

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технические средства защиты информации»
для студентов направления подготовки
10.03.01 Информационная безопасность
направленность (профиль) «Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в
сфере профессиональной деятельности)»

Ставрополь,
2026

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение

РАЗДЕЛ 1. ИНФОРМАЦИЯ И КАНАЛЫ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

Тема 1. Информация и безопасность. Основные свойства информации как предмета защиты и каналы утечки.

Лабораторная работа № 1. Исследование параметров переносчиков информации аналоговыми осциллографами

Тема 2. Средства негласного съёма информации. Классификация закладных устройств и способы борьбы с ними.

Лабораторная работа № 2. Информация и каналы утечки информации

Тема 3. Нелинейная радиолокация. Нелинейные радиолокаторы и детекторы нелинейных переходов.

Лабораторная работа № 3- 4. Исследование взаимного влияния двухпроводных линий

Тема 4. Системы сотовой связи и утечка информации

Лабораторная работа № 5. Исследование спектров синусоидальных немодулированных колебаний и прямоугольных импульсов типа «МЕАНДР»

Лабораторная работа № 6. Исследование спектра гармонических колебаний при однотоновой (одночастотной) амплитудной модуляции

Тема 5. Радиозакладки с использованием трафика сотовой связи. GSM-радиозакладки и технические средства их обнаружения.

Лабораторная работа № 7. Исследование спектра амплитудно – манипулированных сигналов

Тема 6. Технические средства блокирования (подавления) GSM – радиозакладных устройств, каналов сотовой связи и беспроводного доступа

Лабораторная работа № 8. Исследование спектра гармонических колебаний, модулированных по частоте

Тема 7. Комплексы радиомониторинга и безопасность.

Лабораторная работа № 9. Исследование спектра гармонических колебаний при смешанных видах модуляции

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Технические средства защиты информации» является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01. «Информационная безопасность», позволяющих сформировать необходимые знания для обнаружения каналов утечки информации с использованием различных технических средств, решения задач практической защиты информации в конкретных условиях, а так же развитие в процессе обучения системного мышления по обеспечению защиты информации техническими средствами на основе требований государственных стандартов и руководящих документов по защите информации.

Дисциплина призвана содействовать закреплению теоретических знаний и усилению практической направленности образования, формированию и укреплению технической и нормативно-методической культуры студентов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-5 Способен проводить работы по установке и техническому обслуживанию защищённых технических средств обработки информации	ИД-1_{ПК-5} Способен проводить работы по установке, настройке и испытаниям защищённых технических средств обработки информации	-Выделяет классификацию, принципы работы и основные характеристики технических средств и систем охраны, их составляющих элементов -Выполняет поиск информации о современных и перспективных технических средствах и системах охраны в различных источниках, самостоятельную работу с нормативными правовыми документами, регламентирующими организацию и обеспечение физической защиты объектов информатизации с помощью технических средств и системах охраны - Применяет навыки работы с техническими средствами и системами охраны и навыками безопасного использования технических средств охраны в профессиональной деятельности, а также навыки выбора технических средств охраны с учетом их применимости к конкретному объекту защиты от

		несанкционированного доступа
--	--	------------------------------

ПЛАНЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Раздел 1. Информация и каналы утечки информации

Тема 1. Информация и безопасность. Основные свойства информации как предмета защиты и каналы утечки.

Лабораторная работа № 1

Тема: Исследование параметров переносчиков информации аналоговыми осциллографами

Цель:

- закрепить теоретические знания по параметрам переносчиков информации;
- научиться исследовать параметры переносчиков информации при использовании аналоговых осциллографов.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально–техническое обеспечение:

- осциллограф GOS-620FG с встроенным генератором;
- учебно - действующий макет исследования влияния двухпроводных линий;
- элементы коммутации.

В качестве переносчиков информации используются гармонические колебания при передаче информации в аналоговом виде и последовательности прямоугольных импульсов при передаче информации в цифровом виде.

Гармонические колебания создаются автогенераторами LC – типа (высокочастотные) и RC – типа (низкочастотные). Частоты их колебаний соответственно определяются по формулам:

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_k C_k}}, \quad (1)$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{6RC}}, \quad (2)$$

где L_k , C_k - индуктивность и емкость колебательного контура; RC – параметры цепи обратной связи.

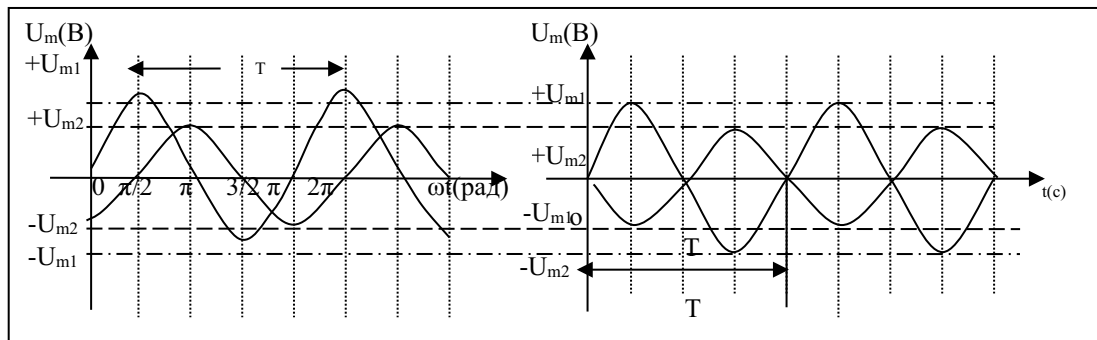
К параметрам гармонических колебаний (рис. 1,2), мгновенные значения которых определяются выражением $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_0)$, относятся амплитуда U_m , период T , фаза колебаний $\varphi(t) = \omega t + \varphi_0$, где φ_0 – начальная фаза.

Период можно определить по формуле: $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (3)

При рассмотрении двух и более гармонических колебаний или при их временной задержке, измеряется фазовый сдвиг $\Delta\varphi = |\varphi_{01} - \varphi_{02}|$, который определяется по формулам:

$$\Delta\varphi = \omega * \Delta t = \frac{2\pi * \Delta t}{T} (\delta\ddot{a}\ddot{a}) \text{ или } \Delta\varphi = \frac{360^\circ * \Delta t}{T} (\tilde{a}\delta\ddot{a}\ddot{a}), \quad (4)$$

где Δt - сдвиг сигналов во времени.



$$\begin{aligned} u_1(t) &= U_{m1} \sin \omega t \\ \varphi_{01} &= 0 \\ u_2(t) &= U_{m2} \sin(\omega t - \pi/2) \\ \varphi_{02} &= \pi/2 \end{aligned}$$

Рисунок 1– Параметры гармонических колебаний (ось абсцисс в радианах)

$$\begin{aligned} u_1(t) &= U_{m1} \sin \omega t & \varphi_{01} &= 0^\circ \\ u_2(t) &= U_{m2} \sin(\omega t - 180^\circ) & \varphi_{02} &= 180^\circ \end{aligned}$$

Рисунок 2 – Параметры гармонических колебаний (ось абсцисс в единицах времени)

Если разность фаз $\Delta\varphi$ двух колебаний равна $\pi/2$ (90°), то говорят, что они находятся в квадратуре, если $\Delta\varphi = \pi$ (180°) – то в противофазе. При $\Delta\varphi = 0$ (0°) – синфазные колебания.

Прямоугольные импульсы, создаются импульсными (релаксационными) генераторами. Одиночные прямоугольные импульсы характеризуются следующими параметрами (рис. 3):

- длительность импульса $\tau_{\text{и}}$ (основной параметр);
- амплитудное значение $U_{\text{м}}$;
- напряжение спада вершины импульса $U_{\text{сп}} (\leq 0,05 U_{\text{м}})$;
- длительность фронта нарастания $t_{\text{фн}}$ - интервал времени в течение которого мгновенное значение вырастает от 0,1 до 0,9 амплитудного $U_{\text{м}}$. Это время составляет $\leq (0,1 \div 0,2)$ от всей длительности импульса $\tau_{\text{и}}$;
- длительность фронта спада $t_{\text{фсп}}$ - время спада напряжения от 0,9 до 0,1 амплитуды $U_{\text{м}}$. Это время составляет $\leq (0,2 \div 0,3)$ от всей длительности импульса $\tau_{\text{и}}$;
- мощность в импульсе $P_{\text{и}} = W / \tau_{\text{и}}$;
- спектральная плотность амплитуд $U(\omega)$.

Для периодической последовательности импульсов необходимо дополнительно определить:

- период следования T (частоту повторения f);

– время паузы $\tau_{\text{п}}$;

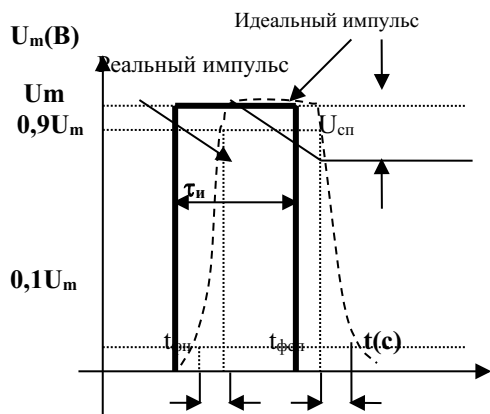


Рисунок 3 – Параметры одиночного прямоугольного импульса

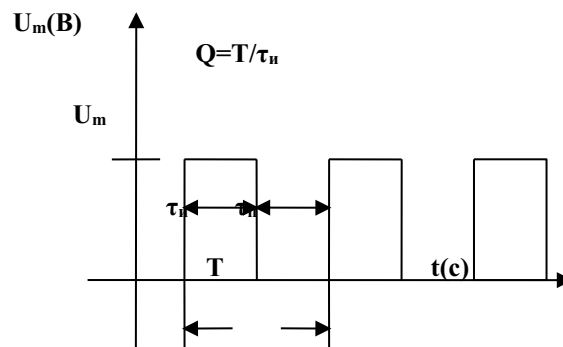


Рисунок 4 – Дополнительные параметры периодической последовательности прямоугольных импульсов

– скважность Q импульсных сигналов по формуле $Q = \frac{T}{\tau_{\text{п}}}$ или коэффициент заполнения $\alpha = \frac{\tau_{\text{п}}}{T}$;

– среднее значение импульсных колебаний $U_{\text{cp}} = U_m / Q$;

– среднюю мощность $D_{\text{н}} = D_u / Q$;

– ширину спектра ΔF_c .

Период следования импульсов, кроме использования метода калиброванной развертки, можно так же определить по формуле:

$$T = \tau_{\text{п}} + \tau_{\text{г}}.$$

В данной лабораторной работе при измерении параметров гармонических переносчиков информации и прямоугольных импульсов используется метод калиброванной развертки.

2 Практическая часть

2.1 Исследование параметров гармонических переносчиков информации

Для проведения исследований необходимо:

- собрать схему согласно фото 1;
- выставить исходные установки переключателей и ручек осциллографа GOS-620FG;
- включить питание осциллографа GOS-620FG;
- включить на генераторе синусоидальный сигнал кнопкой «FUNC»;
- кнопкой «RANGE» установить необходимый диапазон частот генератора

(например 10 кГц при первом и 100 кГц при втором измерениях);

– установить на экранах осциллографа ручками «VOLTS/DIV» по I и II каналам величину сигнала по вертикали в пределах 3÷6 делений;

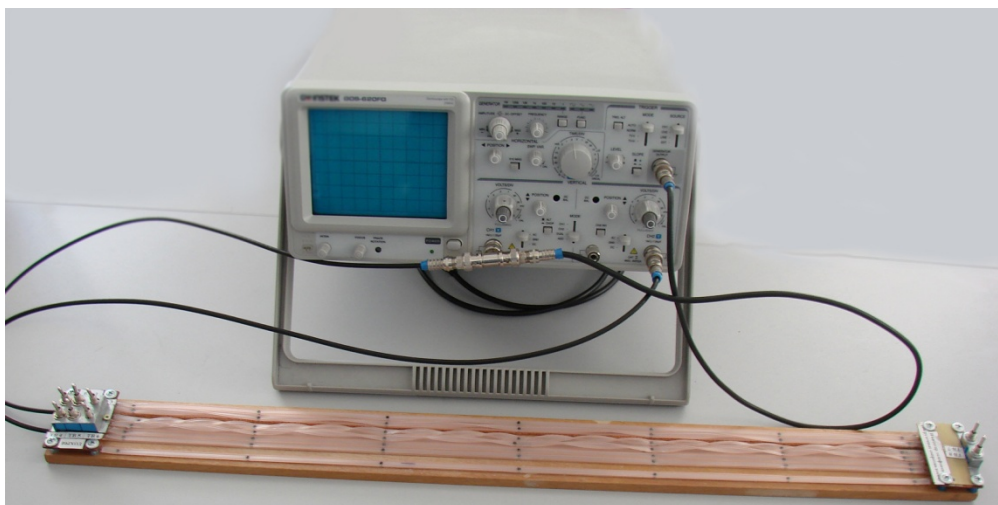


Фото 1– Схема для исследования параметров гармонических переносчиков информации

Для проведения исследований необходимо:

– собрать схему согласно фото 1;
– выставить исходные установки переключателей и ручек осциллографа GOS-620FG;

– включить питание осциллографа GOS-620FG;
– включить на генераторе синусоидальный сигнал кнопкой «FUNC»;
– кнопкой «RANGE» установить необходимый диапазон частот генератора (например 10 кГц при первом и 100 кГц при втором измерениях);

– установить на экранах осциллографа ручками «VOLTS/DIV» по I и II каналам величину сигнала по вертикали в пределах 3÷6 делений;

– ручкой «TIME/DIV» выбрать положение, обеспечивающее наблюдение на экране осциллографа одного и более периода колебаний по I и II каналам в режиме “DUAL” (переключатель «MODE»);

Провести замеры:

– амплитуд сигналов U_{m1} , U_{m2} ;

– периодов T_1 , T_2 ;

– начальных фаз φ_{01} и φ_{02} ;

– временных интервалов Δt .

Например: величина максимального значения равна 2,5 дел. по вертикали. Положение переключателя «VOLTS/DIV» по обоим каналам равно «2», то есть цена одного большого деления сетки экрана осциллографа составляет 2 Вольта. Тогда величина напряжения:

$$U_{m1}=2,5*2=5 \text{ В}$$

$$U_{m2}=2*2=4 \text{ В.}$$

Например: один период колебаний равен по горизонтали 10 большим делениям сетки. Положение переключателя «TIME/DIV» равно 10 мкс, то есть цена одного

большого деления равна 10 мкс. Тогда величина периода колебания: $T_1 = 10 \cdot 10 = 100$ мкс.

Внимание! Перед увеличением частоты при втором измерении ручку “VOLTS/DIV” по II каналу повернуть влево на 3-4 позиции.

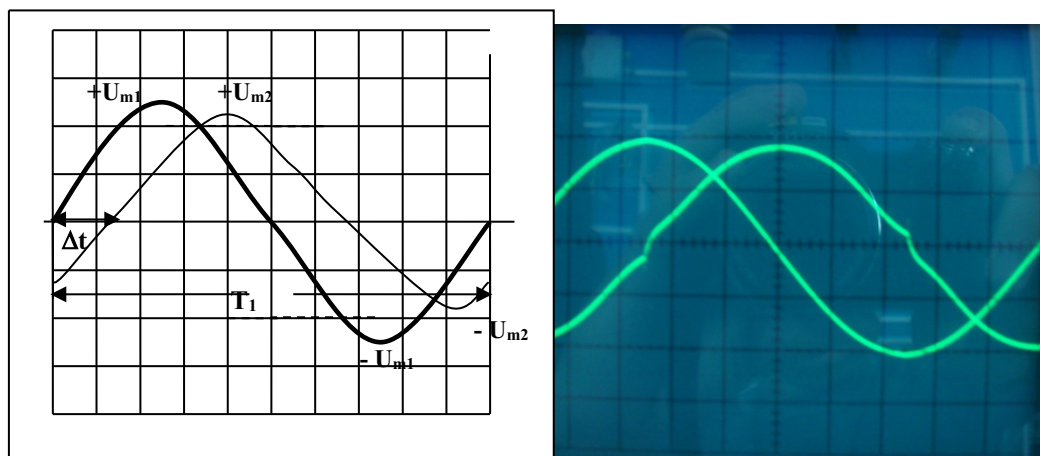


Рисунок 5, фото 2 – Измерение амплитуды, периода, начальных фаз и временных интервалов

Для измерения временных интервалов Δt (необходимых при расчете начальных фаз и фазового сдвига):

- выставить на экране осциллографа примерно одинаковые амплитуды;
- измерить величину временной задержки Δt между сигналами I и II каналам (рис.5);
- изменить положение кнопки «CN2 INV» осциллографа на противоположное и вновь измерить Δt .

Например: Время задержки Δt равно 1,5 деления. Положение переключателя «TIME/DIV» равно 10 мкс, то есть цена одного большого деления равна 10 мкс. Тогда величина $\Delta t = 1,5 \cdot 10 = 15$ мкс;

– рассчитать частоты f по формуле $f = 1/T$, длину волны λ по формуле $\lambda_{(M)} = 300/f$ (МГц), начальные фазы φ и фазовый сдвиг $\Delta\varphi$;

– рассчитать действующее и средневыпрямленное напряжение по формулам:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt} = 0,707 U_m \quad (3)$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T |U(t)| dt = 0,637 U_m, \quad (4)$$

где $u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$,

а так же коэффициенты формы K_f по формуле $K_f = \frac{U}{U_{\text{ср}}}$ и амплитуды K_a по

формуле $K_a = \frac{U_m}{U}$

Все результаты измерений и рассчитанные параметры занести в табл. 1.

Таблица 1 – Параметры гармонических колебаний

ПАРА МЕТР	U_m (В)	U_m (В)	T (с)	f (Гц)	λ (м)	U (В)	$U_{ср.в}$ (В)	K_ϕ	K_a
КАНА Л									
I									
II									
I									
II									

Продолжение таблицы 1

Временной интервал		Начальные фазы				Фазовый сдвиг			
$\Delta t_{1,2}$		Δt		ϕ_{01}		ϕ_{02}		$\Delta \phi$	
пря м	инв	пря м	инв	пря м	инв	пря м	инв	пря м	инв

– по результатам измерений написать выражения мгновенных значений $U_1(t)$ и $U_2(t)$, и построить их графики в масштабе и координатах U (В); t (с).

Сделать выводы по проведенным исследованиям параметров гармонических переносчиков информации.

2.2 Исследование параметров импульсных переносчиков информации

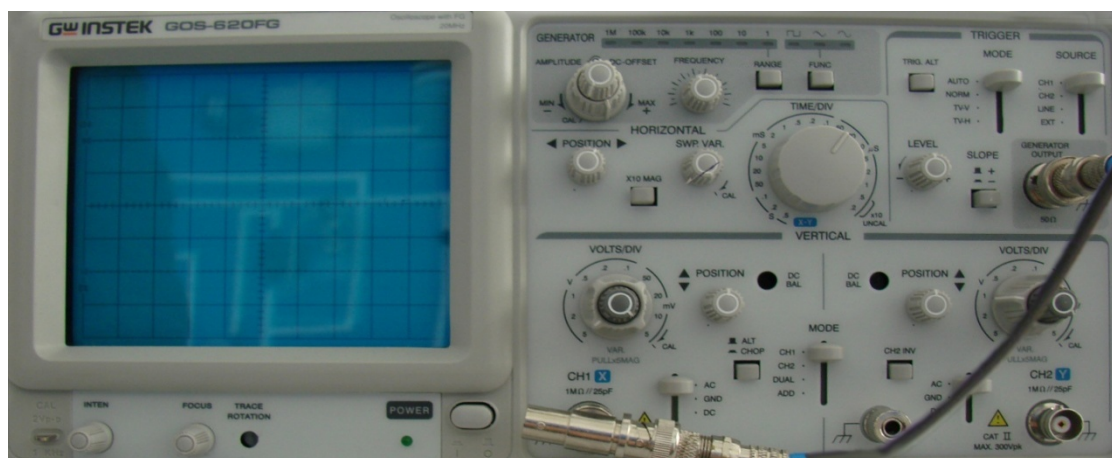


Фото 3 – Схема для проведения исследований импульсных переносчиков информации

2.2.1 Исследование параметров одиночного импульса и

периодической последовательности на низкой частоте

Для проведения исследований необходимо:

- отсоединить устройство взаимного влияния двух проводных линий и собрать схему согласно фото 3;
- включить на генераторе кнопкой «FUNC» сигнал прямоугольной формы типа «МЕАНДР»;
- кнопкой «RANGE» и ручкой «FREQUENCY», генератора установить диапазон работы, частоту следования импульсов 50 Гц и 100 Гц для I канала (при 1 и 2 измерениях соответственно);
- установить на экране осциллографа переключателем «VOLTS/DIV» по I (II) каналу и ручкой «AMPLITUDE» величину импульсов по вертикали в пределах 3÷6 делений;
- переключателем «TIME/DIV» выбрать положение, обеспечивающее наблюдение параметров одного импульса;
- провести измерение: длительности импульса $\tau_{и}$; амплитуды импульса U_m ; напряжение спада вершины импульса $U_{сп}$; время нарастания $t_{фн}$ и спада $t_{фсп}$ фронта импульса (рис. 6).

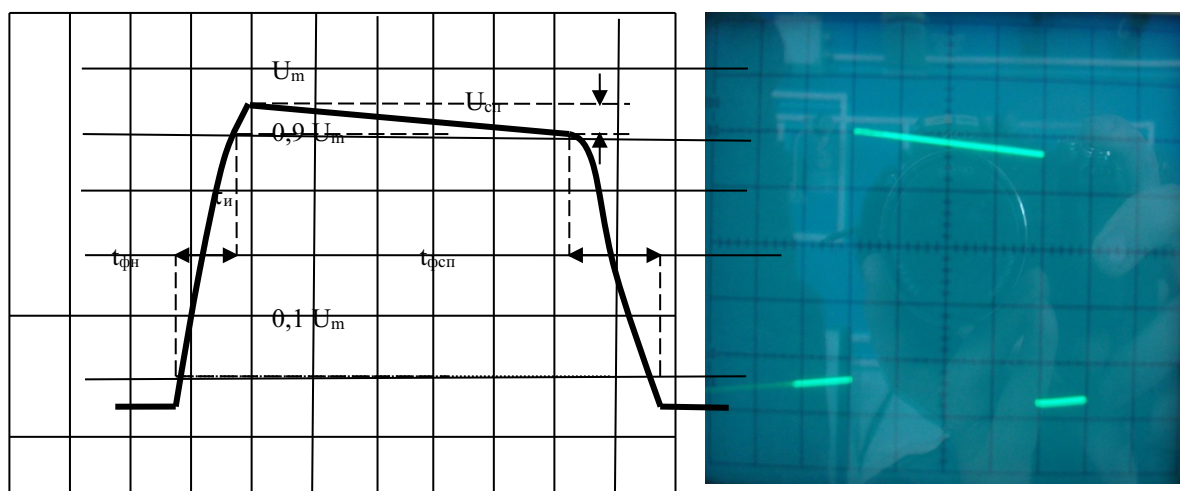


Рисунок 6, фото 4– Параметры одиночного прямоугольного импульса

Например: максимальный размер импульса по вертикали равен 5 большим делениям, а $U_{сп}$ 1/2 большого деления, положение переключателя «VOLTS/DIV» на цифре 2. Тогда:

$$U_m = 5 \cdot 2 = 10 \text{ В},$$

$$U_{сп} = 1/2 \cdot 2 = 1 \text{ В}$$

Длительность импульса составляет 6,6 больших делений, время нарастания фронта импульса по горизонтальной оси 1 большое деление, а спада – 1,5 большого деления. Положение переключателя «TIME/DIV» на цифре 1 мкс. Тогда

$$\tau_{и} = 6,6 \cdot 1 = 6,6 \text{ мкс}, \quad t_{фн} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ мкс}, \quad t_{фсп} = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ мкс};$$

– переключателем «TIME/DIV» выставить на экране осциллографа 2÷3 импульса;

– измерить длительность импульса $\tau_{и}$, периода следования импульсов T и время

паузы $\tau_{п}$;

Например: длительность импульса $\tau_{и}$ и паузы $\tau_{п}$ равны по 2,5 больших деления, а период T - 5 делений, переключатель «TIME/DIV» в положении 5 мкс. Тогда

$$\tau_{и}=2,5 \cdot 5=12,5 \text{ мкс} \quad \tau_{п}=2,5 \cdot 5=12,5 \text{ мкс} \quad T=5 \cdot 5=25 \text{ мкс}$$

2.2.2 Исследование параметров одиночного импульса и периодической последовательности на высокой частоте

- выход генератора подключить ко II каналу осциллографа;
- выставить рекомендуемые частоты (0,5 МГц и 1 МГц) и провести аналогичные измерения, как по п.2.2.1.



Фото 5 – Параметры одиночного прямоугольного импульса

По результатам измерений рассчитать скважность импульсных сигналов и частоту следования, а так же $U_{ср\text{ кв}}$, $U_{ср\text{ в}}$, $K_{ф}$, $K_{а}$ и изобразить вид всех измеренных импульсов и их последовательностей. Все результаты измерений и рассчитанные параметры занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры импульсных сигналов

Параметр \ Канал	$\tau_{и}$ (с)	U_m (В)	$U_{сп}$ (В)	$t_{фн}$ (с)	$t_{фсп}$ (с)	T (с)	f (Гц)	$\tau_{п}$ (с)	Q	$U_{ср\text{ кв}}$ (В)	$U_{ср\text{ в}}$ (В)	$K_{ф}$	$K_{а}$
I													

– по результатам измерений написать выражения мгновенных значений $U_1(t)$ и $U_2(t)$, и построить их графики в масштабе и координатах $U, B; t, c$.

Сделать выводы по проведенным исследованиям параметров импульсных переносчиков информации.

Сделать обобщающие выводы по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1 Перечислить параметры, которые необходимо измерять при исследовании одиночных импульсов.

2 Какими типами генераторов создаются гармонические колебания?

3 Перечислите параметры периодической последовательности импульсов.

4 Какими типами генераторов создаются прямоугольные импульсы?

5 Перечислите параметры гармонических колебаний.

6 Что такое время нарастания фронта импульса и как оно измеряется?

7 Что такое время спада фронта импульсов и как оно измеряется?

8 Что такое напряжения спада вершины импульса и как оно измеряется?

9 На каких частотах сильнее проявляется искажение фронтов и вершин импульсов?

10 Как связаны между собой период, длительность импульса и время паузы?

11 Что такое скважность для импульсных сигналов и как она изменится:

– при уменьшении длительности импульса;

– при увеличении периода следования импульсов?

12 Что такое коэффициент заполнения для импульсных сигналов?

13 Почему время нарастания фронта импульса должно быть меньше времени спада?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1, 2

Дополнительная: 1, 2, 3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Тема 2. Средства негласного съёма информации. Классификация закладных устройств и способы борьбы с ними.

Лабораторная работа № 2

Тема: Исследование параметров переносчиков информации виртуальными приборами

Цель:

- закрепить теоретические знания по параметрам переносчиков информации;
- приобрести практические навыки исследования параметров различных переносчиков информации с использованием виртуальных приборов;
- закрепить теоретические знания по основам автоматизации процессов измерений.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально–техническое обеспечение:

- генераторы стандартных сигналов GAG-810, осциллографы GOS-620FG, (C1–93, C1–99) компьютеры с платой ЛА–н10М7, программы виртуальных осциллографа и спектроанализатора, элементы коммутации.

В современных условиях при измерениях параметров различных сигналов все чаще применяются виртуальные измерительные приборы (ВИП), которые обязательно включают в себя быстродействующий компьютер, работающий в режиме реального масштаба времени (on-line), одной–двух плат сбора данных (ПСД) и соответствующее программное обеспечение.

ВИП сочетают большие вычислительные и графические возможности ПК с высокой точностью и быстродействием АЦП и ЦАП, применяемых в ПСД. По существу ВП (как и практически все типы КИС) выполняют анализ амплитудных, частотных, временных характеристик различных радиоэлектронных цепей и измеряют параметры сигналов с точностью примененных АЦП и ЦАП, а также формируют сигналы, как для процесса измерений, так и для автоматизации измерительных систем.

Программная часть ВП создает на экране дисплея ПК виртуальную панель измерительного прибора, с которой осуществляется управление процессами измерения. В зависимости от используемой платы и программного обеспечения пользователь получает измерительный прибор под ту или иную измерительную задачу.

Порядок работы на ВП с использованием ПСД ЛА–н10М6 изложен в учебном пособии «Применение платы ЛА–н10М6 с целью аналого-цифрового преобразования измеряемого сигнала и последующей его обработкой на ПЭВМ».

Параметры переносчиков информации, подлежащие исследованию, и требования к ним указаны в лабораторной работе по исследованию параметров переносчиков информации аналоговыми осциллографами.

1.1. Изучение органов управления и особенностей работы с виртуальной панелью осциллографа и спектроанализатора

Курсор мыши должен быть подведен и установлен на кнопку программы и нажата левая кнопка мыши. Для работы с горизонтальными и вертикальными движениями необходимо установить курсор на движок. Затем нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, переместить движок в нужном направлении. При перемещении указателя мыши в окно сигнала или частотное окно, он меняет вид на перекрестие. Это свидетельствует об изменении его функций.

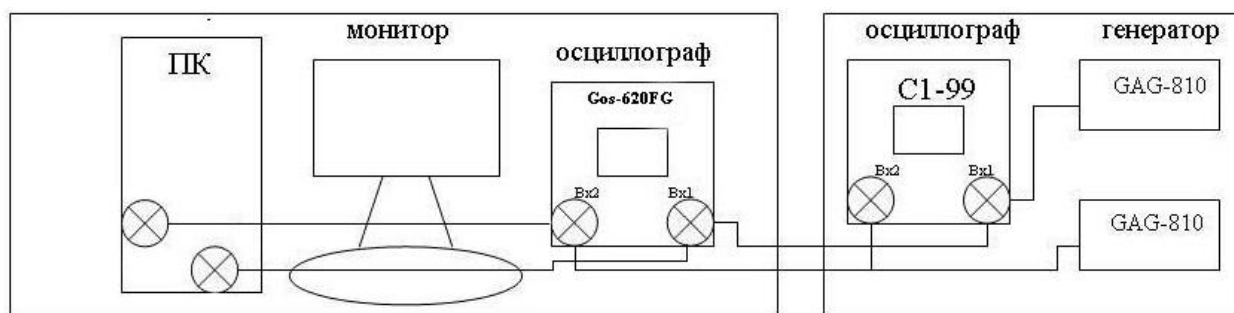
Внизу появляются указатели положения курсора по осям X и Y. Нажатие левой кнопки мыши, ее удержание и перемещение самой мыши формирует окно вывода, которое активизируется после отпускания левой кнопки мыши. Теперь однократное нажатие левой кнопки мыши возвратит сигнал к осям, имеющим максимально

возможные значения для данного устройства и заданной длины временного окна (исходное положение сигнала). При нажатии на правую кнопку мыши на сигнале появится «метка». Внизу добавляется значение DX – вычисленная разность по горизонтальной оси между положением метки и перекрестием курсора. При необходимости можно переместить курсор. Для этого нужно установить перекрестие в другое место и нажать правую кнопку мыши. Курсор переместится в новое положение. Нажатие на левую кнопку мыши прекращает вывод курсора и вычисление DX. Следующее нажатие левой кнопки вернет окно в исходное положение, если вы работаете в увеличенном масштабе. При перемещении указателя мыши по кнопкам и движениям в самой нижней строке программы включается строка подсказки.

2 Практическая часть

Для проведения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рис. 1;



- на всех приборах выставить исходные установки, а ручки АТТЕНЮАТОР ПЛАВНО генераторов GAG - 810 - в крайнее левое положение;
- включить питание приборов и ПК;
- установить работу ПК в режиме виртуального осциллографа перезагрузкой с диска;
- выставить на панели управления аналогового и виртуального осциллографов исходные установки.

2.1. Исследование параметров гармонических переносчиков информации

Для проведения исследований необходимо:

- включить на генераторах GAG-810 режим гармонических колебаний кнопкой «WAVE FROM»;
- кнопками «FREQ. RANGE» и ручкой «ПЛАВНО» установить необходимую частоту, например (5 или 10) кГц и 50 (или 100)кГц по I и II каналам соответственно;
- установить ручками «АТТЕНЮАТОР» на выходе генераторов амплитуду сигнала ≤ 1 В (по экрану осциллографа);

- регулировками аналогового и виртуального осциллографов выставить на экранах 1-2 периода колебаний;
- измерить по 1 и 2 каналам аналогового и виртуального осциллографов амплитудные значения напряжений U_{m1} и U_{m2} и периоды T_1 и T_2 ;
- для измерения временных интервалов Δt между колебаниями, выставить на генераторах одинаковые частоты $f_1=f_2$ ($T_1=T_2$), включить режим 1+2 каналы и измерить Δt по экранам осциллографов, используя режим «Заморозка»;
- рассчитать частоты f , длину волны λ , начальные фазы φ_0 и фазовый сдвиг $\Delta \varphi$;
- по результатам измерений рассчитать действующее (среднеквадратическое) U и средневыпрямленное (постоянное) $U_{ср.в}$ напряжения, а также коэффициенты формы K_f и амплитуды K_A ;
- включить режим спектроанализатора кнопкой «Спектр» и изучить вид спектра по 1 и 2 каналам.

Все результаты измерений и рассчитанные данные занести в таблицу 1 (аналоговый и виртуальный осциллографы).

Таблица 1

Параметр		U_m (В)	$T(с)$	$f(Гц)$	λ (м)	$U_{ср.кв}$ (В)	$U_{ср.в}$ (В)	K_f	K_A	Δt (с)	φ_0	$\Delta \varphi$
Аналоговый												
	I											
Виртуальный												
	I											

- по результатам измерений построить графики и написать выражения мгновенных значений $U_1(t)$ и $U_2(t)$.

Сделать выводы по проведенным исследованиям параметров гармонических переносчиков информации.

2.2 Исследование параметров импульсных переносчиков информации

Для проведения исследований необходимо:

- включить на генераторах GAG-810 кнопкой «WAVE FORM» импульсный режим работы;
- кнопками и ручкой «ПЛАВНО» «FREQ.RANGE» установить необходимую частоту следования импульсов 50Гц (или 100 Гц) для первого и 50кГц (или 100 кГц) для второго каналов;
- установить на экране осциллографа С1–99 переключателями «АТТ» и ручкой «ПЛАВНО» генераторов амплитуду импульсов ≤ 1 В по 1 и 2 каналам;
- регулировками аналогового и виртуального осциллографов выставить на

экранах 1-2 периода импульсов;

- измерить по 1 и 2 каналам аналогового и виртуального осциллографов длительности импульсов τ_n , амплитуды импульсов U_m , напряжение спада вершины импульса $U_{сп}$, времени нарастания $t_{фн}$ и спада $t_{фсп}$ фронтов импульса;

- для периодической последовательности дополнительно измерять период следования импульсов T и время паузы $tп$;

- по результатам измерений рассчитать скважность Q , частоту следования f , а также U_d , $U_{ср.в}$, K_f , K_a ;

- включить режим спектроанализатора и изучить вид спектра по 2 каналу.

Все результаты измерений и рассчитанные данные занести в таблицу 2.

Изобразить графически, с учетом измеренных величин, одиночные импульсы и периодические последовательности.

Таблица 2

Параметр		τ_n (с)	U_m (В)	$U_{сп}$ (В)	$t_{фн}$ (с)	$t_{фсп}$ (с)	T (с)	F (Гц)	Q	$U_{ср.кв}$ (В)	$U_{ср.в}$ (В)	K_f	K_a
Аналоговый	I												
	II												
Виртуальный	I												
	II												

Сделать выводы по проведенным исследованиям параметров импульсных переносчиков информации.

Сделать обобщенные выводы по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1. Сколько каналов поддерживает программа?
2. Зачем нужен режим «заморозка»?
3. Сколько каналов одновременно может быть на экране виртуального осциллографа?
4. Как называется окно осциллографа?
5. Какое количество точек (разрешение) выводится в окно «Временная реализация»?
6. Что означает «К», например 1К?
7. Как выводится дополнительная информация во временное окно и какая?
8. Что откладывается на оси абсцисс осциллографа при нажатой и отжатой кнопки «Т»?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1,2

Дополнительная: 1, 2,3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Тема 3. Нелинейная радиолокация. Нелинейные радиолокаторы и детекторы нелинейных переходов.

Лабораторная работа № 3-4

Тема: Исследование взаимного влияния двухпроводных линий

Цель:

- изучить взаимное влияние в двухпроводных линиях;
- закрепить теоретические знания по вопросам утечки информации.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально-техническое обеспечение:

- учебно-действующий макет, осциллограф GOS-620 FG, генератор НЧ сигналов GAG-810. Технические описания и инструкции по эксплуатации приборов. Устройства коммутации.

Самым простым способом незаконного подключения к телефонной линии является контактное подключение, например, параллельное подключение телефонного аппарата. Но контактное подключение легко обнаруживается по изменению параметров телефонной линии. Более совершенным является снятие информации с линии связи индуктивным методом, например, индуктивным датчиком. Частным случаем индуктивного съема информации с телефонной линии является взаимные наводки двух или более рядом расположенных линий.

Элементы, цепи, тракты, соединительные провода и линии связи любых электронных систем и схем постоянно находятся под воздействием собственных (внутренних) и сторонних (внешних) электромагнитных полей различного происхождения, индуцирующих или наводящих в них значительные напряжения. Такое воздействие называют электромагнитным влиянием или просто влиянием на элементы цепи. Коль скоро такое влияние образуется непредусмотренными связями, то говорят о паразитных (вредных) связях и наводках, которые также могут привести к образованию каналов утечки информации.

В зависимости от структуры влияющего электромагнитного поля и конструкции цепи, подверженной влиянию, различают систематические и случайные влияния.

К систематическим влияниям относятся взаимные наводки, возникающие по всей длине линии. К случайным относятся влияния, возникающие вследствие ряда случайных причин и неподдающихся точной оценке. Существуют реальные условия наводок с одного незэкранированного провода на другой, параллельный ему провод той же длины, когда оба они расположены над «землей».

Степень ослабления излучения в зависимости от расстояния и частоты определяется по формуле:

$$D = 20 \lg \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right), \quad (1)$$

где d - расстояние между проводами, λ – длина волны.

Эта формула справедлива для расстояний меньших 6λ (ближняя зона).

В дальней зоне ($d > 6\lambda$ от источника возмущения) магнитное (электрическое) поле принимает плоскую конфигурацию и распространяется в виде плоской волны, энергия которой делится поровну между электрической и магнитной компонентами.

Сильные магнитные поля, как правило, создаются цепями с низким волновым сопротивлением, большим током и малым перепадом напряжений, а интенсивные электрические поля – цепями с большим сопротивлением, высоким напряжением и малым током.

Для плоской волны в свободном пространстве волновое сопротивление определяется по формуле: $Z_{0HE} = Z_0 = \sqrt{\mu/\epsilon} = 376,8 \text{ Ом}$.

Для двух параллельных двухпроводных линий при прохождении по одной из них переменного сигнала, наблюдается явление взаимоиндукции, что приводит к появлению ЭДС в другой линии. ЭДС пропорциональна длине параллельно идущих проводов, разнесу проводов внутри линии и обратно пропорциональна расстоянию между ними.

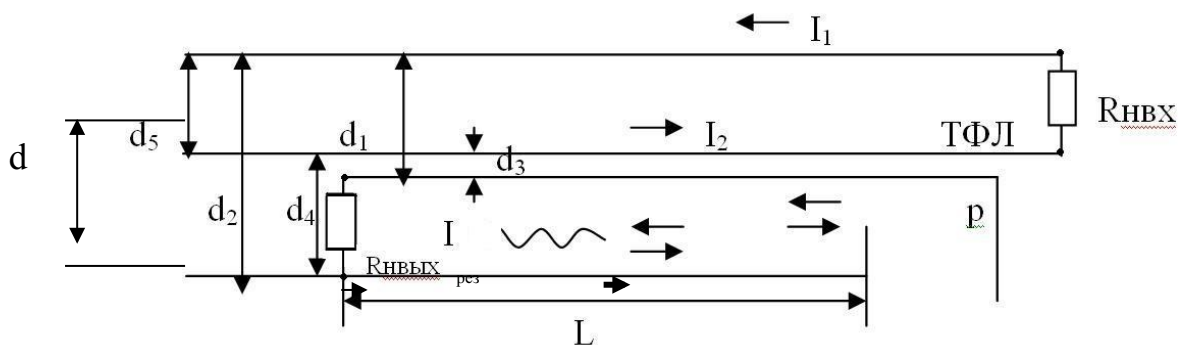


Рисунок 1 – Расположение двухпроводных линий и взаимная наводка токов

На рис. 1 показана схема наводки ЭДС для двухпроводной линии. I_1 , I_2 – токи в двухпроводной линии, d – расстояние между центрами линий, d_5 – расстояние между проводниками в линии, а d_1 , d_2 , d_3 , d_4 – расстояние между линиями. Ток I_1 , индуцирует во второй линии ток одного направления, а I_2 – ток противоположного направления. Во второй линии будет индуцироваться ток равный разности наведенных токов. ЭДС наведенная во второй линии будет тем больше, чем больше длина параллельно идущих проводов, чем ближе находится вторая линия от первой и чем больше расстояния между проводами в линии.

Кроме того, наведённая ЭДС зависит от конструктивных особенностей линии. Так для витой пары взаимоиндукция будет меньше, чем для линии с не перевитыми проводами, а для экранированного провода взаимоиндукция практически отсутствует, и съём информации становится невозможен. Защищённость от взаимных помех оценивается так называемым переходным затуханием, которое измеряется в децибелах:

$$H = 10 \lg \left(\frac{D_{\tilde{n}1}}{D_{\tilde{n}2}} \right), \quad (2)$$

где P_{c1} и P_{c2} - соответственно, средние мощности сигнала в первой линии и наводки во второй линии.

2 Практическая часть

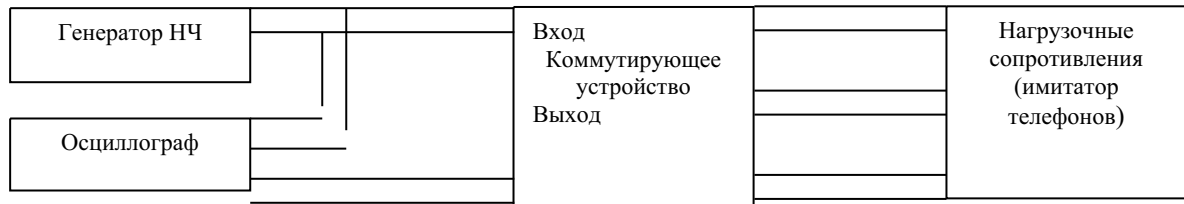


Рисунок 2– Блок-схема измерительного стенда

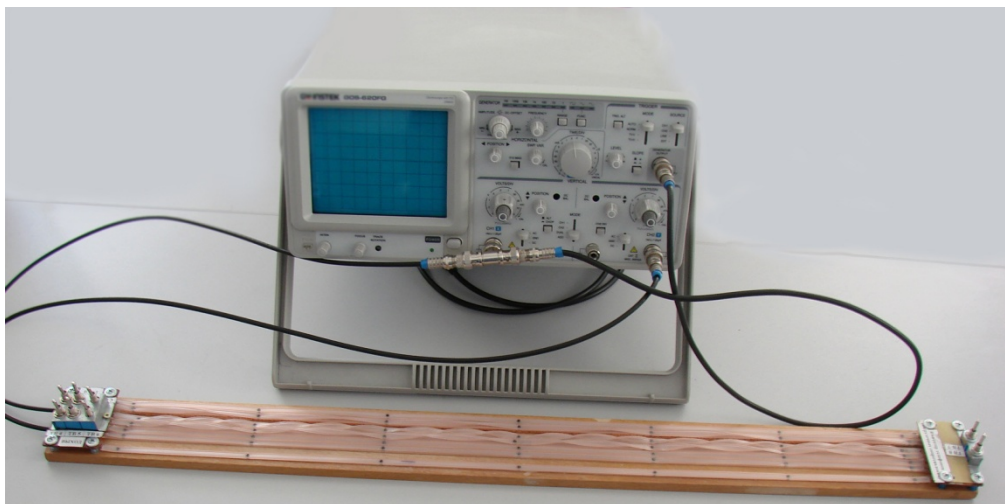


Фото 1 – Установка для исследования взаимного влияния двухпроводных линий

Примечание:

- указанные в лабораторных работах в прямоугольных скобках положения тумблеров относятся ко второму варианту исследований.

Исследование взаимного влияния двухпроводных линий в зависимости от частоты, величины сопротивления нагрузки в линиях и их взаимного расположения

Для проведения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рис. 2 и фото 1;
- установить на осциллографе и встроенном генераторе GOS-620FQ

исходные установки;

- установить все тумблеры на учебно-действующем макете в среднее положение;
- подключить кабель «Вход» макета к выходу встроенного генератора и первому каналу CH1 осциллографа GOS-620FQ;
- подключить кабель «Выход» макета ко второму каналу CH2 осциллографа;
- включить питание осциллографа (и генератора, если не встроенный);
- выставить по экрану осциллографа GOS-620FQ ручкой FREQUENCY частоту 20 кГц.

2.1 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от частоты входного сигнала для обычного и витого ТЛФ проводов

Установить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение, а ТВ 2, 5, 7, 8 – в среднее. Увеличивая частоту генератора ручкой «Частота» (с шагом 2кГц) от 20 до 30 кГц каждый раз измерять величину выходного сигнала $U_{\text{мвых}}$ простого и витого (ТВ4-вверх) проводов по осциллографу. Результаты измерений занести в таблицу 1.

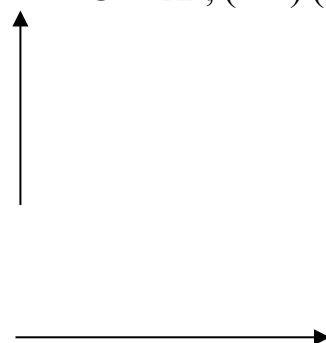
Тумблер ТВ4 переключить в нижнее положение. Частоту генератора установить 20 кГц. Построить графики зависимости $U_{\text{мвых}}$ от частоты f для простого и витого проводов.

Таблица 1

m, (mV)	Т ип пров ода	Частота, кГц					
		0	2	4	6	8	0
мв ых	П рост ой						
мв ых	В итой						

0

$U_{\text{мвых}}, (\text{mV})$ (простой, в)



$f(\text{кГц})$

По результатам измерений и построенных графиков сделать выводы.

2.2 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от величины сопротивления нагрузки $R_{\text{нвх}}$ в основной линии

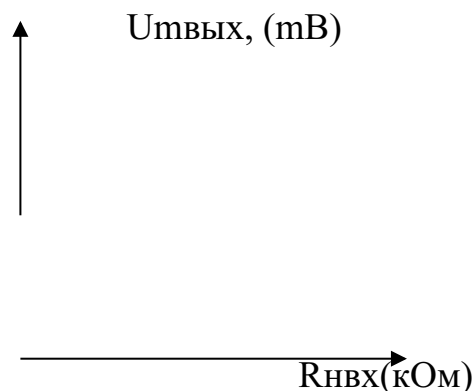
Для проведения измерений установить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение, ТВ 2, 5, 7, 8 – в среднее ($R_{\text{нвх}} = 10\text{кОм}$). Измерить по второму каналу осциллографа величину $U_{\text{мвых}}$. Тумблер ТВ 7 установить в нижнее положение ($R_{\text{нвх}}$.

7,5 кОм). Измерить $U_{\text{мввых}}$. Установить тумблер ТВ 7 в верхнее положение ($R_{\text{нвх}}$. 5 кОм). Измерить $U_{\text{мввых}}$. Результаты измерений занести в таблицу 2. Построить график зависимости $U_{\text{мввых}}$ от $R_{\text{нвх}}$.

Таблица 2

m, (mB)	$R_{\text{нвх}}, \text{кОм}$		
	5	7,5	10
мв ых			

0



По результатам измерений и построенного графика сделать выводы.

2.3 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от сопротивления нагрузки $R_{\text{нвых}}$ в параллельной линии

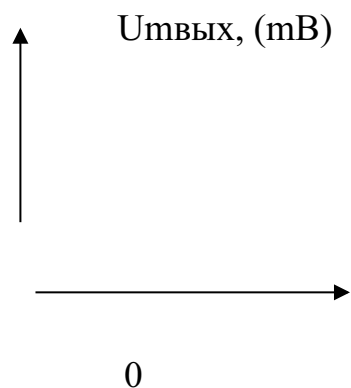
Для проведения измерений установить тумблеры ТВ1, 3, 4, 6 в нижнее положение, ТВ 2, 5, 7, 8 – в среднее ($R_{\text{нвх}}$, 10 кОм). Измерить по второму каналу осциллографа величину $U_{\text{мввых}}$. Тумблер ТВ 8 установить в нижнее положение ($R_{\text{нвх}}$, 5 кОм). Измерить $U_{\text{мввых}}$. Установить тумблер ТВ 8 в верхнее положение ($R_{\text{нвх}}$, 1 кОм). Измерить $U_{\text{мввых}}$.

Результаты измерений занести в таблицу 3. Построить график зависимых $U_{\text{мввых}}$ от $R_{\text{нвх}}$.

Таблица 3

m, (mB)	$R_{\text{нвых}}, \text{кОм}$		
	1	5	10
мв ых			

$R_{\text{нвых}}(\text{кОм})$



По результатам измерений и построенного графика сделать выводы.

2.4 Исследование зависимости величины наведенных сигналов в зависимости от взаимного расположения двухпроводных линий

Измерить по осциллографу величину $U_{\text{мвх}}$ для трех положений (при $f = 20 \text{ кГц}$):

- переключить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение (разнос проводов $d=2 \text{ мм}$);

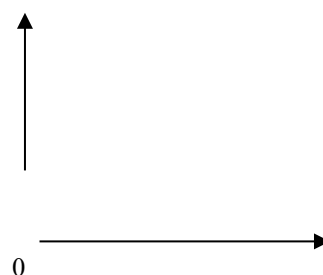
- переключить тумблеры ТВ 6 в верхнее положение (разнос проводов $d=6 \text{ мм}$);
- переключить тумблер ТВ 6 в среднее положение, а тумблер ТВ 5 - в верхнее (разнос проводов $d=12 \text{ мм}$);

Результаты измерений занести в таблицу 4.

Построить график зависимости $U_{\text{мвх}}$ от расстояния d между 2-х проводными линиями.

Таблица 4
 $U_{\text{мвх}}, (\text{мВ})$

$U_{\text{м}},$ (мВ)	$d, (\text{мм})$				
	1	2			
$U_{\text{м}}$ ВЫХ					



$d, (\text{мм})$

По результатам измерений и построенного графика сделать выводы.

Исследование взаимного влияния двухпроводных линий в зависимости от степени скручивания проводов, величины напряжения в основной линии, длины проводов и расстояния между проводниками ТЛФ провода

2.5 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от степени скручивания проводов (числа витков)

Установить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение, а остальные в среднее. Измерить $U_{\text{мвх}}$ при нуле витков. Переключить тумблеры ТВ 1, 4 в верхнее положение, ТВ 2, 5 в нижнее, ТВ 3, 6 в среднее. Измерить $U_{\text{мвх}}$ для 3х витков. Установить тумблер ТВ 1 в нижнее положение. Измерить $U_{\text{мвх}}$ для 6 витков. Поставить ТВ 2, 5 в среднее положение, а ТВ 3, 6 в нижнее. Измерить $U_{\text{мвх}}$ для 9 витков. Построить график зависимости $U_{\text{мвх}}$ от числа витков (степени скручивания провода).

Таблица 5

Число витков

$U_{\text{мвх}}, (\text{мВ})$



мВ ых, (mB)						
мВ ых						

0 $\longrightarrow$

Число витков

По результатам измерений и построенного графика сделать выводы.

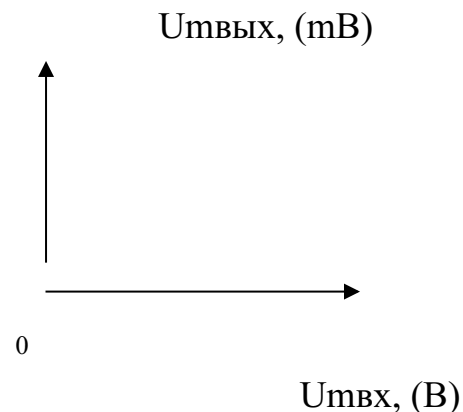
2.6 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от величины напряжения в основной линии для обычного, витого и экранированного проводов

Установить тумблер ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение, а ТВ 2,5,7,8 – в среднее. Ручкой AMPLITUDE генератора установить в положение MIN (крайнее левое положение). Выставить по I каналу (CH 1) $U_{\text{мвх}}$ на экране осциллографа ручкой AMPLITUDE равной 1 В. По II каналу (CH 2) измерить величину $U_{\text{мвых}}$ для простого провода. Тумблер ТВ 4 переключить в верхнее положение. Измерить $U_{\text{мвых}}$ для витого провода. Установить ТВ 1,3 в верхнее, ТВ 4,5 в нижнее, остальные в среднее положение. Измерить $U_{\text{мвых}}$ для экранированного провода. Выставить $U_{\text{мвх}}$ равное 2 В и повторить измерения для экранированного, простого и витого проводов. Далее с шагом 2 В каждый раз измерять $U_{\text{мвых}}$ для простого, витого и экранированного проводов. Ручку амплитуды генератора установить в крайнее правое положение.

Результаты измерений занести в таблицу 6. Построить график зависимости $U_{\text{мвых}}$ от величины $U_{\text{мвх}}$ для простого, витого и экранированного проводов.

Таблица 6

$U_{\text{мвых}}$ (mB)	$U_{\text{мвх}}$ (B)						
	0	2	4	6	8	0	
Простой							
Витой							
Экр. простой							



По результатам измерений и построенных графиков сделать выводы.

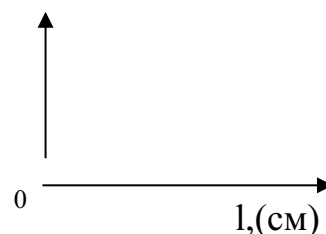
2.7 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от длины ТЛФ проводов

Установить тумблеры ТВ 1,4 в нижнее положение, ТВ 3,6 в верхнее, остальные в среднее [установить тумблер ТВ 4 в нижнее положение, ТВ 1, 3, 6 в верхнее, остальные в среднее]. Измерить $U_{\text{мвых}}$ при длине проводов 50 см. Установить тумблеры ТВ 3, 6 в нижнее положение [установить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение]. Измерить $U_{\text{мвых}}$ при длине проводов 100 см. Установить тумблеры ТВ 1, 2, 4, 5 в верхнее положение, остальные в среднее [установить тумблеры ТВ 3, 6, 7, 8 – в среднее, ТВ 1, 4 - в верхнее положение, ТВ - 2, 5 в нижнее]. Измерить $U_{\text{мвых}}$ при длине проводов 150 см.

Результаты измерений занести в таблицу 7. Построить график зависимости $U_{\text{мвых}}$ от длины провод, осуществляющего съём наведенного сигнала.

Таблица 7
 $U_{\text{мвых}}, (\text{mB})$

$l, (\text{cm})$	0	50	100	150
$U_{\text{мвых}}, (\text{mB})$				



По результатам измерений и построенного графика сделать выводы.

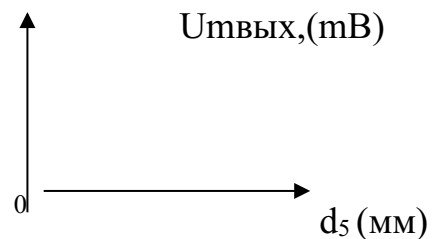
2.8 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от расстояния между проводниками ТЛФ провода

Установить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в верхнее положение, остальные в среднее [установить тумблеры ТВ 2, 5 в верхнее положение, ТВ 1, 4 – в нижнее, остальные в среднее]. Измерить $U_{\text{мвых}}$ для расстояния между проводниками 2мм. Переключить тумблеры ТВ 1, 3, 4, 6 в нижнее положение [переключить тумблеры ТВ 3, 6 в нижнее положение, а ТВ 2, 5 в среднее]. Измерить $U_{\text{мвых}}$ для расстояния между проводниками 4мм. Переключить тумблеры ТВ 3, 6 в среднее положение, а ТВ 2, 5 в верхнее положение [переключить тумблеры ТВ 3, 6 в среднее положение, а ТВ 1, 2, 4, 5 в верхнее положение]. Измерить $U_{\text{мвых}}$ для расстояния между проводниками 8мм.

Результаты измерений занести в таблицу 8. Построить график зависимости $U_{\text{мвых}}$ от расстояния между проводниками провода d_5 .

Таблица 8

$d_5, (\text{mm})$	0	2	4	8
$U_{\text{мвых}}, (\text{mB})$				



По результатам измерений и построенного графика сделать выводы.

Исследование взаимного влияния двухпроводных линий при экранировании проводов, фазового сдвига между сигналами при изменении частоты и проведение расчётов

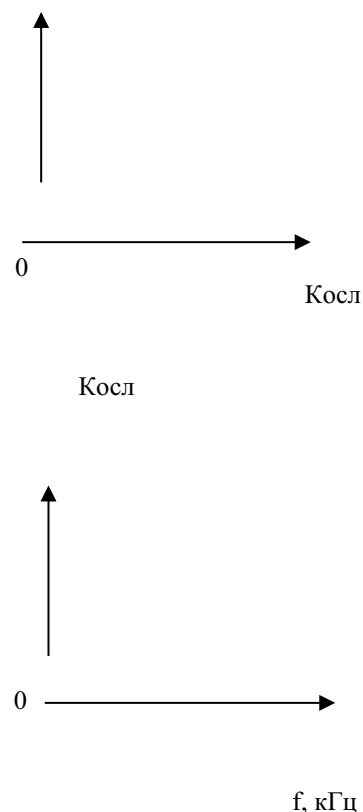
2.9 Исследование зависимости величины наведенных сигналов от частоты при экранировании провода и расчет коэффициентов ослабления

Данные по $U_{\text{твых}}$ для простого и витого проводов взять из таблицы 1. Установить тумблеры: ТВ 1, 3 в верхнее положение; ТВ 4, 5 в нижнее положение, ТВ 2, 6, 7, 8 - в среднее [установить тумблеры: ТВ 1 в верхнее положение; ТВ 3, 4, 5 в нижнее положение, ТВ 2, 6, 7, 8 - в среднее]. По второму каналу осциллографа на частоте 20 кГц измерить величину $U_{\text{твых}}$ при экранировании основного провода. Увеличивая частоту через 2 кГц до 30 кГц каждый раз измерять $U_{\text{твых}}$.

Построить графики зависимости $U_{\text{твых}}$ витого, простого и $U_{\text{твых экр}}$ и коэффициентов ослабления от частоты сигнала. Рассчитать коэффициенты ослабления наведенного сигнала для витого и экранированного проводов по формуле $K_{\text{осл}} = U_{\text{твых пр}} / U_{\text{твых вит(экр)}}$. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 9.

Таблица 9
 $U_{\text{твых}}, U_{\text{твых экр}}, U_{\text{твых вит}} \text{ (mB)},$

Um вых (mB)	Частота (кГц)					
	0	2	4	6	8	10
Um вых пр.						
Um вых вит.						
U _{твых} экр.						
Ко сл вит.						
Ко сл экр.						
К осл.вит. экр.						
Ко сл общ.						



По результатам измерений, расчетов и построенных графиков сделать выводы.

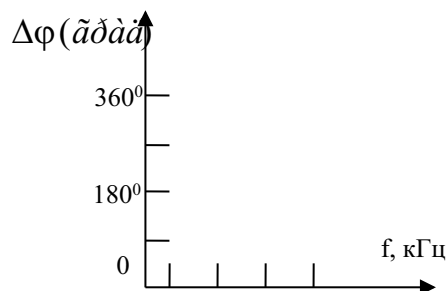
2.10 Исследование зависимости временного сдвига между двумя сигналами от частоты входного сигнала. Расчет фазового сдвига сигналов]

В исходном состоянии (тумблеры ТВ1, 3, 4, 6 в нижнем положении, остальные в среднем) измерить по осциллографу временную задержку Δt между $U_{\text{твх}}$ и $U_{\text{твых}}$ и период T колебаний входного напряжения $U_{\text{твх}}$ для частот $f = 20; 40; 60; 80$ и 100 кГц в двух положениях кнопки “INV” входа 2 канала осциллографа.

Результаты измерений занести в таблицу 10.

Таблица 10

$f, \text{кГц}$		20	40	60	80	100
IN V ВЫК Л	T					
	, $\mu\text{с}$					
	Δ					
	t, $\mu\text{с}$					
	Δ					
IN V ВКЛ	ϕ					
	T					
	, $\mu\text{с}$					
	Δ					
	t, $\mu\text{с}$					
	Δ					
	ϕ					



Рассчитать фазовый сдвиг $\Delta\phi$ между $U_{\text{твх}}$ и $U_{\text{твых}}$ по нижеуказанной формуле и результаты расчета записать в таблицу 10.

$$\Delta\phi = \frac{\Delta t}{T} * 360^\circ \text{ для } f=20, 40, 60, 80 \text{ и } 100 \text{ кГц}$$

Построить графики зависимости фазового сдвига $\Delta\phi$ от частоты f .
По результатам измерений и построенных графиков сделать выводы.

2.11 Расчет и построение графика зависимости $U_{\text{твых}}$ от частоты при экранировании витого провода

Провести расчет ослабления сигнала при экранировании витого провода по формуле

$K_{\text{осл общ}} = K_{\text{осл вит}} * K_{\text{осл экр}}$. Результаты расчетов занести в таблицу 9. По результатам расчетов построить график зависимости $K_{\text{осл общ}}$ от частоты сигнала.

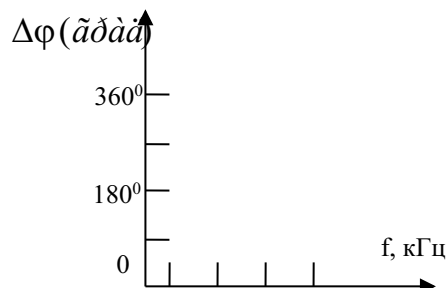
2.12 Исследование зависимости временного сдвига между двумя сигналами от частоты входного сигнала. Расчет фазового сдвига сигналов

В исходном состоянии (тумблеры ТВ1, 3, 4, 6 в нижнем положении, остальные в среднем) измерить по осциллографу временную задержку Δt между $U_{\text{твх}}$ и $U_{\text{твых}}$ и период T колебаний входного напряжения ($U_{\text{твх}}$) для частот $f = 20; 40; 60; 80$ и 100 кГц в двух положениях кнопки “INV” входа 2 канала осциллографа.

Результаты измерений занести в таблицу 10.

Таблица 11

f, кГц		0	2	4	6	8	10
IN V выкл	T, мс						
	Δt , мс						
	Δ						
	ϕ						
IN V вкл	T, мс						
	Δt , мс						
	Δ						
	ϕ						



Рассчитать фазовый сдвиг $\Delta\phi$ между $U_{\text{твх}}$ и $U_{\text{твых}}$ по нижеуказанной формуле и результаты расчета записать в таблицу 11.

$$\Delta\phi = \frac{\Delta t}{T} * 360^\circ \text{ для } f=20, 40, 60, 80 \text{ и } 100 \text{ кГц}$$

Построить графики зависимости фазового сдвига $\Delta\phi$ от частоты f .

По результатам измерений и построенных графиков сделать выводы

2. 13 Запись выражений мгновенных значений $U_{\text{вх}}, U_{\text{вых}}, I_{\text{вх}}$ и $I_{\text{вых}}$ с учетом измеренных параметров сигналов

Написать выражение мгновенных значений $U_{\text{вх}}, U_{\text{вых}}, I_{\text{вх}}$ и $I_{\text{вых}}$ (при $R_H=600$ Ом для входной и выходной цепи) с учетом измеренных величин $U_{\text{твх}}, U_{\text{твых}}, T$ и ϕ (для частоты 20 кГц) простого, витого и экранированных проводов.

2.14 Расчет и построение графика зависимости $U_{\text{твых}}$ от частоты для стандартной ТЛФ линии при $U_{\text{вх}}=1$ В и $R_H=600$ Ом (для входной и выходной цепей) для простого, витого и экранированного проводов

Провести расчет зависимости $U_{\text{мвх}}$ при $U_{\text{вх}}=1$ В и $R_{\text{н}}=600$ Ом от частоты входного сигнала для простого, витого и экранированного проводов. Построить график, используя данные таблицы 2, 3, 6 и 9 и выводы на основании построенных графиков.

Сделать обобщающий вывод по лабораторной работе.

2.15 Запись выражений мгновенных значений $U_{\text{вх}}$, $U_{\text{вых}}$, $I_{\text{вх}}$ и $I_{\text{вых}}$ с учетом измеренных параметров сигналов]

Написать выражение мгновенных значений $U_{\text{вх}}$, $U_{\text{вых}}$ и $I_{\text{вых}}$ (при $R=600$ Ом) с учетом измеренных величин $U_{\text{мвх}}$, $U_{\text{мвых}}$, T и φ (для частоты 20кГц) простого, витого и экранированных проводов.

Сделать обобщающий вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1 Какими способами происходит несанкционированный съем информации с телефонных линий?

2 Что такое взаимная индукция?

3 В чем измеряется переходное затухание?

4 В каких линиях взаимоиנדукция больше и почему?

5 Объяснить, за счет чего происходит наведение ЭДС: за счет магнитного, электрического поля или электромагнитной волны?

6 Для чего необходимы нагрузочные сопротивления?

7 Оцените по полученным результатам переходное затухание, зная величину нагрузочных сопротивлений (по 600 Ом).

8 По рисунку 1 написать выражение результирующего тока $I_{\text{рез}}$, для входной и выходной цепи.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1,2

Дополнительная: 1, 2,3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Тема 4. Системы сотовой связи и утечка информации

Лабораторная работа № 5

Тема: Исследование спектров синусоидальных немодулированных колебаний и прямоугольных импульсов типа «МЕАНДР»

Цель:

- закрепить теоретические знания о спектрах сигналов;
- научиться исследовать спектры гармонических колебаний и прямоугольных импульсов.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально - техническое обеспечение:

- компьютеры со специальными платами ЛА-н10М7 и программным обеспечением;
- генераторы стандартных сигналов ГЧ-151, GAG-810;
- элементы коммутации.

Понятие сигнал в общем случае обозначает условный знак для передачи на расстояние каких-нибудь сведений и сообщений. В радиоэлектронике под сигналом понимается изменяющаяся физическая величина, однозначно отображающая сообщение. Сигнал, несущий информацию о физической величине, состояний исследуемого объекта или процесса, называется информационным. Таким образом, под сигналом понимается распространяющийся в пространстве носитель с информацией, содержащейся в значениях его физических параметров.

Если использовать в качестве базисных функций $1, \cos(n\Omega t), \sin(n\Omega t)$, где $n=1, 2, 3, \dots$, то получим ряд Фурье. Ряд Фурье используется для анализа спектров периодических сигналов, если сигнал представлен на ограниченном временном отрезке от 0 до T , либо сигнал является периодическим с периодом T . При этом функция $S(t)$ должна удовлетворять условиям Дирихле:

- период T можно разбить на конечное число интервалов в которых функция монотонна и непрерывна;

- в любой точке разрыва существуют пределы слева и справа;

- в точках разрыва имеет место сходимостъ ряда Фурье в среднем.

Реальные сигналы, как правило, удовлетворяют условиям Дирихле.

Исходная математическая форма ряда Фурье:

$$S(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cdot \cos(n\Omega t)) + b_n \cdot \sin(n\Omega t), \quad (1)$$

где $\Omega = \frac{2\pi}{T}$ – частота основной (первой) гармоники, а коэффициенты a_0, a_n и b_n равны:

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T s(t) dt, \quad a_n = \frac{2}{T} \int_0^T S(t) \cdot \cos(n\Omega t) dt, \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T S(t) \cdot \sin(n\Omega t) dt.$$

Т. о. сложный сигнал $S(t)$ (1) на отрезке времени T содержит постоянную составляющую и сумму бесконечного числа гармоник с частотами, кратными частоте основной гармоники.

Учитывая, что $a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t) = A_n \cos(n\Omega t + \varphi_n)$,

где $A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$, а $\varphi_n = -\arctg\left(\frac{b_n}{a_n}\right)$, получим радиотехническую форму ряда Фурье:

$$S(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\Omega t + \varphi_n) \quad (2)$$

При расчетах наиболее удобна комплексная форма ряда Фурье:

$$S(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \dot{C}_n e^{jn\Omega t}, \quad (3)$$

где $\dot{C}_n = \frac{1}{T} \int_0^T S(t) e^{-jn\Omega t} dt$ - комплексная амплитуда n-ой гармоники.

Используя формулу Эйлера: $e^{-jx} = \cos(x) - j\sin(x)$, получим следующие выражения взаимосвязи комплексной и других форм ряда Фурье:

$$\dot{C}_n = \frac{a_n - jb_n}{2}, \quad A_0 = C_0, \quad A_n = 2|\dot{C}_n|, \quad \varphi_n = \arg \dot{C}_n$$

Отрицательным n в комплексной форме ряда Фурье соответствуют отрицательные частоты комплексного гармонического сигнала $e^{jn\Omega t}$. Вектор, изображающий комплексный гармонический сигнал на комплексной плоскости, вращается при $n < 0$ по часовой стрелке, а при $n > 0$ - против часовой стрелки. Спектр сигнала становится двухсторонним: для каждой гармоники с положительной частотой имеется гармоника - «дублер» с отрицательной частотой. Исключением является постоянная составляющая - для нее «дублера» нет.

Если в периодической последовательности прямоугольных импульсов амплитуда S_m , длительность τ , период T , то тогда

$$\dot{C}_n = \frac{S_m \cdot \tau}{T} \cdot \frac{\sin(n\Omega\tau/2)}{n\Omega\tau/2}, \text{ т.е. амплитуды гармоник } \dot{C}_n \text{ вещественны.}$$

Спектр простого гармонического сигнала

$$S(t) = A * \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (4)$$

Большинство аналоговых сигналов имеют более сложную форму. Периодические сигналы произвольной формы могут быть представлены в соответствии с рядом Фурье в виде постоянной составляющей и суммы гармонических колебаний:

$$U(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n * \cos(n\omega_1 t - \varphi_n) \quad (5)$$

Таким образом, ряд Фурье представляет собой математическую модель периодического сигнала.

Совокупность гармонических составляющих сигнала образуют его спектр.

Амплитуда каждой спектральной составляющей характеризует энергию соответствующей гармоники основной части сигнала. Чем выше скорость изменения амплитуды сигнала, тем больше в его спектре высокочастотных гармоник. Разность между минимальной и максимальными частотами спектра сигнала, между которыми содержится основная часть (95%) энергии, называется шириной спектра ΔF . (рис1).

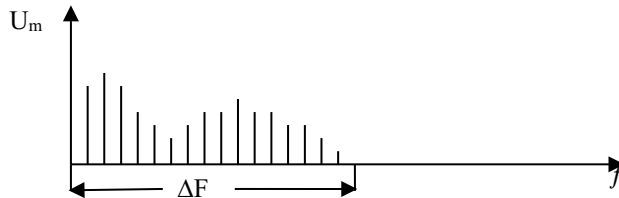


Рисунок 1– Спектр периодического аналогового сигнала

Для одиночного прямоугольного импульса (непериодический сигнал) имеют место два соотношения:

$$S(j\omega) = S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(t) e^{-j\omega t} dt \quad (6)$$

$$U(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (7)$$

Формулы 6 и 7 носят фундаментальный характер в теории сигналов и называются прямыми и обратными преобразованиями Фурье. Они связывают между собой вещественную функцию времени $u(t)$ и комплексную функцию частоты $S(\omega)$.

Таким образом, интеграл Фурье (6) содержит непрерывную (сплошную) последовательность спектральных составляющих сигналов с бесконечно малыми амплитудами. Функцию $S(\omega)$ называют спектральной плотностью. Она характеризует интенсивность сплошного распределения амплитуд гармоник непериодического сигнала вдоль оси частот ω (рис 2). В этом основное отличие спектральной плотности непериодического сигнала от дискретного спектра периодического сигнала, в котором каждая гармоническая составляющая имеет вполне определенное значение частоты и отстоит от соседней на величину ω_1 (рис. 3).

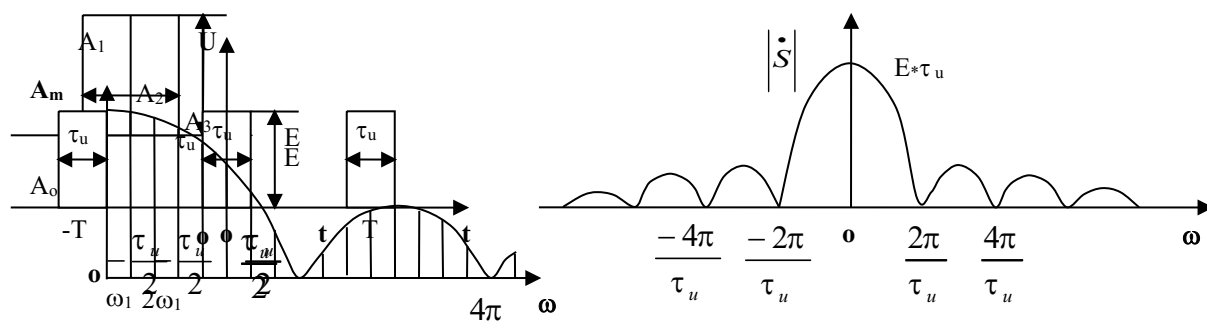


Рисунок 2– Одиночный импульс и его спектральная плотность

$$\frac{2\pi}{\tau_u}$$

Рисунок 3 – Периодическая последовательность прямоугольных импульсов и ее спектр

Частота первой гармоники равна частоте следования импульсов $f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{T}$, частота второй - удвоенной частоте следования импульсов $2f_1$ и т.д. Амплитуды гармоник с увеличением их номера уменьшаются, поэтому считают, что если полоса пропускания устройства лежит в пределах от $\frac{1}{\tau_u}$ до $\frac{3}{\tau_u}$, то оно не вносит существенных изменений в передаваемый через него импульсный сигнал.

Частоты составляющих спектра непериодического аналогового сигнала непрерывно изменяются. При наблюдении спектра такого сигнала на экране анализатора спектра положение и уровень различных спектральных составляющих непрерывно меняется и спектр выглядит как сплошной.

В соответствии с изменением амплитуды аналогового сигнала меняется его энергия или мощность. В зависимости от времени измерения мощности различают: среднюю

$$P_{\text{ср}} = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} p(t) dt \text{ и мгновенную мощность } p(t) = \frac{u^2(t)}{R}.$$

Вводится понятие динамический диапазон:

$$\bar{A} = 10 \cdot \lg \frac{P_{\text{max c}}}{P_{\text{min c}}},$$

где $P_{\text{max c}}$ и $P_{\text{min c}}$ – максимальная и минимальная мощность сигнала.

Таким образом, аналоговый сигнал описывается набором параметров,

являющихся его признаками:

- частота или диапазон частот;
- фаза сигнала;
- длительность сигнала;
- амплитуда или мощность сигнала;
- ширина спектра сигнала;
- динамический диапазон сигнала;

У дискретных сигналов амплитуда имеет конкретное значение (рис. 4). Например, в ЭВМ 0В и 5В (бинарный сигнал). Дискретный сигнал характеризуется следующими параметрами:

- амплитудой U_m или мощностью P ;
- длительностью импульса τ_e , временем нарастания t_n и спада $t_{сп}$ фронтов;
- периодом T или частотой f повторения импульсов;
- шириной спектра сигнала $\Delta F\tilde{H}$;
- скважностью импульсов $Q = \frac{T}{\tau_u}$;

Спектр дискретного периодического сигнала содержит бесконечное количество убывающих по амплитуде гармоник.

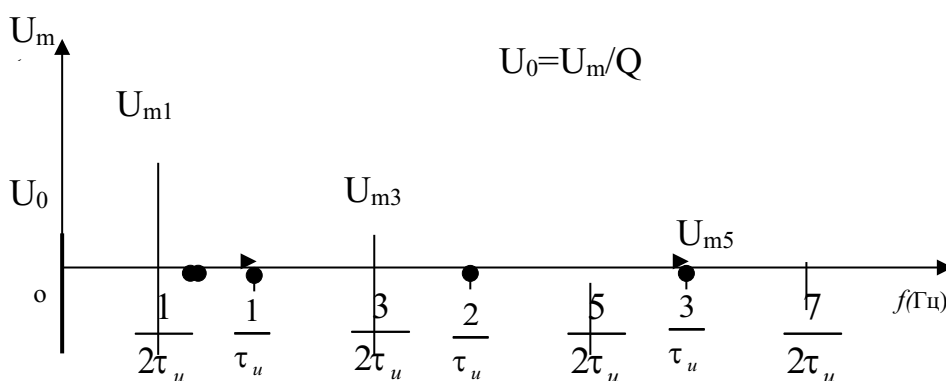


Рисунок 4— Спектр бинарного периодического сигнала

Спектр дискретного периодического сигнала характеризуется следующими свойствами:

- форма огибающей спектра описывается функцией $\left| \frac{\sin x}{x} \right|$;
- амплитуда гармоник U_{mk} имеет нулевое значение в точках $\frac{k}{\tau_u}$,

где $k = 1, 2, \dots$;

- в области частот спектра $\left(0 - \frac{1}{\tau_u} \right)$ располагаются $(Q - 1)$ гармоник;

- постоянная составляющая сигнала равна $\frac{U_m}{Q}$.

Учитывая, что большая часть энергии сигнала сосредоточена в области частот

$\left(0 - \frac{1}{\tau_u}\right)$, ширина спектра бинарного периодического сигнала приблизительно оценивается по формуле:

$$\Delta F_u \approx \frac{1}{\tau_u}.$$

В реальных цепях форма прямоугольного импульса искажается. Поэтому размывается граница между формами аналогового и дискретного сигнала.

Вид информации, содержащейся в сигнале, изменяет его признаки: форму, ширину спектра, частотный и динамический диапазон. Например, стандартный речевой сигнал, передаваемый по телефонной линии, имеет ширину спектра 300 – 3400 Гц, звуковой 16 – 20000 Гц, телевизионный 6 – 8 МГц и т.д.

Произведение $\Delta F_c \cdot \tau_u = B$ называется базой сигнала. Если $B \approx 1$, то сигнал узкополосный, при $B \gg 1$ – широкополосный.

Сигналы поступающие от источника сообщения (микрофон, передающая телевизионная камера и т. д.), как правило, не могут быть непосредственно переданы на большие расстояния. Причиной являются их малая амплитуда и низкочастотность. Чтобы осуществить эффективную передачу сигналов в какой-либо среде, необходимо перенести спектр этих сигналов из низкочастотной области в область достаточно высоких частот.

Идея способа, позволяющего переносить спектр сигнала в область высоких частот заключается в следующем. Прежде всего в передатчике формируется вспомогательный высокочастотный сигнал, называемый несущим колебанием или переносчиком информации.

В роли переносчиков информации, как правило, используются гармонические высокочастотные колебания и периодические последовательности импульсов.

Пусть $S(t)$ – низкочастотное сообщение, подлежащее передаче по радиоканалу. Если какой-то параметр переносчика информации изменяется во времени пропорционально передаваемому сообщению $S(t)$, то несущее колебание $U_{\text{нec}}(t)$ приобретает новое свойство – оно несет в себе информацию, которая первоначально была заключена в сигнале $S(t)$.

Физический процесс управления параметрами переносчика информации называется модуляцией. Процесс модуляции осуществляется на специальных технических устройствах, называемых модуляторами (амплитудный, частотный, фазовый).

Таким образом, если в гармоническом переносчике информации $U_{\text{iañ.}}(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ под воздействием информационного сигнала $S(t)$, изменяется только амплитуда $U_m(t)$, то это сигнал $u_{\text{ам}}(t)$ с амплитудной модуляцией (АМ), если только частота $\omega(t) = \omega_{\text{чм}}(t)$ с частотной модуляцией (ЧМ), если только начальная фаза $\varphi(t) = \varphi_{\text{фм}}(t)$ с фазовой модуляцией (ФМ).

Для увеличения скорости передачи сообщений в современных системах связи и передачи информации используются смешанные виды модуляции, т.е. одновременное изменение двух параметров, например амплитуды и частоты (фазы) в переносчике информации (АМ-ЧМ, АМ-ФМ). В модемах используется

амплитудно-фазовая модуляция АМ-ФМ.

При использовании в качестве переносчика информации периодической последовательность прямоугольных импульсов, в зависимости от изменяемого параметра, различают следующие виды модуляции:

- амплитудно-импульсную (АИМ), когда по закону информационного сигнала $S(t)$ изменяется амплитуда импульсов;
- широтно-импульсную (ШИМ), когда по закону информационного сигнала $S(t)$ изменяется длительность (ширина) импульсов;
- время-импульсную (ВИМ), когда по закону информационного сигнала $S(t)$ изменяется временное положение импульсов;
- импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), при которой информационный (аналоговый) сигнал превращается в цифровой код – последовательность импульсов (1-единиц) и пауз (0-нулей), имеющих одинаковую длительность.

В соответствие с формулой Фурье изменение формы сигнала при модуляции приводит к изменению спектра модулированного сигнала. Чем выше максимальная частота спектра модулирующего сигнала F_{ci} , тем шире спектр модулированного сигнала.

Количественное значение увеличения ширины спектра этого сигнала зависит от вида модуляции и ширины спектра модулирующего сигнала.

Ширина спектра модулированного синусоидального сигнала составляет:

-для АМ: $\Delta F_{AM} = 2F_{c.m.}$;

-для ЧМ: $\Delta F_{ЧМ} \gg F_{c.m.}$;

-для ФМ: $\Delta F_{ФМ} \approx \Delta F_{ЧМ}$;

Для радиовещания ширина спектра для ЧМ сигнала составляет 100÷150 кГц, а для АМ≈7 кГц.

Любое сообщение в общем случае можно описать с помощью трех основных параметров:

- динамическим диапазоном – D_c ;
- шириной спектра частот - ΔF_c ;
- длительностью передачи – t_c ;

Произведение $\ddot{A}_n * \Delta F_c * t_c = V_c$ называется объемом сигнала (рис 5).

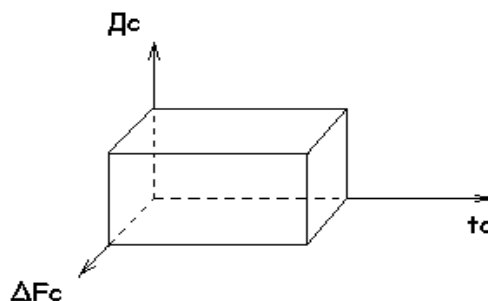


Рисунок 5– Графическое представление объема сигнала

Для обеспечения неискаженной передачи сообщения объемом V_c , необходимо чтобы характеристики среды распространения и непосредственно приемника соответствовали ширине спектра и динамическому диапазону.

Для безискаженной передачи сообщения в реальном масштабе времени полоса пропускания приемника должна соответствовать ширине спектра сигнала.

Проблема передачи информации, содержащейся во многих низкочастотных сигналах, с помощью множества узкополосных каналов связи с разными частотами решается при использовании модулированных сигналов.

Модулированный сигнал – это узкополосный сигнал, параметры которого изменяются пропорционально низкочастотному информационному сигналу. Модулированный сигнал, как правило, является высокочастотным колебанием.

Для получения модулированного сигнала используется гармоническое (несущее) колебание (несущая частота):

$$y(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi) .$$

Информация вносится в несущее колебание с использованием модуляции – изменение какого-либо из параметров высокочастотного колебания пропорционально низкочастотному информационному сигналу

$$S(t) = S_m \cdot \cos(\Omega t + \Psi).$$

2. Практическая часть

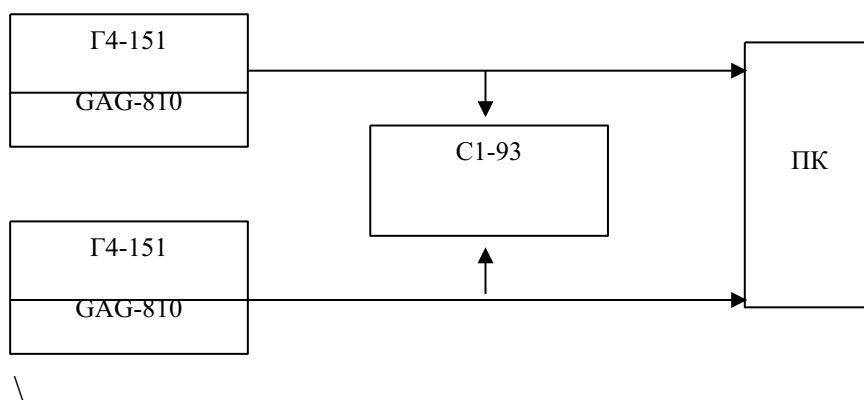


Рисунок 7- Блок-схема проведения исследований

Для выполнения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 7;
- на всех приборах выставить исходные установки, и ручки «аттенюатор плавно» на генераторах поставить в крайнее левое положение;
- включить питание приборов и ПК;
- установить работу ПК в режиме виртуального спектроанализатора:
C:\DOS\ADC\LA_N10 1ADS\SPECTR DOS\lan10.bat;
- включить спектроанализатор кнопкой “спектр”.
- выставить на панели управления спектроанализатором исходные установки.

Примечание:

- Кнопка С – позволяет выводить вычисленные параметры входного сигнала:
- число эффективных разрядов (ENB);
 - сигнал \шум + искажения (SINAD) при 0 гармоник, т.е. SINAD является величиной отношения С\Ш;
 - при вычислении двух и более гармоник появляются их вертикальные указатели со значением уровня. При этом вычисляются и выводятся в нижней части экрана:
 - SNR – сигнал\шум;
 - TND – коэффициент гармонических искажений по выбранному числу гармоник;
 - SFDR – реальный динамический диапазон.

2.1 Исследование спектра синусоидальных немодулированных колебаний

Для проведения исследований необходимо:

- включить режим гармонических немодулированных колебаний на генераторах GAG-810 кнопкой “WAVE FROM”;
- переключателями “АТТ” и ручкой “Плавно” генераторов установить на экране осциллографа С1-93 по I и II каналам амплитуды гармонических немодулированных колебаний $U_m \leq 1B$;
- установить необходимые частоты генераторов ручкой “Плавно” и кнопкой “FREQ RANGE”;
- замерить амплитуды и периоды гармонических сигналов по I и II каналам осциллографа С1-93 и виртуальному осциллографу и рассчитать частоты;
- изучить и сравнить спектры по 1 и 2 каналам спектроанализатора, измерить U_0 и U_{m1} , частоту гармоники и отношение с\ш (SINAD), зарисовать спектры. Измеренные и рассчитанные данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

Физическая величина	Аналоговый			Виртуальный			Спектроанализатор					
	m	c	Гц	m	c	Гц	U_0 (дБ)/(В)	U_{m1} (дБ)/(В)	f_1 Гц	SINAD (дБ)/(В)	ENB	SFDR
I канал												
II канал												

- пересчитать амплитуды гармоник и постоянных составляющих из Дб в Вольты и сравнить с E_m
 - записать данные спектры при помощи ряда Фурье.
- Сделать вывод по результатам измерений и расчетов.

2.2 Исследование спектра прямоугольных импульсов типа “МЕАНДР”

Для проведения исследований необходимо:

- включить режим “МЕАНДР” на генераторах GAG-810 кнопкой “WAVE FROM”;
- переключить “АТТ” ручкой “Плавно” генераторов установить на экране осциллографа С1-93 амплитуды импульсов по I и II каналам $\leq 1В$;
- установить необходимые частоты на генераторах ручкой “Плавно” и кнопкой “FREQ RANGE”;
- замерить амплитуды, периоды и длительность импульсов по I и II каналам осциллографа С1-93 и виртуальному осциллографу, зарисовать вид сигналов;
- рассчитать частоты, время паузы и скважность периодической последовательности импульсов;
- зарисовать, изучить и сравнить спектры по I и II каналам спектроанализатора. Измерить амплитуды U_0 , U_{m1} , U_{m2} , U_{m3} , и т. д. частоты гармоник и ширину спектров;
- измеренные и рассчитанные данные занести в таблицы 2 и 3.

Таблица 2

Физ. величины	Аналоговый						виртуальный					
	$E_m(V)$	$\tau_n(c)$	$T(c)$	$p(c)$	$f(Гц)$		$E_m(V)$	$i(c)$	(c)	$p(c)$	$(Гц)$	
I канал												
II канал												

Таблица 3

Физ. величины	m_0	m_1	m_2	m_3	f_1	f_2	f_3	INA	N	N	ND	FD	F_c
	дб)/(В)	дб)/(В)	дб)/(В)	дб)/(В)	Гц)	Гц)	Гц)	дб)/(В)	В	дб)/(В)	дб)/(В)	дб)/(В)	Гц)
I канал													

II канал													

- построить полученные спектры и спектры со скважностью 4 и 6.
- пересчитать амплитуды гармоник и постоянной составляющей из Дб в Вольты и сравнить с E_m ;
- записать математические выражения, с использованием ряда Фурье, изученных спектров.

По результатам измерений и расчетов сделать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Где и когда используется амплитудная модуляция?
- 2 Какой принцип формирования спектра при АМ?
- 3 Сколько гармоник будет в спектре, если в модуляции используется речь человека?
- 4 Чему равна ширина спектра импульсов типа «МЕАНДР» ?
- 5 Вычислить амплитуду первой гармоники?

Приложение № 1

Т а б л и ц а 1.4. Децибелы и отношения

Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей	Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей
00	1,000	1,000	14,0	5,012	25,120
0,1	1,012	1,023	15,0	5,623	31,620
0,2	1,023	1,047	16,0	6,310	39,810
0,3	1,035	1,072	17,0	7,079	50,120
0,4	1,047	1,096	18,0	7,943	63,100
0,5	1,059	1,122	19,0	8,913	79,430
0,6	1,072	1,148	20,0	10,0	100,0
0,7	1,084	1,175	25,0	17,780	316,2
0,8	1,096	1,202	30,0	31,620	1000,0
0,9	1,109	1,230	35,0	56,230	3162,0
1,0	1,122	1,259	40,0	100,0	10 ⁴
2,0	1,259	1,585	45,0	177,80	3,162·10 ⁴
3,0	1,413	1,995	50,0	316,20	10 ⁵
4,0	1,585	2,512	55,0	562,30	3,162·10 ⁵
5,0	1,778	3,162	60,0	10 ³	10 ⁶
6,0	1,995	3,981	65,0	1,778·10 ³	3,162·10 ⁶
7,0	2,239	5,012	70,0	3,162·10 ³	10 ⁷
8,0	2,512	6,310	80,0	10 ⁴	10 ⁸
9,0	2,818	7,943	90,0	3,162·10 ⁴	10 ⁹
10,0	3,162	10,0	100,0	10 ⁵	10 ¹⁰
11,0	3,548	12,590	110,0	3,162·10 ⁵	10 ¹¹
12,0	3,981	15,850	120,0	10 ⁶	10 ¹²
13,0	4,467	19,950	150,0	3,162·10 ⁷	10 ¹⁵

Таблица пересчета из Дб в Вольты.

В	Дб	В	Дб	В	Дб	В	Дб
0,01	- 37,7856	0,06	22,2228	0,125	- 15,8477	0,6	- 2,223
0,015	- 34,2639	0,065	- 21,5275	0,15	- 14,2641	0,65	- 1,5278
0,02	- 31,7651	0,07	- 20,8839	0,2	- 11,7653	0,7	- 0,8841
0,025	- 29,8269	0,075	- 20,2846	0,25	- 9,8271	0,75	- 0,2848
0,03	- 28,2433	0,08	- 19,724	0,3	- 8,2435	0,8	- 0,2758
0,035	- 26,9044	0,085	- 19,1975	0,35	- 6,9046	0,85	0,8023
0,04	-	0,09	- 18,701	0,4	- 5,7448	0,9	1,2988

	25,7446						
0,045	- 24,7215	0,095	- 18,2314	0,45	- 4,7217	0,95	1,7684
0,05	- 23,8064	0,1	- 17,7859	0,5	- 3,8066	1	2,2139
0,055	- 22,9785			0,55	- 2,9787		

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1,2

Дополнительная: 1, 2,3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Тема 5. Радиозакладки с использованием трафика сотовой связи. GSM-радиозакладки и технические средства их обнаружения.

Лабораторная работа № 6

Тема: Исследование спектра гармонических колебаний при однотоновой (одночастотной) амплитудной модуляции

Цель:

- закрепить теоретические знания о спектрах сигналов;
- научиться исследовать спектры гармонических колебаний при амплитудной модуляции.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально - техническое обеспечение:

- компьютеры со специальными платами ЛА-н10М7 и программным обеспечением;
- генераторы стандартных сигналов ГЧ-151, GAG-810;
- элементы коммутации.

Однотоновая (одночастотная) амплитудная модуляция (АМ)

При АМ амплитуда сигнала меняется пропорционально низкочастотному информационному сигналу: $U_m(t) = U_{m0} + k_{AM} \cdot S(t)$, где U_{m0} - начальное значение амплитуды несущей; k_{AM} - коэффициент амплитудного модулятора.

Поэтому сигнал с АМ: $y_{AM}(t) = [U_{m0} + k_{AM} S(t)] \cos(\omega_0 t + \varphi)$.

Пусть сообщение $S(t) = S_m \cos(\Omega t + \psi)$, тогда

$$y_{AM}(t) = U_{m0} [1 + M \cos(\Omega t + \psi)] \cos(\omega_0 t + \varphi),$$

где $M = \frac{k_{AM} S_m}{U_{m0}}$ - коэффициент амплитудной модуляции, основной параметр АМ

– колебаний с гармонической модуляцией, характеризует глубину АМ.

Используя тригонометрическую формулу для произведения косинусов, получим:

$$y_{AM}(t) = U_{m0} \cos(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} MU_{m0} \cos((\omega_0 + \Omega)t + \varphi + \psi) + \frac{1}{2} MU_{m0} \cos((\omega_0 - \Omega)t + \varphi - \psi)$$

Все три слагаемых – гармонические колебания: первое – несущее колебание, второе и третье слагаемые называют соответственно верхней и нижней боковыми составляющими. Таким образом, эта формула дает полное спектральное разложение однотонового АМ колебания (амплитудный и фазовый спектры). Ширина амплитудного спектра этого АМ - колебания равна (2Ω) удвоенной частоте модулирующего сигнала.

Если модуляция осуществляется сплошным периодическим сигналом, в спектре которого содержится много гармоник, то каждая из них даст две боковые составляющие в спектре модулированного сигнала. В спектре появляется верхняя и нижняя боковые полосы. Ширина спектра будет определяться модулирующей гармоникой с максимально высокой частотой. Обе боковые полосы несут полную информацию о н\ч модулирующем информационном сигнале. Поэтому в технике связи часто используются сигналы с одной боковой полосой (ОБП - сигналы).

Практическая часть

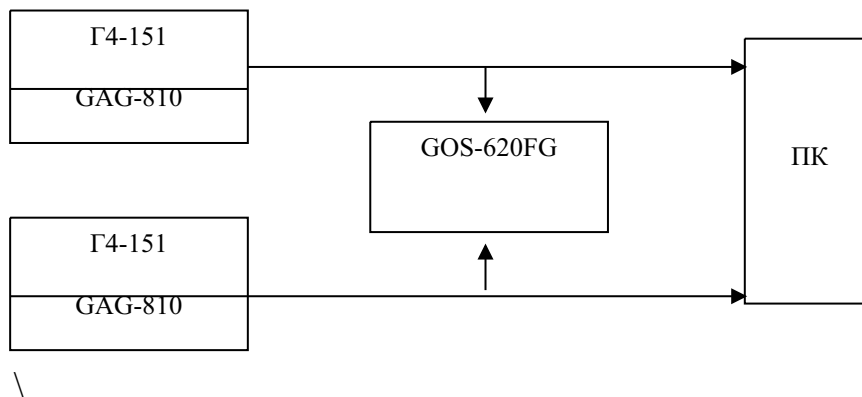


Рисунок 7- Блок-схема проведения исследований

Для выполнения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 7;
- на всех приборах выставить исходные установки, и ручки «аттенюатор плавно» на генераторах поставить в крайнее левое положение;
- включить питание приборов и ПК;
- установить работу ПК в режиме виртуального спектроанализатора:

C:\DOS\ADC\LA_N10 1ADS\SPECTR DOS\lan10.bat;

- включить спектроанализатор кнопкой “спектр”.
- выставить на панели управления спектроанализатором исходные установки.

Примечание:

Кнопка С – позволяет выводить вычисленные параметры входного сигнала:

- число эффективных разрядов (ENB);
- сигнал \шум + искажения (SINAD) при 0 гармоник, т.е. SINAD является величиной отношения С\Ш;
- при вычислении двух и более гармоник появляются их вертикальные указатели со значением уровня. При этом вычисляются и выводятся в нижней части экрана:
 - SNR – сигнал\шум;
 - TND – коэффициент гармонических искажений по выбранному числу гармоник;
 - SFDR – реальный динамический диапазон.

Исследование спектра гармонических колебаний, при однотоновой (одночастотной) амплитудной модуляции

Для проведения исследований необходимо:

- подключить генераторы Г4-151 и GAG-810;
- установить на Г4-151 переключатель «МОДУЛЯЦИЯ» в положение АМ%, внешняя;
- на выходе генераторов Г4 - 151 установить $U_m \leq 1$ В, частотой 1 МГц и 2 МГц по I и II каналам осциллографа соответственно;
- замерить амплитуды и периоды основного и модулирующих колебаний ($f_m = 1000$ Гц и 3400 Гц) и установить глубину модуляции М по I и II каналам (путем изменения величины модулирующего напряжения) по аналоговому осциллографу;
- измеренные аналоговым осциллографом и рассчитанные данные занести в таблицу 4.

Таблица 4

физ. величины	E_{mn} (В)	E_{mm} (В)	М %	U_{mn} (В)	U_{mm} (В)	T_n (с)	T_m (с)	f_n (Гц)	F_m (Гц)	$M = K_{AM} E_{mm} / E_{mn}$ или $M = U_{mm} / E_{mn}$
I канал										
II канал										

- зарисовать вид АМ сигналов с экрана осциллографа f_n 1МГц, F_m 1000 Гц и глубиной модуляции (М) по I каналу и с f_n 2 МГц, F_m 3400 Гц и М по II каналу.

Рассчитать коэффициент амплитудной модуляции M ;

- включить режим виртуального спектроанализатора на панели управления;
- измерить U_{01} , U_{02} , $U_{m1н}$ на несущей частоте и $U_{m1м}$ на частотах несущая $\pm$ модулирующая, частоты основного колебания и гармоник, и ширину спектров сигналов по I и II каналам спектроанализатора;

- зарисовать, изучить и сравнить спектры по I и II каналам спектроанализатора.

Измеренные и автоматически рассчитанные данные занести в табл. 5.

Таблица 5

физ. величин ы	$U_{0н}$ (дБ)	$U_{0м}$ (дБ)	$U_{m1н}$ (дБ)	$U_{m1м}$ (дБ)	$U_{m1м}$ (дБ)	f_n (Гц)	$f_n - F_m$ (Гц)	$f_n + F_m$ (Гц)	F_m (Гц)	ΔF_c (Гц)	M %
I канал											
II канал											

Продолжение таблицы 5

Физ. величины	SINAD	ENB	SNR	TND	SFDR
I канал					
II канал					

- построить все полученные спектры в одном масштабе;
- пересчитать амплитуды гармоник и постоянной составляющей из Дб в Вольты. Сравнить с E_m ;

- записать математические выражения с использованием рядов Фурье полученных спектров;

- нарисовать спектр АМ сигнала речью человека для $f_n = 27\text{МГц}$.

По результатам измерений и расчетов сделать выводы.

Контрольные вопросы

1 Какой параметр изменяется в несущем колебании при АМ?

2 Написать математическое выражение одночастотной АМ.

- 3 Сколько гармоник в спектре при однотоновой АМ?
- 4 Как определить ширину спектра при АМ?
- 5 Чему равна амплитуда боковой гармоники при однотоновой АМ?
- 6 Где и почему применяется АМ?

Приложение № 1

Т а б л и ц а 1.4. Децибелы и отношения

Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей	Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей
00	1,000	1,000	14,0	5,012	25,120
0,1	1,012	1,023	15,0	5,623	31,620
0,2	1,023	1,047	16,0	6,310	39,810
0,3	1,035	1,072	17,0	7,079	50,120
0,4	1,047	1,096	18,0	7,943	63,100
0,5	1,059	1,122	19,0	8,913	79,430
0,6	1,072	1,148	20,0	10,0	100,0
0,7	1,084	1,175	25,0	17,780	316,2
0,8	1,096	1,202	30,0	31,620	1000,0
0,9	1,109	1,230	35,0	56,230	3162,0
1,0	1,122	1,259	40,0	100,0	10 ⁴
2,0	1,259	1,585	45,0	177,80	3,162·10 ⁴
3,0	1,413	1,995	50,0	316,20	10 ⁵
4,0	1,585	2,512	55,0	562,30	3,162·10 ⁵
5,0	1,778	3,162	60,0	10 ³	10 ⁶
6,0	1,995	3,981	65,0	1,778·10 ³	3,162·10 ⁶
7,0	2,239	5,012	70,0	3,162·10 ³	10 ⁷
8,0	2,512	6,310	80,0	10 ⁴	10 ⁸
9,0	2,818	7,943	90,0	3,162·10 ⁴	10 ⁹
10,0	3,162	10,0	100,0	10 ⁵	10 ¹⁰
11,0	3,548	12,590	110,0	3,162·10 ⁵	10 ¹¹
12,0	3,981	15,850	120,0	10 ⁶	10 ¹²
13,0	4,467	19,950	150,0	3,162·10 ⁷	10 ¹⁵

Таблица пересчета из Дб в Вольты.

В	Дб	В	Дб	В	Дб	В	Дб
0,01	- 37,7856	0,06	22,2228	0,125	- 15,8477	0,6	- 2,223
0,015	- 34,2639	0,065	- 21,5275	0,15	- 14,2641	0,65	- 1,5278
0,02	- 31,7651	0,07	- 20,8839	0,2	- 11,7653	0,7	- 0,8841
0,025	- 29,8269	0,075	- 20,2846	0,25	- 9,8271	0,75	- 0,2848
0,03	- 28,2433	0,08	- 19,724	0,3	- 8,2435	0,8	- 0,2758
0,035	- 26,9044	0,085	- 19,1975	0,35	- 6,9046	0,85	0,8023
0,04	-	0,09	- 18,701	0,4	- 5,7448	0,9	1,2988

	25,7446						
0,045	- 24,7215	0,095	- 18,2314	0,45	- 4,7217	0,95	1,7684
0,05	- 23,8064	0,1	- 17,7859	0,5	- 3,8066	1	2,2139
0,055	- 22,9785			0,55	- 2,9787		

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1,2

Дополнительная: 1, 2,3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Тема 6. Технические средства блокирования (подавления) GSM – радиозакладных устройств, каналов сотовой связи и беспроводного доступа

Лабораторная работа № 7-8

Тема: Исследование спектра амплитудно – манипулированных сигналов

Цель:

- закрепить теоретические знания о спектрах сигналов;
- научиться исследовать спектры гармонических колебаний при амплитудной манипуляции.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально - техническое обеспечение:

- компьютеры со специальными платами ЛА-н10М7 и программным обеспечением;
- генераторы стандартных сигналов ГЧ-151, GAG-810;
- элементы коммутации.

Амплитудно – манипулированные сигналы

Важным качеством многотональных АМ-сигналов являются так называемые манипулированные сигналы. В простейшем случае это – последовательности радиоимпульсов, отделенных друг от друга паузами. Такие сигналы используются в радиотелеграфии, в системах передачи дискретной информации по радиоканалам.

Если модулирующий сигнал функция $S(t)$, в каждый момент времени принимающие значения либо 0 либо 1, то амплитудно-манипулированный сигнал представляется в виде:

$$U(t) = U_m * \cos(\omega_0 t + \varphi) * S(t)$$

Пусть функция $S(t)$ – периодическая последовательность видеоимпульсов. В соответствии с коэффициентами ряда Фурье, находим:

$$\frac{a_0}{2} = \frac{S_m}{Q}; a_n = \frac{2S_m}{T} \int_{-T_n/2}^{T_n/2} \cos(n\omega_1 t) dt = \frac{2S_m}{\pi_n} * \sin \frac{n\omega_1 T_n}{2}$$

Тогда ряд Фурье можно записать в виде

$$S(t) = \frac{S_m}{Q} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n\pi / Q)}{n\pi Q} * \cos(n\omega_1 t) \right]$$

Если принять, что $S_m=1$ Вольт, а $\varphi=0$, то тогда

$$U(t) = \frac{U_m}{Q} * \cos \omega_0 t + \frac{U_m}{Q} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{n\pi}{Q}}{\frac{n\pi}{Q}} * \cos(\omega_0 + n\omega_0)t + \frac{U_m}{Q} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{n\pi}{Q}}{\frac{n\pi}{Q}} * \cos(\omega_0 - n\omega_0)t,$$

где Q – скважность последовательности видеоимпульсов

Практическая часть

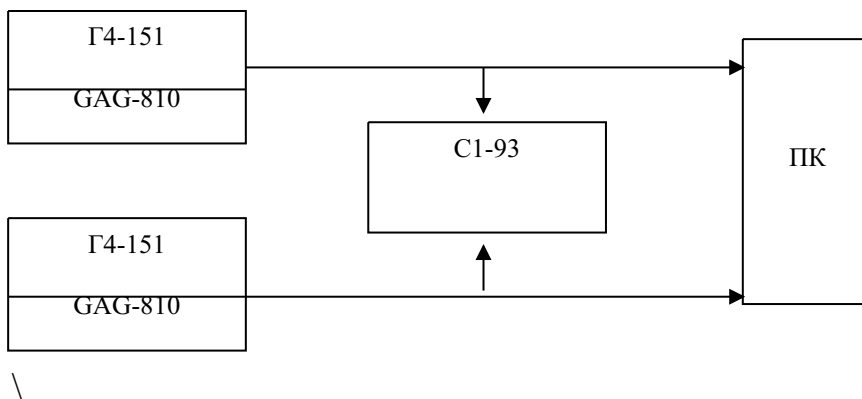


Рисунок 7- Блок-схема проведения исследований

Для выполнения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 7;
- на всех приборах выставить исходные установки, и ручки «аттенюатор плавно» на генераторах поставить в крайнее левое положение;
- включить питание приборов и ПК;
- установить работу ПК в режиме виртуального спектроанализатора:

C:\DOS\ADC\LA_N10 1ADS\SPECTR DOS\lan10.bat;

- включить спектроанализатор кнопкой “спектр”.
- выставить на панели управления спектроанализатором исходные установки.

Примечание:

Кнопка С – позволяет выводить вычисленные параметры входного сигнала:

- число эффективных разрядов (ENB);
- сигнал \шум + искажения (SINAD) при 0 гармоник, т.е. SINAD является величиной отношения С\Ш;
- при вычислении двух и более гармоник появляются их вертикальные указатели со значением уровня. При этом вычисляются и выводятся в нижней части экрана:
- SNR – сигнал\шум;
- TND – коэффициент гармонических искажений по выбранному числу гармоник;
- SFDR – реальный динамический диапазон.

Исследование спектра амплитудно - манипулированных сигналов

Для проведения измерений необходимо:

- подключить генераторы типа Г4-151 и GAG-810 согласно блок-схеме на рис. 6;
- переключатель «МОДУЛЯЦИЯ» генераторов поставить в положение ВНЕШНЯЯ ИМ1;
- подать на вход генератора Г4-151 в качестве модулирующего сигнала импульсы положительной полярности амплитудой 1,6 В;
- по осциллографу по I и II каналам установить амплитуду импульса ≤ 1 В;
- выбрать необходимый частотный диапазон генераторов Г4-151;
- измерить амплитуды, периоды несущей, амплитуды, периоды и длительности импульсов и паузы модулирующей;
- зарисовать вид сигналов;
- рассчитать скважность, частоты несущей и модулирующей;
- измеренные аналоговым осциллографом и рассчитанные данные занести в таблицу 8.

Таблица 8

фи	Е								Ф
3. величин ы	мн (В)	мм (В)	$\tau_{и}$ (с)	п (с)	н (с)	м (с)		н (Гц)	м (Гц)
I канал									
II канал									

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- включить режим виртуального спектрализатора;
- зарисовать, изучить и сравнить спектры сигналов по I и II каналам спектроанализатора;
- измерить амплитуды постоянных составляющих и гармоник несущей и модулирующей и ширину спектра импульсно-модулированных сигналов по I и II каналам;
- измеренные и автоматически рассчитанные данные занести в табл. 9.

Таблица 9

физ. величины	U_{mn} (Дб))	U_{m1} (Дб))	U_{m1} (Дб))	U_{m2} (Дб))	U_{m2} (Дб))	f_n (Гц)	$f_n + F_m$ (Гц)	$f_n - F_m$ (Гц)	F_m (Гц)	ΔF_c (Гц)
I канал										
II канал										

Продолжение таблицы 9

Физ. величины	SINAD	ENB	SNR	TND	SFDR
I канал					
II канал					

- построить все полученные спектры и спектры при $Q=4$ и 6 в одном масштабе;
- пересчитать амплитуды из Дб в Вольты. Сравнить с E_m ;
- записать математические выражения полученных спектров;
- по результатам наблюдений, измерений и расчетов сделать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое амплитудная манипуляция?
- 2 Где используются амплитудно-манипулированные сигналы?
- 3 Чем отличаются спектры с одночастотной АМ и амплитудно-манипулированных сигналов?

Приложение № 1

Т а б л и ц а 1.4. Децибелы и отношения

Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей	Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей
00	1,000	1,000	14,0	5,012	25,120
0,1	1,012	1,023	15,0	5,623	31,620
0,2	1,023	1,047	16,0	6,310	39,810
0,3	1,035	1,072	17,0	7,079	50,120
0,4	1,047	1,096	18,0	7,943	63,100
0,5	1,059	1,122	19,0	8,913	79,430
0,6	1,072	1,148	20,0	10,0	100,0
0,7	1,084	1,175	25,0	17,780	316,2
0,8	1,096	1,202	30,0	31,620	1000,0
0,9	1,109	1,230	35,0	56,230	3162,0
1,0	1,122	1,259	40,0	100,0	10 ⁴
2,0	1,259	1,585	45,0	177,80	3,162·10 ⁴
3,0	1,413	1,995	50,0	316,20	10 ⁵
4,0	1,585	2,512	55,0	562,30	3,162·10 ⁵
5,0	1,778	3,162	60,0	10 ³	10 ⁶
6,0	1,995	3,981	65,0	1,778·10 ³	3,162·10 ⁶
7,0	2,239	5,012	70,0	3,162·10 ³	10 ⁷
8,0	2,512	6,310	80,0	10 ⁴	10 ⁸
9,0	2,818	7,943	90,0	3,162·10 ⁴	10 ⁹
10,0	3,162	10,0	100,0	10 ⁵	10 ¹⁰
11,0	3,548	12,590	110,0	3,162·10 ⁵	10 ¹¹
12,0	3,981	15,850	120,0	10 ⁶	10 ¹²
13,0	4,467	19,950	150,0	3,162·10 ⁷	10 ¹⁵

Таблица пересчета из Дб в Вольты.

В	Дб	В	Дб	В	Дб	В	Дб
0,01	- 37,7856	0,06	22,2228	0,125	- 15,8477	0,6	- 2,223
0,015	- 34,2639	0,065	- 21,5275	0,15	- 14,2641	0,65	- 1,5278
0,02	- 31,7651	0,07	- 20,8839	0,2	- 11,7653	0,7	- 0,8841
0,025	- 29,8269	0,075	- 20,2846	0,25	- 9,8271	0,75	- 0,2848
0,03	- 28,2433	0,08	- 19,724	0,3	- 8,2435	0,8	- 0,2758
0,035	- 26,9044	0,085	- 19,1975	0,35	- 6,9046	0,85	0,8023
0,04	-	0,09	- 18,701	0,4	- 5,7448	0,9	1,2988

	25,7446						
0,045	- 24,7215	0,095	- 18,2314	0,45	- 4,7217	0,95	1,7684
0,05	- 23,8064	0,1	- 17,7859	0,5	- 3,8066	1	2,2139
0,055	- 22,9785			0,55	- 2,9787		

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1,2

Дополнительная: 1, 2,3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Лабораторная работа № 9-10

Тема 8. Исследование спектра гармонических колебаний, модулированных по частоте

Учебная цель:

- закрепить теоретические знания о спектрах сигналов;
- научиться исследовать спектры гармонических колебаний, модулированных по частоте.

Формируемые компетенции: ПК-5

Теоретическая часть:

Материально - техническое обеспечение:

- компьютеры со специальными платами ЛА-н10М7 и программным обеспечением;
- генераторы стандартных сигналов ГЧ-151, GAG-810;
- элементы коммутации.

Частотная модуляция

Частотная модуляция (ЧМ) – это изменение мгновенной частоты в\ч сигнала пропорционально н\ч сигналу:

$$\omega(t) = \omega_0 + k_{\omega} S(t),$$

где k_{ω} - коэффициент частотного модулятора, ω_0 – частота в\ч колебания.

Амплитуда сигнала при ЧМ не изменяется. Увеличение уровня модулирующего сигнала вызывает увеличение мгновенной частоты сигнала, что соответствует увеличению числа макс. и мин. колебания на фиксируемом отрезке времени. При уменьшении мгновенной частоты сигнала увеличивается период квазигармонического сигнала.

При ЧМ полная фаза сигнала определяется по формуле:

$$\hat{O}(t) = \int_0^t \omega(\tau) d\tau + \varphi_0 = \omega_0 t + k_{\times I} \int_0^t S(\tau) d\tau + \varphi_0,$$

т.е. при ЧМ изменяется начальная фаза сигнала, а при ФМ имеется изменение мгновенной частоты.

Поэтому ФМ и ЧМ – два тесно связанных друг с другом вида модуляции – относят к угловой модуляции (УМ). Т.к. при модуляции в\ч сигнал близок к идеальному гармоническому сигналу, то модулированный сигнал называют также квазигармоническим сигналом.

Используя введенные понятия мгновенной частоты при ЧМ, модулированный сигнал запишем в виде:

$$y_{\times I}(t) = U_{m0} \cos(\omega_0 t + k_{\times I} \int_0^t S(\tau) d\tau + \varphi_0)$$

Если для ЧМ используется $S(t) = S_m \cos(\Omega t)$, то $\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega \cos(\Omega t)$,

где $\Delta\omega = k_{\times I} S_m$ – девиация частоты, равная максимальному отклонению мгновенной частоты $\omega(t)$ от ω_0 . $\Delta\omega$ – основной показатель сигнала с гармоническом ЧМ. Тогда при гармонической ЧМ:

$$y_{\times I}(t) = U_{m0} * \cos(\varphi_0 t + \frac{\Delta\omega}{\Omega} * \sin \Omega t + \varphi_0).$$

Из анализа этой формулы видно, что при гармонической ЧМ возникает гармоническая ФМ с индексом

$$\beta = \frac{\Delta\omega}{\Omega}$$

Ранее отмечалось, что при ФМ имеются изменения мгновенной частоты. Поэтому ФМ и ЧМ – два тесно связанных друг с другом вида модуляции – относят к угловой модуляции (УМ).

Так как при модуляции высокочастотный сигнал близок к идеальному гармоническому сигналу, то модулированный сигнал называют также квазигармоническим сигналом.

Для определения спектра сигнала с гармонической УМ можно использовать формулы $y_{\text{фм}}(t)$ и $y_{\text{чм}}(t)$, а так же используя тригонометрическое соотношение для косинуса суммы двух углов, получим:

$$\cos(\beta * \cos \Omega t) = j_0(\beta) - 2j_2(\beta) * \cos 2\Omega t + 2j_4(\beta) \cos 4\Omega t,$$

$$\sin(\beta * \cos \Omega t) = 2j_1(\beta) \cos \Omega t - 2j_3(\beta) * \cos 3\Omega t + 2j_5(\beta) \cos 5\Omega t$$

где $j_n(\beta)$ – бесселева функция первого рода n-го порядка.

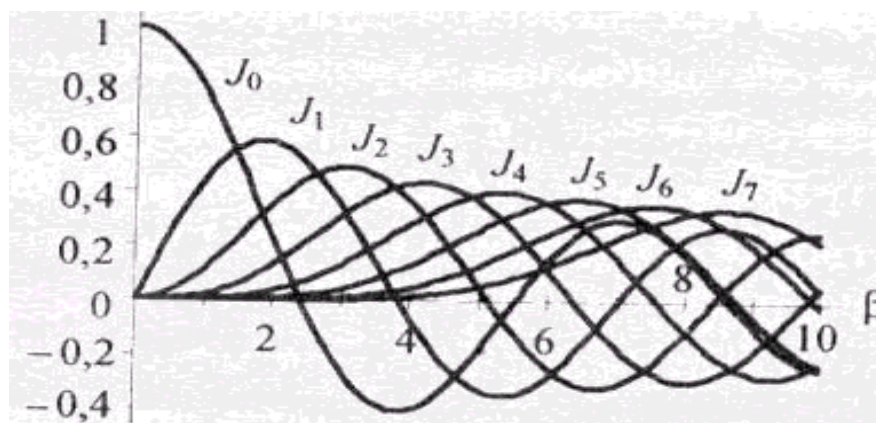


Рисунок 6— Графики первых восьми функций Бесселя

Подставляя последние выражения в $u_{FM}(t)$ и учитывая формулы для произведений тригонометрических функций, получим:

$$\begin{aligned} \dot{O}_{\rightarrow i}(t) = & j_0(\beta) * U_{m0} * \cos \omega_0 t - j_1(\beta) * U_{m0} * \sin(\omega_0 + \Omega)t - j_1(\beta) * U_{m0} * \sin(\omega_0 - \Omega)t + \\ & + j_3(\beta) * U_{m0} * \sin(\omega_0 + 3\Omega)t + j_3(\beta) * U_{m0} * \sin(\omega_0 - 3\Omega)t + j_4(\beta) * U_{m0} * \cos(\omega_0 + 4\Omega)t + \\ & + j_4(\beta) * U_{m0} * \cos(\omega_0 - 4\Omega)t - \dots - j_2(\beta) * U_{m0} * \cos(\omega_0 + 2\Omega)t - j_2 * U_{m0} * \cos(\omega_0 - 2\Omega)t + \dots \end{aligned}$$

Следовательно, при ФМ спектр колебаний содержит несущую и бесконечное число гармонических составляющих, расположенных симметрично относительно несущей частоты. При использовании формулы для ЧМ - сигнала спектр будет отличаться от спектра ФМ - сигнала только начальными фазами отдельных спектральных компонент.

Амплитуды несущей и боковых составляющих в спектре сигнала с УМ определяются функциями Бесселя.

Если индекс угловой модуляции $\beta=1$, то $j_0(\beta)=0,8$ и $j_1(\beta)=0,5$, а другие функции Бесселя будут пренебрежительно малы.

Таким образом, при $\beta < 1$ спектр колебаний с ЧМ похож на спектр с однотоновой АМ, а ширина спектра сигнала при $\beta < 1$ примерно равна 2Ω . При $\beta > 1$ образуются верхняя и нижняя боковые полосы, а значит ширина спектра примерно равна $2\Delta\omega$.

Необходимо отметить, что использование угловой модуляции с большим индексом β позволяет получить увеличенную помехоустойчивость при передаче сложных сообщений. Сигналы с угловой модуляцией меньше подвержены влиянию импульсных помех искусственного и естественного происхождения.

В настоящее время наиболее широко используются ЧМ и ФМ в радиовещании, в космической связи, в устройствах сотовой связи и в других системах передачи информации с малыми искажениями.

Для увеличения скорости передачи сообщений в современных системах связи и передачи информации используются смешанные виды модуляции. Например, в модемах используется амплитудно-фазовая или квадратурная модуляция.

1. Практическая часть

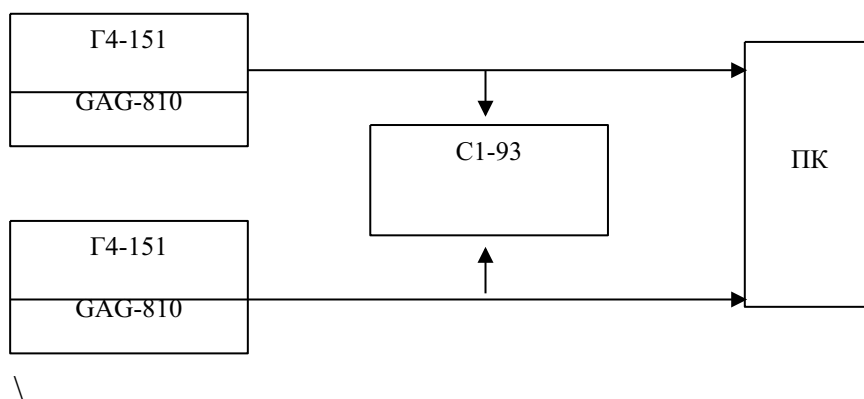


Рисунок 7- Блок-схема проведения исследований

Для выполнения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 7;
- на всех приборах выставить исходные установки, и ручки «аттенюатор плавно» на генераторах поставить в крайнее левое положение;
- включить питание приборов и ПК;
- установить работу ПК в режиме виртуального спектроанализатора:
C:\DOS\ADC\LA_N10 1ADS\SPECTR DOS\lan10.bat;
- включить спектроанализатор кнопкой «спектр».
- выставить на панели управления спектроанализатором исходные установки.

Примечание:

Кнопка С – позволяет выводить вычисленные параметры входного сигнала:

- число эффективных разрядов (ENB);
- сигнал \шум + искажения (SINAD) при 0 гармоник, т.е. SINAD является величиной отношения С\Ш;
- при вычислении двух и более гармоник появляются их вертикальные указатели со значением уровня. При этом вычисляются и выводятся в нижней части экрана:
- SNR – сигнал\шум;
- TND – коэффициент гармонических искажений по выбранному числу гармоник;
- SFDR – реальный динамический диапазон.

Исследование спектра гармонических колебаний, модулированных по частоте

Для проведения исследований необходимо:

- подключить генераторы типа Г4-151 и GAG -810;
- переключатель «МОДУЛЯЦИЯ» генераторов в положение ЧМ ×1

(ВНЕШНЯЯ);

- на выходе генераторов по осциллографу установить $E_m \leq 1$ В, необходимые частоты несущей f_n (например 1 и 2 МГц) и модулирующей 1 кГц и 3,4 кГц по каналам осциллографа;

- измерить амплитуды E_m и периоды несущей и модулирующей по аналоговому осциллографу;

- зарисовать и изучить и сравнить спектры по каждому каналу и между каналами спектроанализатора;

- рассчитать частоты несущей и модулирующей;

- измеренные и рассчитанные данные занести в таблицу 6.

- зарисовать вид всех сигналов с частотной модуляцией (ЧМ) на экране осциллографа;

- включить режим виртуального спектроанализатора;

Таблица 6

физ. величина	E_{mn} (В)	E_{mm} (В)	$\Delta \omega$ (кГц)	β	T_n (с)	T_m (с)	f_n (кГц)	F_m (кГц)
I канал								
II канал								

- измерить постоянные составляющие и гармоники несущей и модулирующей частот, ширину спектра ЧМ сигналов, величину девиации, индекс угловой модуляции;

- измеренные и автоматически рассчитанные данные занести в табл. 7.

Таблица 7

физ. изм.	ω Гц	m_n Дб	m_{m1} Дб	m_{m1} Дб	m_{m2} Дб	m_{m2} Дб	f_n кГц	$f_n + F_m$ кГц	$f_n - F_m$ Гц	f_m кГц	F_c кГц
I канал											
II канал											

Продолжение таблицы 7

Физ.	SINAD	ENB	SNR	TND	SFDR
------	-------	-----	-----	-----	------

величины					
I канал					
II канал					

- построить все полученные спектры в одном масштабе;
- пересчитать амплитуды постоянной составляющей и гармоник из Дб в Вольты. Сравнить с E_m ;
- записать математические выражения с использованием функций Бесселя полученных спектров при $\beta=0,5$, где β – индекс угловой модуляции;
- нарисовать спектр ЧМ сигнала при $\beta=5,5$;
- по результатам измерений и расчетов сделать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Как изменяется частота несущего колебания при ЧМ?
- 2 Написать формулу изменения частоты?
- 3 Какой параметр изменяется в переносчике информации при ЧМ?
- 4 Что такое девиация?
- 5 В каких случаях в спектре ЧМ сигнала отсутствует гармоника несущей?
- 6 Как определить ширину спектра ЧМ сигнала при большом индексе угловой модуляции?
- 7 Что такое индекс угловой модуляции?
- 8 Чему равна ширина спектра ЧМ сигнала при малых индексах угловой модуляции?
- 9 Где и почему применяется ЧМ?

Приложение № 1

Т а б л и ц а 1.4. Децибелы и отношения

Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей	Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей
00	1,000	1,000	14,0	5,012	25,120
0,1	1,012	1,023	15,0	5,623	31,620
0,2	1,023	1,047	16,0	6,310	39,810
0,3	1,035	1,072	17,0	7,079	50,120
0,4	1,047	1,096	18,0	7,943	63,100
0,5	1,059	1,122	19,0	8,913	79,430
0,6	1,072	1,0148	20,0	10,0	100,0
0,7	1,084	1,175	25,0	17,780	316,2
0,8	1,096	1,202	30,0	31,620	1000,0
0,9	1,109	1,230	35,0	56,230	3162,0
1,0	1,122	1,259	40,0	100,0	10 ⁴
2,0	1,259	1,585	45,0	177,80	3,162·10 ⁴
3,0	1,413	1,995	50,0	316,20	10 ⁵
4,0	1,585	2,512	55,0	562,30	3,162·10 ⁵
5,0	1,778	3,162	60,0	10 ³	10 ⁶
6,0	1,995	3,981	65,0	1,778·10 ³	3,162·10 ⁶
7,0	2,239	5,012	70,0	3,162·10 ³	10 ⁷
8,0	2,512	6,310	80,0	10 ⁴	10 ⁸
9,0	2,818	7,943	90,0	3,162·10 ⁴	10 ⁹
10,0	3,162	10,0	100,0	10 ⁵	10 ¹⁰
11,0	3,548	12,590	110,0	3,162·10 ⁵	10 ¹¹
12,0	3,981	15,850	120,0	10 ⁶	10 ¹²
13,0	4,467	19,950	150,0	3,162·10 ⁷	10 ¹⁵

Таблица пересчета из Дб в Вольты.

В	Дб	В	Дб	В	Дб	В	Дб
0,01	- 37,7856	0,06	22,2228	0,125	- 15,8477	0,6	- 2,223
0,015	- 34,2639	0,065	- 21,5275	0,15	- 14,2641	0,65	- 1,5278
0,02	- 31,7651	0,07	- 20,8839	0,2	- 11,7653	0,7	- 0,8841
0,025	- 29,8269	0,075	- 20,2846	0,25	- 9,8271	0,75	- 0,2848
0,03	- 28,2433	0,08	- 19,724	0,3	- 8,2435	0,8	- 0,2758
0,035	- 26,9044	0,085	- 19,1975	0,35	- 6,9046	0,85	0,8023
0,04	- 25,7446	0,09	- 18,701	0,4	- 5,7448	0,9	1,2988

0,045	- 24,7215	0,095	- 18,2314	0,45	- 4,7217	0,95	1,7684
0,05	- 23,8064	0,1	- 17,7859	0,5	- 3,8066	1	2,2139
0,055	- 22,9785			0,55	- 2,9787		

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1,2

Дополнительная: 1, 2,3

Методическая литература: 1, 2, 3

Интернет-ресурсы: 1, 2

Тема 7. Комплексы радиомониторинга и безопасность.

Лабораторная работа № 11-12

Тема: Исследование спектра гармонических колебаний при смешанных видах модуляции

Учебная цель:

- закрепить теоретические знания о спектрах сигналов;
- научиться исследовать спектры гармонических колебаний при смешанных видах модуляции.

Формируемые компетенции: ПК-5

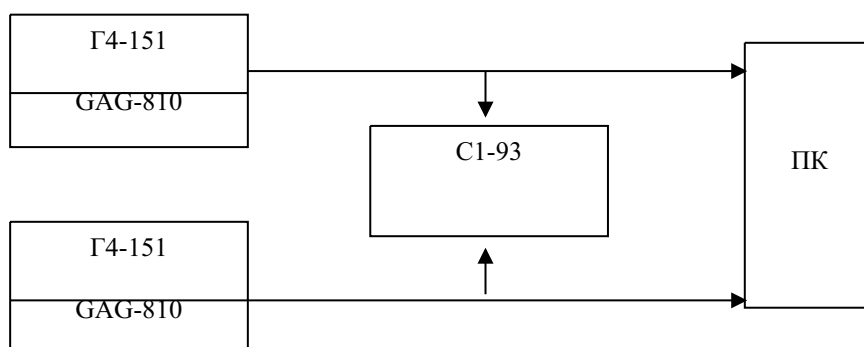
Теоретическая часть:

Материально - техническое обеспечение:

- компьютеры со специальными платами ЛА-n10M7 и программным обеспечением;
- генераторы стандартных сигналов ГЧ-151, GAG-810;
- элементы коммутации.

Для увеличения скорости передачи сообщений в современных системах связи и передачи информации используются смешанные виды модуляции. Например, в модемах используется амплитудно-фазовая или квадратурная модуляция.

1. Практическая часть



\

Рисунок 7- Блок-схема проведения исследований

Для выполнения исследований необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 7;
- на всех приборах выставить исходные установки, и ручки «аттенюатор плавно» на генераторах поставить в крайнее левое положение;
- включить питание приборов и ПК;
- установить работу ПК в режиме виртуального спектроанализатора:
C:\DOS\ADC\LA_N10 1ADS\SPECTR DOS\lan10.bat;
- включить спектроанализатор кнопкой “спектр”.
- выставить на панели управления спектроанализатором исходные установки

Примечание:

Кнопка С – позволяет выводить вычисленные параметры входного сигнала:

- число эффективных разрядов (ENB);
- сигнал \шум + искажения (SINAD) при 0 гармоник, т.е. SINAD является величиной отношения С\Ш;
- при вычислении двух и более гармоник появляются их вертикальные указатели со значением уровня. При этом вычисляются и выводятся в нижней части экрана:
 - SNR – сигнал\шум;
 - TND – коэффициент гармонических искажений по выбранному числу гармоник;
 - SFDR – реальный динамический диапазон.

Исследование спектров сигналов при смешанных видах модуляции (ЧМ - АМ)

Для проведения исследований необходимо:

- подключить генераторы Г4-151 и GAG-810;
- переключатель «МОДУЛЯЦИЯ» Г4-151 в положение АМ% «ВНЕШ» или «ВНУТР»;
- установить на экране осциллографа по I и II каналам сигналы с амплитудой $E_{\text{мн}} \leq 1$ В и глубиной модуляции М;
- подключить на вход ФАП Г4-151 (при отжатой кнопке «ВНЕШ») частотный модулирующий сигнал и установить необходимую девиацию частоты (при индексе угловой модуляции $\beta < 1$ и > 1);
- установить на экране осциллографа ЧМ сигнал с амплитудой $E_{\text{мн}} \leq 1$ В;
- измерить по экрану осциллографа амплитуды и периоды несущей, модулирующей АМ и ЧМ;
- измеренные и рассчитанные данные занести в таблицу 10.

Таблица 10.

Аналоговый осциллограф.												
Физ. велич.	E_{mn} (В)	E_{mA} м (В)	$E_{mч}$ м (В)	T_n (с)	T_{AM} (с)	$T_{чм}$ (с)	f_n (Гц)	F_{AM} Гц	$F_{чм}$ (Гц)	М %	$\Delta\omega$ (кГц)	β
I канал												0,5
												,5
II канал												

- зарисовать вид всех сигналов, наблюдаемых на экране аналог. осциллографа;
 - включить режим виртуального спектроанализатора;
 - зарисовать, изучить и сравнить спектры по I и II каналам и между каналами спектроанализатора.

- измерить напряжения $U_{0н}$, $U_{0ам}$, $U_{0чм}$, $U_{мчм}$, $U_{мAM}$, частоты f_n , $f_n \pm F_{чм}$, $f_n \pm F_{AM}$, $F_{чм}$, F_{AM} , ΔF_c по I и II каналам спектроанализатора, а также рассчитать М, $\Delta\omega$ и β .
 Измеренные и автоматически рассчитанные данные занести в табл. 11.

Таблица 11.

Физ. величин	М %	$\Delta\omega$ (кГц)	β	$U_{0н}$ (В)	U_{0A} м (В)	$U_{0ч}$ м (В)	$U_{мч}$ м (В)	U_{mA} м (В)	f_n (Гц)	$f_n - F_{чм}$ (Гц)	$f_n + F_{чм}$ м (Гц)
I канал											
II канал											

Продолжение таблицы 11

Физ. величины	$f_{чм}$ (Гц)	$f_n - F_{AM}$ (Гц)	$f_n + F_{AM}$ (Гц)	F_{AM} (Гц)	ΔF_c (Гц)	SINAD	ENB	SNR	TND	SFDR
I канал										
II канал										

- построить все полученные спектры и спектры при $\beta=3$ и 8,7 ;
 - пересчитать амплитуды из Дб в Вольты. Сравнить с E_m ;
 - записать математические выражения полученных спектров.
 По результатам наблюдений, измерений и расчетов сделать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое спектр сигнала?
- 2 Когда колебание можно назвать сигналом?
- 3 Что является математической моделью периодического сигнала?
- 4 Что такое ширина спектра сигнала?
- 5 Написать математическое выражение периодических сигналов произвольной формы.
- 6 Написать выражение прямого и обратного преобразования Фурье и дать их характеристику.
- 7 Какой должна быть ширина полосы пропускания приемного устройства для импульсных сигналов и почему?
- 8 Что такое динамический диапазон и написать его формулу.
- 9 Перечислить параметры сигналов, которые являются их признаками.
- 10 Изобразить спектры бинарного, АМ и ЧМ сигналов.
- 11 Какими свойствами характеризуются спектры бинарных периодических сигналов?
12. Какие виды модуляции используются для аналоговых сигналов?
- 13 Перечислить виды импульсной модуляции и раскрыть их смысл.
- 14 Что такое база сигнала?
- 15 Какие сигналы называются узкополосными и широкополосными?
- 16 Какими параметрами (в общем случае) можно описать любое сообщение?
- 17 Чему равна ширина спектра модулированных синусоидальных сигналов для разных видов модуляции?
- 18 Что такое объем сигнала?
- 19 Какие условия необходимы для безискаженной передачи сообщения?
- 20 С какой целью используется смешанная модуляция?
21. Какой вид модуляции используется в модемах?

Приложение № 1

Т а б л и ц а 1.4. Децибелы и отношения

Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей	Децибел	Отношение напряжений (токов)	Отношение мощностей
00	1,000	1,000	14,0	5,012	25,120
0,1	1,012	1,023	15,0	5,623	31,620
0,2	1,023	1,047	16,0	6,310	39,810
0,3	1,035	1,072	17,0	7,079	50,120
0,4	1,047	1,096	18,0	7,943	63,100
0,5	1,059	1,122	19,0	8,913	79,430
0,6	1,072	1,148	20,0	10,0	100,0
0,7	1,084	1,175	25,0	17,780	316,2
0,8	1,096	1,202	30,0	31,620	1000,0
0,9	1,109	1,230	35,0	56,230	3162,0
1,0	1,122	1,259	40,0	100,0	10 ⁴
2,0	1,259	1,585	45,0	177,80	3,162·10 ⁴
3,0	1,413	1,995	50,0	316,20	10 ⁵
4,0	1,585	2,512	55,0	562,30	3,162·10 ⁵
5,0	1,778	3,162	60,0	10 ³	10 ⁶
6,0	1,995	3,981	65,0	1,778·10 ³	3,162·10 ⁶
7,0	2,239	5,012	70,0	3,162·10 ³	10 ⁷
8,0	2,512	6,310	80,0	10 ⁴	10 ⁸
9,0	2,818	7,943	90,0	3,162·10 ⁴	10 ⁹
10,0	3,162	10,0	100,0	10 ⁵	10 ¹⁰
11,0	3,548	12,590	110,0	3,162·10 ⁵	10 ¹¹
12,0	3,981	15,850	120,0	10 ⁶	10 ¹²
13,0	4,467	19,950	150,0	3,162·10 ⁷	10 ¹⁵

Таблица пересчета из Дб в Вольты.

В	Дб	В	Дб	В	Дб	В	Дб
0,01	- 37,7856	0,06	22,2228	0,125	- 15,8477	0,6	- 2,223
0,015	- 34,2639	0,065	- 21,5275	0,15	- 14,2641	0,65	- 1,5278
0,02	- 31,7651	0,07	- 20,8839	0,2	- 11,7653	0,7	- 0,8841
0,025	- 29,8269	0,075	- 20,2846	0,25	- 9,8271	0,75	- 0,2848
0,03	- 28,2433	0,08	- 19,724	0,3	- 8,2435	0,8	- 0,2758
0,035	- 26,9044	0,085	- 19,1975	0,35	- 6,9046	0,85	0,8023
0,04	-	0,09	- 18,701	0,4	- 5,7448	0,9	1,2988

	25,7446						
0,045	- 24,7215	0,095	- 18,2314	0,45	- 4,7217	0,95	1,7684
0,05	- 23,8064	0,1	- 17,7859	0,5	- 3,8066	1	2,2139
0,055	- 22,9785			0,55	- 2,9787		

Перечень литературы необходимый для освоения дисциплины

Основная литература:

Креопалов, В. В. Технические средства и методы защиты информации : Учебное пособие / Креопалов В. В. - Москва : Евразийский открытый институт, 2011. - 278 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-374-00507-3

Технические средства и методы защиты информации : учеб. пособие / А. П. Зайцев [и др.] ; под ред. А. П. Зайцева, А. А. Шелупанова. - [4-е изд., испр. и доп.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. - 616 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 608-609. - ISBN 978-5-9912-0084-4

Дополнительная литература:

Аверченков, В. И. Методы и средства инженерно-технической защиты информации : Учебное пособие / Аверченков В. И. - Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. - 187 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-89838-357-3

Руднев, А.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации : учебно-методическое пособие / сост. А.Н. Руднев Электронный ресурс. - Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации, 2022-04-04 : Московский технический университет связи и информатики ; Москва, 2016. - 29 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Титов, А. А. Технические средства защиты информации : Учебное пособие / Титов А. А. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 194 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Методическая литература:

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технические средства защиты информации"

Руднев, А.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации : учебно-методическое пособие / сост. А.Н. Руднев Электронный ресурс. - Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и

средства защиты информации, 2022-04-04 : Московский технический университет связи и информатики ; Москва, 2016. - 29 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Шелухин, О.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Методы и средства защиты информации в компьютерных сетях» : учебно-методическое пособие / сост. О.И. Шелухин Электронный ресурс. - Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Методы и средства защиты информации в компьютерных сетях», 2022-04-04 : Московский технический университет связи и информатики ; Москва, 2015. - 35 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Интернет-ресурсы:

Журнал «Вопросы защиты информации». – Доступно: http://www.infqoz.vimi.ru/main_izd.php – Сайт Федерального государственного унитарного предприятия Всероссийский НИИ межотраслевой информации – федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности.

Справочник по безопасности. Технические средства защиты информации. – Доступно: <http://www.warning.dp.ua/tel2-2.htm>.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Технические средства защиты информации»

для студентов направления подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»

Направленность (профиль):

«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере профессиональной
деятельности)»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента
2. Технологическая карта самостоятельной работы студента
3. Самостоятельное изучение тем лекций
4. Паспорт фонда оценочных средств для проверки самостоятельной работы
5. Список рекомендуемой литературы

ВВЕДЕНИЕ

Целью дисциплины «Технические средства защиты информации» является рассмотрение теоретических основ и закономерностей построения и функционирования систем, в том числе и организационных, методологических принципов их анализа и синтеза, применение изученных закономерностей для формирования набора общекультурных и профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность».

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение основных естественнонаучных законов для адекватного применения математического аппарата и выявления сущности проблем, возникающих в сфере защиты информации и информационной безопасности.
2. Формирование способностей применять методы теории систем и системного анализа при проведении предварительного технико-экономического анализа и обоснования проектных решений по обеспечению информационной безопасности.
3. Формирование способностей самостоятельно проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать результаты, оценивать погрешность и достоверность результатов.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента

Основными видами учебной работы по достижению результатов освоения дисциплины являются лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа студентов (СРС).

На лекциях раскрываются основные положения и понятия курса, формируются знания в области математических основ теории систем. На лабораторных работах формируются умения и навыки, необходимые для решения задач профессиональной деятельности.

Приступая к изучению учебной дисциплины, необходимо ознакомиться с учебной программой, получить в библиотеке рекомендованные учебные пособия, а также получить у ведущего преподавателя в электронном виде конспекты лекций, методические рекомендации к лабораторным работам и тестовые, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и выполнения лабораторных работ.

Для изучения дисциплины предлагается список основной и дополнительной литературы. Основная литература предназначена для обязательного изучения, дополнительная – поможет более глубоко освоить отдельные вопросы, подготовить исследовательские задания и выполнить задания для самостоятельной работы.

В ходе лекционных занятий студент обязан осуществлять конспектирование учебного материала, особое внимание, обращая на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, физических явлений, процессов, эффектов. В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых следует делать пометки из рекомендованной литературы, дополнять материал прослушанной лекции, формулировать научные выводы и практические

рекомендации. Студент имеет право задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Самостоятельная работа студентов над материалом учебной дисциплины является неотъемлемой частью учебного процесса и должна предполагать углубление знания учебного материала, излагаемого на аудиторных занятиях, и приобретение дополнительных знаний по отдельным вопросам самостоятельно.

Основными видами самостоятельной работы курсантов по учебной дисциплине являются:

- самостоятельное изучение учебного материала по заданным темам;
- подготовка к лабораторным работам, оформление отчета по выполненному лабораторному занятию и подготовка к собеседованию по результатам работы.

Основными методами самостоятельной работы студентов являются:

1) для овладения знаниями:

- чтение текста (конспекта лекций, учебника, дополнительной литературы) и конспектирование текста;
- работа с нормативными документами;
- поиск информации в Интернет;

2) для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, слайдами);
- составление плана и тезисов ответа или графическое изображение структуры ответа;

- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных документов;
- ответы на контрольные вопросы;

3) для формирования умений:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- решение задач и лабораторных заданий;
- подготовка отчетов по лабораторным занятиям;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

В случае пропуска учебного занятия студент может воспользоваться содержанием различных блоков учебно-методического комплекса (лекции, лабораторные занятия, контрольные вопросы и тесты) для самоподготовки и освоения темы. Для самоконтроля необходимо использовать вопросы и задания, предлагаемые к лабораторным занятиям, а также варианты тестовых заданий.

2. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ПК-5 ИД-1	Подготовка к лабораторной работе	Собеседование	16,2	5,4	21,6
ПК-5 ИД-1	Подготовка к лекции	Конспект	16,2	5,4	21,6
ПК-5 ИД-1	Подготовка доклада	Доклад	16,2	5,4	21,6
ПК-5 ИД-1	Самостоятельное изучение литературы	Конспект	16,2	5,4	21,6
ПК-5 ИД-1	Подготовка к экзамену	Вопросы к экзамену	16,2	5,4	21,6
Итого семестр			81	27	108
Итого			81	27	108

3. Порядок выполнения самостоятельной работы

3.1 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины «Технические средства защиты информации» предполагает овладение материалами лекций, учебников, программы, творческую работу студентов в ходе проведения лабораторных работ, а также систематическое выполнение заданий для самостоятельной работы.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к лабораторным занятиям.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Технические средства защиты информации»

На первом занятии получите у преподавателя задания по курсу, планы подготовки к лабораторным работам. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед лабораторными работами изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с опытом других исследователей в этом направлении.

Целью лабораторных работ является:

- закрепление методов приложения теории к решению практических задач анализа и синтеза психологического знания;
- проверка уровня понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала;
- обучение навыкам освоения методики эксперимента и работы с нормативно-справочной литературой;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

3.2 Методические рекомендации по написанию и оформлению доклада

1. Общие положения

1.1. Доклад, как вид самостоятельной работы в учебном процессе, способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, учит критически мыслить.

1.2. При написании доклада по заданной теме студент составляет план, подбирает основные источники.

1.3. В процессе работы с источниками систематизирует полученные сведения, делает выводы и обобщения.

1.4. К докладу по крупной теме могут привлекать несколько студентов, между которыми распределяются вопросы выступления.

2. Выбор темы доклада

2.1. Тематика доклада обычно определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

2.2. Прежде чем выбрать тему доклада, автору необходимо выявить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко ее изучить.

3. Этапы работы над докладом

3.1. Формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по

своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию.

3.2. Подбор и изучение основных источников по теме (как правильно, при разработке доклада используется не менее 8-10 различных источников).

3.3. Составление списка использованных источников.

3.4. Обработка и систематизация информации

3.5. Разработка плана доклада.

3.6. Написание доклада.

3.7. Публичное выступление с результатами исследования.

4. Структура доклада:

- титульный лист

- оглавление (в нем последовательно излагаются названия пунктов доклада, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт);

- введение (формулирует суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяются ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи доклада, дается характеристика используемой литературы);

- основная часть (каждый раздел ее, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из ее сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть представлены таблицы, графики, схемы);

- заключение (подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме доклада, предлагаются рекомендации);

- список использованных источников

5. Структура и содержание доклада

5.1. Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи эксперимента или его фрагмента.

5.2. Основная часть. В ней раскрывается содержание доклада. Как правило, основная часть состоит из теоретического и практического разделов. В теоретическом разделе раскрываются история и теория исследуемой

проблемы, дается критический анализ литературы и показываются позиции автора. В практическом разделе излагаются методы, ход, и результаты самостоятельно проведенного эксперимента или фрагмента.

В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.

5.3. В заключении содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, и рекомендации. Заключение должно быть кратким, обязательным и соответствовать поставленным задачам.

5.4. Список использованных источников представляет собой перечень использованных книг, статей, фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией литературы. В исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания.

5.5. Приложение к докладу оформляются на отдельных листах, причем каждое должно иметь свой тематический заголовок и номер, который пишется в правом верхнем углу, например: «Приложение 1»

6. Требования к оформлению доклада

6.1. Объем доклада может колебаться в пределах 5-15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в ее объем.

6.2. Доклад должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.

6.3. Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

6.4. Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата.

7. Критерии оценки доклада

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления доклада стандартам.

По усмотрению преподавателя доклады могут быть представлены на семинарах,

научно-практических конференциях, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

Методические рекомендации по конспектированию первоисточников

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Конспектирование – процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста.

Результат конспектирования – запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. Конспект в переводе с латыни означает «обзор». По существу его и составлять надо как обзор, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Конспект носит индивидуализированный характер: он рассчитан на самого автора и поэтому может оказаться малопонятным для других.

Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

1. Сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение).
2. Увидеть логико-смысловую канву сообщения, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли.

3. Выявить «ключевые» мысли, т. е. основные смысловые вехи, на которые «нанизано» все содержание текста.
4. Определить детализирующую информацию.
5. Лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Во всяком научном тексте содержится информация 2-х видов: основная и вспомогательная. Основной является информация, имеющая наиболее существенное значение для раскрытия содержания темы или вопроса. К ней относятся: определения научных понятий, формулировки законов, теоретических принципов и т. д. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше усвоить предлагаемый материал. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Основную – записываем как можно полнее, вспомогательную, как правило, опускаем. Содержание конспектирования составляет переработка основной информации в целях ее обобщения и сокращения. Обобщить – значит представить ее в более общей, схематической форме, в виде тезисов, выводов, отдельных заголовков, изложения основных результатов и т. п. Читая, мы интуитивно используем некоторые слова и фразы в качестве опорных. Такие опорные слова и фразы называются ключевыми. Ключевые слова и фразы несут основную смысловую и эмоциональную нагрузку содержания текста.

Выбор ключевых слов – это первый этап смыслового свертывания, смыслового сжатия материала.

Важными требованиями к конспекту являются наглядность и обозримость записей и такое их расположение, которое давало бы возможность уяснить логические связи и иерархию понятий.

По форме конспекты подразделяются на формализованные и графические.

1. Формализованные (все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы).

Это удобно, во-первых, при конспектировании материалов, когда перечень характеристик описываемых предметов или явлений более или менее постоянен, во-вторых, при подготовке единого конспекта по нескольким источникам. Особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных предметов или явлений.

2. Графические (элементы конспектируемой работы располагаются в таком виде, при котором видна иерархия понятий и взаимосвязь между ними).

По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части. Ведение графического конспекта - наиболее совершенный способ изображения внутренней структуры книги, а сам этот процесс помогает усвоению ее содержания.

Можно выделить следующие основные **типы конспектов: плановый, текстуальный, сводный, тематический.**

Плановый – легко получить с помощью предварительно сделанного плана произведения, каждому вопросу плана отвечает определенная часть конспекта:

а) вопросно-ответный (на пункты плана, выраженные в вопросительной форме, конспект дает точные ответы);

б) схематичный плановый конспект (отражает логическую структуру и взаимосвязь отдельных положений).

Текстуальный – это конспект, созданный в основном из цитат.

Сводный конспект – сочетает выписки, цитаты, иногда тезисы; часть его текста может быть снабжена планом.

Тематический – дает более или менее исчерпывающий ответ (в зависимости из числа привлеченных источников и другого материала, например, своих же записей) на поставленный вопрос – тему: обзорный; хронологический.

Роль конспекта – чисто учебная: он помогает зафиксировать основные понятия и положения первичного текста и в нужный момент их воспроизвести, например, при написании реферата или подготовке к экзамену.

Способы конспектирования.

- **Тезисы** – это кратко сформулированные основные мысли, положения изучаемого материала. Тезисы лаконично выражают суть читаемого, дают возможность раскрыть содержание. Приступая к освоению записи в виде тезисов, полезно в самом тексте отмечать места, наиболее четко формулирующие основную мысль, которую автор доказывает (если, конечно, это не библиотечная книга). Часто такой отбор облегчается шрифтовым выделением, сделанным в самом тексте.

- **Линейно-последовательная запись текста.** При конспектировании линейно – последовательным способом целесообразно использование плакатно-оформительских средств, которые включают в себя следующие:

- сдвиг текста конспекта по горизонтали, по вертикали;
- выделение жирным (или другим) шрифтом особо значимых слов;
- использование различных цветов;
- подчеркивание;
- заключение в рамку главной информации.

- **Способ «вопросов – ответов».** Он заключается в том, что, поделив страницу тетради пополам вертикальной чертой, конспектирующий в левой части страницы самостоятельно формулирует вопросы или проблемы, затронутые в данном тексте, а в правой части дает ответы на них.

Одна из модификаций способа «вопросов – ответов» - таблица, где место вопроса занимает формулировка проблемы, поднятой автором (лектором), а место ответа – решение данной проблемы. Иногда в таблице могут появиться и дополнительные графы: например, «мое мнение» и т. п.

- **Схема с фрагментами** – способ конспектирования, позволяющий ярче выявить структуру текста, - при этом фрагменты текста (опорные слова, словосочетания, пояснения всякого рода) в сочетании с графикой помогают

созданию рационально - лаконичного конспекта.

- **Простая схема** – способ конспектирования, близкий к схеме с фрагментами, объяснений к которой конспектирующий не пишет, но должен уметь давать их устно. Этот способ требует высокой квалификации конспектирующего. В противном случае такой конспект нельзя будет использовать.

- **Параллельный способ** конспектирования. Конспект оформляется на двух листах параллельно или один лист делится вертикальной чертой пополам и записи делаются в правой и в левой части листа.

Однако лучше использовать разные способы конспектирования для записи одного и того же материала.

Комбинированный конспект – вершина овладения рациональным конспектированием. При этом умело используются все перечисленные способы, сочетая их в одном конспекте (один из видов конспекта свободно перетекает в другой в зависимости от конспектируемого текста, от желания и умения конспектирующего). Именно при комбинированном конспекте более всего проявляется уровень подготовки и индивидуальность студента.

Принципы составления конспекта прочитанного.

1. Записать все выходные данные источника: автор, название, год и место издания. Если текст взят из периодического издания (газеты или журнала), то записать его название, год, месяц, номер, число, место издания.

2. Выделить поля слева или справа, можно с обеих сторон. Слева на полях отмечаются страницы оригинала, структурные разделы статьи или книги (названия параграфов, подзаголовки и т. п.), формулируются основные проблемы. Справа – способы фиксации прочитанной информации.

Один из видов чтения – углубленное – предполагает глубокое усвоение прочитанного и часто сохранение информации в целях последующего обращения к ней. Эффективность такого чтения повышается, если прочитанное зафиксировано не только в памяти, но и на бумаге. Психологи утверждают, что записанное лучше и полнее усваивается, прочнее откладывается в памяти. Установлено, что если прочитать 1000 слов и затем записать 50, подытоживающих прочитанное, то коэффициент усвоения будет выше, чем, если прочитать 10000 слов, не записав ни одного. Кроме того, при записи прочитанного формируется навык свертывания информации. И, наконец, чередование чтения и записывания уменьшает усталость, повышает работоспособность и производительность умственного труда.

1. Резюмирование.

Резюме – краткий итог прочитанного, содержащий его оценку. Резюме характеризует основные выводы книги, главные итоги.

Выбор языковых средств для построения резюме-выводов подчинен основной задаче свертывания информации: минимум языковых средств – максимум информации. Это обычно одно – три четких, кратких, выразительных предложения, раскрывающих, по мнению автора, самую суть описываемого объекта.

2. Аннотация.

Аннотация – краткая обобщенная характеристика печатной работы (книги, статьи), включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление о теме.

Основное ее назначение – дать некоторое представление о книге (статье, научной работе) с тем, чтобы рекомендовать ее определенному кругу читателей или воспользоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуется изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

Текст аннотации не стандартизирован. В научной литературе можно встретить различные требования к составлению аннотаций. Например, текст справочной аннотации может включать следующие сведения:

- тип и название аннотируемого документа (монография, диссертация, сборник, статья и т. п.)
- задачи, поставленные автором аннотируемого документа
- метод, которым пользовался автор (эксперимент, сравнительный анализ, компиляция других источников)
- принадлежность автора к определенной научной школе или направлению
- структуру аннотируемого документа
- предмет и тему произведения, основные положения и выводы автора
- характеристику вспомогательных иллюстративных материалов, дополнений, приложений, справочного аппарата, включая указатели и библиографию.

3.4 Методические указания по подготовке к экзамену

Контроль и оценка знаний студентов является неотъемлемой составной частью учебно-воспитательного процесса в вузе. Экзаменационная сессия – самая

ответственная пора в студенческой жизни: она является итогом большой работы студентов в семестре. Экзамен – это метод проверки знаний студентов по части или полному курсу учебной дисциплины, произведенный путем постановки устных или письменных вопросов. Он дает объективную официально фиксируемую оценку успехов студентов за определенный отрезок времени.

Экзамен преследует многогранную цель: во-первых, это – проверка знаний студента, во-вторых, они сами по себе являются важным звеном в овладении наукой, в-третьих, это продолжение учебного процесса; наконец, он имеет большое значение как фактор стимулирования глубокого изучения предмета.

Подготовка к экзамену состоит из двух взаимосвязанных этапов. Первый – систематический труд на протяжении семестра, учебного года, охватывающий все формы учебного процесса: лекции, изучение и конспектирование рекомендованной литературы, активное участие в семинарских (практических) и лабораторных занятиях.

Второй – подготовка непосредственно перед экзаменом. Она позволяет студентам за сравнительно короткий отрезок времени охватить всю перспективу изученного и лучше понять основные закономерности и явления.

Ограниченность времени (3-4 дня) для непосредственной подготовки к экзамену по предмету требует от студентов спокойно, без нервной суеты и спешки еще раз внимательно продумать изученный в течение семестра материал, тщательно отработать вопросы, недостаточно изученные или плохо понятые, с тем, чтобы по возможности устранить все пробелы в своих знаниях.

Готовиться надо по строго продуманному графику, последовательно переходя от темы к теме, не пропуская ни одну из них.

Сложные вопросы, недостаточно уясненные в процессе подготовки к экзамену, необходимо записать и получить на них разъяснения у преподавателей во время предэкзаменационных консультаций.

Следует заметить, что студенты, которые не ходят на консультации из-за отсутствия, по их мнению, сложных вопросов, поступают опрометчиво. На консультациях очень часто лектор не только отвечает на заданные вопросы, но и по собственной инициативе разъясняет наиболее трудные разделы курса.

Итак, основной задачей подготовки студентов к экзамену является систематизация знаний учебного материала, его творческое осмысливание. Важнейшим учебным пособием на этом этапе работы студента является собственный конспект прослушанных лекций и самостоятельно проработанных тем курса.

В соответствии с положением об экзаменах их, как правило, принимают преподаватели, читающие курс лекций.

Получив билет, студент должен хорошо продумать содержание поставленных вопросов. Значительное число неудачных ответов объясняется неясным пониманием поставленной проблемы. Правильное понимание вопроса обеспечит успех при ответе на него. При подготовке к ответу на билет нужно составить развернутый план по каждому вопросу

Отвечая на вопросы экзаменационного билета, не следует спешить. Надо излагать материал спокойно, не торопясь, владеть собой, следить за построением фраз. Следует избегать подходов издали, общих рассуждений. Рекомендуются строить ответы четко, последовательно, конкретно, по возможности исчерпывающе. Вместе с тем весьма желательно быстро и правильно иллюстрировать свой ответ примерами.

От экзаменуемого требуется: определение понятий, обоснование выдвинутых положений, свободное оперирование фактическим материалом, дать альтернативные подходы по отдельным проблемам. Логичность, стройность, литературная грамотность изложения являются неотъемлемыми чертами полноценного ответа. Нельзя при ответе допускать ни излишней краткости, переходящей в схематизм, ни многословия. И то, и другое не оправдано. Краткость не дает преподавателю возможности понять, владеет ли студент учебным материалом, а многословие может показать, что студент не умеет акцентировать внимание на главном и говорит слишком расплывчато.

Вопросы к экзамену

Базовый уровень.

1. Какими способами происходит несанкционированный съём информации с телефонных линий?
2. Что такое взаимная индукция?
3. В чем измеряется переходное затухание?
4. В каких линиях взаимная индукция больше и почему?
5. Объяснить, за счет чего происходит наведение ЭДС: за счет магнитного, электрического поля или электромагнитной волны?
6. Для чего необходимы нагрузочные сопротивления?
7. Оцените по полученным результатам переходное затухание, зная величину нагрузочных сопротивлений (по 600 Ом).
8. Поясните, в каких режимах работает многофункциональный прибор ST033 «Пирания».
9. Перечислите основные технические характеристики ST033 «Пирания».
10. Предназначение контрольного устройства «ТЕСТ».
11. Поясните порядок работы с прибором при поиске вибрационных каналов утечки речевой информации.
12. Поясните порядок работы с прибором в режиме детектора магнитных полей.
13. Поясните порядок работы с прибором в режиме высокочастотного детектора.
14. Поясните порядок работы с прибором в режиме обнаружения ИК-канала утечки информации.
15. Какой вид энергии и почему наиболее часто используется для передачи информации?
16. Какие виды модуляции используются при аналоговых сигналах?
17. Перечислить состав радиотехнических средств съема информации?
18. С помощью каких приборов можно обнаружить радиоканалы утечки

- информации?
19. Режимы принимаемых сигналов приемником AR – 8600 и их краткая характеристика.
 20. Основные характеристики приемника AR – 8600.
 21. Основные режимы работы сканирующего приемника AR – 8600.
 22. Предназначение нелинейного лоатора «Лорнет».
 23. Основные технические характеристики нелинейного лоатора «Лорнет».
 24. Объясните физические принципы нелинейной локации.
 25. Для чего предназначено устройство «NR-900EMS»?
 26. Перечислите основные технические характеристики устройства «NR-900EMS»
 27. Опишите порядок работы с устройством «NR-900EMS
 28. Назначения и основные технические характеристики изделия «ФИЛИН-4».
 29. Назначение и основные технические характеристики «Квартет-2»
 30. Принцип работы «Квартет-2»
 31. Принцип работы «ФИЛИН-4».
 32. Общие сведения о ПАК «Кассандра K21».
 33. Основные технические характеристики ПАК «Кассандра K21».

Повышенный уровень

1. По рисунку 1 написать выражение результирующего тока $I_{рез}$, для входной и выходной цепи.
2. Объяснить, почему при изменении нагрузки во входной цепи, выходной сигнал не изменяется.
3. Практически обнаружить ИК-канал утечки информации.
4. Практически обнаружить радиоканал утечки информации.
5. Практически обнаружить акустический канал утечки информации.
6. Практически обнаружить вибро - акустический канал утечки информации.
7. Практически обнаружить канал утечки информации по линии 220 Вольт.
8. Какие способы зашумления применяют при подавлении радиоканалов съема информации?
9. Почему сигналы с АМ применяются реже, чем сигналы с угловой модуляцией.
10. Порядок работы с приёмником AR – 8600 при обнаружении неизвестных сигналов.
11. Порядок работы с приёмником AR – 8600 при обнаружении известных сигналов.
12. Основные отличия нелинейных лоаторов «Лорнет».
13. Порядок работы с нелинейным лоатором «Лорнет».
14. Основные отличия нелинейного лоатора «NR-900EMS».
15. Порядок работы с нелинейным лоатором «NR-900EMS».
16. Использование режима работы 20 К.
17. Частотные диапазоны стандартов систем сотовой связи.
18. Принципы множественного доступа.
19. Работа с ПАК «Кассандра K21» по проведению радимониторинга.

Перечень литературы необходимый для освоения дисциплины

Основная литература:

Зайцев, А. П. Технические средства и методы защиты информации : учебник / А. П. Зайцев, Р. В. Мещеряков, А. А. Шелупанов. — 7-е изд., испр. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 442 с. — ISBN 978-5-9912-0233-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111057>

Глухарев, М. Л. Технические средства защиты информации : учебное пособие / М. Л. Глухарев, М. Ф. Исаева. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 55 с. — ISBN 978-5-7641-112-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111736>

Дополнительная литература:

Аверченков, В. И. Методы и средства инженерно-технической защиты информации : Учебное пособие / Аверченков В. И. - Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. - 187 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-89838-357-3

Руднев, А.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации : учебно-методическое пособие / сост. А.Н. Руднев Электронный ресурс. - Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации, 2022-04-04 : Московский технический университет связи и информатики ; Москва, 2016. - 29 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Титов, А. А. Технические средства защиты информации : Учебное пособие / Титов А. А. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 194 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Методическая литература:

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технические средства защиты информации"

Руднев, А.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации : учебно-методическое пособие / сост. А.Н. Руднев Электронный ресурс. - Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине Методы и средства защиты информации, 2022-04-04 : Московский технический университет связи и информатики ; Москва, 2016. - 29 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Шелухин, О.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Методы и средства защиты информации в компьютерных сетях» : учебно-методическое пособие / сост. О.И. Шелухин Электронный ресурс. - Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Методы и средства защиты информации в компьютерных сетях», 2022-04-04 : Московский технический университет связи и информатики ; Москва, 2015. - 35 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Интернет-ресурсы:

www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

www.eLibrary.ru - Научная электронная библиотека

www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks

Журнал «Вопросы защиты информации». – Доступно: [http: // www. infqoz. vimi. ru /](http://www.infqoz.vimi.ru/)