно-модулированный сигнал с модуляцией в канал A и подключая попеременно осциллограф к входу и выходу каскадов на транзисторах $VT1$ и $VT2$ (рисунок.2), необходимо убедиться в отсутствии амплитудно-частотных и фазочастотных искажений полярно-модулированного колебания. Критерием оценки может быть отсутствие модуляции в канале B на выходе тракта. Поскольку при закороченном контуре восстановления поднесущей частоты тракт комплексного стереофонического сигнала представляет собой обычный широкополосный усилитель, то осциллограмма выходного напряжения должна по форме не отличаться от напряжения на входе стереодекодера, а может отличаться только по величине.

Если проверка установила наличие искажений, этим же способом необходимо определить каскад или цепь передачи, вносящие искажения, а также оценить их влияние на параметры выходного сигнала. Переходное затухание между стереоканалами при этом может быть определено как отношение амплитуды полезной огибающей полярно-модулированного колебания к амплитуде паразитной огибающей, возникающей в другом канале в результате прохождения сигнала через испытываемую цепь или каскад. Изменяя частоту модуляции полярно-модулированного колебания, можно установить характер, а следовательно, и причину искажений.

В том случае, когда в выходном сигнале одного из каналов обнаружатся повышенные нелинейные искажения, необходимо проверить диоды детектора стереодекодера, а также режим работы транзисторов $VT1$ и $VT2$ по постоянному току. При необходимости регулировку базовых токов транзисторов удобно производить, наблюдая форму полярно-модулированного колебания на коллекторе соответствующего каскада. При этом в цепь базы подается полярно-модулированный сигнал, превышающий по амплитуде в 2 — 3 раза номинальное значение. Модулирующий сигнал поступает в оба канала. Если на выходе каскада напряжение несимметрично или в одном из каналов наступает ограничение сигнала, необходимо изменить ток смещения базы до устранения искажений.

После такой настройки необходимо снова проверить режимы транзисторов по постоянному току, а также параметры стереофонического тракта.

Заканчивают настройку блока стереодекодера проверкой работы стереоиндикатора. Проверку осуществляют при включении переключателя *Род работы* модулятора в положение *Внешний генератор* и при внешней частоте модуляции ГСС ЧМ с девиацией 40 кГц. При подаче на вход радиоприемника сигнала величиной более 10 мкВ лампочка *Стерео* должна светиться, а при снятии девиации — гаснуть. Если лампочка не загорается, необходимо проверить исправность самой лампочки и режимы транзисторов $VT3$, $VT4$, $VT5$ усилителя постоянного тока (рисунок.2).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с органами управления приемником и порядком его настройки. Подключить измерительную аппаратуру в соответствии с рисунком
2. Включить измерительные приборы и радиоприемник.
3. Произвести необходимые измерения согласно методики.
4. Ответить на контрольные вопросы.
6. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета:

1. Структурная схема приемника, краткое описание его работы.
2. По результатам измерений рассчитать чувствительность приемника.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. После каких действий производится настройка сквозного тракта радиоприемника.
2. В чем заключается общий порядок настройки блока стереодекодера.
3. Какими параметрами должен обладать сигнал с ГСС для проверки радиоприемника.
4. В каких единицах измеряются переходные затухания.
5. Что определяют по формуле $20 \lg(U_1/U_2)$.

Тема: «Изучение органов управления пейджеров»

Цель работы: Изучить назначение органов управления, функциональный состав и режимы работы пейджера.

Приборы и оборудование: 1) Пейджер

Краткие теоретические сведения

Основными элементами любого пейджера являются: приемник, декодер, устройство обработки и хранения информации, устройства отображения информации и сигнализации. Приемник строится по супергетеродинной схеме с одинарным или двойным преобразованием частоты.

В схеме с одинарным преобразованием частоты (рисунок 1.1) на выходе полосового фильтра формируется сигнал промежуточной частоты 455 кГц, который поступает на декодер. При двойном преобразовании частоты (рисунок 1.2) первая промежуточная частота равна 10,7 или 21,4 МГц, вторая - 455 или 30 кГц. Двойное преобразование частоты применяют для повышения чувствительности приемника, что сильно влияет на качество его работы. Чувствительность приемника определяется напряженностью электромагнитного поля (мкВ/м), при которой он способен принять сообщение с достоверностью 50% при произвольном вращении антенны вокруг вертикальной оси. Различные пейджеры имеют разную чувствительность. Например, чувствительность буквенно-цифровых пейджеров примерно в 2 раза выше, чем тональных. Вторая важная деталь пейджера, характеристики которой существенно влияют на качество его работы, - это антенна. Антенна имеет наибольший коэффициент усиления в том случае, когда ее площадь кратна четверти квадрата длины электромагнитной волны.

В различных странах операторам ПСС выделяют определенные рабочие частоты. Поэтому при одинаковых размерах пейджеров, а следовательно, и их антенн эффективность приема различная. При изменении рабочей частоты значительно меняется сопротивление излучения рамочной антенны, что усложняет ее согласование с высокочастотным усилителем приемника пейджера. Эти факторы заставляют специалистов прибегать к разным способам улучшения качества работы сети в целом, одним из которых является увеличение уровня электромагнитного поля в пределах обслуживаемой зоны. Для увеличения дальности связи можно также воспользоваться специальной внешней рамочной антенной, которая применяется в сотовой радиотелефонной связи. Такая антенна устанавливается на заднее стекло автомобиля. С внутренней стороны она имеет специальное крепление для пейджера и согласующее устройство. Это позволяет увеличить чувствительность пейджера примерно на 10дБ.

Важный режим работы любого пейджера - *режим экономичного энергопотребления*. В основном заряд батареи расходуется на питание высокочастотных каскадов приемника и устройств звуковой сигнализации. Поэтому пейджер может работать не постоянно, а с определенными интервалами, что значительно увеличивает срок работы батареи. Такой режим работы пейджера возможен благодаря особой структуре пейджингового протокола. Дело в том, что пейджинговое сообщение, кроме информации для пользователя, содержит преамбулу. Например, в стандарте POCSAG время передачи преамбулы составляет 1,125 мс. Значит, для определения преамбулы пейджеру достаточно включаться на 100 мс через каждую секунду. Если преамбула обнаружена, то приемник остается включенным для приема сообщения, если преамбулы нет - приемник пейджера выключается.

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию и конспекту лекций изучить назначение, состав и принцип работы систем персонального радио вызова.
2. Зарисовать внешний вид устройства с указанием органов управления.
3. Указать назначение органов управления и выполняемые ими функции.
4. Составить алгоритм функциональных переходов пейджера.
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Внешний вид устройства пейджера.
2. Краткое описание органов управления пейджера.
3. Алгоритм функциональных переходов пейджера.
4. Вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Расскажите принцип работы пейджера с одинарным преобразованием частоты.
2. Расскажите принцип работы пейджера с двойным преобразованием частоты.
3. Основные особенности, достоинства и недостатки схем пейджеров.
4. Назначение органов управления и выполняемые ими функции.
5. Объясните режимы работы пейджера.

Тема: «Изучение структуры синхронизации протокола FLEX»

Цель работы: Изучить структуру и описать функции при обеспечении синхронизации в протоколе FLEX.

Краткие теоретические сведения

В протоколе стандарта FLEX предусматривается синхронная передача сообщений пакетами фиксированной длины, каждый из которых имеет свое конкретное положение во времени (рисунок 2.1). За 1 мин передается 32 пакета (1,875с на один пакет), за полный цикл - 128 пакетов, что занимает 4 мин. Следовательно, за 1 ч повторяется 15 циклов сообщений. Рекомендуется синхронизировать начало каждого 0-го пакета 0-го цикла с началом астрономического часа по сигналам точного времени спутниковой системы GPS. Это необходимо для пейджинговых сетей, поддерживающих роуминг.

Кроме уникального адреса, для каждого пейджера сети устанавливается определенный номер пакета (0-127). При получении номера своего пакета и маски сжатия пакетов пейджер определяет, какие именно пакеты ему необходимо получить за полный цикл передачи сообщений. Маска сжатия пакетов — 8-разрядное двоичное число, обозначающее частоту активизации пейджера для приема информации. Например, маска сжатия 0 заставит пейджер декодировать все 128 пакетов, маска 1 - каждый 2-й пакет, маска 2 - каждый 4-й и т.д. Например, при базовом номере пакета (БН) 0 и маске сжатия 1 пейджер будет сканировать в поисках информации, отправленной на его адрес, 0, 2, 4, 6, ... , 126-й пакеты. При значении БН 1 и маске сжатия 1 пейджер будет анализировать 1, 3, 5, ... , 127-й пакеты. При БН 1 и маске сжатия 2 -соответственно 1, 5, 9, ... , 125-й пакеты. Таким образом, появляется возможность не только значительно продлить жизнь элемента питания пейджера, но и использовать «пустые» временные интервалы для передачи информации по другим протоколам (например РОCSAG).

Каждый пакет (рисунок 2.1) состоит из блока синхронизации (БлС) и 11 информационных блоков (ИБ). Структура пакета определяется структурой БлС, который содержит информацию об уровнях модуляции, используемых в пакете, о номере текущего цикла, номере пакета, поддержке роуминга и т.д. БлС включает в себя информацию о пакете в целом и может содержать 32-разрядные кодовые слова (КС): 8 КС при 2-уровневой фазовой манипуляции; 16 КС при 2- или 4-уровневой манипуляции; 32 КС при 4-уровневой манипуляции. Информационный блок (рисунок 2.2) содержит несколько полей. Первое из них - поле информации о блоке, которое состоит из набора стандартных КС и содержит информацию о структуре блока, начале адресов, количестве приоритетных адресов, поле векторов, флаге продолжения сообщений, системной маске сжатия пакетов и т.д.

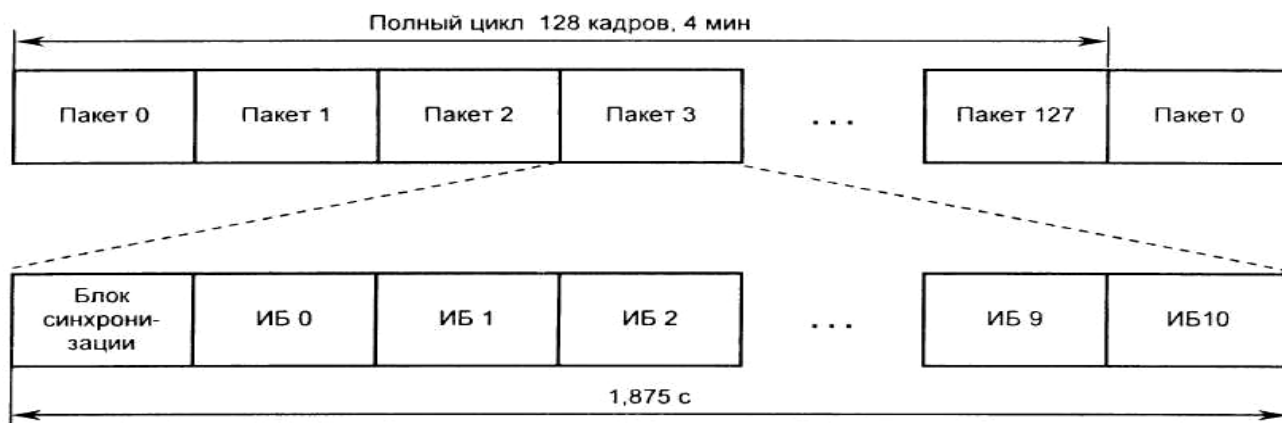


Рисунок 2.1 Пакетная организация протокола FLEX.

Поле адресов состоит из последовательности адресов пейджеров, которым передается информация, содержащаяся в поле сообщений. Адрес может быть двух форматов – короткого или

длинного. Короткий формат адреса позволяет подключать к одной системе 2 млн. пейджеров, длинный формат - 3,5 млрд.

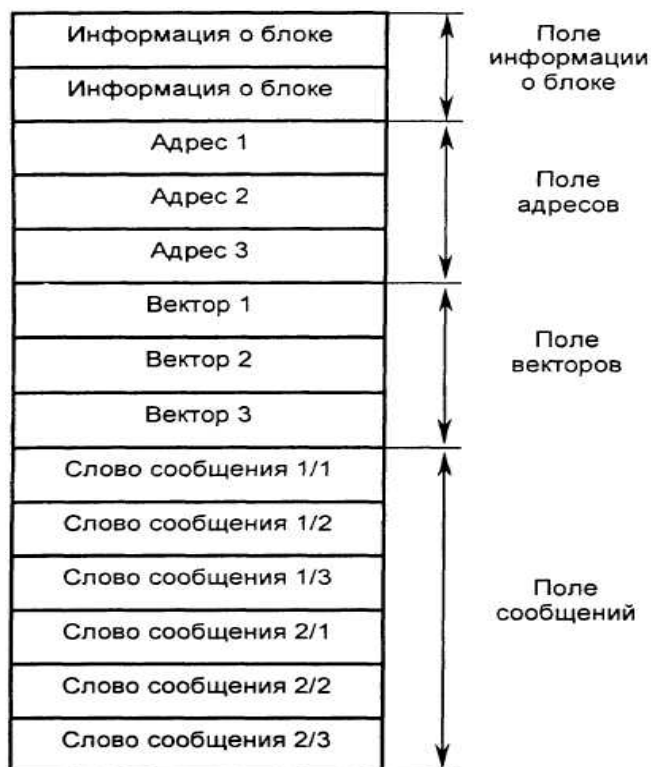


Рисунок 2.2 Структура информационного блока протокола FLEX.

Расположение компонентов поля векторов в точности соответствует структуре адресного поля. В поле векторов кодируется длина передаваемых сообщений, информация об их типе и т.п.

В последнем поле, передаваемом в ИБ, заключено сообщение, состоящее из КС. В протоколе FLEX различают три вида сообщений: буквенно-цифровые, чисто цифровые и двоично-шестнадцатеричные. Информация о том, какой из типов сообщений используется, находится в принятом ранее поле векторов.

В протоколе FLEX кодовое слово - это последовательность символов из 32 бит, из которых 11 младших разрядов используются при исправлении ошибок. Они позволяют осуществлять коррекцию 16 разрядов при скорости 1600 бит/с, 32 разрядов - при скорости 3200 бит/с и 64 разрядов - при скорости 6400 бит/с. Остальные 21 бит содержат сведения о структуре ИБ. Специальный алгоритм протокола обмена FLEX позволяет при наличии сильных радиопомех или неравномерного приема терять не все сообщения, а лишь ничтожную их часть.

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию и конспекту лекций изучить назначение, состав и принцип работы систем персонального радиовызова.
2. Изучить структуру и описать функции при обеспечении синхронизации в протоколе FLEX.
3. Изучить структуру информационного блока протокола FLEX.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Структурная схема пакетной организации протокола FLEX и информационного блока протокола FLEX.
2. Описание работы структурных схем пакетной организации протокола FLEX и информационного блока протокола FLEX.
3. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой система синхронизации протокола FLEX.
2. Структура пакета информации.
3. Структура информационного блока.
4. Кодовое слово в протоколе FLEX.
5. Что содержится в поле адресов.

Тема: «Изучение состава и назначения оборудования транкинговой сети стандарта MPT 1327 на основе ACCESSNET»

Цель работы: Изучить состав и назначение оборудования транкинговой сети стандарта MPT 1327 на основе ACCESSNET.

Краткие теоретические сведения

Системы ACCESSNET наилучшим образом реализуют все обязательные свойства протокола MPT 1327. Система отличается большой гибкостью и модульной - точнее сотовой структурой, и может использоваться как для радиосвязи на отдельных объектах (однозоновая структура), так и на значительной территории (многозоновая структура). Сеть ACCESSNET характеризуется относительно большой абонентской емкостью - до 50 тысяч абонентов. При этом абонентов можно сгруппировать по видам работы или по другим видам тяготения, причем абонент может получить доступ только к тем функциям, которые для него запрограммированы. Несанкционированный доступ здесь вообще невозможен, что делает систему привлекательной для компаний в тех регионах, где попытки вторжения в радиосеть являются довольно частым явлением.

Абоненты сети могут передвигаться из одной радиозоны в другую, продолжая сохранять надежную связь. В населенных пунктах с большой плотностью населения диаметр зоны редко превышает 5 км, в то время как в малонаселенных районах зона может иметь от 10 до 25 км в диаметре.

Для передачи речевых сигналов в цифровой форме используются частотные каналы с тем же разносом частот 12,5 кГц, что и в аналоговых системах. Для преобразования речи в цифровую форму применены цифровой сигнальный процессор (DSP) и фирменный алгоритм сжатия данных, обеспечивающий высокое качество речи и узнаваемость голоса даже при скорости передачи 4 кбит/с. Скорость передачи сообщений в радиоканале равна 4,8 кбит/с, из которых 800 бит/с используются для синхронизации и исправления ошибок. Метод манипуляции - FFSK. Может быть обеспечена дополнительная цифровая шифрация, существенно повышающая криптостойкость передаваемой информации.

В состав базового оборудования систем ACCESSNET входят базовые радиостанции (БС) и коммутационное оборудование транкинговые контроллеры MMX различной мощности.

Контроллеры MMX различаются количеством посадочных мест (слотов) для интерфейсных блоков (карт) LIA, PIA и PID, а также способом обработки информации. Каждый из контроллеров в принципе может использоваться и как главный системный контроллер, и как периферийный транкинговый контроллер (ТК).

В системе ACCESSNET в качестве контроллера центральной (региональной) соты обычно используется контроллер ммх-24. В качестве контроллеров периферийных сот можно применять контроллер типа MMX-8/8, MMX-8/16 или MMX-24. В состав ретрансляционной базовой станции (сайта) входят блок управления центра, контроллеры отдельных радиоканалов, приемопередатчики на каждый радиоканал и антенно-фидерные устройства.

Один центр может иметь до 24 радиоканалов, один из которых выделен в качестве управляющего и используется для приема запросов от мобильных станций и передачи им управляющей информации, остальные каналы - непосредственно для осуществления радиосвязи (трафиковые каналы). Для обеспечения максимальной пропускной способности системы, предусматривается возможность перевода управляющего канала в режим обслуживания трафика.

Оборудование радиоканала состоит из ретранслятора (приемопередатчика) и блока управления каналом (БУК). БУК обеспечивает прием и передачу данных по радио через управляемый им приемопередатчик, а также непосредственно реализацию протоколов MPT 1327, БУК способен поддерживать как управляющий, так и трафиковый канал. Блок управления центра служит для обеспечения согласованной работы всех радиоканалов, входящих в центр, и хранения данных об абонентах системы.

Третьим уровнем распределенного управления является центр управления транкинговой системы, в который включается контроллер центра управления и коммутатор НЧ сигналов. Центр управления может располагаться в помещении одной из базовых станций. Связь между

блоками управления центром и контроллером центра управления осуществляется по последовательному интерфейсу RS - 232. Связь с блоками управления каналами производится по шине данных, объединяющей все цифровые устройства центра.

Абонентское оборудование системы включает портативные радиостанции T3040 и T3030, и автомобильный вариант радиостанции T2040.

На рисунке 3.1 показана система ACCESSNET с тремя уровнями и прямыми соединениями периферийных узлов. Число уровней в структуре типа «звезда» для ACCESSNET может быть различным. Основное преимущество систем ACCESSNET заключается в том, что внутри этих «созвездий» можно устанавливать прямые связи между лучами разных «звезд».

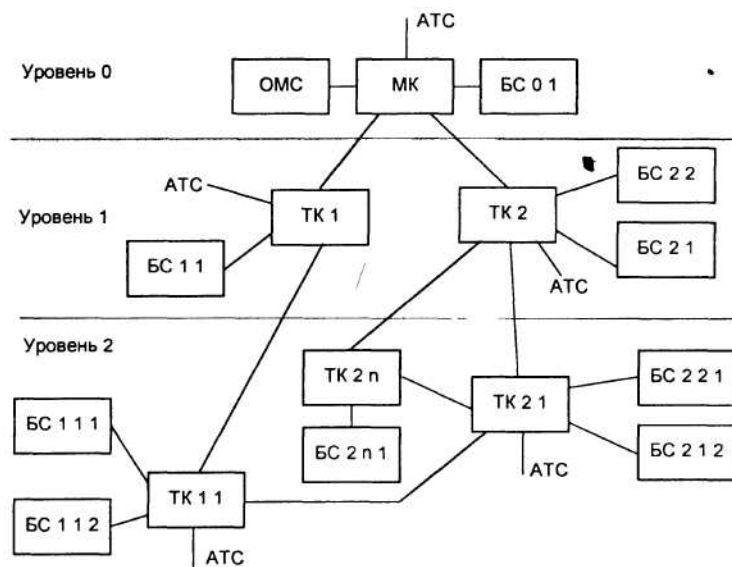


Рисунок 3.1 Архитектура сети на базе системы ACCESSNET.

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию и конспекту лекций изучить назначение, состав и принцип работы систем транкинговой связи.
2. Изучить архитектуру сети МРТ 1327 на основе оборудования ACCESSNET.
3. Зарисовать рисунок 3.1.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Структурная схема архитектуры сети на базе системы ACCESSNET.
2. Описание работы архитектуры сети на базе системы ACCESSNET.
3. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Архитектура сети МРТ 1327.
2. Характеристики сети МРТ 1327.
3. Чем отличаются контроллеры друг от друга.
4. Назначение блока управления каналом.
5. Каким образом соединяются блоки системы между собой.
6. Преимущества сети МРТ 1327.

Тема: «Изучение состава и назначения оборудования транкинговой сети стандарта TETRA»

Цель работы: Изучить архитектуру сети и ее основные элементы, структуру организации протокола связи.

Краткие теоретические сведения

Архитектура сети

Функциональные схемы построения различных ТСС стандарта TETRA представляются как совокупность элементов сети, соединенных определенными специфицированными интерфейсами. Сети стандарта TETRA содержат следующие основные элементы (рис. 4.1):

базовая приемопередающая станция (BTS) обеспечивает связь в определенной зоне (ячейке) БС выполняет основные функции, связанные с передачей радиосигналов сопряжение с МС, шифрование линий связи, пространственно-разнесенный прием, управление выходной мощностью мобильных РС, управление радиоканалами.

устройство управления БС (BCF) - элемент сети с возможностями коммутации, который управляет несколькими БС и обеспечивает доступ к внешним сетям ISDN, PSTN, PDN, PABX, а также используется для подключения ДП и терминалов ТОЭ.

контроллер БС (BSC) - элемент сети, с большими по сравнению с устройством BCF коммутационными возможностями, позволяющий обмениваться данными между несколькими BCF так же, как и BCF обеспечивает доступ к внешним сетям. BSC имеет гибкую модульную структуру, позволяющую использовать большое число интерфейсов разного типа в сетях TETRA. Контроллеры БС могут выполнять функции сопряжения с другими сетями TETRA и управления централизованными БД.

ДП - устройство, подключаемое к контроллеру БС по проводной линии и обеспечивающее обмен информацией между оператором (диспетчером сети) и другими пользователями сети.

мобильная станция (MS)

стационарная радиостанция (FRS) - РС, используемая абонентом в определенном месте.

терминал ТОЭ - терминал, подключаемый к УУ базовой станцией BCF и предназначенный для контроля за состоянием системы, проведения диагностики неисправностей, учета тарификационной информации и т. п. С помощью таких терминалов реализуется функция управления ЛС (LNM).

Каждая подсеть TETRA выполняет свои функции управления и коммутации, а также предоставляет возможность для централизованного управления сетью более высокого уровня. Структура подсети зависит от трафика, а также от требований к эффективности установления связи.

Функции управления БД и коммутации распределяются по всей сети, что обеспечивает быструю передачу вызовов и сохранение ограниченной работоспособности сети даже при потере связи с ее отдельными элементами.

Простейшая конфигурация подсети TETRA (рисунок 4.2.) включает только один модуль BCF.

В ТСС стандарта TETRA предусматриваются различные способы обеспечения отказоустойчивости, позволяющие в случае отказа отдельных элементов сети сохранять полную или частичную работоспособность. Для сетей национального уровня, как правило, используется несколько альтернативных маршрутов соединения сетей регионального уровня, путем соединения контроллеров БС. Кроме этого, для региональных сетей предусматривается взаимное копирование БД в контроллерах БС.

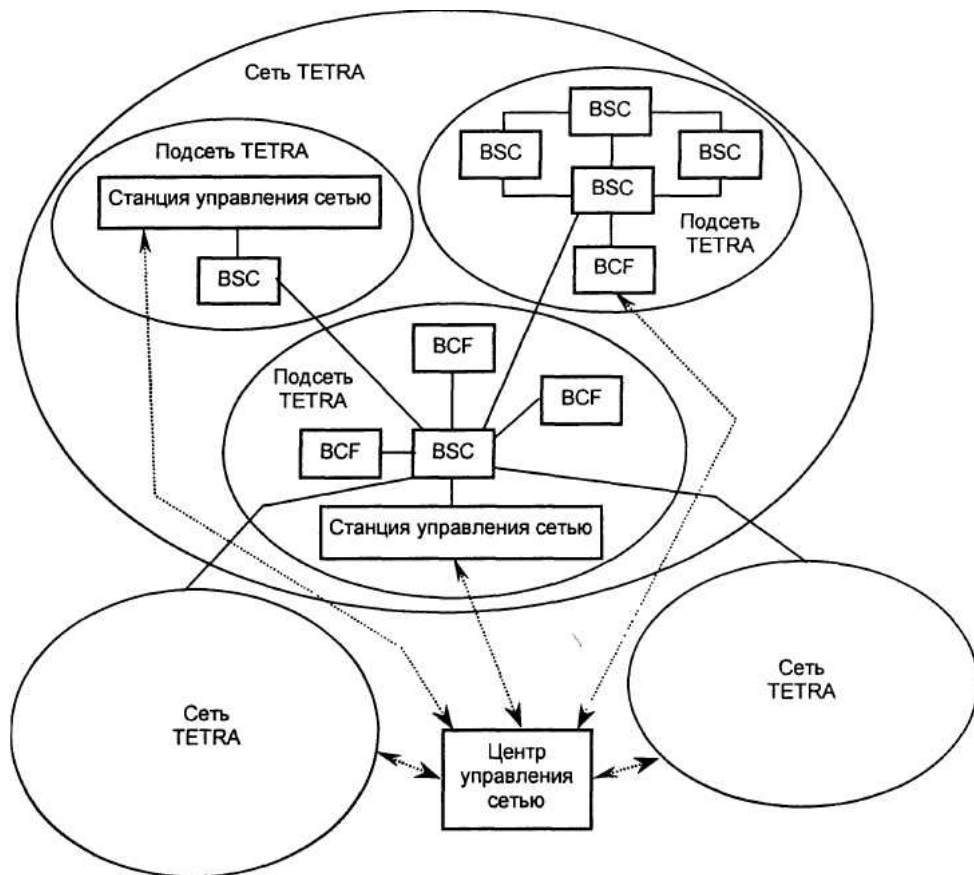


Рисунок 4.1 Архитектура транкинговой сети TETRA.

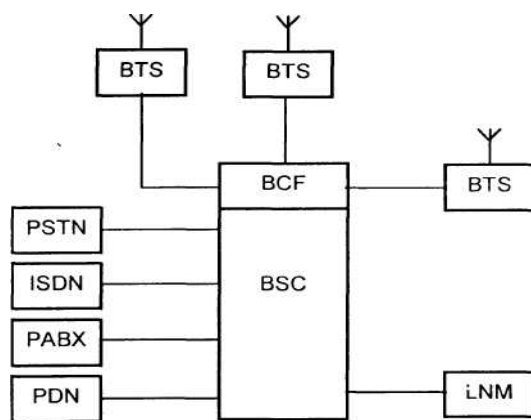


Рисунок 4.2 Простейшая конфигурация сети TETRA.

Общая структура временных кадров показана на рисунке 4.3. Передача сообщений осуществляется мультикадрами. Один мультикадр содержит 18 простых TDMA кадров и имеет длительность 1,02с. Один TDMA кадр в мультикадре - контрольный. TDMA кадр содержит четыре пакета (тайм слота), его продолжительность составляет 56,67 мс. Один пакет занимает временной интервал, равный 14,167 мс, и содержит 510 бит, 432 из них (два блока по 216 бит) относятся к информационному сообщению. В середине каждого пакета содержится синхропоследовательность SYNCH, которая применяется для временной синхронизации пакета и как тестирующая (или обучающая) последовательность для адаптивного канального эквалайзера в приемнике. Пакеты линии "вверх" содержат интервал PA, предназначенный для установления уровня излучаемой мощности по первому передаваемому пакету, и защитный интервал (GP) в конце для исключения перекрытия соседних пакетов (см. рисунок 4.3).

Один гиперкадр - 60 мультикадров(61.2с)

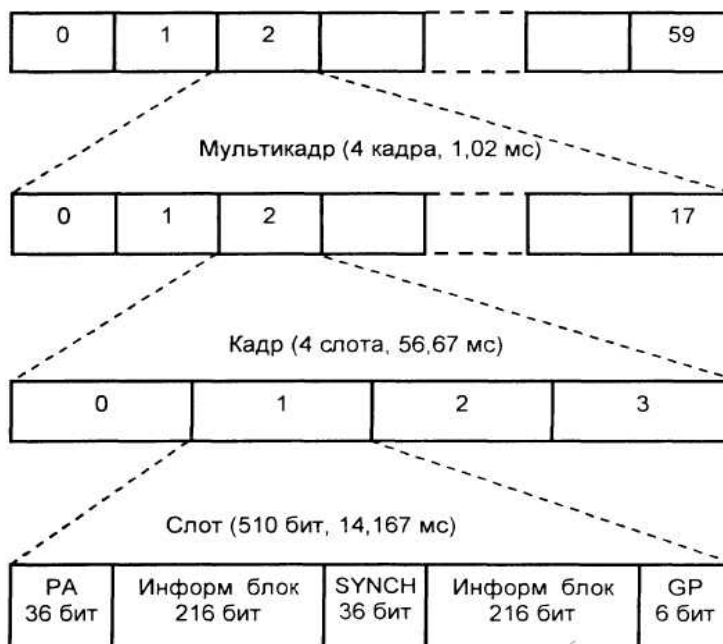


Рисунок 4.3 Общая структура временных кадров.

В режиме передачи речи и данных 18-кадровая мультиструктура, после того, как отрезок времени сжат и передается в пределах 17 TDMA кадров, позволяет 18-й кадр использовать для контроля сообщения без прерывания потока данных.

Этот кадр является управляющим и обеспечивает основу для канала медленного контроля (SACCH). SACCH обеспечивает фоновое управление и является одной из наиболее мощных характеристик управления протокола TETRA. Наибольшая скорость передачи цифровой информации на один канал - 9 кбит/с. Речевая информация передается со скоростью 1,8 кбит/с с использованием низкоскоростного кодера речи с алгоритмом CELP.

Порядок проведения работы

1. Зарисовать и изучить архитектуру транкинговой сети TETRA.
2. Описать, для чего нужны ее основные элементы.
3. Изучить общую структуру временных кадров.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Архитектура транкинговой сети TETRA.
2. Краткое описание работы основных элементов транкинговой сети TETRA.
3. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Назначение транкинговой сети.
2. Основные элементы транкинговой сети TETRA.
3. Процесс организации протокола связи.
4. Какой кадр в протоколе связи является управляющим и обеспечивает основу для канала медленного контроля.
5. Какую роль выполняет синхропоследовательность в пакете.
6. Каким образом осуществляется передача сообщений.

Тема: «Изучение состава оборудования систем сотовой связи»

Цель работы: Изучить состава оборудования систем сотовой связи.

Краткие теоретические сведения

Стандарт GSM предусматривает работу передатчиков в двух диапазонах частот. Полоса частот 890-915 МГц используется для передачи сообщений с ПС на БС, а полоса частот 935-960 МГц - для передачи сообщений с БС на ПС. При переключении каналов во время сеанса связи разность между этими частотами постоянна и равна 45 МГц. Разнос частот между соседними каналами связи составляет 200 кГц. Таким образом, в отведенной для приема/передачи полосе частот шириной 25 МГц размещается 124 канала связи.

В стандарте GSM используется TDMA, что позволяет на одной несущей частоте разместить одновременно 8 речевых каналов

Для защиты от ошибок, возникающих в радиоканалах, применяется блочное и сверточное кодирование с перемежением. Повышение эффективности кодирования и перемежения при малой скорости перемещения ПС достигается медленным переключением рабочих частот в процессе сеанса связи со скоростью 217 скачков в секунду.

Оборудование сетей GSM включает в себя подвижные и базовые станции, цифровые коммутаторы, центр управления и обслуживания, различные дополнительные системы и устройства. Функциональное сопряжение элементов системы осуществляется с помощью ряда интерфейсов. На структурной схеме (рис. 4.18) показано функциональное построение и интерфейсы, принятые в стандарте GSM.

MS состоят из оборудования, которое предназначено для организации доступа абонентов GSM к существующим сетям связи.

Каждая ПС имеет свой МИН - международный идентификационный номер (IMSI), записанный в ее памяти.

Оборудование BSS состоит из контроллера базовых станций BSC и собственно приемо-передающих базовых станций BTS. Один контроллер может управлять несколькими станциями. Он выполняет следующие функции: управление распределением радиоканалов; контроль соединения и регулировка их очередности; обеспечение режима работы с «прыгающей» частотой, модуляция и демодуляция сигналов, кодирование и декодирование сообщений, кодирование речи, адаптацию скорости передачи речи, данных и сигналов вызова; управление очередностью передачи сообщений персонального вызова.

Транскодер TCE обеспечивает преобразование выходных сигналов канала передачи речи и данных MSC (64 кбит/с) к виду, соответствующему рекомендациям GSM по радиointерфейсу (13 кбит/с). Он обычно располагается вместе с MSC.

Оборудование подсистемы коммутации SSS состоит из ЦК подвижной связи MSC, регистра положения HLR, регистра перемещения VLR, центра аутентификации AUC и регистра идентификации оборудования EIR.

MSC обслуживает группу сот и обеспечивает все виды соединений ПС. Он представляет собой интерфейс между сетью подвижной связи и фиксированными сетями, такими как PSTN, PDN, ISDN, и обеспечивает маршрутизацию вызовов и функцию управления вызовами. MSC также управляет и процедурами регистрации местоположения и передачи управления в подсистеме базовых станций (BSC).

MSC осуществляет постоянное слежение за ПС, используя регистры: HLR (регистр положения или домашний регистр) и VLR (перемещения или гостевой регистр).

В HLR хранится та часть информации о местоположении какой-либо ПС, которая позволяет ЦК доставить вызов. Фактически HLR является справочной БД о постоянно зарегистрированных в сети абонентах. В ней содержатся опознавательные адреса и номера, а также параметры подлинности абонентов, состав услуг связи, информация о маршрутизации, данные о роуминге абонента.

Регистр перемещения (VLR) - это второе основное устройство, обеспечивающее контроль за передвижением ПС из соты в соту. С его помощью достигается функционирование ПС за

пределами контролируемой регистром положения зоны. Когда в процессе перемещения ПС переходит из зоны действия одного КБС в зону действия другого, то она регистрируется последним, т.е. в регистр перемещения заносится новая информация.

Для исключения несанкционированного использования ресурсов ССС в нее введены механизмы аутентификации. Центр аутентификации (AUC) состоит из нескольких блоков и формирует ключи и алгоритмы аутентификации. С его помощью проверяются полномочия абонента и осуществляется его доступ к сети. AUC принимает решения о параметрах процесса аутентификации и определяет ключи шифрования на основе БД, находящейся в регистре идентификации оборудования (EIR).

Каждый подвижный абонент на время пользования ССС получает стандартный модуль подлинности абонента (SIM-карту), который содержит: IMSI, свой индивидуальный ключ аутентификации (Ki), алгоритм аутентификации (A3). С помощью информации, записанной в SIM-карте, в результате обмена данными между ПС и сетью, осуществляется полный цикл аутентификации и разрешается доступ абонента к сети.

Регистр идентификации оборудования EIR содержит централизованную БД для подтверждения подлинности оборудования подвижной станции. Если сеть имеет несколько EIR, то каждый EIR управляет определенными группами номеров ПС.

Центр управления и обслуживания (ОМС) обеспечивает управление элементами сети и качеством ее работы. В функции ОМС входит: регистрация и обработка аварийных сигналов, устранение неисправностей (автоматически или посредством обслуживающего персонала), проверка состояния оборудования сети и прохождения вызова ПС, управление трафиком, сбор статистических данных, управление ПО и БД и др.

Центр управления сетью (NMC) обеспечивает техническое обслуживание и эксплуатацию на уровне всей сети, поддерживаемой центрами ОМС (которые обеспечивают управление региональными сетями). В функции NMC входит: управление трафиком в пределах всей сети GSM.

В системах стандарта GSM имеются интерфейсы трех видов: для соединения с внешними сетями; между различным оборудованием сетей GSM; между сетью GSM и внешним оборудованием.

Оборудование сети GSM состоит из: ПС, БС, цифровых АТС, центра управления и обслуживания, различных дополнительных систем (РРЛ).

Центр коммутации обслуживает группу сот, управляя всеми видами соединений в процессе работы ПС и обеспечивая маршрутизацию и управление вызовами. Кроме выполнения функций обычной цифровой АТС он коммутирует и радиоканалы для обеспечения роуминга при переходе из соты в соту и переключения каналов связи в соте при появлении помех или неисправностей. Передача вызовов в сотах, управляемых одним КБС, осуществляется этим КБС. При передаче вызовов между двумя сетями, управляемыми разными КБС, первичное управление осуществляется в центре коммутации.

Кроме этого каждый центр коммутации обеспечивает:

- обслуживание ПА в пределах определенной географической зоны;
- формирование данных по состоявшимся разговорам и передача их в центр расчетов;
- управление регистрацией местоположения необходимого для обеспечения передачи вызова перемещающемуся абоненту. Регистрация местоположения обеспечивает безразрывность соединения ПА при перемещении из соты в соту.

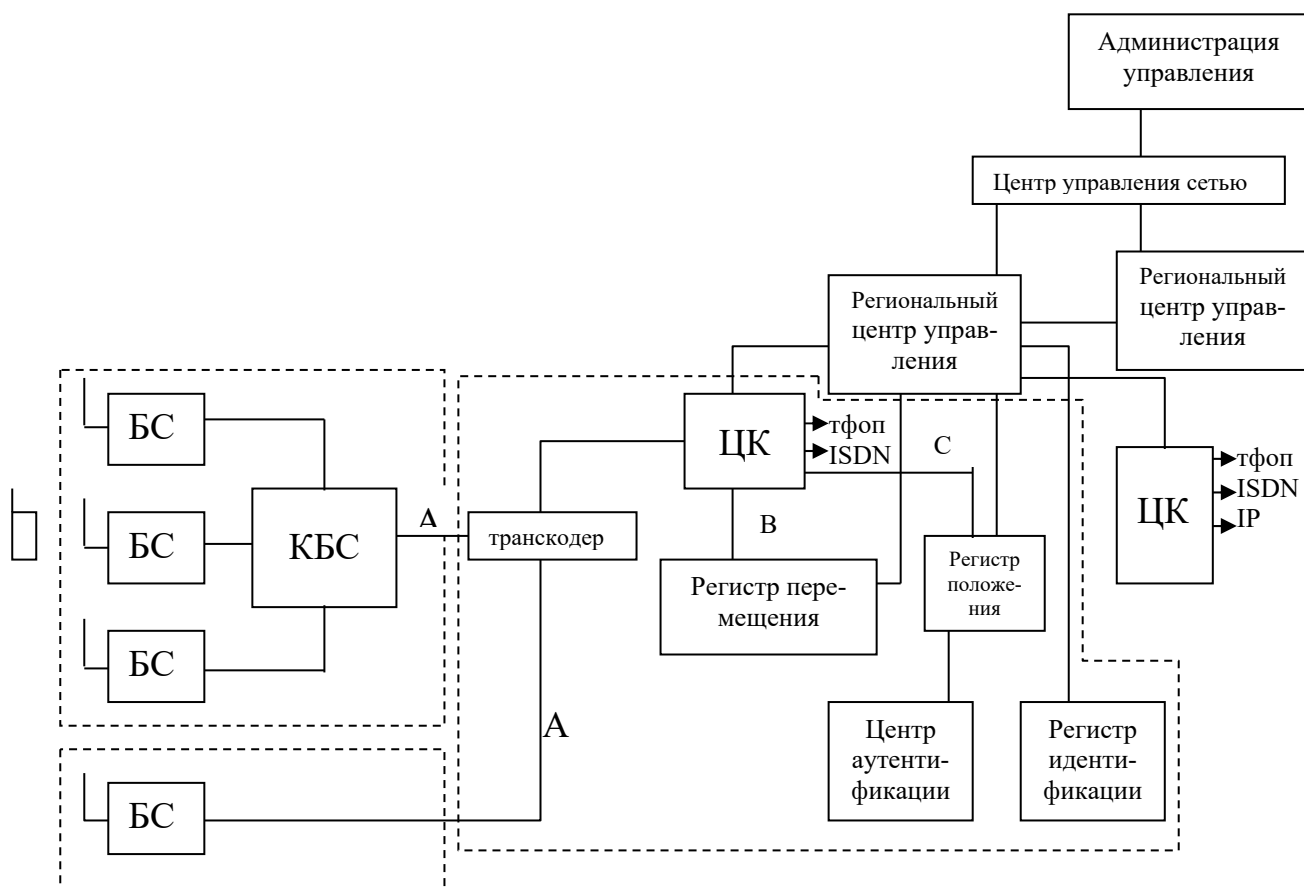
- постоянное слежение за ПС с использованием регистров положения и перемещения.

Регистр положения – это база данных о постоянно прописанных в сети абонентах. В нем содержатся опознавательные номера и адреса, параметры подлинности абонентов, состав услуг связи, ведется регистрация данных о роуминге абонентов, включая данные о временном идентификационном номере ПА. К базе данных регистра положения имеют дистанционный доступ все центры коммутации и регистры перемещения сети. Если сеть имеет несколько регистров положения, то в базе данных имеется только одна запись об абоненте, т.е. база данных каждого регистра составляет часть базы данных общей сети. Доступ к базе данных об абонентах осуществляется по номеру ПА в сети. К базе данных регистра могут получить доступ центр коммутации или регистры перемещения других сетей в рамках обеспечения межсетевого роуминга абонентам.

Регистр перемещения – второе основное устройство, обеспечивающее контроль за передвижением ПС из зоны в зону. В GSM сети группируются в географические зоны, которым присваивается идентификационный номер. С его помощью обеспечивается работа ПС за пределами зоны постоянной регистрации абонента. Когда в процессе перемещения ПС переходит из зоны действия одного КБС, объединяющего группу БС, ПС регистрируется этим КБС и в регистр перемещения заносится информация о номере зоны, которая обеспечивает доставку вызова ПС. Регистр перемещения содержит такие же данные, как и регистр положения, однако эти данные содержатся в регистре только до момента, пока абонент в зоне контроля этого регистра. Каждый регистр перемещения содержит данные об абонентах нескольких зон. Когда ПА перемещается из одной зоны в другую, данные его местоположения автоматически обновляются в регистре. Если старая и новая зона находятся под управлением различных регистров перемещения, то в старом регистре данные стираются после их копирования в новый. Регистр перемещения присваивает номер перемещающейся ПС. Когда ПС принимает входящий вызов регистр перемещения выбирает его присвоенный номер и передает на ЦК, который осуществляет маршрутизацию этого вызова к БС, находящейся рядом с ПС. Регистр перемещения распределяет номера передачи управления при передаче одного ЦК к другому, управляет распределением новых временных номеров ПА и передает их регистр положения. Регистр перемещения представляет собой локальную базу данных об абонентах для той зоны, где он находится, что позволяет исключить постоянные запросы в регистр положения и сохранить время на обслуживание вызовов.

Центр аутентификации состоит из нескольких блоков и формирует ключи и алгоритмы аутентификации. В нем проверяются полномочия абонента, и осуществляется доступ к сети.

Регистр аппаратуры содержит централизованную базу данных для подтверждения подлинности международного идентификационного номера оборудования ПС. Эта база данных относится исключительно к оборудованию ПС.



Порядок проведения работы

1. По техническому описанию изучить работу сотовой системы связи.
2. Сделать краткое описание работы сотовой системы связи.
3. Написать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание работы сотовой системы связи.
2. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Состав сотовой системы связи.
2. Функциональные возможности системы сотовой связи.
3. Какие существуют телефонные аппараты ССС.

Тема: «Изучение органов управления аппаратов ССПС»

Цель работы: Изучить назначение органов управления, их функционально выполняемые функции и составить алгоритм пользовательского меню аппарата.

Приборы и оборудование: 1)Телефонный аппарат ССПС.

Краткие теоретические сведения


Принципы организации меню

С помощью меню Вы можете настраивать и использовать функции телефона и сети.




Нажмите 



 Пролистывайте горизонтально для отображения нужного меню верхнего уровня.

ВЫБОР Нажмите.

При выборе пункта меню Вы переходите к подменю, а иногда и к дальнейшим подменю.


 Удерживайте нажатой для выхода из меню (возврата в режим готовности). При кратковременном нажатии осуществляется возврат к предыдущему меню. Внимание: Если удерживать клавишу нажатой в режиме готовности, телефон выключается.

Сокращенный набор


Если настроен сокращенный набор, то Вы можете осуществлять вызовы набором одной цифры:

Ввод записи из телефонной книги

 Нажмите.

 Выберите нужную запись

ОПЦИЯ Нажмите.


 Пролистайте и выберите ДОБАВ. В СПИСОК СОКР. НАБ.

Запишите номер сокращенного набора для последующего использования. Если список полон, выберите запись для замены.

Ввод нового номера

МЕНЮ Нажмите

 Выберите.

 Пролистайте и выберите <ПУСТО> (если свободной позиции нет — см. ниже).


УСТАН. Нажмите.

 Введите номер и имя


Запись 1 зарезервирована для  голосовой почты. Если нет свободной позиции:

 Выберите ненужную запись (почтовый ящик удалить нельзя),


ОПЦИЯ Нажмите.


 Пролистайте и выберите:

СМЕСТИТЬ ЗАПИСЬ

 Пролистайте влево и выберите ПЕРЕНЕСТИ В ТЕЛЕФОННУЮ КНИГУ или СТЕРЕТЬ ЗАПИСЬ. Затем выполните описанные выше действия, начиная с <ПУСТО>.

Использование сокращенного набора

 Нажмите цифру сокращенного набора (1—9). Над правой дисплейной клавишей появится имя (первые 6 букв).

 Нажмите для вызова абонента, или

 Нажмите.

Другие функции


Когда на дисплей выведена запись сокращенного набора:
ОПЦИЯ Нажмите.

 Пролистайте и выберите одну из позиций меню:

просмотр записи - вывод абонентского номера для этой записи.

Изменить запись – изменение номера, затем имени.

Сместить запись - вы можете выбрать ПЕРЕНЕСТИ В ТЕЛЕФ. КНИГУ или назначить записи сокращенного набора новый номер:


 Пролистайте к ненужной записи и выберите ЗАМЕНА.

Стереть запись

Послать как DTMF


Текстовые сообщения


Чтение текстового сообщения

При поступлении нового текстового сообщения на дисплее появляется дополнительный символ: 

 Нажмите

На дисплей выводится дата и время получения, а также номер отправителя.

 Пролистайте сообщение.

 Нажмите для набора выделенного ► НОМЕР ◀.

Список сообщений


МЕНЮ Нажмите.

 Пролистайте и выберите  ТЕКСТ. СООБЩ.

 Пролистайте и выберите  ИСХ. (список исходящих) или  ВХОД. (список входящих).

 Пролистайте список.

Позиция в списке/длина.


 ^{1/3} Сообщение без адреса. После небольшой задержки сообщение пролистывается автоматически.

Передача нового сообщения

При отправке первого сообщения необходимо ввести номер сервисного центра* (Вы узнаете его от оператора сети).

МЕНЮ Нажмите

 Пролистайте и выберите  ТЕКСТ. СООБЩ. Затем <СОЗДАТЬ НОВ ТЕКСТ >.

 Введите текст сообщения, используя номеронабиратель.

ОК Нажмите после завершения ввода.

ДА Подтвердите «конец сообщения» (при выборе НЕТ предлагаются другие опции).

 Если необходимо, введите номер сервисного центра.

Введите номер или выберите его из телефонной книги.

ОК Подтвердите «назначение»

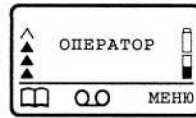
ОК Передайте сообщение

 Нажмите для передачи.

После отправки Вашего сообщения Вы получаете извещение, затем Вы можете сохранить сообщение. Оно появится в вашем списке  ИСХ. сообщений.

Речевые сообщения

Прослушивание речевой почты



Индикация поступления сообщения осуществляется одним из способов:

- Появляется символ (и звуковой сигнал).
 - Нажмите для вызова и прослушивания сообщения, или
 - Появляется символ (и звуковой сигнал).
 - Нажмите для чтения текстового сообщения (это может быть сообщение о поступлении речевого сообщения), или
 - Вам поступит вызов с записанным объявлением.
- Для прослушивания сообщения(й) Вы должны вызвать центр речевой почты:
- Нажмите, если установлена эта функция (см. правую колонку).
 - Нажмите для вызова

Звонок /тональные сигналы

МЕНЮ Нажмите

- Пролистайте и выберите звонок.
- Пролистайте и выберите одну из опций:

Громкость звонка

Вы можете выбрать один из 4 уровней громкости или увеличивающуюся громкость вызывного сигнала.

- Индикация увеличивающейся громкости вызывного сигнала. Эта функция позволяет избежать создания нежелательного шума.

Мелодия вызывного сигнала

Вы можете выбрать одну из 20 мелодий или мягкий не раздражающий сигнал.

Мелодия для важных вызовов

Вы можете выбрать отличающуюся мелодию для вызовов от абонентов, телефоны которых включены в Ваш список сокращенного набора.

Сервисные сигналы

Вы можете включать/отключать звуковые тональные сигналы:

- соединения с сетью;
- поступления сообщения /
- соединения после набора. Предупредительный сигнал «разряд аккумуляторов» не отключается.

Тональные сигналы

Вы можете отключить звуковое предупреждение о поступлении информационных сообщений.

Подтверждение нажатия клавиши

Отключен, щелчок или тональный сигнал.

Все сигналы (вкл/выкл)

Режим бесшумной работы телефона (за исключением предупредительного сигнала о разряде аккумуляторов).

- Этот символ появляются на дисплее при включении режима бесшумной работы, или
 - Для быстрого включения функции удерживайте клавишу нажатой (в режиме готовности).
- ИЗМЕН. Нажмите для выбора сигнализации вызова одиночным гудком.

Телефонная книга

Вы можете вызвать телефонную книгу с помощью клавиши (телефонная книга). Если Вы хотите использовать телефонную книгу во время соединения, вызовите ее с помощью меню.

Специальные функции

МЕНЮ Нажмите

- Пролистайте и выберите УСТАНОВКА.



Пролистайте и выберите одну из позиций:

Время/оплата

ПОСЛЕДНИЙ РАЗГОВОР

Вы можете увидеть данные о продолжительности Вашего последнего разговора и, если эта функция поддерживается оператором сети, количество использованных тарифных единиц. Также, если эта опция настроена, Вы можете видеть стоимость соединения (см. ниже).

ВСЕ РАЗГОВОРЫ

Эта функция позволяет Вам просмотреть суммарное время (а также тарифные единицы и денежную сумму, если соответствующая функция установлена). Также Вы можете обнулять эти значения.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ

Включите эту функцию для просмотра продолжительности соединения во время соединения. Продолжительность соединения также на некоторое время появляется на дисплее по завершении соединения. Стоимость соединения выводится на дисплей, если эта индикация запрограммирована.

ЕЖЕМИНУТНЫЙ СИГНАЛ

Если функция включена, то каждую минуту раздается предупредительный сигнал.

ТАРИФ ОПЛАТЫ ☸!

Если Ваш оператор сети поддерживает функцию подсчета тарифных единиц, и Вы зарегистрированы для использования этой услуги, то Вы можете увидеть на дисплее количество использованных тарифных единиц.



Введите стоимость тарифной единицы (обратите внимание на десятичную точку на дисплейной клавише). Ваш телефон осуществляет расчет и отображение стоимости соединения.



Возможен ввод стоимости одной минуты соединения, однако рассчитанная сумма будет неточной из-за непостоянства тарифа.



Вы можете ввести название денежной единицы.

ОГРАНИЧЕНИЯ СТОИМОСТИ ☸!

Возможно использование функции, отключающей телефон после использования заданного количества тарифных единиц.

Для использования этой функции требуется специальная карточка SIM с вторым PIN-КОДОМ (PIN 2). При включении этой функции Вы можете ввести или изменить количество тарифных единиц. Также Вы можете проверить состояние с помощью пункта меню инфо.

Ваш оператор может использовать эту функцию для предоставления услуг с предоплатой.

Настройка сообщений



Номер сервисного центра

Введите или измените номер сервисного центра, сообщенный Вам оператором сети.

Тип сообщения ☸!

Ваш центр речевой почты может поддерживать передачу сообщений в других форматах. Вы можете узнать подробности у оператора сети. Ваш телефонный аппарат может запросить другие форматы:

ИЗМЕН. Нажмите, Вы можете выбрать один из форматов:

СТАНДАРТНЫЙ ТЕКСТ, ТЕЛЕКС, ФАКС, ЭЛЕКТРОННАЯ ПОЧТА, X.400, ОПРЕДЕЛИТЬ НОВЫЙ ТИП (введите кодовый номер).

☸ Темы

Если функция информационных сообщений включена, то Вы можете выбирать каналы из списка стандартных каналов, однако некоторые из них могут быть недоступны в Вашей сети. <НОВАЯ ТЕМА> Выберите. Вы можете выбрать до 5 каналов. При включении следующих каналов Вы должны отключать ранее включенные. Примеры:

- СТАНДАРТ — это стандартный информационный канал Вашего оператора сети.
- СРОЧН. СООБЩ. — новые важные сообщения.

Если нужные Вам каналы отсутствуют в списке, выберите ОПРЕДЕЛИТЬ НОВУЮ ТЕМУ? и введите код, сообщенный Вам оператором сети.

Настройка переадресации



Пролистайте и выберите ПЕРЕАДРЕСАЦ.


Пролистайте и выберите тип переадресации

ПРОВЕР.

Нажмите для проверки настройки (если эта функция поддерживается). Проверка может продолжаться несколько секунд.

Вкл



Включите переадресацию (если она была выключена). Введите номер, по которому должна осуществляться переадресация. Вы можете использовать телефонную книгу 

ПЕРЕАДР. Вкл. Эта надпись появляется после каждого вызова для напоминания.

Отмена переадресации

Выполните действия, описанные для настройки переадресации, и отключите ее. Номер, по которому осуществлялась переадресация, сохраняется в памяти. Поэтому Вы легко можете включить эту функцию снова.

Изменение номера переадресации

Отмените переадресацию, затем включите ее снова.



Сотрите старый номер и введите новый.

Отмена всех видов переадресации

Также Вы можете отменить отдельные виды переадресации.

Язык

Вы можете выбрать язык дисплейных сообщений. При выборе «АВТОМАТИЧ.» используется предпочтительный язык Вашего оператора сети

Порядок проведения работы

1. По внешнему виду телефонного аппарата изучить назначение органов управления их функционально выполняемые функции.
2. Составить алгоритм пользовательского меню аппарата ССПС.
3. Знать назначение органов управления.
4. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание основных функций и органов управления аппарата ССПС.
2. Алгоритм пользовательского меню аппарата ССПС.
3. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1. Назначение автоматической индикации аппарата ССПС.
2. Как осуществляется передача нового сообщения.
3. Назначение специальных функции в телефоне.
4. Как регулируется звонок оповещения входящего вызова в телефоне.
5. Какую роль выполняет переадресация.

Тема: «Изучение работы оборудования стандарта NMT 450»

Цель работы: Изучить состав и назначение оборудования стандарта NMT 450 и назначение элементов в структуре рабочего кадра.

Краткие теоретические сведения

Структурная схема сети стандарта NMT-450 представлена на рисунке 6.1.

В состав ССПС входят: ЦК подвижной связи (MSC), БС (BTS); ПС (MS); контроллеры. Центр коммутации обеспечивает управление системой подвижной радиосвязи и является соединительным звеном между ПС и ТФОП. Каждый MSC обслуживает группу БС, совокупность которых образует его зону обслуживания ТА.

Принцип формирования зоны обслуживания изображен на рисунке 6.2.

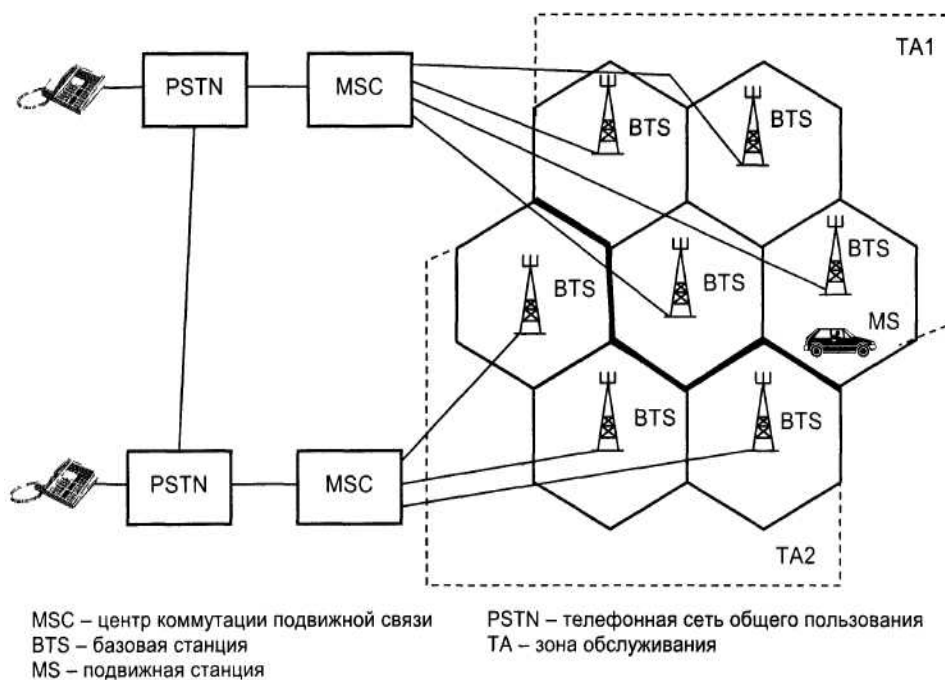


Рисунок 6.1 Структурная схема сети стандарта NMT-450.

Каналы связи каждой БС подразделяются на разговорные каналы и КУ (вызова). По КУ передается специальный сигнал опознавания. По свободным разговорным каналам транслируется другой сигнал опознавания, подтверждающий, что канал свободен и может быть использован для ведения переговоров. Все ПС, находящиеся в зоне действия БС, постоянно работают на прием на частоте КУ. В случае, когда все разговорные каналы заняты, допускается использование КУ для ведения разговора.

В системе NMT для обмена служебной информацией между MSC, BTS и MS, кроме служебных сигналов, определяющих КУ и разговорные каналы, используются сигналы, определяющие зону обслуживания, страну, в которой находится МА, а также сигналы, обозначающие номер канала. Все эти служебные сигналы являются цифровыми и формируются с помощью быстрой частотной манипуляции FFSK. Принцип формирования FFSK-сигнала представлен на рис. 6.3. Цифровой сигнал, определенный как логическая единица, представляет собой один период колебания частотой 1200 Гц, а сигнал логического нуля - 1,5 периода колебания частотой 1800 Гц. Таким образом цифровой сигнал передается по каналу связи со скоростью 1200 бит/с.

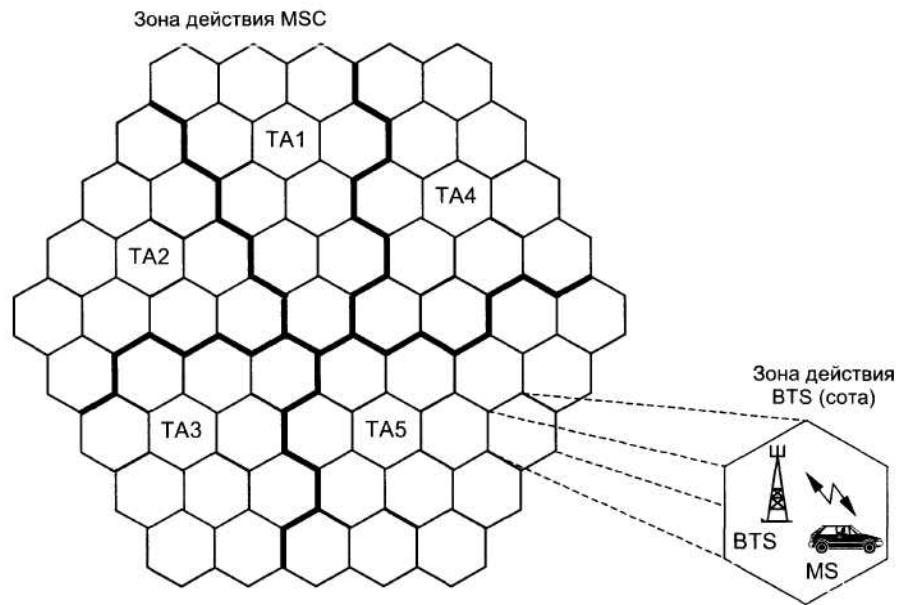


Рисунок 6.2 Принцип формирования зоны обслуживания в сети стандарта NMT-450.

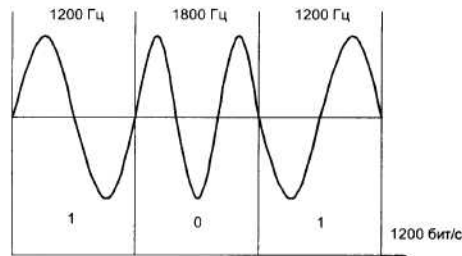


Рисунок 6.3 Принцип формирования FFSK- сигнала.

Служебная информация в системе NMT передается в 64-разрядном пакете и располагается в середине полного рабочего кадра. Каждый такой пакет содержит пять полей (рисунок 6.2.): номер канала $N_1N_2N_3$, по которому передается данное сообщение; префикс P , характеризующий тип кадра; номер района обслуживания Y_1Y_2 , где расположена БС с номером канала $N_1N_2N_3$; номер ПС $X_1 - X_7$; информационное поле.

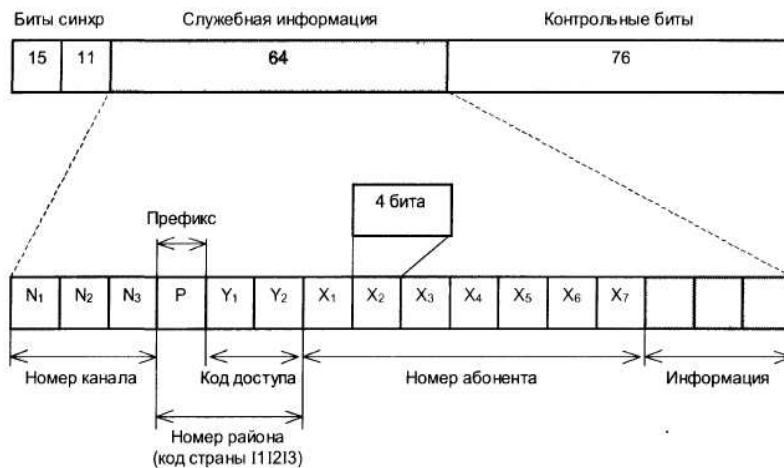


Рисунок 6.4 Структура рабочего кадра.

При передаче в направлении MSC - MS информационное поле содержит 12 бит; в направлении MS - MSC номер района обслуживания Y1Y2 не передается, информационное поле содержит 20 бит.

В стандарте NMT в качестве управляющего может использоваться любой из разговорных радиоканалов, что повышает эффективность управления системой связи

Центр коммутации подвижной связи (MSC) обеспечивает управление сетью подвижной радиосвязи и является интерфейсом между подвижной станцией и фиксированной телефонной сетью. Каждый MSC обслуживает группу базовых станций. Совокупность BTS, обслуживает, образует зону обслуживания.

На каждой базовой станции один канал используется как канал вызова, он маркируется специальным сигналом опознавания. Один или несколько других каналов, когда они свободны, маркируются другим сигналом, показывающим, что канал свободен. Подвижные станции, находящиеся в зоне действия базовой станции, постоянно работают на прием на канале вызова. Однако, при определенных обстоятельствах, MSC может допускать использование канала вызова для ведения разговора. Эта возможность может быть использована только в том случае, когда на базовой станции все каналы связи заняты.

В дополнение к сигналам, различающим каналы вызова и каналы связи, имеются сигналы, определяющие зону обслуживания и страну, в которой находится подвижная станция, а также сигналы, обозначающие № канала. Все служебные сигналы являются цифровыми и передаются со скоростью 1200/1800 бит/с FFSK модуляцией.

Диапазон рабочих частот занимает полосы: 453...457,5 МГц и 463...677,5 МГц, которые используются для радиосвязи между подвижной и базовой станциями и между базовой и подвижной станциями, соответственно. Используя сетку частот через 25 кГц, эти полосы могут обеспечить 180 каналов связи.

Вызов всех типов подвижных станций посылается одновременно базовыми станциями, расположенными в зоне связи, в которой предполагается работа подвижных станций. Когда подвижная станция приняла сигнал вызова, содержащий ее сигнал опознавания, она отвечает на вызов сигналом подтверждения на ответной частоте канала вызова, после чего MSC передает канал связи той базовой станции, в зоне которой ответила на вызов подвижная станция. Подвижная станция принимает номер нужного канала и перестраивается на предоставленный ей канал связи.

Весь обмен сигналами между MSC и подвижной станцией осуществляется по каналам связи. Канал вызова, на котором продолжают работать на прием все остальные подвижные станции, готов к немедленной передаче следующего вызова.

Когда подвижный абонент осуществляет передачу вызова, подвижная станция автоматически находит и занимает свободный канал, по которому передаются все служебные сигналы, затем происходит соединение абонентов и передача информации.

Одно из основных требований заключается в том, чтобы система позволяла вызывать перемещающегося абонента, то есть абонента, который находится в другой зоне связи. Это требование делает необходимым введение в MSC регистра положения абонентов для того, чтобы можно было отслеживать путь своих абонентов. Когда подвижная станция перемещается из одной зоны связи в другую, она автоматически посылает на MSC, контролирующей новую зону связи, сигнал об изменении местоположения. От нового MSC информация об изменении адреса подвижной станции передается по телефонной сети или по сети передачи данных на MSC, где зарегистрирован абонент. Передача данных между подвижной станцией и MSC, в зону действия которого она перемещается, обычно не требует каких-либо действий подвижного абонента.

В регистре, в который внесена подвижная станция на своем MSC, делается поправка, и все вызовы этого подвижного абонента переадресовываются в зону действия нового MSC.

Подвижная станция оборудована селектором страны, который препятствует перерыву связи в случае работы с базовыми станциями, отличными от базовых станций данной страны. Полная структура рабочего кадра показана на рис. 6.4.

Во время передачи вызова базовая станция (по команде MSC) постоянно излучает контрольный сигнал (тональный сигнал частотой около 4000 Гц) и посылает его в сторону подвижной станции, которая принимает его и вновь передает на базовую станцию. Принятый возвращенный сигнал детектируется и оценивается базовой станцией.

Если качество передачи ухудшается, то базовая станция принимает решение о подключении другой базовой станции или о разъединении вызова. Базовые станции посылают информацию о результатах оценки отношения сигнал/шум на MSC. В случае переключения разговора в процессе передачи по команде MSC подчиненные ему базовые станции выполняют измерения напряженности поля сигнала, на котором работает подвижная станция. Для измерения напряженности поля сигнала все базовые станции снабжены многоканальными приемниками мониторами. Информация о результатах измерений дает возможность MSC принять решение, какой базовой станции передать разговор.

Команда о начале измерений передается на базовые станции немедленно, как только начинает идти вызов, для того, чтобы определить, подходит ли используемая базовая станция. Результат измерений в начале каждого разговора используется также для того, чтобы определить, не превышает ли уровень принимаемого от подвижной станции сигнала заданный максимальный уровень и, если превышает, то MSC дает подвижной станции команду уменьшить уровень излучаемой мощности.

Порядок проведения работы

1. По методическому пособию изучить состав и назначение оборудования стандарта NMT 450.
2. Зарисовать структурную схему сети стандарта NMT-450 и записать краткое описание ее работы.
3. Изучить назначение элементов в структуре рабочего кадра.
4. Зарисовать структурную схему рабочего кадра и записать краткое описание ее работы.
5. Сделать вывод на основе полученных знаний.

Содержание отчета

1. Структурная схема сети стандарта NMT-450 и краткое описание ее работы.
2. Структурная схема рабочего кадра и краткое описание ее работы.
3. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1. Характеристики сети NMT-450.
2. В чем заключается принцип манипуляции FFSK.
3. Назначение служебной информации, и её структура.
4. Каким образом система определяет свободный и занятый канал.
5. Каким образом обеспечивается передача и обслуживание от одной БС к другой.

Тема: «Изучение схем телефонных аппаратов различных стандартов»

Цель работы: Изучить структурные схемы, назначение и принцип работы функциональных узлов телефонных аппаратов различных стандартов.

Краткие теоретические сведения

Телефонные аппараты сотовой связи

Привычные для абонента сотовые радиотелефоны в начале своего развития имели довольно большие размеры и были похожи скорее на радиостанции, чем на телефоны. Однако в последние годы основные параметры этих телефонов изменились, уменьшились размеры, увеличились функциональные возможности.

Выбор стандарта сотовой связи однозначно определяет выбор класса модели радиотелефона. Между собой, несмотря на наличие общих черт, модели различаются не только функциональными возможностями, определяемыми стандартом, но и некоторыми устоявшимися традициями в их разработке и внешнем оформлении.

В пределах каждого класса модели сотовых телефонов отличаются между собой не только объемом сервисных функций, но и параметрами приемо-передающих трактов. По этой причине выбор сотового радиотелефона необходимо осуществлять учитывая не только его размеры и внешний вид, но и особенности конструкции и его технические характеристики.

Рассмотрим устройство аналоговых и цифровых радиотелефонов, их основные функциональные возможности.

На мировом рынке в настоящее время имеется большое число разнообразных моделей сотовых радиотелефонов, но все они имеют очень похожую конструкцию. Каждый телефон имеет передающее и приемное устройство, устройства преобразования и воспроизведения речи абонента, устройство контроля и управления, антенну, вызывное устройство, клавиатуру и дисплей.

В зависимости от модели они могут различаться размером, составом основных комплектующих элементов, функциональными возможностями и т.д.

Структурная схема аналогового сотового телефона

Структурная схема сотового телефона аналогового стандарта ETACS представлена на рисунке 4.1

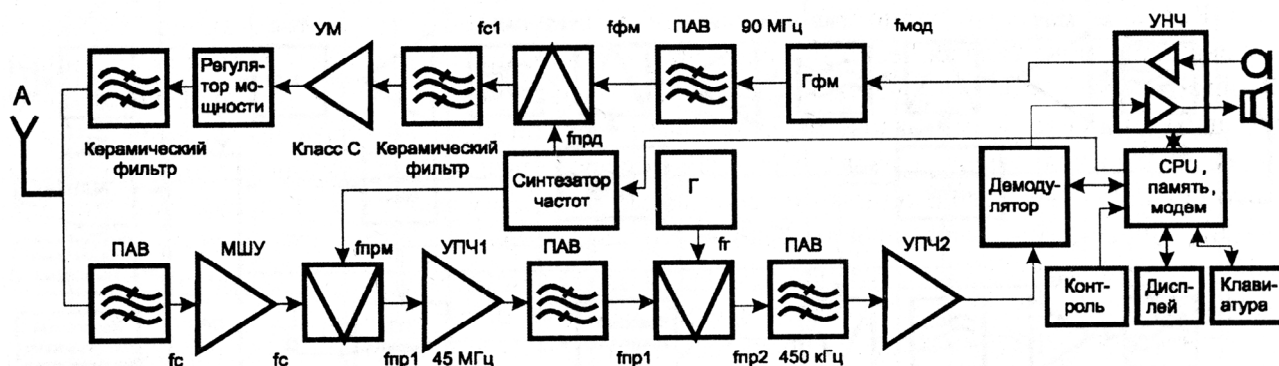


Рисунок 4.1 Структурная схема сотового телефона аналогового стандарта

Передающий и приемный блоки выполнены по классической схеме. Устройство приема супергетеродинный приемник с двойным преобразованием частоты. Принимаемый сигнал с антенны поступает в полосовой фильтр на ПАВ, выделяющий принимаемый сигнал и

ослабляющий помехи. Отфильтрованный сигнал f_c поступает на малошумящий усилитель (МШУ) и после усиления подается в смеситель. На второй вход смесителя с синтезатора частот поступает сигнал гетеродина $f_{\text{прм}}$. Полученный сигнал первой промежуточной частоты $f_{\text{пр1}}$ (45 МГц) поступает в усилитель первой промежуточной частоты УПЧ1 и после усиления фильтруется полосовым фильтром на ПАВ. Отфильтрованный сигнал $f_{\text{пр1}}$ поступает на второй смеситель. В него же с гетеродина (Г) поступает сигнал f_g . Полученный в результате преобразования сигнал второй промежуточной частоты $f_{\text{пр2}}$ частотой 450 кГц фильтруется полосовым фильтром на ПАВ и усиливается УПЧ2 до необходимого уровня. Затем сигнал поступает в фазовый демодулятор, где выделяются сигналы управления и речевой сигнал, который поступает в УНЧ и далее - на громкоговоритель. Сигналы управления обрабатываются процессором CPU.

Аналоговый сигнал с микрофона усиливается УНЧ до требуемого уровня и поступает в фазовый модулятор $\Gamma_{\text{фм}}$ как сигнал $f_{\text{мод}}$. Преобразованный сигнал $f_{\text{фм}}$ частотой 90 МГц через полосовой фильтр на ПАВ поступает в смеситель. В него же с синтезатора частот приходит сигнал $f_{\text{прд}}$. С выхода смесителя сигнал f_{c1} через полосовой керамический фильтр поступает в усилитель мощности класса С, обеспечивающий максимальный КПД передатчика. Усиленный сигнал через регулятор мощности УМ и полосовой керамический фильтр поступает к антенне. Обработка сигналов управления, опрос клавиатуры, формирование необходимых частот и вывод информации на дисплей происходит под управлением центрального процессора. Синтезатор частоты позволяет получить высокостабильные сигналы частот всего используемого диапазона.

Структурная схема цифрового сотового радиотелефона

Структурная схема сотового радиотелефона, работающего в стандарте GSM, приведена на рисунке 4.2.

Часто в таких радиотелефонах имеется аналоговая и цифровая части, которые выполняются на отдельных платах. Аналоговая часть включает в себя приемное и передающее устройства, которые по своему построению и характеристикам напоминают описанные выше.

Антенна А выполняет одновременно функции передающей и приемной. Она представляет собой спиральную укороченную антенну, по характеристикам аналогичную стандартной полуволновой антенне. В системах стандарта GSM передатчик и приемник работают не одновременно, и передача осуществляется только в течение 1/8 длительности кадра. Это значительно уменьшает расход энергии аккумуляторной батареи и увеличивает время функционирования как в режиме передачи (разговора), так и в режиме приема (ожидания). Кроме того, снижаются требования к ВЧ-фильтру приемника, выполненному на ПАВ, и делает возможным интеграцию малошумящего входного усилителя (МШУ) со смесителем. Принимаемый сигнал после прохождения входного полосового фильтра усиливается МШУ и поступает на первый вход смесителя. На второй его вход поступает сигнал гетеродина $f_{\text{прм}}$ с синтезатора частот. Сигнал первой промежуточной частоты $f_{\text{пр1}}$ проходит через полосовой фильтр на ПАВ и усиливается усилителем первой промежуточной частоты УПЧ1, после чего поступает на первый вход второго смесителя. На его второй вход поступает сигнал гетеродина f_g с генератора частот. Полученный сигнал второй промежуточной частоты $f_{\text{пр2}}$ фильтруется полосовым фильтром на ПАВ, усиливается усилителем УПЧ2 и поступает на АЦП, где происходит преобразование в сигнал, необходимый для работы сигнального процессора CPU.

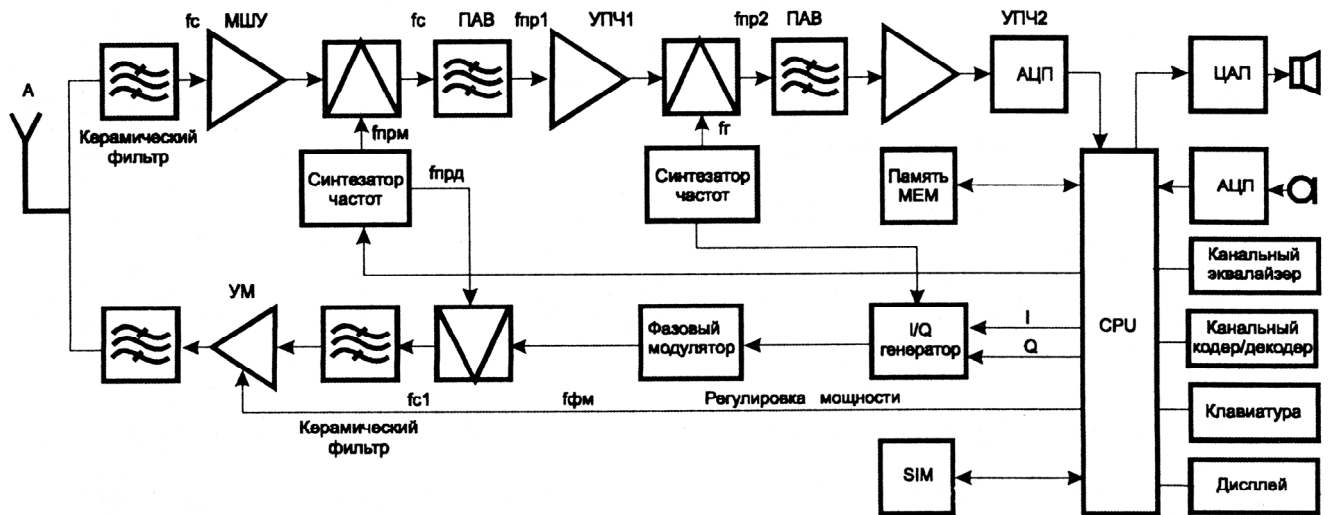


Рисунок 4.2 Структурная схема сотового телефона GSM

В режиме передачи информационный цифровой сигнал, сформированный в CPU, поступает на I/Q-генератор, где происходит формирование модулирующего сигнала. Последний поступает в фазовый модулятор, с которого сигнал $f_{фм}$ поступает в смеситель. На второй вход смесителя поступает сигнал $f_{прд}$ с синтезатора частот. Полученный сигнал $f_{с1}$ через полосовой фильтр поступает в усилитель мощности (УМ), управляемый с помощью CPU. Усиленный до необходимого уровня сигнал $f_{с1}$ через полосовой керамический фильтр поступает к антенне (А) и излучается в пространство.

Цифровая логическая часть сотового радиотелефона состоит из цифрового сигнального процессора CPU, памяти МЕМ, канального эквалайзера, канального кодера/декодера, SIM-карты, преобразователей АЦП и ЦАП, наборного поля и дисплея.

Логическая часть выполняет задачи, заключающиеся в демодуляции, кодировании, сжатии и восстановлении речевого сигнала, уменьшении шумов, в обработке информации, вводимой с наборного поля. Она выводит необходимую информацию на экран дисплея, производит обмен информацией с SIM-картой, обеспечивающей аутентификацию абонента и шифрование данных.

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию изучить назначение и работу схем.
2. Зарисовать структурные схемы.
2. Сделать краткое описание работы схем.
3. Написать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание работы схем.
2. Структурные схемы.
3. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Объясните, что означает фраза «супергетеродинный приёмник с двойным преобразованием частоты».
2. Какую роль выполняет синтезатор частоты.
3. Чем отличаются схемы аналогового и цифрового сотового телефона.
4. Какую роль выполняет центральный процессор.
5. Какие функции выполняет цифровая логическая часть.

Тема: «Изучение функций подвижной станции при обеспечении исходящих вызовов стандарта GSM»

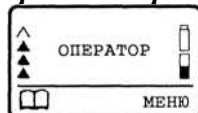
Цель работы: Изучить режимы подвижной станции при различных методах обеспечения исходящих вызовов.

Приборы и оборудование:

- 1) Телефонный аппарат ССПС

Краткие теоретические сведения

Набор номера с номеронабирателя



На дисплей должно быть выведено имя оператора сети.

Наберите нужный номер.

Всегда используйте полный код местности, даже при местных вызовах.

Используйте эту клавишу для исправления неправильного ввода, при кратковременном нажатии этой клавиши стирается последняя цифра, если удерживать клавишу нажатой, стирается весь номер.

Вызов абонента, номер которого отображается на дисплее.

Нажмите клавишу для завершения разговора. Обычно разговор заканчивается, когда другой абонент «положит трубку», однако Вы не должны полагаться на это.

Самые удобные способы набора номера:

Для простого, быстрого и безошибочного набора Вы можете использовать:

- повторный набор набранных ранее номеров;
- автоматический повторный набор;
- набор номеров позвонивших ранее абонентов;
- набор номеров абонентов, на чьи вызовы Вы не ответили;
- Ваш телефонный справочник;
- список номеров сокращенного набора.

Также Вы можете:

- набирать абонентские номера, указанные в сообщениях;
- одновременно разговаривать с двумя и более абонентами.

Вы можете использовать МЕНЮ или выполнить следующие действия:

Последние вызовы

В памяти Вашего телефонного аппарата хранятся номера последних вызванных (и вызвавших) абонентов. Когда телефон находится в режиме готовности:

Повторный набор последнего набранного номера

Нажмите дважды.

Повторный набор ранее набранных номеров

Нажмите.

Пролистайте для просмотра ранее набранных номеров.

Нажмите для набора отображаемого на дисплее номера.

Автоматический повторный набор

Если соединение не было установлено, то Вы можете:

ПОВТОР Нажать эту дисплейную клавишу для включения функции повторения набора номера в течение 15 минут с увеличивающимися интервалами.

При использовании любой другой функции телефона действие этой функции прекращается.

Обратный вызов☎!

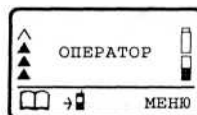
В память телефона записывается информация о последних «идентифицированных» входящих вызовах.

- ☎ Вывод на дисплей списка вызовов.
- ☎ Прокручивайте влево для вывода списка принятых вызовов.
- ☎ Нажмите клавишу для набора выведенного на дисплей номера.

Идентификация номеров возможна только в том случае, если эта функция поддерживается оператором сети.

Неотвеченные вызовы

☎ На дисплее появляется этот символ.



Нажмите

☎ Нажмите для набора отображаемого номера или пролистывайте для вывода следующего.

Международный набор

☎ Для международного набора из любой страны нажмите и удерживайте эту клавишу, пока не появится символ

☎ Введите код страны, затем наберите номер (без первой цифры для большинства стран). Для последующего использования за границей сохраните код своей страны с этим префиксом.

Завершение разговора

☎ Нажмите.

Обычно разговор заканчивается, когда другой абонент «положит трубку», однако Вы не должны полагаться на это.

Нежелательные вызовы

занято Выберите вместо этой дисплейной клавиши предлагается клавиша ПЕРЕАД. (если настроена функция переадресации), например, на почтовый ящик речевой почты или

☎ Нажмите клавишу для отклонения вызова.

Альтернативная линия☎!

Вы можете зарегистрироваться для использования «альтернативного» телефонного номера/линии. Для переключения линии:

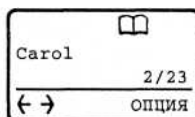
☎ Нажмите клавишу, появляются дисплейные клавиши: линия☎(☎) Нажмите одну из клавиш для переключения линии

Набор из телефонной книги

☎ Нажмите для вызова телефонной книги.

☎ Введите первую букву нужного имени и/или пролистайте для вывода на дисплей нужного имени.

СОХРАН. Нажмите



☎ Нажмите для набора номера, соответствующего выведенному на дисплей имени.

Сокращенный набор

Если настроен сокращенный набор, то Вы можете осуществлять вызовы набором одной цифры:

Ввод записи из телефонной книги

☎ Нажмите


☎ Выберите нужную запись,


опция Нажмите.

☎ Прокрутите и выберите ДОБАВ. В СПИСОК СОКР. НАБ.

Запишите номер сокращенного набора для последующего использования. Если список полон, выберите запись для замены.

Использование сокращенного набора

 Нажмите цифру сокращенного набора (1 —9), Над правой дисплейной клавишей появится имя (первые 6 букв).

 Нажмите для вызова абонента, или.

 Нажмите.

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию изучить режимы ПС на базе мобильного аппарата ССПС при различных методах обеспечения исходящих вызовов.
2. Описать основные режимы ПС при обеспечении исходящих вызовов.
3. Сделать вывод по лабораторной работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание основных режимов ПС при различных методах обеспечения исходящих вызовов.
2. Вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы набора номера.
2. Как осуществляется выбор альтернативной линии в телефонном аппарате ССПС.
3. В течение, какого времени действует функция «автоматический повторный набор», после её включения.
4. Количество номеров сокращенного набора, и их назначение.
5. В каких случаях осуществляется идентификация номеров в телефонном аппарате ССПС.

Тема: «Изучение функций подвижной станции при обеспечении передачи цифровых сообщений стандарта GSM»

Цель работы: Изучить режимы подвижной станции при различных методах передачи сообщений SMS.

Приборы и оборудование:

- 1) Телефонный аппарат ССПС.

Краткие теоретические сведения

Передача нового сообщения

При отправке первого сообщения необходимо ввести номер сервисного центра* (Вы узнаете его от оператора сети).

МЕНЮ Нажмите

Прокрутите и выберите ТЕКСТ. СООБЩ. Затем <СОЗДАТЬ НОВ ТЕКСТ >.

Введите текст сообщения, используя номеронабиратель.

OK Нажмите после завершения ввода.

ДА Подтвердите «конец сообщения» (при выборе НЕТ предлагаются другие опции).

Если необходимо, введите номер сервисного центра. Введите номер или выберите его из телефонной книги.

OK Подтвердите «назначение»

OK Передайте сообщение

Нажмите для передачи.

После отправки Вашего сообщения Вы получаете извещение, затем Вы можете сохранить сообщение. Оно появится в вашем списке ИСХ. сообщений.

Ввод букв

Нажимайте цифровые клавиши несколько раз. Курсор сдвигается после не большой задержки.

Нажмите один раз для ввода буквы «Л», дважды для ввода буквы «В» и т.д.

Нажмите для ввода пробела.

Нажмите для стирания символа перед курсором.

Нажмите для переключения регистра.

Цифры вводятся после букв. Если удерживать клавиши нажатыми, то курсор перемещается от слова к слову, при кратковременном нажатии курсор перемещается от буквы к букве.

Другие символы

+ 0 - . , : ; ' " ? & ! | _

* / () < = > % & \$ % \$ ¥ ¢ @

Г Д Е Л П С Ф Ц О

Многократно используемые сообщения

Вы можете хранить список «стандартных» сообщений, которые Вы будете редактировать и повторно использовать. Вы можете записать сообщения сами или отредактировать полученные сообщения.

Опции (при записи или редактировании)

OK Нажмите для отображения «ВВОД ЗАКОНЧЕН?».

НЕТ Нажмите,

ОПЦИЯ Выберите.

Прокрутите и выберите одну из функций:

ИЗМЕНИТЬ СООБЩЕН. - Возврат в режим редактирования/ввода.

ВСТАВ. ИЗ ТЕЛ КНИЖКИ - Открыть телефонную книжку для выбора и вставления номера абонента.


ВСТАВИТЬ СТРОКУ - Начало нового абзаца.

ОТКАЗАТЬСЯ ОТ ВВОДА - Возврат к списку сообщений без сохранения ввода

Ответ на сообщение

Информация на дисплее:

ОПЦИЯ Нажмите.

 Прокрутите и выберите ОТВЕТ.

У Вас есть четыре возможности:

❶ «ОТВЕТ ДА»

❷ «ОТВЕТ НЕТ»

Эти ответы и Ваш телефонный номер добавляются к сообщению.

❸ СОЗДАТЬ НОВ. СООБЩЕН. Вы можете составить новое сообщение

❹ ИЗМЕНИТЬ ОТВЕТ

Вы можете сначала изменить текст сообщения (используя ←).
OK / ДА Подтвердите.

OK Передайте сообщение (подтвердите «стандартный текст»).


Передача сообщения

Информация на дисплее:

ОПЦИЯ Нажмите.

 Прокрутите и выберите ИЗМЕНИТЬ ЗАПИСЬ

Выполните процедуру передачи нового сообщения, подтвердите ввод ЗАКОНЧЕН? и используйте клавишу ← для стирания ненужного адреса.

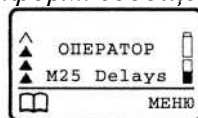
 Введите номер адресата или выберите его из телефонной книги.

OK/OK Подтвердите и передайте сообщение.

Информационные сообщения

Ваш оператор сети может предлагать специальные информационные сообщения, передающиеся в определенных регионах, например, сообщения о погоде, условиях дорожного движения и т. д.

Чтение информ. сообщений



Новые сообщения пролистываются на дисплее, пока Вы не переключитесь в ручной режим. Ваш оператор сети может изменять информационные каналы.

Чтение всех новых информ. сообщений

 Нажмите.

ЧИТ Нажмите и пролистывайте информационные сообщения.

Чтение старых (и новых) информ. сообщ.

МЕНЮ Нажмите

 Прокрутите и выберите  ТЕКСТ, СООБЩ., затем СООБЩЕНИЯ, затем ЧИТ.

Прокрутите для чтения информационных сообщений (расположенных по темам). Сохраняются до 25 сообщений, старые сообщения стираются. Вы можете сохранить информационное сообщение в Вашем списке текстовых сообщений, в этом случае оно не будет стерто.

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию изучить режимы подвижной станции при различных методах передачи сообщений SMS.
2. Описать режимы ПС при различных методах передачи сообщений.
3. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание основных режимов ПС при различных методах передачи сообщений.
2. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите методы передачи сообщений, их назначение.
2. Назначение информационных сообщений, их количество, хранимое в памяти телефонного аппарата.
3. Способы редактирования сообщений.
4. Варианты ответов на SMS сообщения, предусмотренные в аппарате ССПС.
5. Назначение цифровых клавиш телефонного аппарата ССПС.

Тема: «Разработка алгоритмов многостанционного доступа в системах мобильной связи»

Цель работы: Разработать алгоритмы многостанционного доступа при различных режимах работы систем сотовой связи (ССС).

Краткие теоретические сведения **Алгоритмы функционирования СССР**

Алгоритмы функционирования различных стандартов СССР в основном схожи. Когда радиотелефон находится в режиме ожидания, его приемное устройство постоянно сканирует либо все каналы системы, либо только управляющие. Для вызова абонента всеми БС сотовой системы связи по КУ передается сигнал вызова. Мобильный телефон вызываемого абонента при получении этого сигнала отвечает по одному из свободных КУ. БС, принявшие ответный сигнал, передают информацию о его параметрах в ЦК, который переключает разговор на ту БС, где зафиксирован максимальный уровень сигнала радиотелефона вызываемого абонента.

Во время набора номера радиотелефон занимает один из свободных каналов, уровень сигнала БС в котором в данный момент максимален. По мере удаления абонента от БС или в связи с ухудшением условий распространения радиоволн уровень сигнала уменьшается, что ведет к ухудшению качества связи. Улучшение качества разговора достигается путем автоматического переключения абонента на другой канал связи. Специальная процедура, называемая передачей управления вызовом или *эстафетной передачей*, позволяет переключить разговор на свободный канал другой БС, в зоне действия которой оказался в это время абонент. Для контроля таких ситуаций БС снабжена специальным приемником, периодически измеряющим уровень сигнала мобильного телефона разговаривающего абонента и сравнивающим его с допустимым пределом. Если уровень сигнала меньше этого предела, то информация об этом автоматически передается в ЦК по служебному каналу связи ЦК выдает команду об измерении уровня сигнала радиотелефона абонента на ближайшие к нему БС. После получения информации от БС об уровне этого сигнала ЦК переключает радиотелефон на ту из них, где уровень сигнала оказался наибольшим.

Иногда возникает ситуация, когда поток заявок на обслуживание, поступающий от абонентов сотовой сети, превышает количество каналов, имеющихся на всех близко расположенных БС (каналы станций заняты). В этом случае как временная мера (до освобождения одного из каналов) используется принцип эстафетной передачи внутри соты. При этом происходит поочередное переключение каналов в пределах одной и той же базовой станции для обеспечения связью всех абонентов.

Одна из важных услуг сети сотовой связи - роуминг, т.е. предоставление возможности использования одного и того же радиотелефона при поездке в другой город, область или даже страну, причем сотовая сеть позволяет не только самому абоненту звонить из другого города или страны, но и получать входящие звонки.

Инициализация и установление связи

Работа ПС в пределах одной ячейки своей системы заключается в следующем. В работе ПС можно выделить четыре этапа, которым соответствуют четыре режима работы: включение и инициализация; режим ожидания; режим установления вызова; режим ведения телефонного разговора.

После включения ПС производится инициализация - *начальный запуск*.

В режиме ожидания, ПС отслеживает: изменения информации системы - эти изменения могут быть связаны как с изменениями режима работы системы, так и с перемещениями самой подвижной станции; команды системы например, команду подтвердить свою работоспособность; получение вызова со стороны системы; инициализацию вызова со стороны собственного абонента. Кроме того, ПС может периодически, например раз в 10-15 минут, подтверждать свою работоспособность, передавая соответствующие сигналы на БС (подтверждение «регистрации» или уточнение местоположения).

Процедура установления связи заключается в следующем. Если со стороны системы поступает вызов номера МА, ЦК направляет этот вызов на БС той ячейки, в которой «зарегистрирова-

на» ПС, или на несколько БС в окрестности этой ячейки - с учетом возможного перемещения абонента за время, прошедшее с момента последней «регистрации», а БС передают его по соответствующим каналам вызова. ПС, находящаяся в режиме ожидания, получает вызов и отвечает на него через свою БС, передавая одновременно данные, необходимые для проведения процедуры аутентификации. При положительном результате аутентификации назначается КТ, и ПС сообщается номер соответствующего частотного канала. ПС настраивается на выделенный канал и совместно с БС выполняет необходимые действия по подготовке сеанса связи.

Затем БС выдает сообщение о подаче сигнала вызова (звонка), которое подтверждается ПС, и вызывающий абонент получает возможность услышать сигнал вызова. Когда вызываемый абонент отвечает на вызов («снимает трубку»), ПС выдает запрос на завершение соединения. С завершением соединения начинается собственно сеанс связи - абоненты ведут разговор.

В процессе разговора ПС производит обработку передаваемых и принимаемых сигналов речи, а также передаваемых одновременно с речью сигналов управления. По окончании разговора происходит обмен служебными сообщениями между ПС и БС (запрос или команда на отключение с подтверждением), после чего передатчик ПС выключается и станция переходит в режим ожидания.

Если вызов инициируется со стороны ПС, т.е. абонент набирает номер вызываемого абонента, убеждается в правильности набора по отображению на дисплее и нажимает соответствующую кнопку («вызов») на панели управления, то ПС передает через свою БС сообщение с указанием вызываемого номера и данными для аутентификации МА. После аутентификации БС назначает КТ, и последующие шаги по подготовке сеанса связи производятся таким же образом, как и при поступлении вызова со стороны системы.

Если МА разговаривает с другим МА, то процедура установления связи и проведения сеанса связи происходит практически таким же образом. Если при этом оба МА относятся к одной и той же сотовой системе, то связь между ними устанавливается через ЦК системы без выхода в стационарную телефонную сеть.

Аутентификация и идентификация

Аутентификация - процедура подтверждения подлинности (действительности, законности, наличия прав на пользование услугами сотовой связи) абонента ССС.

Идентификация - процедура отождествления ПС, т.е. процедура установления принадлежности к одной из фупп, обладающих определенными признаками. Эта процедура используется для выявления утерянных, украденных или неисправных аппаратов.

В аналоговых ССС первого поколения процедура аутентификации имела простейший вид: ПС передавала свой уникальный идентификатор (электронный серийный номер) и если он отыскивался среди зарегистрированных в домашнем регистре, то процедура аутентификации считалась успешно выполненной. Такой способ аутентификации оставлял большие возможности для фрода, поэтому со временем и в аналоговых системах, и в ССС второго поколения с использованием дополнительных возможностей цифровых методов передачи информации процедура аутентификации была значительно усовершенствована.

Передача обслуживания

Базовая станция, находящаяся примерно в центре ячейки, обслуживает все ПС в пределах своей ячейки. При перемещении ПС из одной ячейки в другую, ее обслуживание соответственно передается от БС первой ячейки к БС второй. Этот процесс называется *передачей обслуживания* — ПО (*эстафетной передачей*). Процедура передачи обслуживания имеет место только в том случае, когда ПС пересекает границу ячеек во время сеанса связи и связь при этом не прерывается. Если ПС перемещается из одной ячейки в другую, находясь в режиме ожидания, она просто отслеживает эти перемещения по информации системы, передаваемой по КУ, и в нужный момент перестраивается на более сильный сигнал другой БС.

Технически процедура ПО осуществляется следующим образом. Необходимость в ПО возникает, когда качество канала связи, оцениваемое по уровню сигнала и/или частоте битовой ошибки, падает ниже допустимого предела.

Организация ПО основывается на измерениях, выполняемых на ПС во временных слотах, свободных от передачи и приема информации. Кроме того, могут использоваться и результаты измерений, выполняемых на БС. В этом заключается отличие от процедуры ПО в аналоговых ССС, где аналогичные измерения выполнялись только на БС.

Обязательным условием ПО из одной ячейки в другую является более высокое качество канала связи во второй ячейке по сравнению с первой.

Приняв решение о ПО и выбрав новую ячейку, ЦК сообщает об этом БС новой ячейки, а ПС через БС старой ячейки выдает необходимые команды с указанием нового частотного канала, номера рабочего слота и т.п. ПС перестраивается на новый канал и настраивается на совместную работу с новой БС, выполняя примерно те же шаги, что и при подготовке сеанса связи, после чего связь продолжается через БС новой ячейки. При этом перерыв в телефонном разговоре не превышает долей секунды и остается незаметным для абонента.

Роуминг

Роуминг - это функция, или процедура предоставления услуг ССС абоненту одного оператора в системе другого оператора. При перемещении абонента в другую сеть ее ЦК запрашивает информацию в первоначальной сети и при наличии подтверждения полномочий абонента регистрирует его. Данные о местоположении абонента постоянно обновляются в ЦК первоначальной сети, и все поступающие туда вызовы автоматически переадресовываются в ту сеть, где в данный момент находится абонент. Для организации роуминга ССС должны быть одного стандарта, а ЦК подвижной связи этого стандарта должны быть соединены специальными каналами связи для обмена данными о местонахождении абонента. Для обеспечения роуминга необходимо выполнение трех условий: наличие в требуемых регионах ССС, совместимой со стандартом компании, у которой был приобретен радиотелефон; наличие соответствующих организационных и экономических соглашений о роуминговом обслуживании абонентов; наличие каналов связи между системами, обеспечивающих передачу звуковой и другой информации для роуминговых абонентов.

В стандарте GSM процедура роуминга заложена как обязательный элемент. Процедура роуминга в стандарте GSM становится еще более удобной с появлением двухрежимных, а в дальнейшем - и трехрежимных абонентских терминалов (GSM-900/GSM-1800/GSM-1900).

Порядок проведения работы

1. По техническому описанию и конспекту лекций изучить алгоритмы функционирования в системах мобильной связи.
2. Разработать алгоритм многостационарного доступа в системах мобильной связи.
3. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Краткое описание алгоритмов функционирования.
2. Алгоритмы функционирования в системах мобильной связи.
3. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Работа ПС в режиме ожидания.
2. Процедура установления связи.
3. Процедура аутентификации.
4. В каких случаях происходит процедура передачи обслуживания, и её функционирование.
5. В каких случаях включается функция роуминга.

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Акулиничев Ю.П., Бернгардт А.С. Системы радиосвязи [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. — 193 с.
2. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Дмитриев В.И. Системы мобильной связи Санкт-Петербург 2017г.
3. Берлин А.Н. Сотовые системы связи [Электронный ресурс]. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 430 с.
4. Велигоша А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 196 с.
5. Велигоша А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 230 с.
6. Галочкин В.А. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 425 с.
7. Головин О.В. Радиоприемные устройства. – М.: Высшая школа, 2017.
8. Голядкин Н.А. Радиоприемные устройства. 2017 г.
9. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи ЭКО-ТРЭНДЗ Москва 2016г.
10. Кохно М.Т. Основы радиосвязи, радиовещания и телевидения [Текст]: учеб. пособие для СПО / М. Т. Кохно; под ред. А.В. Смирнова. - Рек. УМЦ СПО Федерального агентства связи РФ. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 272 с. : ил.

Дополнительные источники:

1. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Михайлов П.А. Радиосвязь Горячая линия телеком. 2017 г.
2. Весоловский Кшиштоф Пер. с польск. Системы подвижной радиосвязи Горячая линия телеком. 2016 г.
3. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения/Под ред. Ю.М. Горностаева. - М.: Связь и бизнес, 2015.

Интернет- ресурсы: