

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

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ / Чобану Л.А./

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
учебной дисциплины
ОП.06 Основы телекоммуникаций

по специальности
11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение
(углубленной подготовки)

квалификация
специалист по телекоммуникациям

Разработчик:
преподаватель
ОГАПОУ «Белгородский
индустриальный колледж»
Чеботарева Т.А.

Белгород 2020г.

Содержание

Стр.		
	1. Пояснительная записка	3
	1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место практических работ в курсе дисциплины	3
	1.2. Организация и порядок проведения практических работ	3
	1.3. Общие указания по выполнению практических работ	3
	1.4. Критерии оценки результатов выполнения практических работ	4
	2. Тематическое планирование практических работ	6
	3. Содержание практических работ	7
	Практическая работа №1 Сигналы и их основные характеристики.	7
	Практическая работа № 2 Цифровая модуляция.	X
	Практическая работа № 3 Методы линейного кодирования информации.	X
	Практическая работа № 4 Канал связи.	X
	Практическая работа №5 Системы передачи с частотным мультиплексированием каналов.	X
	Практическая работа № 6 Настройка беспроводной сети.	
	Практическая работа №7-8 Аналого-цифровое преобразование сигналов.	
	Практическая работа №9 Сеть распределения программ звукового вещания.	X
	Практическая работа №10 Составление схем организации связи двух абонентов.	
	4. Информационное обеспечение обучения	70

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика дисциплины ОП 06 «Основы телекоммуникации», ее цели и задачи.

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение (углубленной подготовки).

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- определять напряженности поля электромагнитных волн;
- составлять схемы внутризонавых и местных сетей фиксированной телефонной связи;
- составлять общие схемы построения сетей подвижной связи;
- составлять и рассчитывать наземные сети звукового и телевизионного вещания.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- классификацию и состав Единой сети электросвязи Российской Федерации (ЕСЭ РФ);
- виды сетей связи и принципы их построения;
- физические процессы при излучении радиоволн и их распространение;
- виды проводных линий и радиолиний;
- принципы построения схем многоканальных систем передачи;
- виды и принципы построения сетей подвижной связи;
- принцип построения сетей звукового и телевизионного вещания;
- принцип построения и требования к сетям связи нового поколения.

Место практических работ в курсе дисциплины: входит в состав профессионального цикла.

Дисциплина ОП.06 «Основы телекоммуникации» является частью рабочей основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение.

Дисциплина изучается в IV семестре. В целом рабочей программой предусмотрено 20 часов на выполнение практических работ, что составляет 33 % от

обязательной аудиторной нагрузки, которая составляет 70 часа, при этом максимальная нагрузка составляет 105 часа, из них 30 часов приходится на самостоятельную работу обучающихся.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОП.06 «Основы телекоммуникации», качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания дисциплины и подготовиться к промежуточной аттестации в форме экзамена.

1.2 Организация и порядок проведения практических работ

Практические работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение практических 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 практических 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 практических работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3 Общие указания по выполнению практических работ

Курс практических работ по дисциплине ОП.06 «Основы телекоммуникации» предусматривает проведение 10 работ, посвященных изучению:

- основных видов сетей связи и принципов их построения;
- принципов построения схем многоканальных систем передачи;
- физических процессов при излучении радиоволн и их распространение;
- составления и расчета наземных сетей звукового и телевизионного вещания;
- классификации и состава Единой сети электросвязи Российской Федерации (ЕСЭ РФ);

При подготовке к проведению практической работы необходимо:

- ознакомиться с целями проведения практической работы;
- ознакомиться с порядком выполнения работы.

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

- название практической работы, ее цель;
- краткие, теоретические сведения об изучаемой теме;
- все необходимые, предусмотренные практической работой, расчеты;
- выводы по итогам работы;
- ответы на контрольные вопросы.

1.4 Критерии оценки результатов выполнения практических 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 01. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 02. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 03. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 04. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 05. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 06. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 07. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 08. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 09. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

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

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

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

ПК 2.1. Выполнять монтаж и первичную инсталляцию компьютерных сетей.

ПК 2.2. Инсталлировать и настраивать компьютерные платформы для организации услуг связи.

ПК 2.3. Производить администрирование сетевого оборудования.

обоснованность и четкость изложения материала;

уровень оформления работы.

анализ результатов.

Критерии оценивания практической 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 практических работ

	Наименование тем	Вид и название работы студента	Количество часов на выполнение работы
Раздел 1	Средства телекоммуникаций		20
1.1.	Основные понятия техники связи	Практическая работа №1 «Сигналы и их основные характеристики»	2
1.2.	Системы связи	Практическая работа №2 «Канал связи»	2
1.3.	Методы модуляции и кодирования данных.	Практическая работа №3 «Цифровая модуляция»	2
		Практическая работа №4 «Методы линейного кодирования информации»	2
1.4.	Кабельные линии связи	Практическая работа №5 «Системы передачи с частотным мультиплексированием каналов»	2
1.5.	Беспроводные системы связи.	Практическая работа №6 «Настройка беспроводной сети» Практическая работа №7-8 «Аналого-цифровое преобразование сигналов»	6
1.6.	Телекоммуникационные сети	Практическая работа №9 «Сеть распределения программ звукового вещания» Практическая работа №10 «Составление схем организации связи двух абонентов»	4
		Итого:	20

3. Содержание практических работ

Практическая работа №1

Тема: «Сигналы и их основные характеристики»

Цель: ознакомиться с понятием сигнал, его основными свойствами; научиться определять коэффициент усиления и ослабления.

При передаче сигнала через некоторую среду передачи (линия связи, некоторое устройство) происходит изменение сигнала (усиление или ослабление), обусловленное техническими и физическими свойствами среды передачи (рис.2.4.).

Усиление и ослабление (отношение энергий или мощностей) некоторой физической величины - сигнала (напряжения, тока, мощности, энергии поля и т.д.) в электротехнике, радиотехнике, электросвязи и акустике измеряют в децибелах(дБ) - логарифмических единицах усиления (ослабления):

$$d[\text{дБ}] = 10 \lg \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}},$$

где $P_{\text{вх}}$ и $P_{\text{вых}}$ - значения мощности (энергии) соответственно входного и выходного сигналов.

Отношение $K = P_{\text{вых}}/P_{\text{вх}}$ называется коэффициентом передачи.

Величина d , выраженная в децибелах, называется коэффициентом усиления, если $d > 0$, и коэффициентом затухания, если $d < 0$. На практике обычно знак минус перед коэффициентом затухания опускают и определяют часто коэффициент затухания как положительную величину.

Соответствие между значением коэффициента затухания (усиления), вычисленного в децибелах, и значением коэффициента передачи иллюстрируется следующей таблицей:

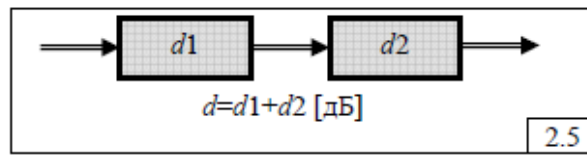
$d, \text{дБ}$	1	2	3	5	10	13	16	17	20	25	30
K	1,26	1,59	2,0	3,16	10	19,95	39,8	50,1	100	316,2	1000

В децибелах также может быть выражено отношение двух напряжений U или токов I :

$$d[\text{дБ}] = 20 \lg \left(\frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} \right) \quad \text{или} \quad d[\text{дБ}] = 20 \lg \left(\frac{I_{\text{вых}}}{I_{\text{вх}}} \right).$$

Например, ослабление $d=10$ дБ/км означает, что ослабление напряжения или тока на расстоянии в 1 км согласно уравнению $10=20 \lg K$ будет равно $K=3.3$ раза.

Удобство вычисления ослабления (усиления) в децибелах состоит в том, что при каскадном включении нескольких участков линии или технических устройств значения d складываются (рис.1).



Например, в случае $d=10$ дБ/км ослабление на расстоянии в 2 км будет равно 20 дБ.

Сигналы, как и данные, могут быть:

- непрерывными (аналоговыми)- в виде непрерывной функции времени (изменение тока, напряжения, электромагнитного поля излучения);

- дискретными (цифровыми)- в виде импульсов тока, напряжения, света.

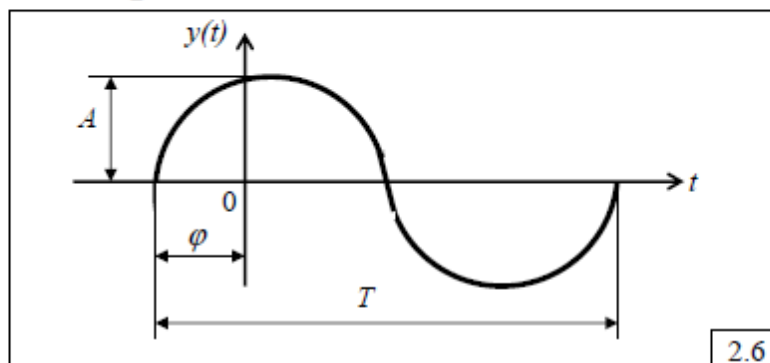
Сигналы, используемые для передачи данных, должны быть информативными, то есть нести информацию о передаваемом сообщении. Очевидно, что постоянный ток, не изменяющий своего значения и направления передачи, не может служить переносчиком информации. Сигнал должен иметь некоторые изменяющиеся параметры, которые на приёмном конце позволят идентифицировать передаваемые данные. В качестве такого информативного сигнала часто используют так называемый гармонический сигнал.

В простейшем случае непрерывный сигнал может быть представлен в виде гармонического колебания (рис.2), описываемого синусоидой:

$$y(t) = A \sin(\omega t + \varphi) = A \cos(\omega t + \varphi'),$$

где A – амплитуда; ω – круговая частота: $\omega = 2\pi f$ (здесь f – линейная частота: $f = 1/T$ – величина, обратная периоду T); φ, φ' – начальная фаза,

причем: $\varphi' = \varphi - \frac{\pi}{2}$.



Синусоидальный сигнал несет в себе информацию в виде трех параметров: амплитуды, частоты и фазы, причем с точки зрения обеспечения высокой скорости передачи данных основной является частота сигнала - чем выше частота, тем больше скорость передачи данных. Среда передачи должна обеспечивать качественный перенос сигнала с минимально возможными искажениями его параметров.

Функция времени $y(t)$, описывающая некоторый непрерывный сигнал, в общем случае, может быть произвольной и иметь временные изменения любой скорости - от самых медленных и вплоть до бесконечно быстрых скачкообразных изменений. Тогда широкий класс периодических функций $y(t)$ может быть представлен рядом Фурье:

$$y(t) = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \cos(\omega_i t + \varphi_i) = \frac{A_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} A_i \cos(\omega_i t + \varphi_i),$$

где A_i - амплитуда; φ_i - начальная фаза; ω_i - круговая частота i -й синусоиды, причем эти синусоиды пронумерованы таким образом, что: $\omega_0 < \omega_1 < \dots < \omega_{\infty}$, $\omega_0 = 2\pi f_0 = 0$ ($T_0 = 1/f_0 = \infty$) и $\omega_{\infty} = 2\pi f_{\infty} = \infty$ ($T_{\infty} = 1/f_{\infty} = 0$).

Задание 1

Произвести расчет коэффициента затухания, согласно варианту, указанному в таблице. Определить, что происходит с сигналом, т.е. ослабление или усиление.

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P_{вых}$	10	20	30	40	50	25	34	14	25	67	23	12
$P_{вх}$	24	34	56	12	45	23	45	23	45	23	56	11

Контрольные вопросы

1. Что такое коэффициент усиления/ослабления?
2. Какие виды сигналов существуют?
3. В виде каких параметров может быть представлен синусоидальный сигнал?

Практическая работа №2

Тема: «Цифровая модуляция»

Цель: ознакомиться с понятием цифровая модуляция; научиться изображать сигнал при различных видах модуляции.

Цифровая модуляция — процесс преобразования цифровых символов в сигналы, совместимые с характеристиками канала связи. Каждому возможному значению передаваемого символа ставятся в соответствие некоторые параметры аналогового несущего колебания.

Манипуляция - способ цифровой или импульсной модуляции, когда параметры несущего колебания меняются скачкообразно.

При цифровой модуляции используют чаще всего дискретные последовательности двоичных символов — двоичных кодов. Закодированный первичный аналоговый сигнал $e(t)$, представляющий собой последовательность кодовых символов $\{e_n\} = e_n(k)$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$ — порядковый номер символа; $k \in 0; (m - 1)$ — номер позиции кода; m — основание кода, т. е. число различных его элементов, которые преобразуются в последовательность элементов (посылок) сигнала $\{U_n(t)\}$ путем воздействия кодовых символов на высокочастотное несущее колебание $U_H(t)$. Как правило, используют двоичные коды т.е. $m=2$. Обычно посредством модуляции частота или фаза несущего в радиоимпульсе изменяется по закону, определяемому цифровым кодом.

Наиболее известны следующие виды цифровой модуляции:

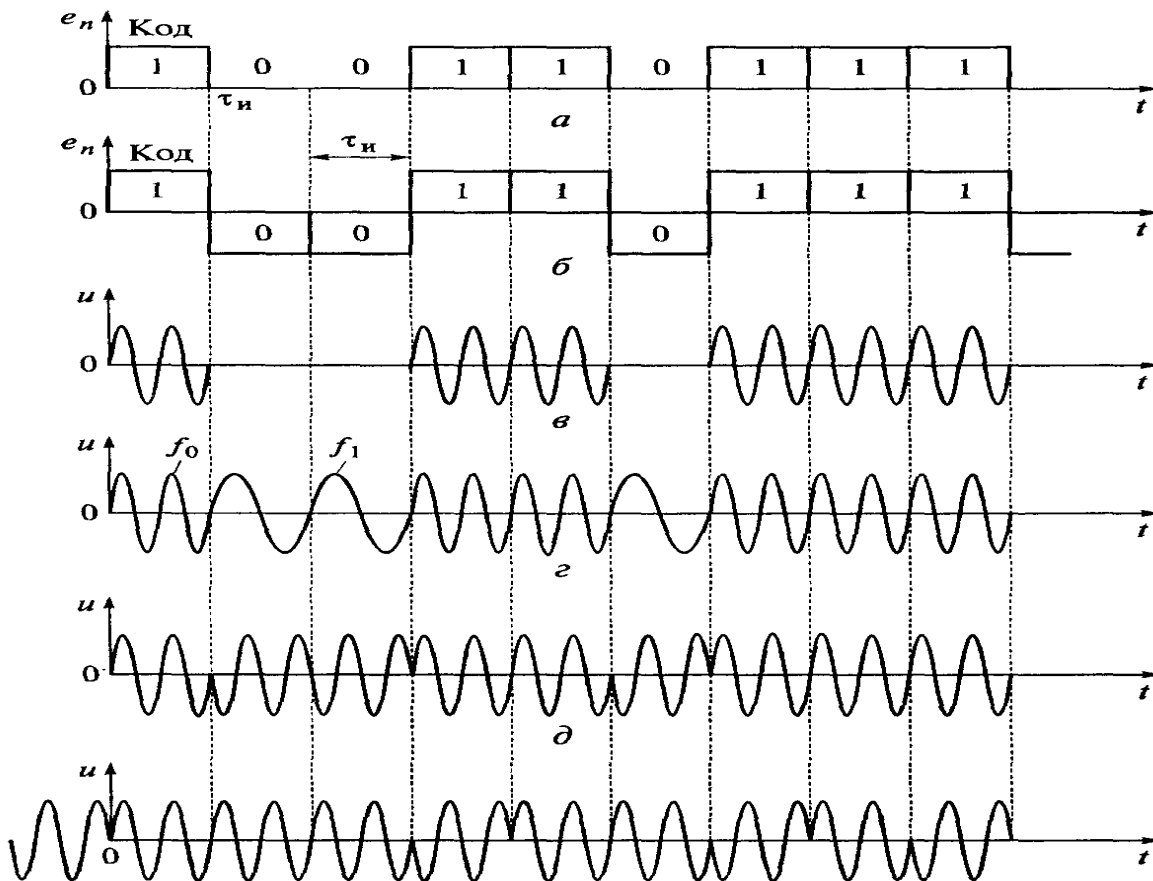
Невозвращающийся в нуль код - NRZ (Non Return to Zero). Является простейшим линейным кодом, широко применяемым на практике. Существуют две разновидности этого кода — униполярный и биполярный NRZ-коды. В униполярном NRZ-коде логической единице соответствует прямоугольный импульс положительной полярности, а логическому нулю — нулевое напряжение (пауза). В биполярном NRZ-коде логической единице соответствует прямоугольный импульс положительной полярности, а логическому нулю — прямоугольный импульс отрицательной полярности. Положительное или отрицательное напряжение на выходе кодера сохраняется неизменным в течение длительности символа, что и определяет термин «невозвращающийся в нуль» код. Длительность импульсов и пауз в NRZ-кодах равна длительности одного символа (бита) информации (рис. 1, а, б).

Амплитудная манипуляция (АМн; иначе ИКМ-АМ, или цифровая амплитудная модуляция — ЦАМ; amplitude shift keying — ASK). Битовому символу «1» при ИКМ-АМ (рис. 2, в) соответствует передача несущего колебания в течение времени $tИ$ (длительность посылки), символу «0» — отсутствие колебания (пауза) на таком же временном интервале.

Частотная манипуляция (ЧМн; иначе ИКМ-ЧМ, или цифровая частотная модуляция — ЦЧМ; frequency shift keying — FSK). При ИКМ-ЧМ (рис. 1, г) передача несущего с частотой f_0 соответствует символу «1», а передача колебания с частотой f_1 — символу «0».

Фазовая манипуляция (ФМн; иначе ИКМ-ФМ, или цифровая фазовая модуляция — ЦФМ; phase shift keying — PSK). При двоичной ИКМ-ФМ (рис. 1, д) фаза несущей меняется на 180° при каждом переходе символов от «1» к «0» и от «0» к «1». Долгое время не находила практического применения из-за сложности восстановления в приемнике опорного («несущего») колебания, строго синфазного с несущей частотой принимаемого сигнала.

Относительная фазовая (дифференциальная; фазоразностная) манипуляция (ОФМ; differential phase shift keying — DPSK), часто называемой многопозиционной амплитудно-фазовой манипуляцией (рис. 1, е). На практике цифровую фазовую манипуляцию применяют при небольшом числе возможных значений начальной фазы — как правило, 2, 4 или 8. Так как на практике при приеме сигнала сложно определить абсолютное значение начальной фазы, то проще определять относительный фазовый сдвиг между двумя соседними символами. Поэтому обычно используется ОФМ при которой в зависимости от значения информационного элемента изменяется только фаза сигнала при неизменной амплитуде и частоте, при этом фазу канального сигнала отсчитывают не от некоторого эталона, а от фазы предыдущего элемента. На рис 1. видно, что изменение фазы несущего сигнала на 180° происходит при каждом «приходе» логической «1» - символ «0» передается отрезком синусоиды с начальной фазой предшествующего элемента сигнала, а символ «1» — таким же отрезком с начальной фазой, отличающейся от начальной фазы предшествующего элемента на 180° . При ОФМ передача сообщения начинается с посылки одного не несущего передаваемой информации элемента, который служит лишь опорным (эталонным) сигналом для сравнения фазы последующего элемента.



Каждому информационному биту ставится в соответствие не абсолютное значение фазы, а ее изменение относительно предыдущего значения.

В цифровом телевидении для передачи по спутниковым трактам и в наземном телевидении при тяжелых условиях приема используется двукратная, или четырехфазная ОФМ (ОФМ-4; другое название — квадратурная относительная фазовая модуляция — КОФМ; англ. — Quadrature phase shift keying — QPSK). Модуляция ОФМ-4 (QPSK) обеспечивает необходимый компромисс между скоростью передачи информации и помехоустойчивостью системы и применяется как самостоятельно, так и в комбинациях с другими методами. Этот вид модуляции основан на передаче четырех сигналов, каждый из которых несет информацию о двух битах (дибите) исходной двоичной последовательности. Обычно используется два набора фаз: в зависимости от значения дибита (00, 01, 10 или 11) фаза сигнала может измениться на 0, 90, 180, 270 или 45, 135, 225, 315° соответственно. При этом, если число кодируемых бит более трех (8 позиций поворота фазы), резко снижается помехоустойчивость ОФМ. Потому для высокоскоростной передачи данных ОФМ использовать не рекомендуется.

Рис. 1. Формы сигналов при различных видах цифровой модуляции двоичным кодом: а — униполярный код; б — биполярный код; в — ИКМ-АМ;

г — ИКМ-ЧМ; д — ИКМ-ФМ; е — ОФМ

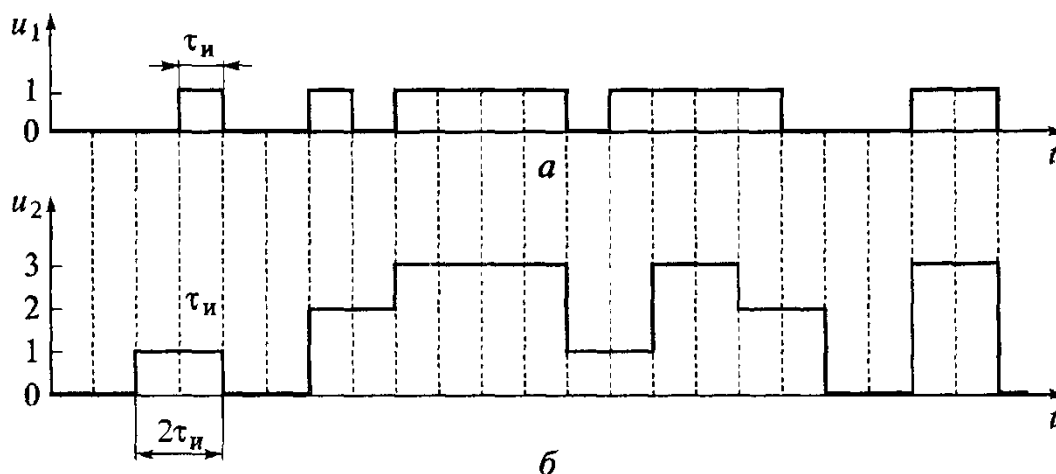
Многопозиционные сигналы. Эффективность систем передачи цифровых сообщений можно существенно повысить путем использования многопозиционных (многоуровневых) сигналов, которые можно применять при большой мощности сигнала без риска увеличить вероятность ошибки при определении значения принимаемого сигнала. Увеличение числа позиций, или уровней, позволяет увеличить удельную скорость модуляции, но лишь за счет увеличения мощности излучаемого

Рис.2. Формирование четырехпозиционного сигнала:

колебания. То же самое можно сказать и о выборе корректирующих кодов. Выбор сигналов и кодов в этих случаях является определяющим для построения высокоэффективных кодемов (согласованных между собой кодеков и модемов).

а — передаваемый первичный сигнал; б — четырехпозиционный сигнал

Формирование четырехпозиционного сигнала показано на рис. 2. Пары соседних значений двоичных данных (длительность каждого символа $t_{и}$) передаваемого первичного сигнала $u_1(t)$ (рис. 2, а) определяют один из четырех уровней, который занимает сигнал $u_2(t)$ (рис. 2, б). Пара двоичных символов 00 соответствует уровню (амплитуде) 0, пара 01 — уровню 1, пара 10 — уровню 2 и пара 11 — уровню 3. Сигнал $u_2(t)$ меняется в 2 раза реже, чем исходный $u_1(t)$, для его передачи требуется в 2 раза меньшая полоса частот, следовательно, использование четырехпозиционного сигнала позволяет увеличить удельную скорость передачи в 2 раза. Но надо помнить, что применение многопозиционных сигналов связано со значительным увеличением их мощности.



Задание 1

Согласно номеру своего варианта, представить комбинацию в различных формах цифровой модуляции.

<i>Номер вариан та</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
	<i>10001</i>	<i>11000</i>	<i>11000</i>	<i>11010</i>	<i>11001</i>	<i>10100</i>	<i>11111</i>	<i>11010</i>	<i>10101</i>	<i>01010</i>
	<i>00</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>01</i>	<i>01</i>	<i>10</i>	<i>01</i>	<i>01</i>	<i>11</i>	<i>11</i>

Контрольные вопросы:

1. Что такое цифровая модуляция?
2. Какие виды модуляции существуют?
3. Определение многопозиционных сигналов.

Практическая работа №3

Тема: «Методы линейного кодирования информации.»

Цель: ознакомиться с понятием кодирование; научиться кодировать различными методами заданные двоичные комбинации

При цифровом кодировании дискретной информации применяют потенциальные и импульсные коды.

В потенциальных кодах для представления логических единиц и нулей используется только значение потенциала сигнала, а его перепады, формирующие законченные импульсы, во внимание не принимаются.

Импульсные коды позволяют представить двоичные данные либо импульсами определенной полярности, либо частью импульса — перепадом потенциала определенного направления.

Требования к методам цифрового кодирования

При использовании прямоугольных импульсов для передачи дискретной информации необходимо выбрать такой способ кодирования, который одновременно достигал бы нескольких целей:

- имел при одной и той же битовой скорости наименьшую ширину спектра результирующего сигнала - позволяет на одной и той же линии (с одной и той же полосой пропускания) добиваться более высокой скорости передачи данных;
- обеспечивал синхронизацию между передатчиком и приемником - поэтому в сетях применяются так называемые самосинхронизирующиеся коды, сигналы которых несут для передатчика указания о том, в какой момент времени нужно осуществлять распознавание очередного бита (или нескольких бит, если код ориентирован более чем на два состояния сигнала). Любой резкий перепад сигнала — так называемый фронт — может служить хорошим указанием для синхронизации приемника с передатчиком. При использовании синусоид в качестве несущего сигнала результирующий код обладает свойством самосинхронизации, так как изменение амплитуды несущей частоты дает возможность приемнику определить момент появления входного кода.
- обладал способностью распознавать ошибки - распознавание и коррекцию искаженных данных сложно осуществить средствами физического уровня, поэтому чаще всего эту работу берут на себя протоколы, лежащие выше. С другой стороны, распознавание ошибок на физическом уровне экономит время, так как приемник не ждет полного помещения кадра в буфер, а отбраковывает его сразу при распознавании ошибочных бит внутри кадра.
- к спектру сигнала предъявляется требование отсутствия постоянной составляющей, то есть наличия постоянного тока между передатчиком и приемником - применение различных трансформаторных схем гальванической развязки препятствует прохождению постоянного тока.
- обладал низкой стоимостью реализации.

Потенциальный код без возвращения к нулю

На рисунке а) показан метод потенциального кодирования без возвращения к нулю (Non Return to Zero, NRZ). Последнее название отражает то обстоятельство, что при передаче последовательности единиц сигнал не возвращается к нулю в течение такта. Метод NRZ прост в реализации, обладает хорошей распознаваемостью ошибок (из-за двух резко отличающихся потенциалов), но не обладает свойством самосинхронизации. При передаче длинной последовательности единиц или нулей сигнал на линии не изменяется, поэтому приемник лишен возможности определять по входному сигналу моменты времени, когда нужно в очередной раз считывать данные.

Другим серьезным недостатком метода NRZ является наличие низкочастотной составляющей, которая приближается к нулю при передаче длинных последовательностей единиц или нулей. В результате в чистом виде код NRZ в сетях не используется. Тем не менее используются его различные модификации, в которых устраняют как плохую самосинхронизацию кода NRZ, так и наличие постоянной составляющей. Привлекательность кода NRZ, из-за которой имеет смысл заняться его улучшением, состоит в достаточно низкой частоте основной гармоники f_0 , которая равна $N/2$ Гц (где N — битовая скорость передачи данных), как это было показано в предыдущем разделе. У других методов кодирования, например манчестерского, основная гармоника имеет более высокую частоту.

Метод биполярного кодирования с альтернативной инверсией

Одной из модификаций метода NRZ является метод биполярного кодирования с альтернативной инверсией (Bipolar Alternate Mark Inversion, AMI). В этом методе (рис. б) используются три уровня потенциала — отрицательный, нулевой и положительный. Для кодирования логического нуля используется нулевой потенциал, а логическая единица кодируется либо положительным потенциалом, либо отрицательным, при этом потенциал каждой новой единицы противоположен потенциалу предыдущей.

Код AMI частично ликвидирует проблемы постоянной составляющей и отсутствия самосинхронизации, присущие коду NRZ. Это происходит при передаче длинных последовательностей единиц. В этих случаях сигнал на линии представляет собой последовательность разнополярных импульсов с тем же спектром, что и у кода NRZ, передающего чередующиеся нули и единицы, то есть без постоянной составляющей и с основной гармоникой $N/2$ Гц. Длинные же последовательности нулей также опасны для кода AMI, как и для кода NRZ — сигнал вырождается в постоянный потенциал нулевой амплитуды. Поэтому код AMI требует дальнейшего улучшения.

В целом, для различных комбинаций бит на линии использование кода AMI приводит к более узкому спектру сигнала, чем для кода NRZ, а значит, и к более высокой пропускной способности линии. Например, при передаче чередующихся единиц и нулей основная гармоника f_0 имеет частоту $N/4$ Гц. Код AMI предоставляет также некоторые возможности по распознаванию ошибочных сигналов. Так, нарушение строгого чередования полярности сигналов говорит о ложном импульсе или исчезновении с линии корректного импульса. Сигнал с некорректной полярностью называется запрещенным сигналом (signal violation).

В коде АМІ используются не два, а три уровня сигнала на линии. Дополнительный уровень требует увеличение мощности передатчика примерно на 3 дБ для обеспечения той же достоверности приема бит на линии, что является общим недостатком кодов с несколькими состояниями сигнала по сравнению с кодами, которые различают только два состояния.

Потенциальный код с инверсией при единице

Существует код, похожий на АМІ, но только с двумя уровнями сигнала. При передаче нуля он передает потенциал, который был установлен в предыдущем такте (то есть не меняет его), а при передаче единицы потенциал инвертируется на противоположный. Этот код называется потенциальным кодом с инверсией при единице (Non Return to Zero with ones Inverted, NRZI). Этот код удобен в тех случаях, когда использование третьего уровня сигнала весьма нежелательно, например в оптических кабелях, где устойчиво распознаются два состояния сигнала — свет и темнота. Для улучшения потенциальных кодов, подобных АМІ и NRZI, используются два метода. Первый метод основан на добавлении в исходный код избыточных бит, содержащих логические единицы. Очевидно, что в этом случае длинные последовательности нулей прерываются и код становится самосинхронизирующимся для любых передаваемых данных. Исчезает также постоянная составляющая, а значит, еще более сужается спектр сигнала. Но этот метод снижает полезную пропускную способность линии, так как избыточные единицы пользовательской информации не несут. Другой метод основан на предварительном «перемешивании» исходной информации таким образом, чтобы вероятность появления единиц и нулей на линии становилась близкой. Устройства, или блоки, выполняющие такую операцию, называются скремблерами (scramble — свалка, беспорядочная сборка). При скремблировании используется известный алгоритм, поэтому приемник, получив двоичные данные, передает их на дескремблер, который восстанавливает исходную последовательность бит. Избыточные биты при этом по линии не передаются. Оба метода относятся к логическому, а не физическому кодированию, так как форму сигналов на линии они не определяют. Более детально они изучаются в следующем разделе.

Биполярный импульсный код

Кроме потенциальных кодов в сетях используются и импульсные коды, когда данные представлены полным импульсом или же его частью — фронтом. Наиболее простым случаем такого подхода является биполярный импульсный код, в котором единица представлена импульсом одной полярности, а ноль — другой (рис. в). Каждый импульс длится половину такта. Такой код обладает отличными самосинхронизирующими свойствами, но постоянная составляющая может присутствовать, например, при передаче длинной последовательности единиц или нулей. Кроме того, спектр у него шире, чем у потенциальных кодов. Так, при передаче всех нулей или единиц частота основной гармоники кода будет равна N Гц, что в два раза выше основной гармоники кода NRZ и в четыре раза выше основной гармоники кода АМІ при передаче чередующихся единиц и нулей. Из-за слишком широкого спектра биполярный импульсный код используется редко.

Манчестерский код

В локальных сетях до недавнего времени самым распространенным методом кодирования был так называемый манчестерский код (рис. г). Он применяется в технологиях Ethernet и Token Ring.

В манчестерском коде для кодирования единиц и нулей используется перепад потенциала, то есть фронт импульса. При манчестерском кодировании каждый такт делится на две части. Информация кодируется перепадами потенциала, происходящими в середине каждого такта. Единица кодируется перепадом от низкого уровня сигнала к высокому, а ноль — обратным перепадом. В начале каждого такта может происходить служебный перепад сигнала, если нужно представить несколько единиц или нулей подряд. Так как сигнал изменяется по крайней мере один раз за такт передачи одного бита данных, то манчестерский код обладает хорошими самосинхронизирующими свойствами. Полоса пропускания манчестерского кода уже, чем у биполярного импульсного. У него также нет постоянной составляющей, а основная гармоника в худшем случае (при передаче последовательности единиц или нулей) имеет частоту N Гц, а в лучшем (при передаче чередующихся единиц и нулей) она равна $N/2$ Гц, как и у кодов AMI или NRZ. В среднем ширина полосы манчестерского кода в полтора раза уже, чем у биполярного импульсного кода, а основная гармоника колеблется вблизи значения $3N/4$. Манчестерский код имеет еще одно преимущество перед биполярным импульсным кодом. В последнем для передачи данных используются три уровня сигнала, а в манчестерском — два.

Потенциальный код 2B1Q

На рис. д показан потенциальный код с четырьмя уровнями сигнала для кодирования данных. Это код 2B1Q, название которого отражает его суть — каждые два бита (2B) передаются за один такт сигналом, имеющим четыре состояния (1Q). Паре бит 00 соответствует потенциал $-2,5$ В, паре бит 01 соответствует потенциал $-0,833$ В, паре бит 11 — потенциал $+0,833$ В, а паре бит 10 — потенциал $+2,5$ В. При этом способе кодирования требуются дополнительные меры по борьбе с длинными последовательностями одинаковых пар бит, так как при этом сигнал превращается в постоянную составляющую. При случайном чередовании бит спектр сигнала в два раза уже, чем у кода NRZ, так как при той же битовой скорости длительность такта увеличивается в два раза. Таким образом, с помощью кода 2B1Q можно по одной и той же линии передавать данные в два раза быстрее, чем с помощью кода AMI или NRZI. Однако для его реализации мощность передатчика должна быть выше, чтобы четыре уровня четко различались приемником на фоне помех.

Задание 1

Согласно номеру своего варианта, представить двоичную комбинацию различными методами кодирования.

Номер вариан	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

<i>та</i>										
	10001 0	11000 1	11000 1	11010 0	11001 0	10100 1	11111 0	11010 0	10101 1	01010 1

Контрольные вопросы

1. Что такое цифровое кодирование?
2. Какие виды кодирования существуют?
3. Перечислите основные требования к цифровому кодированию.

Практическая работа №4

Тема: «Канал связи»

Цель: ознакомиться с понятием канал связи, его основными характеристиками и параметрами

Канал связи — система технических средств и среда распространения сигналов для передачи сообщений (не только данных) от источника к получателю (и наоборот). Канал связи, понимаемый в узком смысле (тракт связи), представляет только физическую среду распространения сигналов, например, физическую линию связи.

Канал связи предназначен для передачи сигналов между удаленными устройствами. Сигналы несут информацию, предназначенную для представления пользователю (человеку), либо для использования прикладными программами ЭВМ.

Канал связи включает следующие компоненты:

передающее устройство;

приемное устройство;

среду передачи различной физической природы (Рис.1) .

Формируемый передатчиком сигнал, несущий информацию, после прохождения через среду передачи поступает на вход приемного устройства. Далее информация выделяется из сигнала и передается потребителю. Физическая природа сигнала выбирается таким образом, чтобы он мог распространяться через среду передачи с минимальным ослаблением и искажениями. Сигнал необходим в качестве переносчика информации, сам он информации не несет.

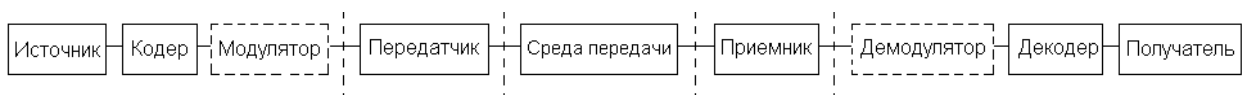


Рис.1 Канал связи

Классификация:

Существует множество видов каналов связи, среди которых наиболее часто выделяют каналы проводной связи (воздушные, кабельные, световодные и др.) и каналы радиосвязи (тропосферные, спутниковые и др.). Такие каналы в свою очередь принято квалифицировать на основе характеристик входного и выходного сигналов, а также по изменению характеристик сигналов в зависимости от таких явлений, происходящих в канале, как замирания и затухание сигналов.

По типу среды распространения каналы связи делятся на:

проводные;

акустические;

оптические;

инфракрасные; радиоканалы.

Каналы связи также классифицируют на:

непрерывные (на входе и выходе канала – непрерывные сигналы),

дискретные или цифровые (на входе и выходе канала – дискретные сигналы),

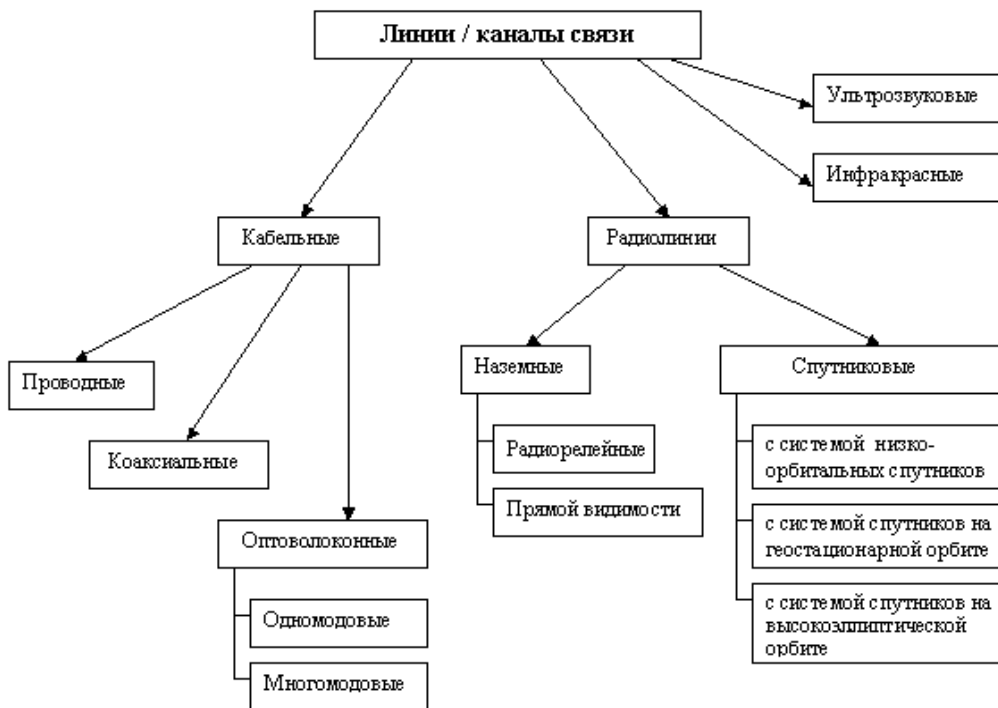
непрерывно-дискретные (на входе канала – непрерывные сигналы, а на выходе – дискретные сигналы),

дискретно-непрерывные (на входе канала – дискретные сигналы, а на выходе – непрерывные сигналы).

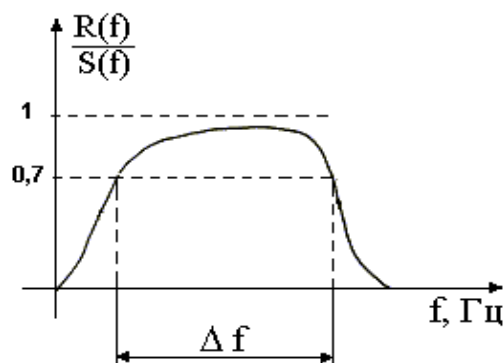
Каналы могут быть как линейными и нелинейными, временными и пространственно-временными.

Возможна классификация каналов связи по диапазону частот.

Системы передачи информации бывают одноканальные и многоканальные. Тип системы определяется каналом связи. Если система связи построена на однотипных каналах связи, то ее название определяется типовым названием каналов. В противном случае используется детализация классификационных признаков.



Передаточная функция канала: представляется в виде амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и показывает, как затухает амплитуда синусоиды на выходе канала связи по сравнению с амплитудой на ее входе для всех возможных частот передаваемого сигнала. Нормированная амплитудно-частотная характеристика канала показана на рис.4. Знание амплитудно-частотной характеристики реального канала позволяет определить форму выходного сигнала практически для любого входного сигнала. Для этого необходимо найти спектр входного сигнала, преобразовать амплитуду составляющих его гармоник в соответствии с амплитудно-частотной характеристикой, а затем найти форму выходного сигнала, сложив преобразованные гармоники. Для экспериментальной проверки амплитудно-частотной характеристики нужно провести тестирование канала эталонными (равными по амплитуде) синусоидами по всему диапазону частот от нуля до некоторого максимального значения, которое может встретиться во входных сигналах. Причем менять частоту входных синусоид нужно с небольшим шагом, а значит количество экспериментов должно быть большим.



$\frac{R(f)}{S(f)}$ — отношение спектра выходного сигнала к входному

Δf — полоса пропускания

Рис.4 Нормированная амплитудно-частотная характеристика канала

Полоса пропускания: является производной характеристикой от АЧХ. Она представляет собой непрерывный диапазон частот, для которых отношение амплитуды выходного сигнала к входному превышает некоторый заранее заданный предел, то есть полоса пропускания определяет диапазон частот сигнала, при которых этот сигнал передается по каналу связи без значительных искажений. Обычно полоса пропускания отсчитывается на уровне 0,7 от максимального значения АЧХ. Ширина полосы пропускания в наибольшей степени влияет на максимально возможную скорость передачи информации по каналу связи.

Затухание: определяется как относительное уменьшение амплитуды или мощности сигнала при передаче по каналу сигнала определенной частоты. Часто при эксплуатации канала заранее известна основная частота передаваемого сигнала, то есть та частота, гармоника которой имеет наибольшую амплитуду и мощность. Поэтому достаточно знать затухание на этой частоте, чтобы приблизительно оценить искажения передаваемых по каналу сигналов. Более точные оценки возможны при знании затухания на нескольких частотах, соответствующих нескольким основным гармоникам передаваемого сигнала.

Затухание обычно измеряется в децибелах (дБ) и вычисляется по следующей

формуле:
$$d[\text{дБ}] = 10 \lg \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}}$$
, где

$P_{\text{вых}}$ — мощность сигнала на выходе канала, $P_{\text{вх}}$ — мощность сигнала на входе канала.

Затухание всегда рассчитывается для определенной частоты и соотносится с длиной канала. На практике всегда пользуются понятием "погонное затухание", т.е. затухание сигнала на единицу длины канала, например, затухание 0.1 дБ/метр.

Скорость передачи: характеризует количество бит, передаваемых по каналу в единицу времени. Она измеряется в битах в секунду — бит/с, а также производных единицах: Кбит/с, Мбит/с, Гбит/с. Скорость передачи зависит от ширины полосы пропускания канала, уровня шумов, вида кодирования и модуляции.

Помехоустойчивость канала: характеризует его способность обеспечивать передачу сигналов в условиях помех. Помехи принято делить на внутренние (представляет собой тепловые шумы аппаратуры) и внешние (они многообразны и зависят от среды передачи). Помехоустойчивость канала зависит от аппаратных и алгоритмических решений по обработке принятого сигнала, которые заложены в приемо-передающее устройство. Помехоустойчивость передачи сигналов через канал может быть повышена за счет кодирования и специальной обработки сигнала.

Динамический диапазон: логарифм отношения максимальной мощности сигналов, пропускаемых каналом, к минимальной.

Помехозащищенность: это помехозащищенность, т.е. помехозащищенность.

Контрольные вопросы:

1. Что такое канал связи?

2. Какие основные характеристики канала связи?

3. Как классифицируются каналы связи?

Практическая работа №5

Тема: «Системы передачи с частотным мультиплексированием каналов»

Цель работы: Изучить структурную схему многоканальной системы передачи с частотным разделением каналов.

В системе передачи с ЧМ в качестве переносчика сигнала используются гармонические несущие колебания с различными частотами. В результате преобразования (модуляции) первичный сигнал преобразуется в каналные сигналы, и каждый канал будет размещаться в своей полосе частот. Интервал между несущими частотами должен быть таким, чтобы полосы частот каналных сигналов не перекрывались. Структурная схема системы передачи с ЧМ на рис.2.1

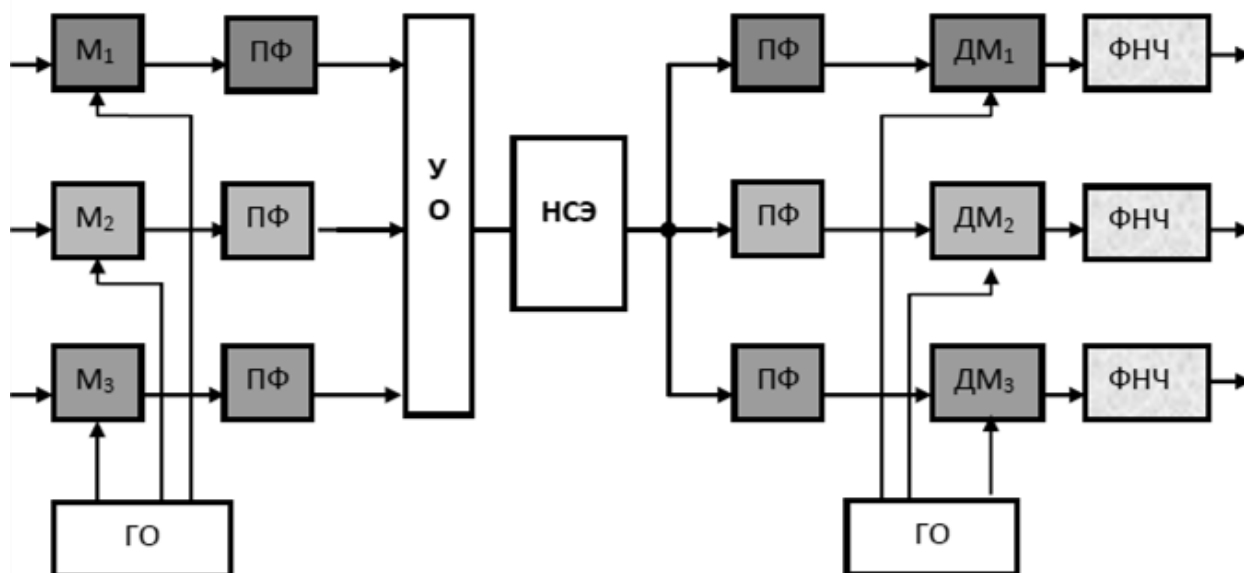


Рисунок 2.1 - Структурная схема многоканальной системы передачи с ЧМ

Исходные первичные сигналы F_c , частота которых составляет $F_1 \dots F_2$, поступают на индивидуальные модуляторы каждого из N каналов, модулируют несущие частоты $F_{нec1}, F_{нec2}, \dots F_{нecN}$, подаваемые с генераторного оборудования. На выходе модуляторов образуются каналные сигналы - верхние боковые ($F_{нec} + F_c$) и нижние боковые ($F_{нec} - F_c$) (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Спектр модулированного сигнала

Полосовые фильтры ПФ1, ПФ2, ... ПФN выделяют полезные каналные сигналы своего канала (либо верхнюю, либо нижнюю боковую) и подавляют неиспользованную боковую, соответствующие полосы частот $f_1 \dots f_2, f_3 \dots f_4, f_L \dots f_N$. Выходы фильтров каждого ка-нала объединяются, и в устройстве объединения УО формируется групповой высокочастотный многоканальный сигнал, полоса которого равна $f_1 \dots f_N$. Для уменьшения переходных помех между каналами вводится защитный интервал $\Delta_{заш}$. На рис. 2.3 приведен пример формирования группового сигнала для 3-х канальной системы передачи: на вход каждого из каналов подается разговорный сигнал в диапазоне 0,3 ... 3,4 кГц, а на модуляторы М1, М2, М3 - соответственно 108, 104,100 кГц. На выходе модуляторов будут сформированы каналные сигналы в виде верхних и нижних боковых. Далее фильтры выделяют нижние боковые (в 1-м канале – 104,6... 107,7 кГц, во 2-м канале – 100,6... 103,7 кГц, в 3-м канале - 96,6 ... 99,7 кГц). Защитный интервал между каналами равен 0,9 кГц. Следовательно, групповой сигнал будет составлять 96,6 ... 107,7 кГц (рис. 2.3).

Групповой сигнал $f_1 \dots f_N$ в групповом передатчике преобразуется в линейный сигнал F_L , затем усилителем передачи усиливается, так как модуляторы и фильтры ослабляют сиг-налы каждого канала, а, следовательно, уменьшают мощность сигнала. Каждому каналу в линейном спектре отводится свой частотный диапазон.

На приемной станции групповой приемник ПРМ усиливает, корректирует и преобразует линейный сигнал F_L в групповой $f_1 \dots f_N$. Фильтры ПФ1 ... ПФN выделяют каналные сигналы из группового, полосы пропускания фильтров ПФ1 ... ПФN совпадают с полосами частот пропускания соответствующих фильтров на передаче. Демодуляторы ДМ1 ... ДМN преобразуют каналные сигналы в исходные первичные сигнала F_c . Фильтры нижних частот выделяют первичный исходный сигнал и подавляют высокочастотные гармонические составляющие, появившиеся в процессе демодуляции.

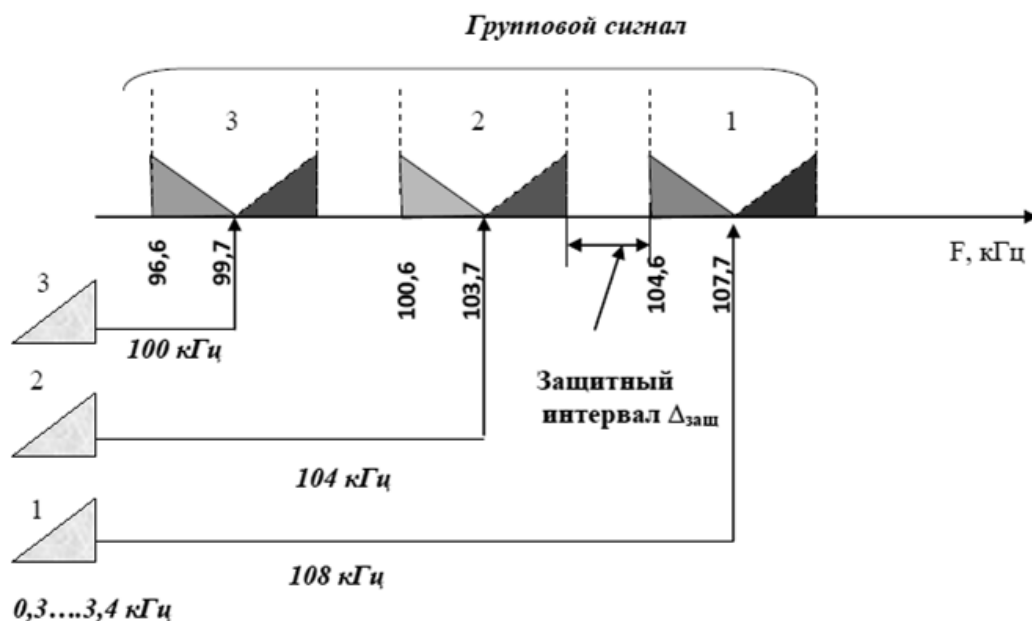


Рисунок 2.3 – Формирование группового сигнала в СП с ЧМ

Совокупность модуляторов, демодуляторов, полосовых фильтров, передатчиков, приемников, усилителей передачи и приема и ряда других устройств образует оконечные станции передачи.

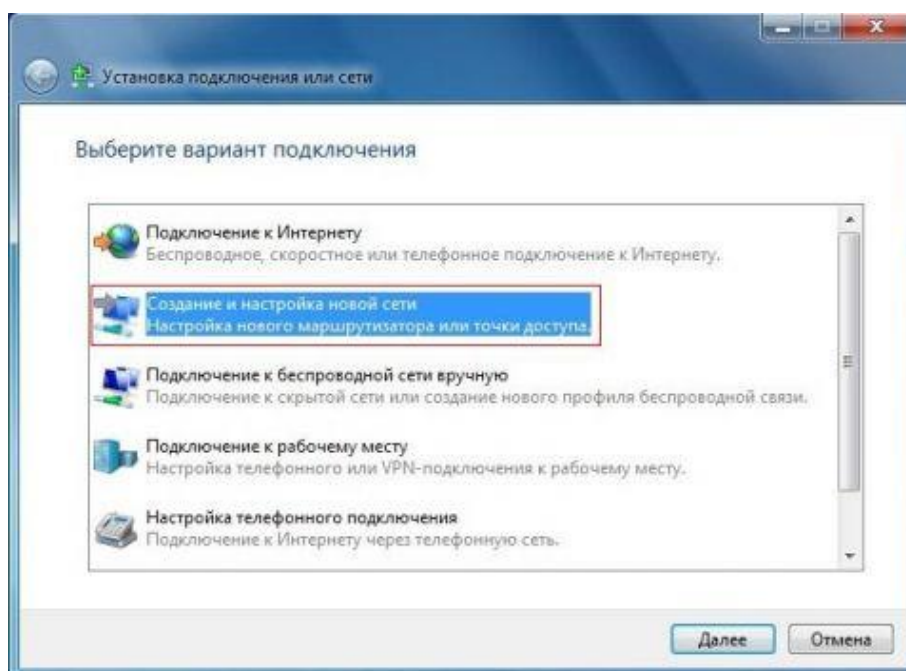
Практическое работа №6

Тема: «Настройка беспроводной сети»

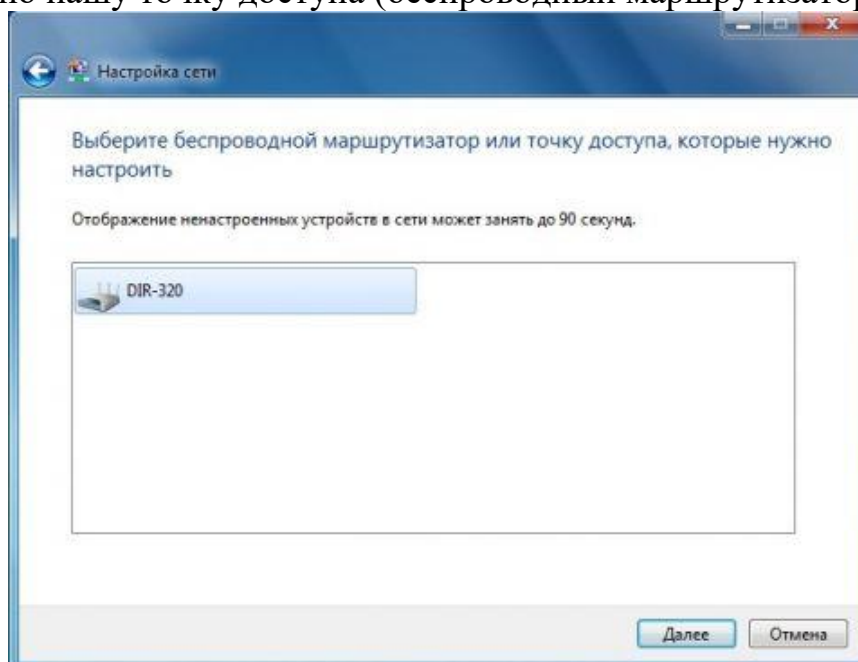
Цель: «Изучить основные способы подключения устройств к беспроводной сети»

1. Настройка беспроводного маршрутизатора

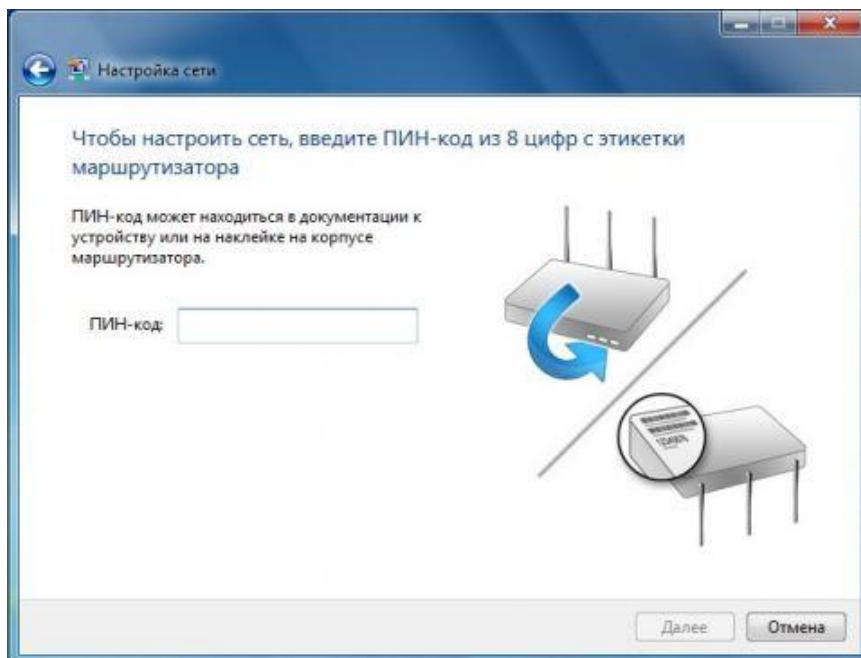
1.1 Устройство распаковано и подключено к электросети. Настраивать его можно через Ethernet, используя при этом патчкорд (который входит в комплект поставки) или через WiFi, но от этого никак не зависит сам процесс настройки. На ноутбуке или десктопе нужно зайти в Панель Управления – Центр управления сетями и общим доступом – Настройка нового подключения или сети, где выбрать Создание и настройка новой сети.



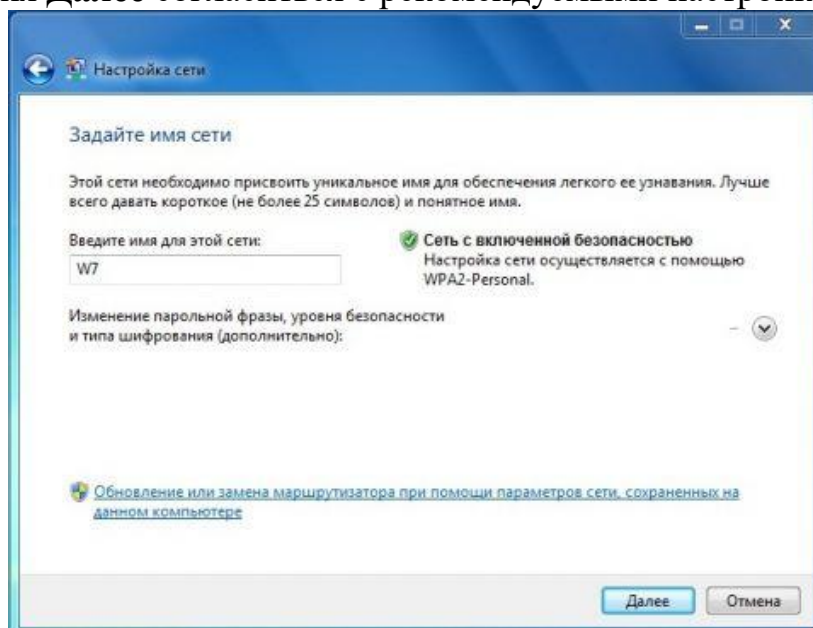
1.2 В списке устройств будут видны беспроводные устройства с поддержкой WCN. Выбираем именно нашу точку доступа (беспроводный маршрутизатор).



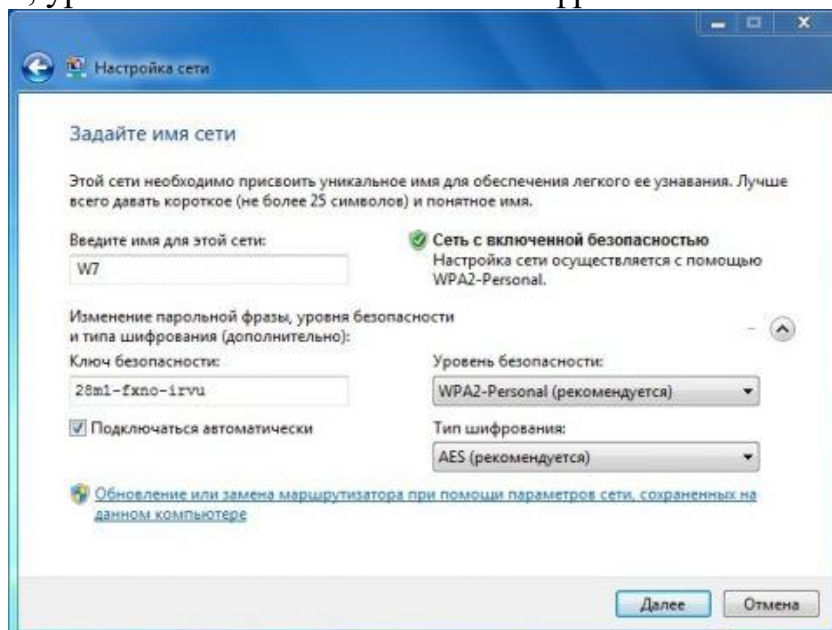
1.3 Следующим этапом необходимо ввести ПИН-код с этикетки на маршрутизаторе.



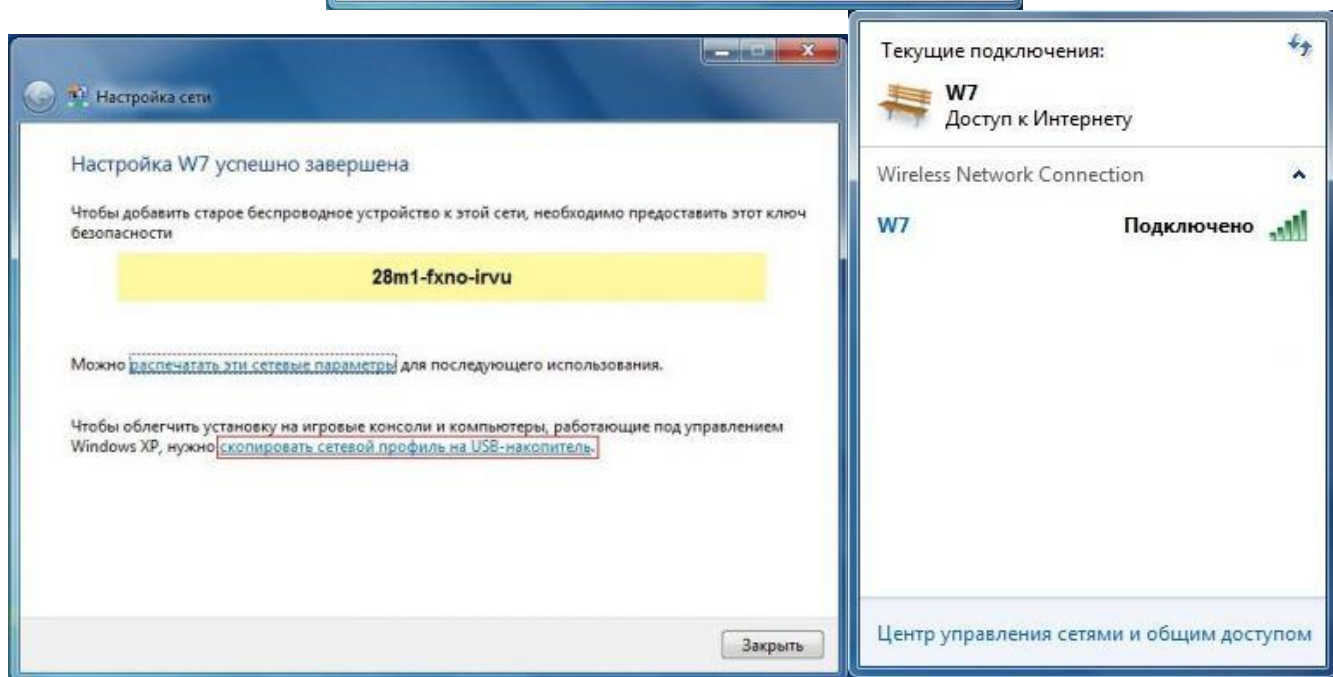
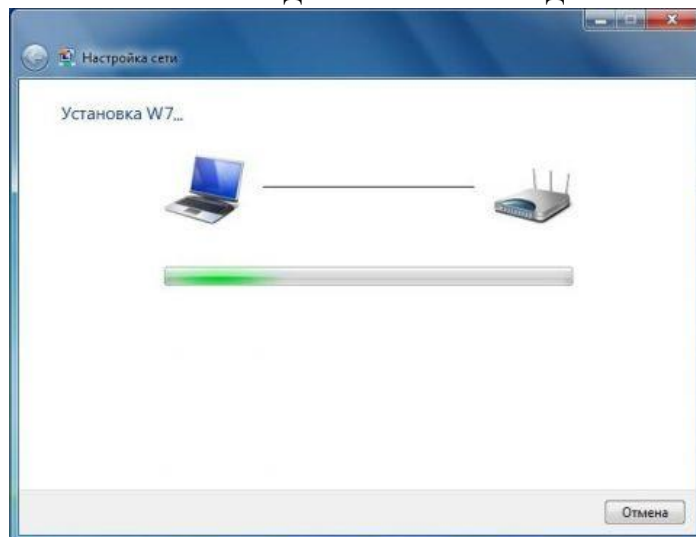
1.4 и после нажатия **Далее** согласиться с рекомендуемыми настройками точки доступа



1.5 Или задать свои, если в этом есть необходимость: имя беспроводной сети, пароль для доступа к сети, уровень безопасности и тип шифрования.



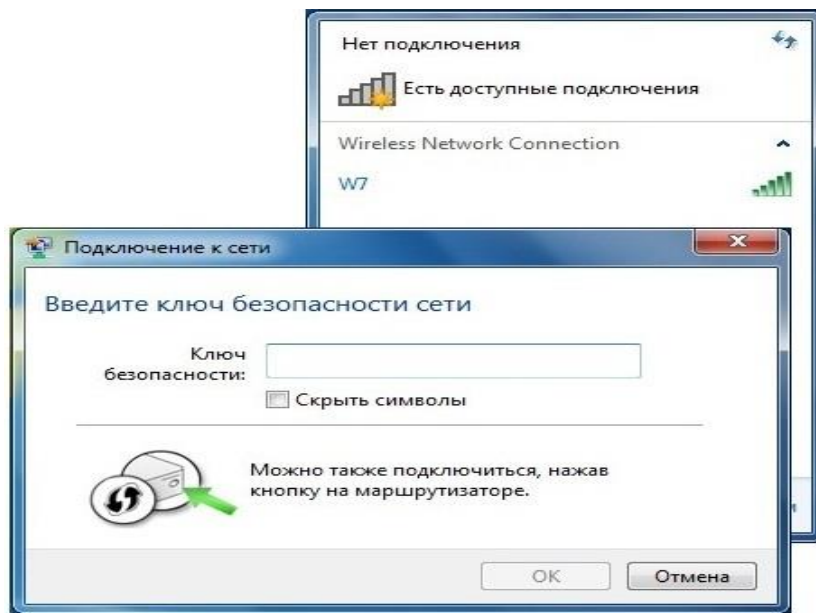
1.6 После нажатия кнопки Далее произойдет настройка точки доступа (беспроводного маршрутизатора) и автоматическое подключение к созданной беспроводной сети.



1.7 По завершении настройки можно распечатать подробную инструкцию для подключения остальных компьютеров к точке доступа (беспроводному маршрутизатору), а также подготовить флешку с настройками для импорта сетевого профиля на другие беспроводные устройства. Если в данный момент в этом нет необходимости, то это можно сделать позже, в свойствах беспроводной сети.

2. Подключиться к точке доступа через Push Button

2.1 При подключении к нашей беспроводной сети с компьютера под управлением Windows 7, можно не вводить ключ безопасности, а нажать кнопку WCN на маршрутизаторе. Подключение к беспроводной сети произойдет автоматически.

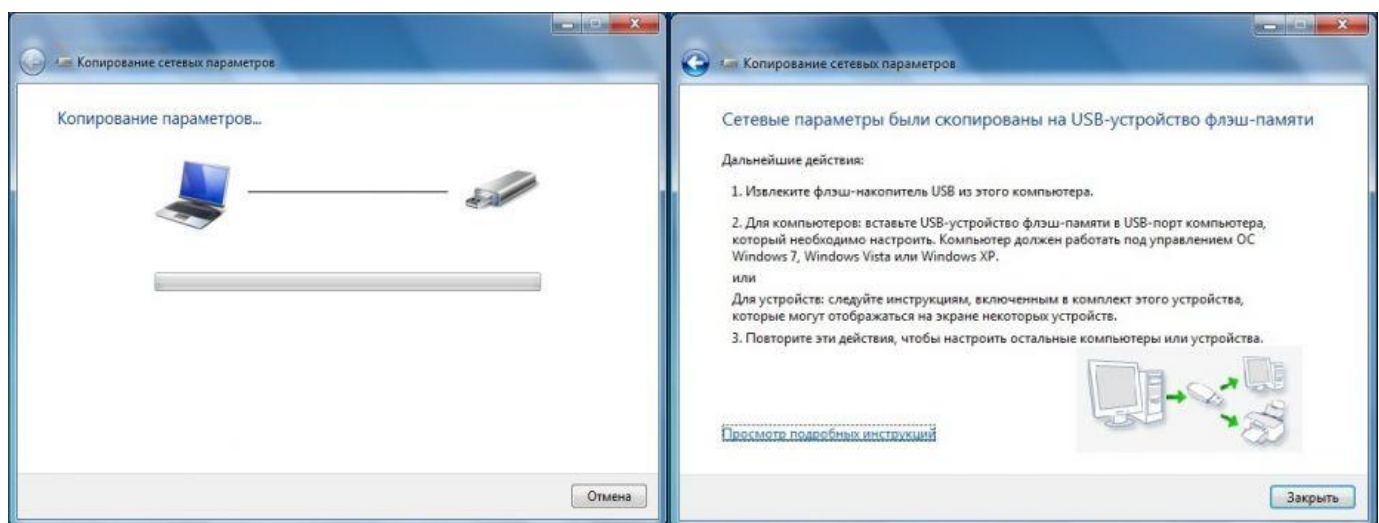
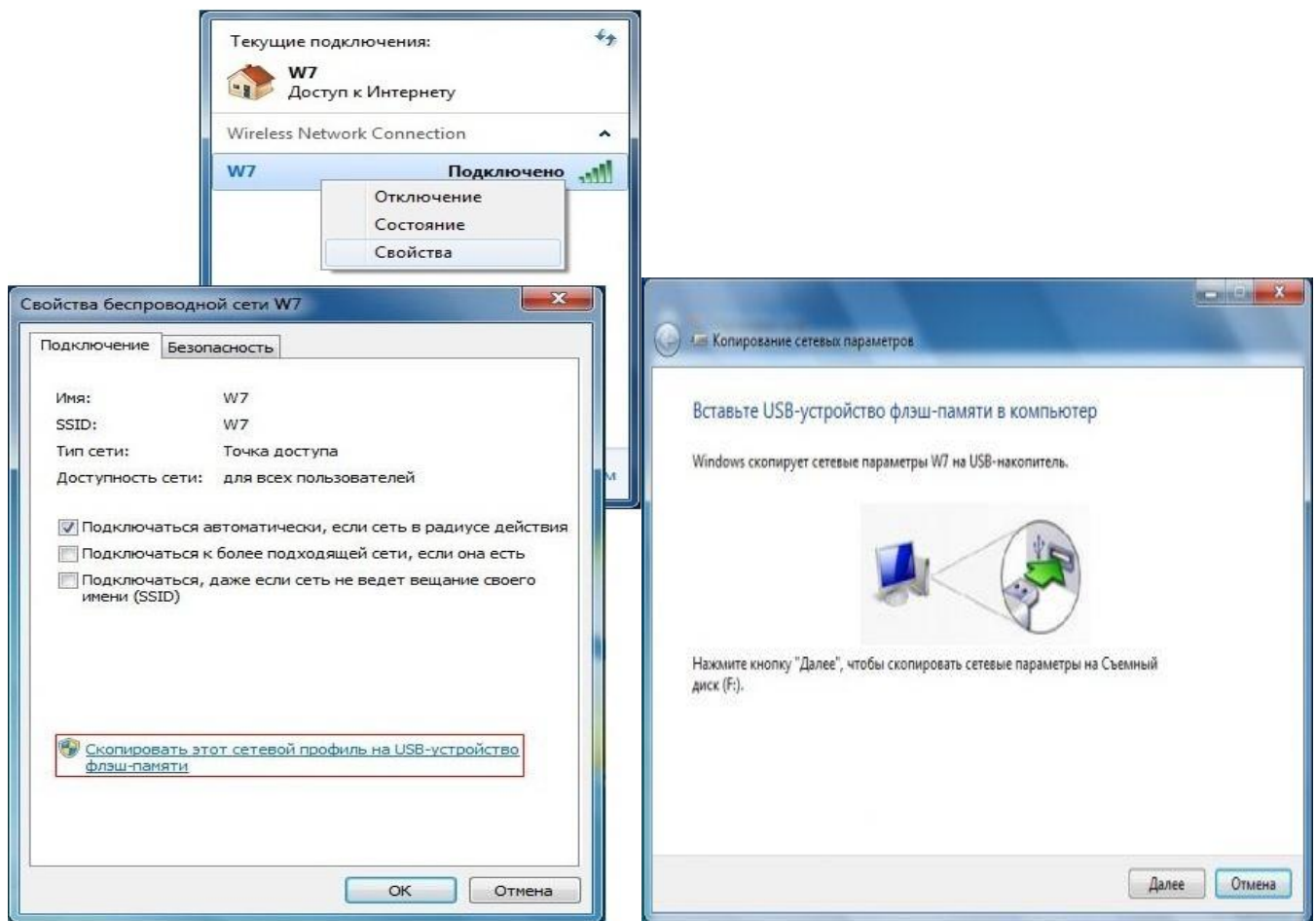


6.2.2 На беспроводных устройствах, поддерживающих метод PBC, достаточно нажать кнопку WPS на маршрутизаторе, а потом на беспроводном устройстве, после чего произойдет подключения устройства к беспроводной сети.

6.2.3 На компьютерах, работающих под управлением более старых операционных систем Windows, а также на беспроводных устройствах, не поддерживающих метод Push Button, необходимо воспользоваться импортом профиля сетевого подключения к беспроводной сети.

3. Подключение к точке доступа через импорт профиля сетевого подключения

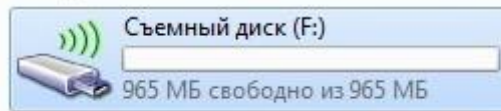
3.1 Если USB флеш диск с настройками сетевого профиля не был создан по завершении настройки точки доступа (беспроводного маршрутизатора), то нужно его создать. Для этого необходимо подключить USB флеш диск, в центре соединений вызвать свойства беспроводной сети и выбрать Скопировать этот сетевой профиль на USB Устройство флеш-памяти. Также можно открыть свойства беспроводной сети через Панель Управления – Центр управления сетями и общим доступом – Управление беспроводными сетями.



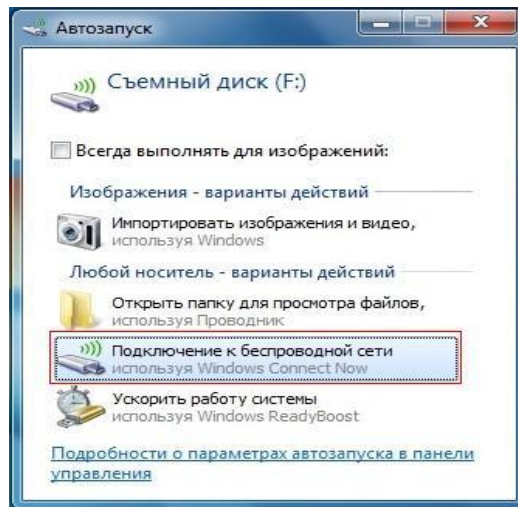
6.3.2 По завершении работы мастера USB флеш диск может использоваться для подключения различных беспроводных устройств, а также компьютеров, оснащенных беспроводным адаптером и работающих под управлением Windows XP/Vista/Windows 7.

6.3.3 Для устройств с беспроводным адаптером, таких как фоторамки, принтеры, игровые консоли, необходимо подключить к ним USB флеш диск с сетевым профилем и согласиться с импортом настроек. По окончании настройки устройство автоматически подключится к беспроводной сети. Аналогичные действия и для операционных систем Windows: подключить USB флеш диск с сетевым профилем,

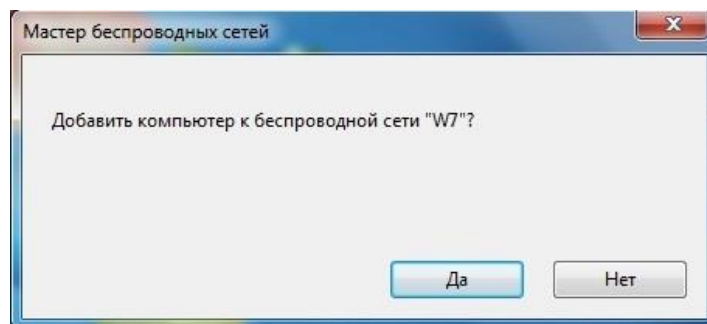
Устройства со съемными носителями (1)



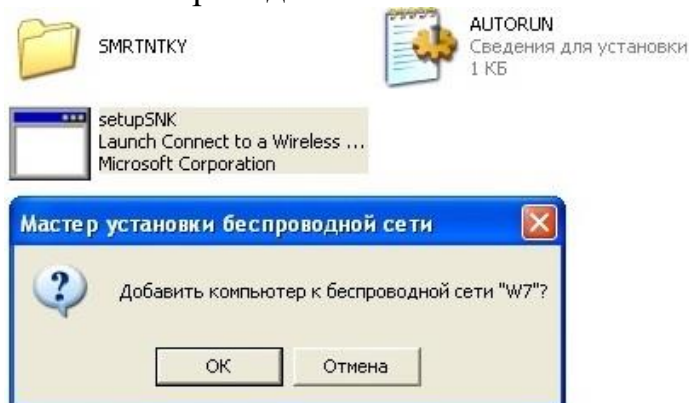
6.3.4 в окне Автозапуска выбрать Подключение к беспроводной сети используя Windows Connect Now,



6.3.5 согласиться с импортом настроек.



6.3.6 Если на компьютере с Windows отключена функция автозапуска, необходимо открыть USB флеш диск, запустить файл SetupSNK.Exe и согласиться с импортом настроек для подключения к беспроводной сети.



6.3.7 Windows Connect Now значительно упрощает настройку беспроводной сети и теперь вам не потребуется запоминать учетные данные сети и тратить много времени для подключения новых ПК.

Контрольные вопросы:

1. Какие среды конфигурации беспроводных устройств вы знаете?

2.Какая технология беспроводного подключения в настоящее время считается наиболее простой и безопасной?

Практическая работа №7-8

Тема: «Аналого-цифровое преобразование сигналов»

Цель: изучить принцип работы АЦП и ЦАП

Для преобразования любого аналогового сигнала (звука, изображения) в цифровую форму необходимо выполнить три основные операции: дискретизацию, квантование и кодирование.

Дискретизация -

представление непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений (отсчетов). Эти отсчеты берутся в моменты времени, отделенные друг от друга интервалом, который называется интервалом дискретизации. Величину, обратную интервалу между отсчетами, называют частотой дискретизации. На рис. 1 показаны исходный аналоговый сигнал и его дискретизированная версия. Картинки, приведенные под временными диаграммами, получены в предположении, что сигналы являются телевизионными видеосигналами одной строки, одинаковыми для всего телевизионного раstra.



Рис.1 Аналого-цифровое преобразование. Дискретизация.

Понятно, что чем меньше интервал дискретизации и, соответственно, выше частота дискретизации, тем меньше различия между исходным сигналом и его дискретизированной копией. Ступенчатая структура дискретизированного сигнала может быть сглажена с помощью фильтра нижних частот. Таким образом и осуществляется восстановление аналогового сигнала из дискретизированного. Но восстановление будет точным только в том случае, если частота дискретизации по крайней мере в 2 раза превышает ширину полосы частот исходного аналогового сигнала (это условие определяется известной теоремой Котельникова). Если это условие не выполняется, то дискретизация сопровождается необратимыми искажениями. Дело в том, что в результате дискретизации в частотном спектре сигнала появляются дополнительные компоненты, располагающиеся вокруг гармоник частоты дискретизации в диапазоне, равном удвоенной ширине спектра исходного аналогового сигнала. Если максимальная частота в частотном спектре аналогового сигнала превышает половину частоты дискретизации, то дополнительные компоненты попадают в полосу частот исходного аналогового сигнала. В этом случае уже нельзя восстановить исходный сигнал без искажений. Теория дискретизации приведена во многих книгах.

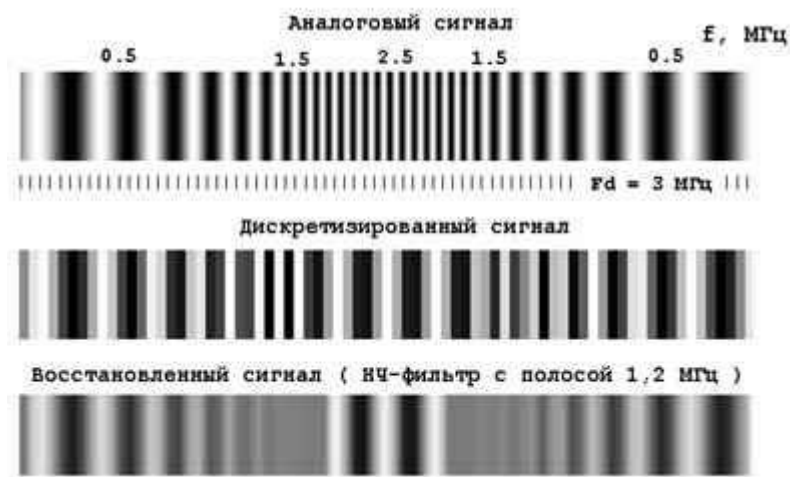


Рис.2 Аналого-цифровое преобразование. Искажение дискретизации.

Пример искажений дискретизации приведен на рис. 2. Аналоговый сигнал (предположим опять, что это видеосигнал ТВ строки) содержит волну, частота которой сначала увеличивается от 0,5 МГц до 2,5 МГц, а затем уменьшается до 0,5 МГц. Этот сигнал дискретизируется с частотой 3 МГц. На рис. 2 последовательно приведены изображения: исходный аналоговый сигнал, дискретизированный сигнал, восстановленный после дискретизации аналоговый сигнал. Восстанавливающий фильтр нижних частот имеет полосу пропускания 1,2 МГц. Как видно, низкочастотные компоненты (меньше 1 МГц) восстанавливаются без искажений. Волна с частотой 1,5 МГц исчезает и превращается в относительно ровное поле. Волна с частотой 2,5 МГц после восстановления превратилась в волну с частотой 0,5 МГц (это разность между частотой дискретизации 3 МГц и частотой исходного сигнала 2,5 МГц). Эти диаграммы-картинки иллюстрируют искажения, связанные с недостаточно высокой частотой пространственной дискретизации изображения. Если объект телевизионной съемки представляет собой очень быстро движущийся или, например, вращающийся предмет, то могут возникать и искажения дискретизации во временной области. Примером искажений, связанных с недостаточно высокой частотой временной дискретизации (а это частота кадров телевизионного разложения), является картина быстро движущегося автомобиля с неподвижными или, например, медленно вращающимися в ту или иную сторону спицами колеса (стробоскопический эффект). Если частота дискретизации установлена, то искажения дискретизации отсутствуют, когда полоса частот исходного сигнала ограничена сверху и не превышает половины частоты дискретизации.

Если потребовать, чтобы в процессе дискретизации не возникало искажений ТВ сигнала с граничной частотой, например, 6 МГц, то частота дискретизации должна быть не меньше 12 МГц. Однако, чем ближе частота дискретизации к удвоенной граничной частоте сигнала, тем труднее создать фильтр нижних частот, который используется при восстановлении, а также при предварительной фильтрации исходного аналогового сигнала. Это объясняется тем, что при приближении частоты дискретизации к удвоенной граничной частоте дискретизируемого сигнала предъявляются все более жесткие требования к форме частотных характеристик восстанавливающих фильтров - она все точнее должна соответствовать прямоугольной характеристике. Следует подчеркнуть, что фильтр с прямоугольной характеристикой не может быть реализован физически. Такой фильтр, как показывает теория, должен вносить бесконечно большую задержку в пропускаемый сигнал.

Поэтому на практике всегда существует некоторый интервал между удвоенной граничной частотой исходного сигнала и частотой дискретизации.

Квантование представляет собой замену величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора фиксированных величин - уровней квантования. Другими словами, квантование - это округление величины отсчета. Уровни квантования делят весь диапазон возможного изменения значений сигнала на конечное число интервалов - шагов квантования. Расположение уровней квантования обусловлено шкалой квантования. Используются как равномерные, так и неравномерные шкалы. На рис. 3 показаны исходный аналоговый сигнал и его квантованная версия, полученная с использованием равномерной шкалы квантования, а также соответствующие сигналам изображения.



Рис.3 Аналого-цифровое преобразование. Квантование.

Искажения сигнала, возникающие в процессе квантования, называют шумом квантования. При инструментальной оценке шума вычисляют разность между исходным сигналом и его квантованной копией, а в качестве объективных показателей шума принимают, например, среднеквадратичное значение этой разности. Временная диаграмма и изображение шума квантования также показаны на рис. 3 (изображение шума квантования показано на сером фоне). В отличие от флуктуационных шумов шум квантования коррелирован с сигналом, поэтому шум квантования не может быть устранен последующей фильтрацией. Шум квантования убывает с увеличением числа уровней квантования убывает с увеличением числа уровней квантования.

Цифровое кодирование.

Квантованный сигнал, в отличие от исходного аналогового, может принимать только конечное число значений. Это позволяет представить его в пределах каждого интервала дискретизации числом, равным порядковому номеру уровня квантования. В свою очередь это число можно выразить комбинацией некоторых знаков или символов. Совокупность знаков (символов) и система правил, при помощи которых данные представляются в виде набора символов, называют кодом. Конечная последовательность кодовых символов называется кодовым словом. Квантованный сигнал можно преобразовать в последовательность кодовых слов. Эта операция и называется кодированием. Каждое кодовое слово передается в пределах одного интервала дискретизации. Для кодирования сигналов звука и изображения широко применяют двоичный код. Если квантованный сигнал может принимать N значений, то число двоичных

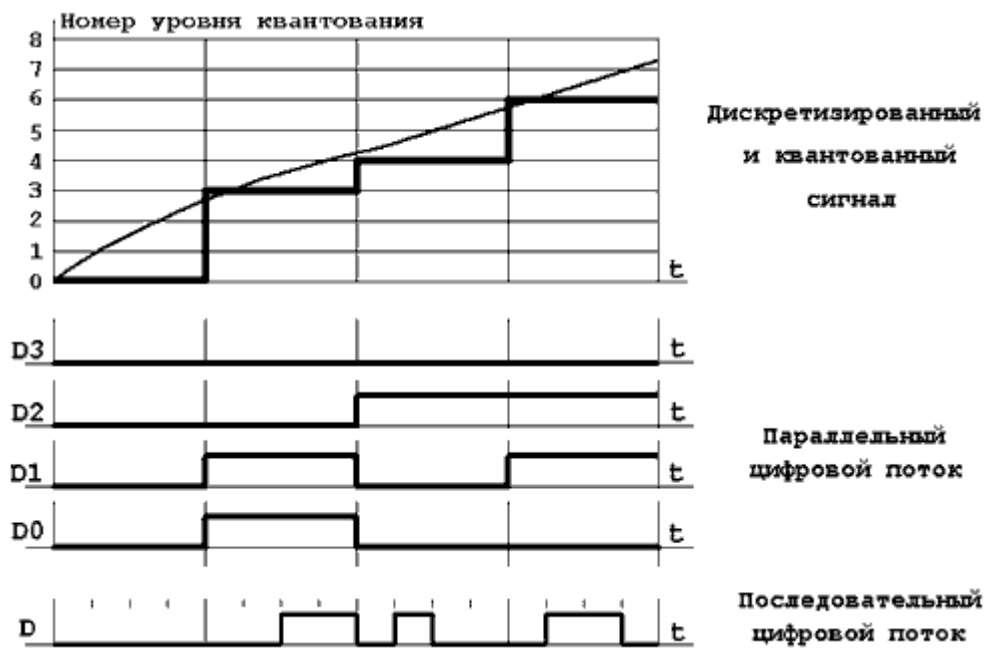


Рис.6 Аналого-цифровое преобразование.

Практическая работа № 9

Тема: «Сеть распределения программ звукового вещания»

Цель работы: изучить структуру построения и состав оборудования сети распределения программ звукового вещания.

Программой вещания называется совокупность вещательных передач, распределяемых по выделенным каналам. Передача – совокупность различного рода информации, передаваемой широким слоям населения.

Звуковым вещанием (ЗВ) называется передачу населению звуковых вещательных программ, осуществляемую с помощью средств электрической связи.

Организацией ЗВ занимаются ведомства - телерадиовещательные компании (ТРК) и Министерство РФ по связи и информатизации. ТРК занимается вопросами подготовки и формирования программ ЗВ, определения суточного объема вещания, последовательности передач во времени, выбора технических средств для распределения и передачи сформированных программ слушателям. Министерство РФ по связи и информатизации организует сеть каналов ЗВ и ТВ на базе первичной сети связи РФ, сети радиопередающих средств и проводного вещания.

Организация ЗВ и ТВ сводится к решению двух задач. Первая задача сформировать вещательные программы, вторая - довести эти программы до населения. Для этой цели в ТРК имеются радио дома, оборудование которых позволяет обеспечить проведение вещательных программ с заданным техническим качеством. Программы ЗВ к ТВ готовятся редакциями, телевизионными агентствами, творческими объединениями, специализированными по типу передачи. Здесь осуществляются подбор материалов для передачи, авторов и исполнителей, режиссерские и репетиционные работы. В главных редакциях проводятся все работы до выпуска программы. Отдел выпуска составляет расписание и организует передачу. Отдел контроля следит за техническим качеством программ.

Система звукового вещания (ЗВ) представляет собой организационно технический комплекс, обеспечивающий формирование и передачу звуковой информации общего назначения широкому кругу территориально рассредоточенных абонентов (слушателей).

Система ЗВ построена таким образом, чтобы обеспечить повсеместное распространение программ в удобное для слушателей время. В связи с этим вся территория страны с востока на запад условно разделена на пять вещательных зон – А, Б, В, Г, М. Каждая из зон имеет следующий сдвиг по времени относительно московского, условно принятого за 0 ч: А - + 8 и + 9; Б - +6 и +7; В - +4 и +5; Г- +2 и +3; М - 0 и +1ч. Программы «Радио-1» и «Радио России» имеют четыре дубля, а «Маяк» и «Орфей» распределяются без сдвигов по времени.

Составные части системы звукового вещания (радиовещания)

Техническая база системы звукового вещания состоит из следующих функциональных частей (трактов): формирования программ, первичного и вторичного распределения программ, приема программ (рис 5.1). Система радиовещания (СРВ) – это многоуровневая совокупность радиопередающих и радиоприемных устройств и линий связи, включающих среду распространения,

спутниковые средства непосредственного цифрового вещания, находящихся во взаимосвязи и предоставляющие пользователю услуги.

В трактах формирования программ (ТФП) осуществляются процессы подготовки и выпуска программ ЗВ, их тиражирование, коммутация соединительных линий к трактам распределения программ, контроль параметров качества, обеспечение надежности функционирования всего комплекса оборудования. ТФП подразделяются на головной (Москва) и местные (областные и краевые центры). Состав оборудования ТФП определяется числом и объемами создаваемых программ ЗВ. Технические средства ТФП входят в состав радиодомов.

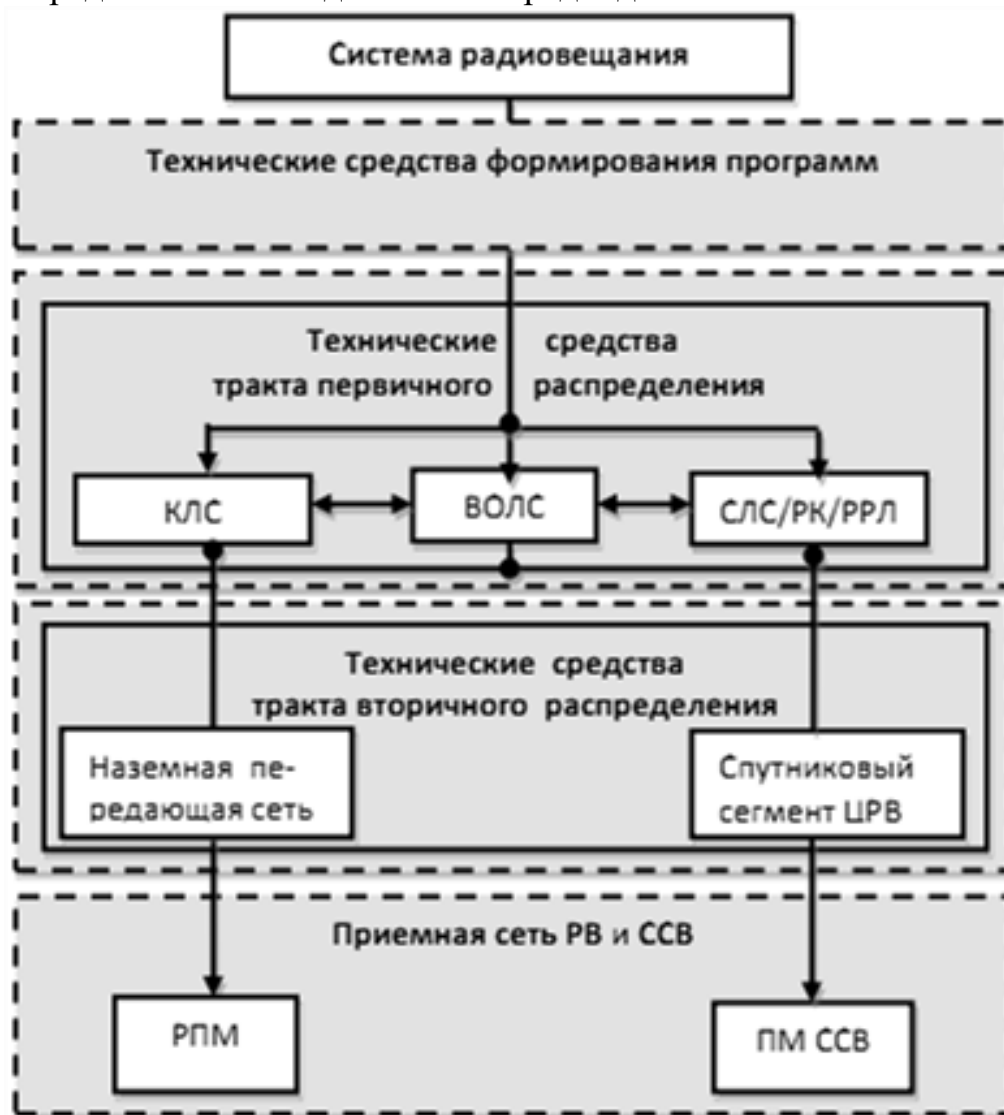


Рисунок 5.1 – Структурная схема СВР

Радиодомом называется комплекс студий радиовещания и звукозаписи, аппаратных, вспомогательных, технических, редакционных и репетиционных помещений, предназначенных для подготовки, записи и передачи программ вещания, а также трансляции программ из других городов. В студиях происходит преобразование звуковых сигналов в электрические.

Таким образом, тракт формирования программ начинается на выходе микрофона и заканчивается на выходе центральной аппаратной радиодома.

Доведение сформированных программ до слушателей осуществляется в два этапа через тракт первичного и тракт вторичного распределения программ ЗВ.

Тракт первичного распределения программ ЗВ представляет собой организационно-технический комплекс, в состав которого входят собственно сеть распределения

программ ЗВ, а также системы оперативно-технического управления и обслуживания этой сети. Начинается тракт первичного распределения программ на выходе центральной коммутационно-распределительной аппаратной ЦКРА. Электрические сигналы ЗВ могут передаваться по соединительным линиям на местные радиовещательные станции РВС и сети проводного вещания СПВ. При организации вещания на другие города используются междугородные каналы ЗВ. Для этого с ЦКРА по соединительным линиям электрические сигналы передаются на центральную междугородную вещательную аппаратную ЦМВА и по междугородным каналам звукового вещания МКЗВ передаются в республиканские и областные центры.

Образуются каналы МКЗВ с помощью кабельных (КЛС), волоконно-оптических (ВОЛС) линий связи через оконечные междугородные станции (ОМС), радиоканалов (РК), радиорелейных (РРЛ) через оконечные и узловые станции (ОРРС и УРРС) и спутниковых линий связи (СЛС) через земные станции ЗС и искусственные спутники Земли (ИСЗ). Сеть строится по радиальному-узловому принципу с учетом административной подчиненности территорий и делится на магистральную, внутризоновую и местную.

Тракт вторичного распределения программ ЗВ объединяет две сети: передающую радиовещания (РВ) и проводного вещания (ПВ).

Передающая сеть РВ представляет собой совокупность наземных передающих радиовещательных станций (РВС) и систем проводного вещания. РВС работают в диапазонах длинных и средних, коротких и метровых волн. Для внутреннего вещания используются диапазоны ДВ, СВ, МВ и частично КВ, для внешнего вещания - преимущественно КВ и частично СВ. Расположение РВС по территории и распределение частот, на которых они работают в каждом диапазоне, осуществляются таким образом, чтобы обеспечить максимальный охват населения страны многопрограммным вещанием с требуемым качеством.

В диапазоне километровых волн (ДВ - LW) работают РВС центрального и республиканского вещания и ведут вещание на частотах 150 - 285 кГц. Зона обслуживания РВС составляет 1500 - 2000 км. Диапазон гектометровых волн (СВ - MW) используется для центрального, республиканского и областного вещания. РВС работают в этом диапазоне на частотах 525 кГц - 1,6 МГц, зона обслуживания составляет 300 - 500 км.

Декаметровые волны (КВ - SW) используются для передачи программ центрального и республиканского радиовещания в отдаленные и труднодоступные районы, а также для передачи специальных программ для населения других стран, так как дальность действия РВС составляет тысячи километров. Частотный диапазон для КВ выделен от 3,2 МГц до 26,7 МГц. Зона обслуживания РВС в метровом (УКВ - FM) диапазоне не превышает 50 - 60 км.

Поэтому метровые волны применяются для передачи программ центрального, республиканского и областного вещания в частотном диапазоне 65,8 - 108 МГц.

В частотном диапазоне километровых волн можно организовать всего 15 каналов, в диапазонах гектометровых волн - 120, в метровом диапазоне всего 28 каналов. Для организации сети радиовещания, охватывающей всю страну, каналов, получаемых в указанных диапазонах недостаточно, если за каждым каналом закрепить всего одну РВС. В связи с этим разрешается работа нескольких РВС по совмещенному каналу; один и тот же радиоканал используется для работы нескольких РВС, передающих различные программы. Для уменьшения взаимных помех эти РВС располагаются на значительном удалении друг от друга. В диапазонах ДВ и СВ

решить проблему дефицита частотных каналов позволяет система синхронного вещания, предусматривающая работу в одном частотном канале нескольких РВС, передающих одну и ту же программу.

Проводным вещанием называется система, состоящая из комплекса аппаратуры и сооружений, с помощью которых сигналы звукового вещания распределяются по проводным сетям и поступают к слушателям. Этим проводное вещание отличается от радиовещания, при котором сигналы поступают на вход индивидуальных приемных устройств (радиоприемников) в виде свободно распространяющихся электромагнитных волн.

Тракт приема программ ЗВ формируется парком вещательных приемников РПМ, находящихся у населения и радиоприемников абонентов системы спутникового вещания (Пм ССВ).

Практическая работа № 10

Тема: «Составление схем организации связи двух абонентов»

Цель работы: Научиться составлять схемы организации связи двух абонентов при установлении местных, внутризоновых, междугородних соединений.

Принципы построения сетей

Городская телефонная сеть при пятизначной системе нумерации вида ахххх сеть строится по принципу «каждая с каждой».

а – номер РАТС, а ≠ 0; 8.

хххх – внутривыделенный номер абонента.

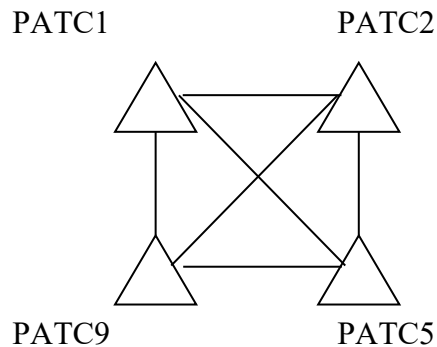


Рисунок 5.1 - Построение ГТС с пятизначной системой нумерации

При шестизначной нумерации номер имеет вид вида: авхххх

а – номер узлового района.

а ≠ 0; 8.

в – номер РАТС в узловом районе (нумерация РАТС двухзначная).

хххх – внутривыделенный номер абонента.

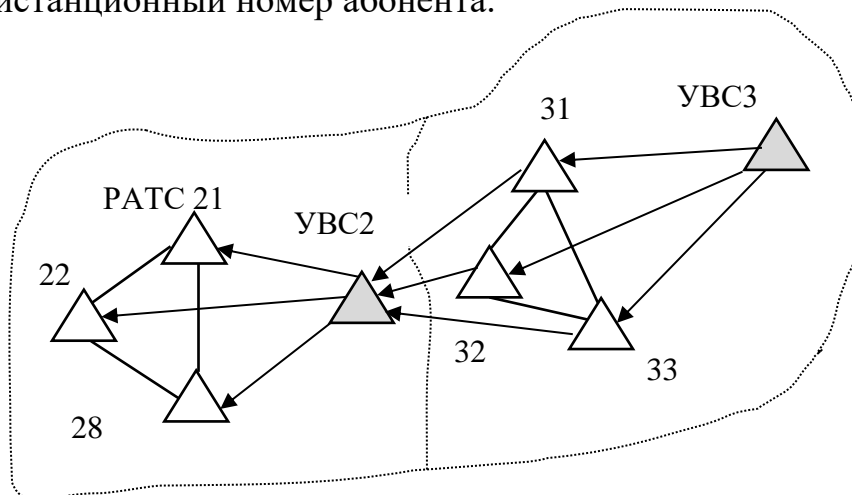


Рисунок 5.2 - Построение ГТС с шестизначной нумерацией

На ГТС, представленной на рисунке 5.2, соединение абонентов одного района осуществляется через две РАТС, в которые включены абоненты. Соединение абонентов разных районов осуществляется через две РАТС и узел входящего сообщения (УВС). Территория города делится на узловые районы, число которых не превышает восьми. В каждом узловом районе может быть оборудовано до десяти

РАТС. Районные АТС соединяются по принципу «каждая с каждой», а с РАТС других районов соединяются через УВС. На УВС устанавливается одна ступень ГИ, обеспечивающая выбор направления к определенной РАТС узла. В УВС включены входящие потоки нагрузки от РАТС других узловых районов и исходящие потоки нагрузки из УВС к РАТС данного узлового района.

Сельская телефонная сеть (СТС) предназначена для обеспечения телефонной связью абонентов сельского административного района, включая районный центр. Эта сеть предоставляет связь абонентам в пределах своего района и выход на междугородную сеть страны. СТС строится по радиально-узловому принципу.

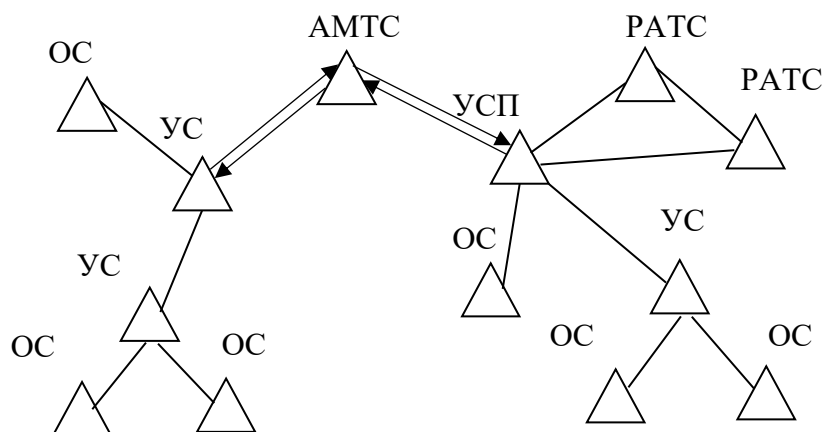


Рисунок 5.3 - Построение СТС

СТС строится по двух или трех уровневому принципу.

В пределах ОС нумерация может быть сокращенной, но для выхода к другим ОС, УС или ЦС, абонент должен набрать цифру «0». Абонент набирает пятизначный номер.

При установлении внутривыделенного соединения абонент 1 набирает трехзначный номер абонента 2. Т.о. присутствует и открытая, и закрытая системы нумерации. В настоящее время все СТС переходят только на закрытую систему нумерации.

ОС может иметь емкость 50 – 200 номеров, устанавливается в небольших населенных пунктах.

УС устанавливается в крупных населенных пунктах района, и имеют емкость 500 – 2000 номеров.

ЦС устанавливается в районных центрах, если сеть нерайонированная. Если сеть районного центра районирована, то устанавливается узел сельской пригородной связи (УСП), который коммутирует соединительные линии (с.л.) между ОС и УС. Абонентские линии (а.л.) в УСП не включены, но возможно установить ОС в одном помещении в УСП.

Емкость ОС и УС является емкостью ЦС, т.е. емкость ЦС образуется путем наращивания емкости всех станций СТС.

Таблица 5.1 - Пример наращивания емкости ЦС

Наименование станции	Емкость	Нумерация	Резерв
УС-9	4000	96111-99000	90111-90000

УС-94, 95	2000	94111-95000	
ОС-91	200	91111-91200	91311-91000
ОС-92	200	92111-92200	92311-92000
ОС-93	200	93111-93200	93311-93000

Внутризоновая телефонная сеть предназначена для установления соединений между абонентами различных районных центров или абонентов районных центров с абонентами областного центра. Каждому абоненту присваивается единый семизначный номер.

авxxxxx, где

ав – внутризоновый код;

xxxxx – станционный номер абонента.

ав присваивается 100000 району города или сельской телефонной сети. Для абонента областного центра недостающие до семи знаков цифры добирают «2».

Для сети г. Белгорода ав = 22, 23, 25; Шебекино - 48; Ивня - 43; Яковлевкий р-н - 43; Валуйский р-н – 36.

Для выхода на внутризоновую сеть абонент набирает индекс «8», при этом занимается заказная соединительная линия (з.с.л.) к АМТС. После получения сигнала ОС он набирает цифру «2» - индекс внутризоновой связи, а затем авxxxxx.

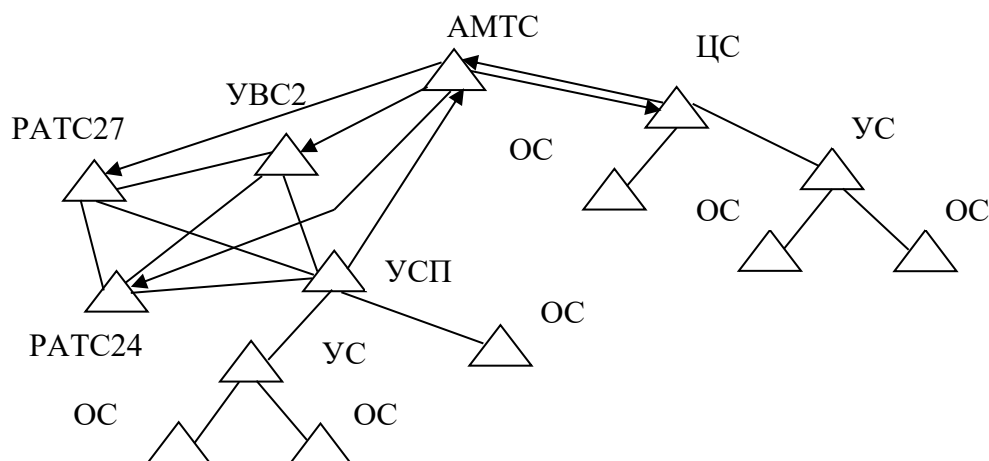


Рисунок 5.4 - Построение внутризоновых сетей

Все центральные и районные АТС связаны с АМТС заказно-соединительными линиями з.с.л., а от АМТС через УВС к РАТС включены соединительные линии междугородные слм. За с.л.м. закрепляются приборы выделенного междугородного шнура, имеющие право преимущественной связи по сравнению с местными соединениями.

Междугородные телефонные сети предназначены для предоставления услуг телефонной связи абонентам, расположенным в различных населенных пунктах, а при замене оконечного оборудования – для передачи любого другого вида информации (телеграфной, факсимильной, передачи данных, телевизионного сообщения, организации локальных вычислительных сетей, сетей Internet, Ethernet, сетей связи с подвижными объектами).

На междугородних сетях используется закрытая система нумерации. Если в перспективе на ближайшие 50 лет емкость зоны нумерации не превысит 8000000 номеров, то данной зоне присваивается один трехзначный код вида ABC.

Например: Белгород 472 Курск 471

Если емкость сети превысит 8000000 номеров, то присваивается два и более трехзначных кода.

Например: Москва 495, 499

Междугородние телефонные сети строятся по «радиально-узловому» принципу. В наиболее крупных городах РФ устанавливают узлы автоматической коммутации первого класса и соединяют их между собой по принципу «каждый с каждым».

В городах с населением свыше 800000 человек устанавливают узлы автоматической коммутации второго класса. Во всех областных центрах РФ установлены АМТС. АМТС выполняет функции окончательных соединений.

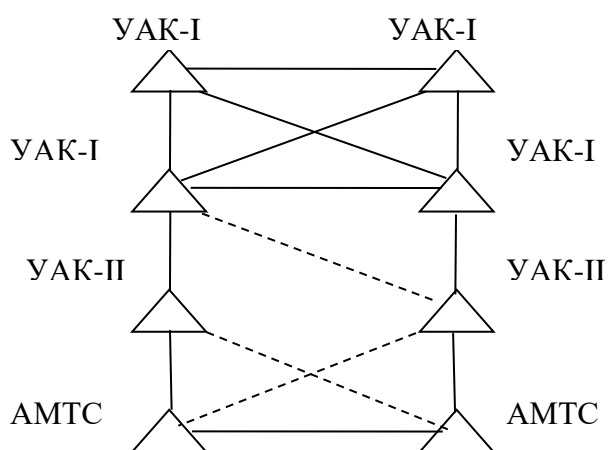


Рисунок 5.5 - Построение междугородных сетей

Соединение между АМТС, не имеющими высокое тяготение друг к другу, устанавливаются по обходным путям. Для каждого направления предусмотрено по 4, а в современных требованиях по 7 обходных путей через УАК. В междугородних соединениях может участвовать не более четырех УАК, два из них одного класса. В первую очередь по знакам кода ABC опробуются наикротчайшие пути. Например: АМТС – УАК-II – АМТС

Прямые пути и обходные (короткие) характеризуются высоким использованием каналов. Все вызовы, не обслуженные на прямых и обходных (коротких) путях, поступают на самый длинный путь – путь последнего выбора abcdef, который характеризуется высоким качеством обслуживания и потери составляют 1‰ . (1‰ – 0,1% = 0,001).

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Телекоммуникационные системы и сети. Том 1 Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Новосибирск: «Наука», 2015г
2. Телекоммуникационные системы и сети. Том 2 Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Новосибирск: «Наука», 2016г
3. И.К. Филатов. «Проектирование сетей связи» практикум. М. Издательский центр . Академия,2015.-165с.
4. В.Ю. Ушманов. «Сети связи» практикум. М. Издательский центр. Академия, 2016.-227с.
5. В.Н.Пантелеев, В.М. Прошин «Телекоммуникации». М. Издательский центр. Академия, 2016.-276с.. «Основы автоматизации производства». М. Издательский центр. Академия, 2015.-185с.
6. В.И.Полещук.Т.Е.Каренов Задачник по диапазонам частот. М. Издательский центр. Академия, 2016.-222с.
7. Б.И.Черпаков, Л.И.Вереина «Основные стандарты сетей общего пользования». М. Издательский центр. Академия, 2016.-409с.

Дополнительные источники:

1. Г.А. Андреев. «Основы телекоммуникации». М. Академия, 2015.-300с.
2. Л.В.Журавченко. «Радиоэлектроника». М. Издательский центр. Академия, 2015.-208с.
3. С.В.Белов. «Безопасность производственных процессов». М.: Машиностроение,2014
4. К.И.Котов, М.А.Шершевер. «Внутризоновые сети связи» М. «Металлургия», 2016г.-495с.

5. Ю.М.Губаренко. «Типовые элементы телекоммуникации». М. Форум-инфра, 2015 378с.
6. Г.В.Ярочкина. «Радиоэлектронная аппаратура. Монтаж и регулировка». М. ПрофОбрИздат, 2015.-232с.
4. Серов Г.П., Серов С.Г. Техногенная и экологическая безопасность в практике деятельности предприятий. Теория и практика. — М.: Ось-89, 2016.

Интернет- ресурсы:

1. Электронный журнал «Охрана труда в вопросах и ответах», <http://e.otruda.ru/>.
2. Электронные журналы по охране труда, http://magazinot.ru/zhurnaly_po_ohrane_truda_i_tehnike_bezopasnosti/?uid%3A00071616.
3. Электронный журнал "Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях", <http://ohrprom.panor.ru/>. 1.Энциклопедия безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс]. — URL: <http://bzhde.ru>.
4. Официальный сайт МЧС РФ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mchs.gov.ru>.
5. Безопасность в техносфере [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.magbvt.ru>.
6. База данных информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>
- 7.Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <http://нэб.рф/>
8. Университетская информационная система «РОССИЯ» <http://uisrussia.msu.ru/>
9. www.goup32441.narod.ru (сайт: Учебно-методические пособия «Общевойсковая подготовка». Наставление по физической подготовке в Вооруженных Силах Российской Федерации (НФП-2009).
- 10.Информационный портал по охране труда [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.trudohrana.ru/>
- 11.Трудовой кодекс Российской Федерации (последняя редакция) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.trudkodeks.ru/>

12.О промышленной безопасности опасных производственных объектов:
Федеральный закон от 21.06.1997 г. № 116-ФЗ [Электронный ресурс]. — Режим
доступа: <http://base.garant.ru/>.