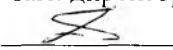


Рассмотрен

цикловой комиссией по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям отделения «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Согласовано

зам. директора по ОМР

 Е. А. Ткаченко
«30» августа 2017 г.

Протокол № 1 от «30» августа 2017 г.

Председатель комиссии:

 Т. В. Невзорова

ПРАКТИЧЕСКИЕ (ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ)

ОП.02. Технологии физического уровня передачи данных
Специальность 09.02.02. Компьютерные сети

Грязовец
2017 г.

Лабораторно-практические работы

ОП 02. Технологии физического уровня передачи данных

Пояснительная записка

Пакет лабораторно-практических работ разработан на основании программы учебной дисциплины ОП.02. Технологии физического уровня передачи данных по специальности 09.02.02 «Компьютерные сети»

При изучении дисциплины «Технологии физического уровня передачи данных» следует постоянно обращать внимание на необходимость выполнения лабораторных и практических работ, т.к. практические навыки могут быть использованы в будущей практической деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

уметь:

- осуществлять необходимые измерения параметров сигналов;
- рассчитывать пропускную способность линии связи.

Практические занятия проводятся в группе. Студенты работают индивидуально по инструкционной карте. Практические работы рассчитаны на 2 часа.

Перечень лабораторно-практических работ и отработанных профессиональных и общих компетенций по дисциплине «Технологии физического уровня передачи данных» в соответствии с ФОС

№ п/п	Темы ЛПЗ	Профессиональные и общие компетенции
<i>Тема 1.1. Классификация линий связи и их характеристики</i>		
1.	Определение мощности передатчика.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2
2.	Непрерывные электрические сигналы и их параметры.	ОК8, ОК9, ПК 1.1, ПК 3.1, ПК 3.2
3.	Дискретные сигналы и измерение их параметров.	ОК8, ОК9, ПК 1.1, ПК 3.1, ПК 3.2
4.	Спектр сигналов.	ОК8, ОК9, ПК 1.1, ПК 3.1, ПК 3.2
<i>Тема 1.2. Проводные линии связи и передачи данных</i>		
5.	Расчет пропускной способности линий связи.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2
6.	Дискретизация непрерывных сигналов.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2
7.	Расчет характеристик каналов передачи данных	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2
8.	Проводные среды передачи данных.	ОК8, ОК9, ПК 1.1, ПК 3.1, ПК 3.2
9.	Работа с коннекторами коаксиальных кабелей и	ОК8, ОК9, ПК 1.1, ПК 3.1,

	витых пар.	ПК 3.2
<i>Тема 1.3. Беспроводные каналы связи</i>		
10.	Беспроводные линии связи.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2, ПК 3.2
11.	Характеристики линий связи передачи данных.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2, ПК 3.2
12.	Общие принципы построения сетей.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2, ПК 3.2
13.	Решение задач на определение скорости передачи данных.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2, ПК 3.2
14.	Затухание в линиях связи.	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2, ПК 3.2
<i>Тема 2.1. Функции физического и канального уровней модели OSI</i>		
15.	Модель OSI	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2, ПК 3.2
16.	<i>Зачетная работа</i>	ОК1, ОК2, ОК4 ПК 1.2
Всего 16 лабораторно-практических работ		

Практическая работа № 1

Тема: «Определение мощности передатчика»

Методические рекомендации

Расчет отношения «сигнал-шум». Отношение «сигнал-шум» является характеристикой производительности цифровых систем связи, в том числе и в беспроводной связи. Отношение «сигнал-шум» – это отношение энергии сигнала на 1 бит к плотности мощности шумов на 1 герц (E_b / N_0).

Отношение E_b / N_0 имеет большое практическое значение, поскольку скорость появления ошибочных битов является функцией данного отношения (убывающей). При известном значении E_b / N_0 , необходимом для получения желаемого уровня ошибок, можно выбирать все прочие параметры в приведенном ниже уравнении (4). Следует отметить, что для сохранения требуемого значения E_b / N_0 при повышении скорости передачи данных R необходимо увеличивать мощность передаваемого сигнала по отношению к шуму. Довольно часто уровень мощности шума достаточен для изменения значения одного из битов данных. Если же увеличить скорость передачи данных вдвое, биты будут «упакованы» в два раза плотнее, и тот же посторонний сигнал приведет к потере двух битов информации. Следовательно, при неизменной мощности сигнала и шума увеличение скорости передачи данных влечет за собой возрастание уровня возникновения ошибок.

Рассмотрим сигнал, содержащий двоичные цифровые данные, передаваемые со скоростью – R бит/с.

Примем во внимание, что $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$, и вычислим удельную энергию одного бита сигнала:

$$E_b = S \cdot T_b, \quad (1)$$

где S – мощность сигнала;

T_b – время передачи одного бита.

Скорость передачи данных R можно выразить в виде:

$$R = 1/T_b, \quad (2)$$

Тепловой шум, присутствующий в полосе частот шириной 1 Гц, для любого устройства или проводника составляет:

$$N_0 = kT \text{ (Вт/Гц)}, \quad (3)$$

где N_0 – плотность мощности шумов в ваттах на 1 Гц полосы;

k – постоянная Больцмана, $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;

T – температура в Кельвинах (абсолютная температура).

Следовательно, отношение «сигнал-шум» равно:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S}{k \cdot T \cdot R}, \quad (4)$$

Расчет минимальной мощности передатчика для обеспечения требуемого отношения «сигнал-шум»

Необходимо, чтобы отношение $\frac{E_b}{N_0}$ равнялось 50 дБ при частоте возникновения ошибок 10^{-4}

(ошибочным является 1 бит из каждых 10000). Если эффективная температура теплового шума равна 290 К, а скорость передачи данных - 54 Мбит/с.

По формуле (4) находим S :

$$S = \frac{E_b}{N_0} \cdot k \cdot T \cdot R$$

Для упрощения расчетов переведем это выражение в логарифмы:

$$S_{\text{дБВт}} = 10 \log_{10} \left(\frac{E_b}{N_0} \cdot k \cdot T \cdot R \right) = \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{дБ}} + 10 \log_{10} (k \cdot T \cdot R)$$

Так как $54 \text{ Мбит} = 54 \cdot 10^6 \text{ бит}$, то

$$S_{\partial БВм} = 50 + 10 \log_{10}(1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot 54 \cdot 10^6) = 76.45 \text{ дБВт}$$

или

$$S = 10^{\frac{S_{\partial БВм}}{10}} = 2.3 \cdot 10^{-8} \text{ Вт.}$$

Расчет дальности работы беспроводного канала связи

Без вывода приведем формулу расчета дальности. Она берется из инженерной формулы расчета потерь в свободном пространстве:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D),$$

где FSL (Free Space Loss) – потери в свободном пространстве (дБ);

F – центральная частота канала, на котором работает система связи (МГц);

D – расстояние между двумя точками (км).

FSL определяется суммарным усилением системы. Оно считается следующим образом:

$$Y_{\text{дБ}} = P_{\text{т,дБВт}} + G_{\text{т,дБи}} + G_{\text{г,дБи}} - P_{\text{min,дБВт}} - L_{\text{т,дБ}} - L_{\text{Т,дБ}} - L_{\text{С,дБ}},$$

где $P_{\text{т,дБВт}}$ – мощность передатчика;

$G_{\text{т,дБи}}$ – коэффициент усиления передающей антенны;

$G_{\text{г,дБи}}$ – коэффициент усиления приемной антенны;

$P_{\text{min,дБВт}}$ – чувствительность приемника на данной скорости;

$L_{\text{т,дБ}}$ – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах передающего тракта;

$L_{\text{Т,дБ}}$ – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах приемного тракта.

$L_{\text{С,дБ}}$ – суммарные потери сигнала в среде передачи.

Для каждой скорости приемник имеет определенную чувствительность. Для небольших скоростей (например, 1-2 Мегабита) чувствительность наименьшая: от -90 дБмВт до -94 дБмВт. Для высоких скоростей чувствительность намного выше.

FSL вычисляется по формуле:

$$FSL = Y_{\text{дБ}} - SOM,$$

где SOM (System Operating Margin) – запас в энергетике радиосвязи (дБ). Учитывает возможные факторы, отрицательно влияющие на дальность связи, такие как температурный дрейф чувствительности приемника и выходной мощности передатчика, всевозможные атмосферные явления: туман, снег, дождь, рассогласование антенны, приемника, передатчика с антенно-фидерным трактом.

Центральная частота канала F берется из Таблицы 1.

Таблица 1 – Зависимость центральной частоты от канала

на	Ка	Центральная частота (МГц)
	1	2412
	2	2417
	3	2422
	4	2427
	5	2432
	6	2437
	7	2442
	8	2447
	9	2452
	10	2457
	11	2462
	12	2467
	13	2472
	14	2484

В итоге получим формулу дальность связи:

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \lg F\right)} \quad (5)$$

В таблице 2 сведены все величины затухания от среды распространения сигнала.

Таблица 2 – Величины затухания сигнала в среде распространения

Наименование	Ед. изм.	Значение
Окно в кирпичной стене	дБ	2
Стекло в металлической раме	дБ	6
Офисная стена	дБ	6
Железная дверь в офисной стене	дБ	7
Ж/Б стена, перекрытие	дБ	9-25
Железная дверь в кирпичной стене	дБ	12,4
Стекловолокно	дБ	0,5-1
Стекло	дБ	3-20
Дождь и туман	дБ/км	0,02-0,05
Деревья	дБ/м	0,35
Кабельная сборка pigtail	дБ	0,5
Полосовой фильтр NCS F24XXX	дБ	1,5
Коаксиальный кабель	дБ/м	0,3
Разъем N-type	дБ	0,75
Инжектор питания	дБ	0,5

Расчет расстояния, на котором будет стабильно работать связь на скоростях 54 Мбит/с и 6 Мбит/с для точки доступа Cisco Aironet AIR-AP1231G с антенной Cisco AIR-ANT4941. Потерь в антенно-фидерном тракте, т.е. между беспроводными точками и их антеннами, нет. Так как в институте стены достаточно толстые, то параметр *SOM* возьмем 25 дБ.

Расстояние на скорости 54 Мбит/с. Параметр FSL равен:

$$FSL = 15 + 2,2 - (-72) - 25 = 64,2 \text{ дБ}$$

По формуле (5) находим дальность работы беспроводного оборудования на данной скорости (в качестве примера возьмем шестой канал):

$$D_{54} = 10^{\left(\frac{64,2}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2437\right)} = 0,015 \text{ км} = 15 \text{ м}$$

Расстояние на скорости 6 Мбит/с. Параметр FSL равен:

$$FSL = 15 + 2,2 - (-82) - 25 = 74,2 \text{ дБ}$$

По формуле (5) находим дальность работы беспроводного оборудования на данной скорости (в качестве примера возьмем шестой канал):

$$D_6 = 10^{\left(\frac{74,2}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2437\right)} = 0,047 \text{ км} = 47 \text{ м}$$

Расчет расстояния, на котором будет стабильно работать связь на скоростях 54 Мбит/с и 6 Мбит/с для точки доступа Cisco AIR-BR1310G-E-K9-R с антенной Cisco AIR-ANT1949. Параметр *SOM* возьмем 10 дБ.

Так антенна Cisco AIR-ANT1949 является внешней антенной, то необходимо рассчитать потери в антенно-фидерном тракте, т.е. между беспроводными точками и их антеннами. Данные взяты из Таблицы 2

$Y = 0,5 \text{ дБ (pigtail)} + 0,5 \text{ дБ (инжектор)} + 6 \text{ дБ (15-метровая кабельная сборка (затухание на кабеле } 0,3 \text{ дБ/м)} + 3 \text{ разъема по } 0,75 \text{ дБ)} = 7,75 \text{ дБ}$.

Расстояние на скорости 54 Мбит/с. Параметр FSL равен:

$$FSL = 15 + 13,5 + 13,5 - (-72) - 7,75 - 7,75 - 10 = 98,5 \text{ дБ}$$

По формуле (5) находим дальность работы беспроводного оборудования на данной скорости (в качестве примера возьмем шестой канал):

$$D_{54} = 10^{\left(\frac{98,5}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2437\right)} = 0,773 \text{ км} = 773 \text{ м}$$

Контрольные вопросы

- Дайте определение понятия «сигнал».
- Перечислите известные вам виды сигналов.
- Какие виды представления сигнала вам известны?
- Какими параметрами характеризуются сигналы?

Лабораторная работа № 1

Тема: «Непрерывные электрические сигналы и их параметры»

Цель работы: изучение импульсного сигнала и его параметров с помощью осциллографа.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ:

1. Изучите методические указания к лабораторной работе:

- Изучить принцип действия, функциональную схему и назначение узлов универсального электронного осциллографа
- Ознакомиться с правилами использования осциллографа в режиме непрерывной, ждущей развертки, в режиме использования канала X для подачи внешних сигналов.
- Изучить правила калибровки каналов вертикального и горизонтального отклонения с помощью тестового сигнала.
- Ознакомиться с методикой измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов.
- Ознакомиться с правилами определения погрешностей измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов с применением осциллографа и представления результатов с учетом округления.

2. Выполните упражнения.

3. Ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные функциональные узлы универсального электронного осциллографа и объясните их предназначение в его работе.

2. Что такое синхронизация, и как она осуществляется в электронном осциллографе?
3. Что такое ждущий режим развертки, как он осуществляется и для наблюдения каких сигналов он используется?
4. Как с помощью осциллографа измерить амплитуду импульса, период следования и длительность импульсов?
5. Как оценить точность измерения временных и амплитудных параметров сигналов, наблюдаемых на экране осциллографа?

Лабораторная работа № 2

Тема: «Дискретные сигналы и измерение их параметров»

Цель работы: изучение процессов дискретизации и восстановления непрерывных сигналов.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

1. Изучите методические указания к лабораторной работе:
 - Дискретизация непрерывной функции. Общие сведения.
 - Восстановление непрерывной функции по ее отсчетам.
 - Дискретизация узкополосного сигнала. Обобщение теоремы Котельникова.
 - Дискретизация случайных процессов. Ошибки восстановления.
 - Адаптивная дискретизация непрерывных сообщений.
2. Выполните упражнения.
3. Ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте теорему Котельникова.
2. При каких условиях теорема Котельникова обеспечивает двойное преобразование сигналов (дискретизация и восстановление) без искажений?
3. Могут ли быть дискретизированы и затем восстановлены импульсы прямоугольной формы?
4. Каков алгоритм восстановления дискретизированного сигнала?
5. Какова роль ряда Котельникова в объяснении процесса восстановления сигнала?
6. Какую функцию выполняет ФНЧ?
7. С какой целью в работе исследовались спектры исходного и дискретизированного сигналов?
8. Можно ли произвольно увеличивать или уменьшать Δt между отсчетами?
К чему это может привести?

9. С чем связана необходимость корректировать значение частоты дискретизации?
10. Как Вы представляете себе процесс дискретизации аналогового сигнала? Какие функциональные узлы для этого необходимы?
11. Все ли аналоговые сигналы могут быть:
- дискретизированы во времени;
 - восстановлены после дискретизации.
12. Назовите причины, вызывающие искажения при восстановлении дискретизированных сигналов.

Лабораторная работа № 3

Тема: «Спектр сигналов»

Цель работы: изучение формы и спектра гармонических сигналов и периодических последовательностей импульсов. Формирование навыков спектрального анализа сигналов.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ:

1. Изучите методические указания к лабораторной работе:
 - Общие сведения об анализе спектра;
 - Методика анализа спектра сигналов:
 - Цифровой анализ спектра;
 - Анализ спектра методом фильтрации;
 - Ускоренный анализ спектра;
 - Дисперсионно-временной метод анализа спектра;
2. Выполните упражнения.
3. Ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе

Контрольные вопросы:

1. Что называется частотным спектром сигнала?
2. Какова математическая связь формы периодического сигнала и его спектра?
3. Что такое прямое и обратное преобразования Фурье?
4. В каких случаях можно применить ряд Фурье для спектрального анализа?
5. Как связана длительность сигнала и ширина его спектра?
6. Привести характеристики спектра периодических и непериодических сигналов.
7. Привести классификацию методов измерения характеристик спектра.
8. сигналов, их области применения и ограничения.

9. Объяснить принцип действия анализаторов параллельного и последовательного типа. Как достигается увеличение их быстродействия?
10. Привести графики и основные характеристики спектральных функций прямоугольного видеоимпульса, радиоимпульса, радиоимпульса с внутриимпульсной ЛЧМ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: «Расчет пропускной способности линии связи»

Текст задания:

Связь между полосой пропускания линии и ее максимально возможной пропускной способностью, вне зависимости от принятого способа физического кодирования, установил Клод Шеннон:

$$C = F \log_2 (1 + P_c / P_{ш})$$

где C - максимальная пропускная способность линии в битах в секунду, F - ширина полосы пропускания линии в герцах, P_c - мощность сигнала, $P_{ш}$ - мощность шума.

1. Чем звено отличается от составного канала связи? Звено соединяет соседние узлы сети, так что между конечными точками звена нет промежуточных узлов. Между конечными точками составного канала имеются промежуточные узлы.

2. Может ли составной канал состоять из звеньев? А наоборот? Составной канал может состоять из звеньев, но не наоборот.

3. Может ли цифровой канал передавать аналоговые данные? Может, если они оцифрованы.

4. В чем заключаются функции устройств DTE и DCE? К какому из этих двух типов устройств относится сетевой адаптер? Сетевой адаптер сочетает функции DTE и DCE.

5. К какому типу характеристик линии связи относятся: уровень шума, полоса пропускания, погонная емкость?

6. Какие меры можно предпринять для увеличения информационной скорости звена:

1. уменьшить длину кабеля;
2. выбрать кабель с меньшим сопротивлением;
3. выбрать кабель с более широкой полосой пропускания;
4. применить метод кодирования с более узким спектром.

7. Почему не всегда можно увеличить пропускную способность канала за счет увеличения числа состояний информационного сигнала? Потому что это может привести к выходу спектра сигнала за пределы полосы пропускания линии, так что сигналы будут существенно искажаться и плохо распознаваться приемником.

8. За счет какого механизма подавляются помехи в кабелях UTP? За счет скручивания проводов

9. Какой кабель более качественно передает сигналы — с большим значением параметра NEXT или с меньшим? С большим по абсолютной величине значением NEXT (которое всегда отрицательно).

10. Какова ширина спектра идеального импульса? Идеальный импульс имеет бесконечный спектр

11. Назовите типы оптического кабеля.

12. Что произойдет, если в работающей сети заменить кабель UTP кабелем STP?

Варианты ответов:

1. в сети снизится доля искаженных кадров, так как внешние помехи будут подавляться более эффективно;

2. ничего не изменится;

3. в сети увеличится доля искаженных кадров, так как выходное сопротивление передатчиков не совпадает с импедансом кабеля.

13. Назовите основные преимущества структурированной кабельной системы.

14. Какие типы кабелей используются для горизонтальной подсистемы SCS?

15. Почему проблематично использовать волоконно-оптический кабель в горизонтальной подсистеме?

16. Известными величинами являются:

1. минимальная мощность передатчика P_{out} (дБм);

2. погонное затухание кабеля A (дБ/км);

3. порог чувствительности приемника P_{in} (дБм).

Требуется найти максимально возможную длину линии связи, при которой сигналы передаются нормально. Для нормальной работы приемника нужно выполнение соотношения: $P_{out} - A \times L_{max} = P_{in}$, где L_{max} — максимальная длина кабеля. Отсюда $L_{max} = (P_{out} - P_{in}) / A$

17. Каким будет теоретический предел скорости передачи данных в битах в секунду по линии связи с шириной полосы пропускания 20 кГц, если мощность передатчика составляет 0,01 мВт, а мощность шума в линии связи равна 0,0001 мВт?

$C = F \log_2 (1 + P_c/P_{ш}) = 20000 \times \log_2 (1 + 0,01/0,0001) = 20000 \times \log_2 (101) = 20000 \times 6,68 = 133600$ (бит/с)

18. Определите пропускную способность дуплексной линии связи для каждого из направлений, если известно, что ее полоса пропускания равна 600 кГц, а в методе кодирования используется 10 состояний сигнала.

$C = (2F \log_2 M) / 2$ – мы делим полосу пропускания линии пополам, так как при дуплексном режиме существуют два потока данных, каждый из которых при равной скорости передачи использует половину полосы пропускания канала. $C = 600000 \times \log_2 10 = 600000 \times 3,32 = 1993356 \text{ бит/с} = 1,99 \text{ Мбит/с}$.

19. Рассчитайте задержку распространения сигнала и задержку передачи данных для случая передачи пакета в 128 байт (считайте скорость распространения сигнала равной скорости света в вакууме 300 000 км/с):

по кабелю витой пары длиной в 100 м при скорости передачи 100 Мбит/с; 0,33 мкс и 10,24 мкс

по коаксиальному кабелю длиной в 2 км при скорости передачи в 10 Мбит/с; 6,6 мкс и 102,4 мкс

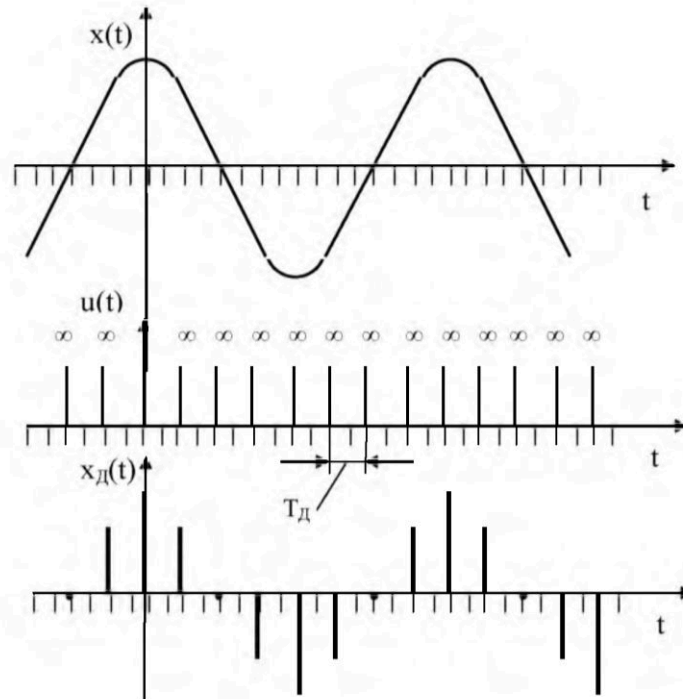
по спутниковому каналу протяженностью в 72 000 км при скорости передачи 128 Кбит/с. 0,26 с и 0,008 с

Практическая работа № 3

Тема: Дискретизация непрерывных сигналов

1. Спектр дискретной косинусоиды

Пусть сигнал на входе дискретизатора описывается функцией $x(t) = X \cos(\omega t)$.



Пусть дискретизация осуществляется с использованием вспомогательной функции вида $u(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT_d)$.

Функция $u(t)$ представляет собой сумму дельта-функций, смещенных друг относительно друга на интервал дискретизации T_d , т.е. является периодической функцией времени, которую можно представить рядом Фурье

$$u(t) = C_0 + \sum_{k=1}^{\infty} C_k \cos(k\omega_d t),$$

$$\text{где } C_0 = \frac{1}{T_d} \int_{-\frac{T_d}{2}}^{\frac{T_d}{2}} \delta(t) dt = \frac{1}{T_d}, \quad C_k = \frac{2}{T_d} \int_{-\frac{T_d}{2}}^{\frac{T_d}{2}} \delta(t) \cos(k\omega_d t) dt = \frac{2}{T_d}.$$

$$\text{Следовательно, } u(t) = \frac{1}{T_d} (1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \cos(k\omega_d t)).$$

Дискретный сигнал определяется соотношением

$$\begin{aligned} x_d(t) &= x(t)u(t) = \frac{X}{T_d} \cos(\omega t) \left(1 + 2 \sum_{k=0}^{\infty} \cos(k\omega_d t)\right) = \\ &= \frac{1}{T_d} \left(\cos(\omega t) + \sum_{k=1}^{\infty} \cos((k\omega_d - \omega)t) + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{k=1}^{\infty} \cos((k\omega_d + \omega)t) \right) \end{aligned}$$

Из последнего соотношения видно, что в спектре дискретной косинусоиды содержатся составляющие с частотами ω и $|k\omega_d \pm \omega|$. Амплитуды этих составляющих одинаковы и пропорциональны амплитуде X аналоговой косинусоиды.

Задача №1

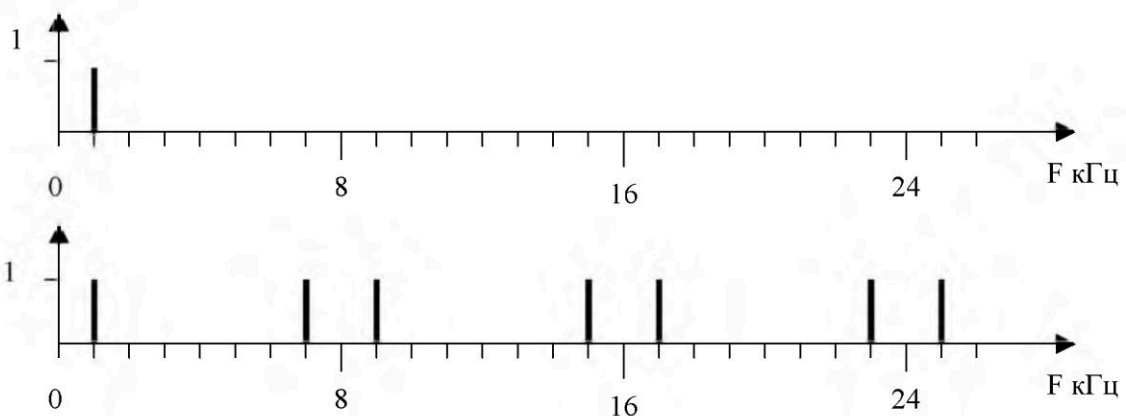
На входе дискретизатора действует аналоговый сигнал

$$x(t) = X \cos(2\pi Ft),$$

где $X=1$, $F=1$ кГц.

Начертите с соблюдением масштаба амплитудный спектр сигнала до дискретизации (верхний график) и после дискретизации (нижний график), если частота дискретизации равна $F_d = 8$ кГц. Спектр дискретного сигнала вычертить относительно масштаба в интервале от 0 до 25 кГц.

Решение задачи №1



Задача №2

На входе дискретизатора действует аналоговый сигнал

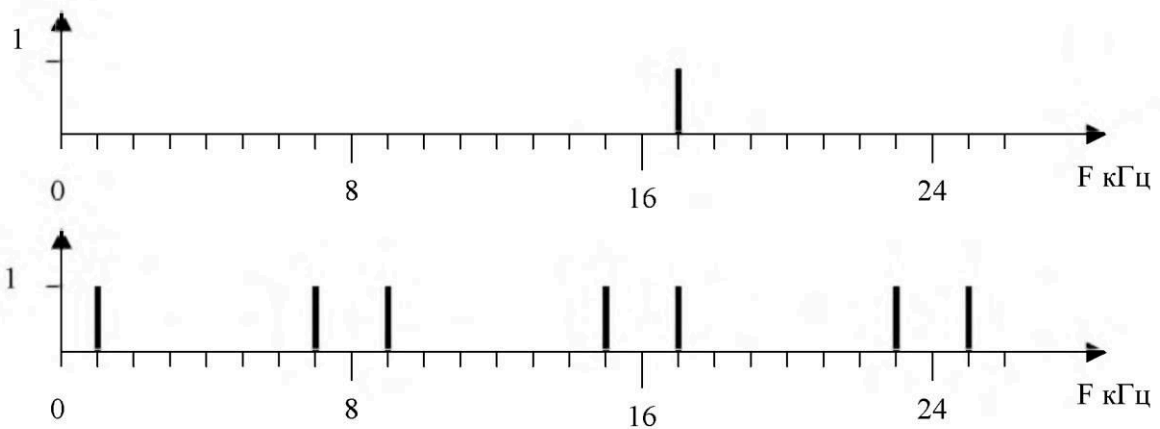
$$x(t) = X \cos(2\pi f_0 t),$$

где $X=1$, $f_0=17$ кГц.

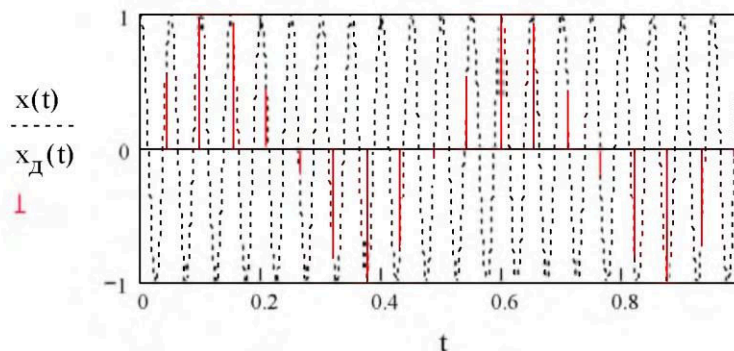
Начертите с соблюдением масштаба амплитудный спектр сигнала до дискретизации (верхний график) и после дискретизации (нижний график), если частота

дискретизации равна $F_D = 8$ кГц. Спектр дискретного сигнала вычертить относительно масштаба в интервале от 0 до 25 кГц.

Решение задачи №2



Вывод: в интервале от нуля до $F_D / 2$ (интервале Котельникова) существует составляющая на частоте $f_0 - F_D = 17 - 16 = 1$ кГц.



Временные диаграммы сигнала на входе и выходе дискретизатора

2. Дискретизация аналогового сигнала, представляющего собой сумму гармонических составляющих

Пусть $x(t) = x_1(t) + x_2(t)$,

где $x_1(t) = X_1 \cos(\omega_1 t)$, $x_2(t) = X_2 \cos(\omega_2 t)$.

$x_D(t) = x(t)u(t) = x_1(t)u(t) + x_2(t)u(t)$.

Вывод: спектр дискретного сигнала, полученного путем дискретизации аналогового сигнала в виде суммы гармонических составляющих, определяется путем суперпозиции спектров, соответствующих каждой гармонической составляющей исходного сигнала.

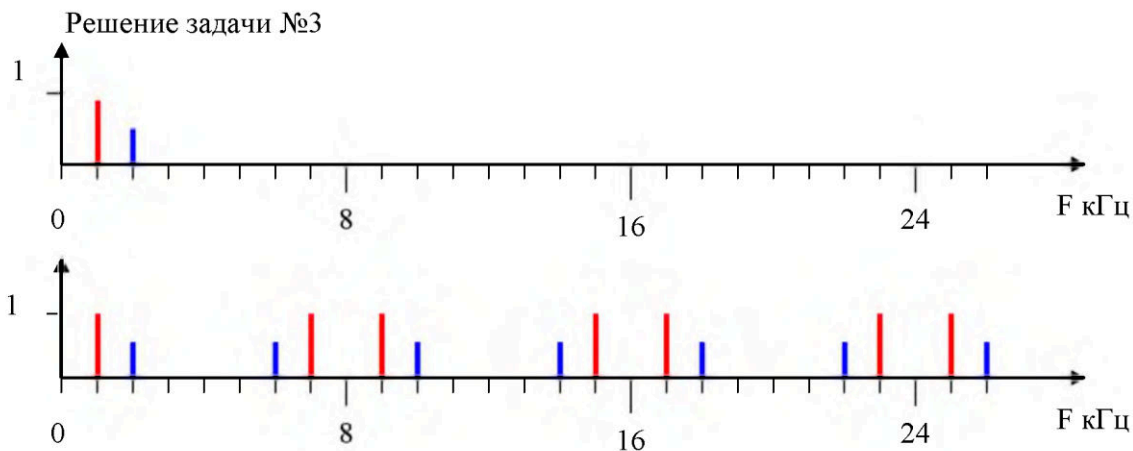
Задача №3

На входе дискретизатора действует аналоговый сигнал

$$x(t) = X_1 \cos(2\pi F_1 t) + X_2 \cos(2\pi F_2 t),$$

где $X_1=1$, $F_1=1$ кГц, $X_2=0.5$, $F_2=2$ кГц

Начертите с соблюдением масштаба амплитудный спектр сигнала до дискретизации (верхний график) и после дискретизации (нижний график), если частота дискретизации равна $F_d = 8$ кГц. Спектр дискретного сигнала вычертить относительно масштаба в интервале от 0 до 25 кГц.



Задача №4

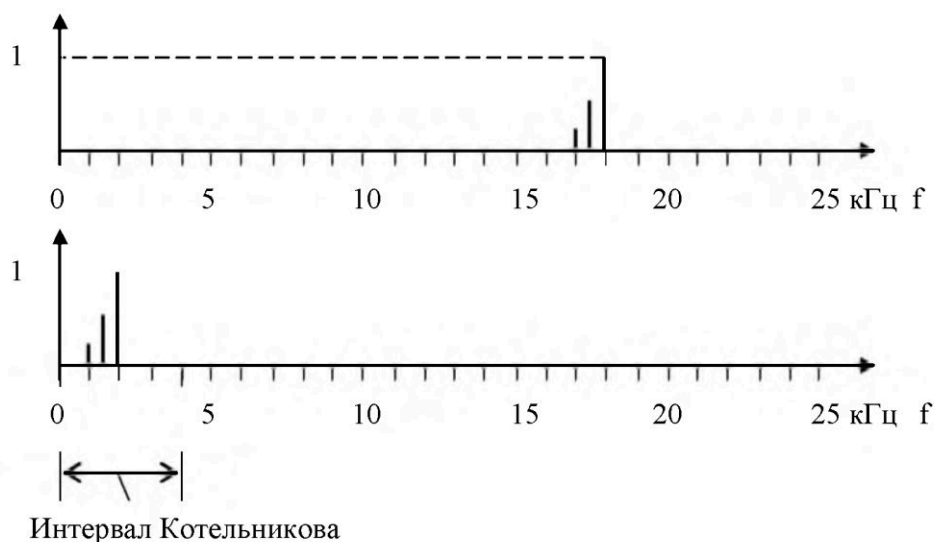
На входе дискретизатора действует аналоговый сигнал

$$x(t) = \sum_{k=0}^{k_m} X_k \cos(2\pi(f_0 - F_k)t),$$

где $k_m=2$, $X_0=1$, $X_1=0.5$, $X_2=0.25$, $F_0=0$, $F_1=0.5$ кГц, $F_2=1$ кГц, $f_0=18$ кГц.

Начертите с соблюдением масштаба амплитудный спектр сигнала до дискретизации (верхний график) и после дискретизации (нижний график), если частота дискретизации равна $F_d = 8$ кГц. Спектр дискретного сигнала вычертить в пределах интервала частот от нуля до $F_d/2$ (интервала Котельникова) в относительном масштабе.

Решение задачи №4:



В интервале Котельникова появляются спектральные составляющие за счет взаимодействия составляющих спектра аналогового сигнала со второй гармоникой частоты дискретизации. Например, $18 - 2 \cdot 8 = 2$ кГц.

3. Дискретизация аperiodического аналогового сигнала

Известно, что спектр $\dot{S}(\omega)$ аperiodического аналогового сигнала $x(t)$ определяется с использованием прямого преобразования Фурье

$$\dot{S}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

Для определения дискретного сигнала сначала преобразуем функцию $u(t)$

$$u(t) = \frac{1}{T_D} \left(1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \cos(k\omega_D t) \right) = \frac{1}{T_D} \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{jk\omega_D t}$$

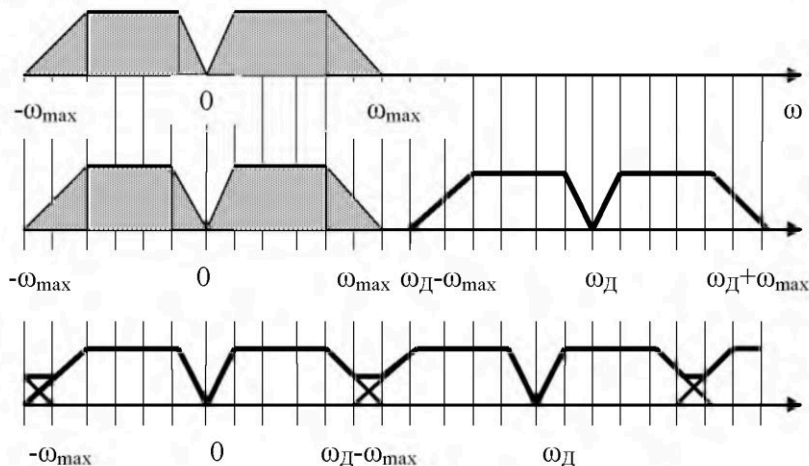
Воспользовавшись прямым преобразованием Фурье, найдем спектр дискретного сигнала

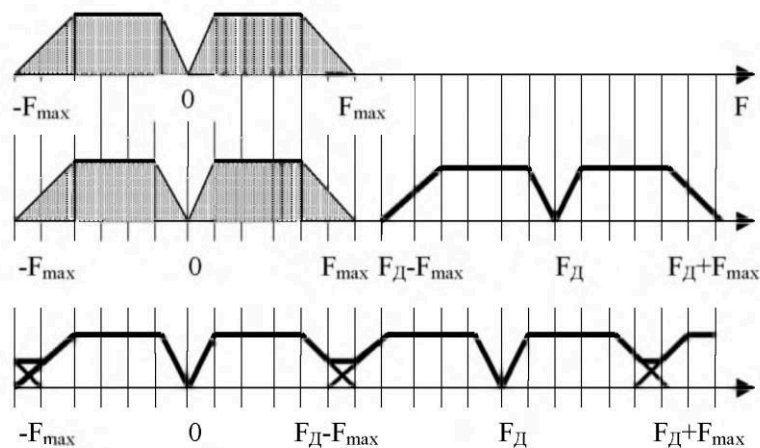
$$\begin{aligned} \dot{S}_D(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t) u(t) e^{-j\omega t} dt = \frac{1}{T_D} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{jk\omega_D t} e^{-j\omega t} dt = \\ &= \frac{1}{T_D} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j(\omega - k\omega_D)t} dt \end{aligned}$$

Сравнивая последнее соотношение с (1.6), выразим спектр дискретного сигнала через спектр аналогового сигнала

$$\dot{S}_D(\omega) = \frac{1}{T_D} \sum_{k=-\infty}^{\infty} S(\omega - k\omega_D).$$

Таким образом, спектр дискретного сигнала с точностью до постоянного множителя $1 / T_D$ равен сумме спектров аналогового сигнала, сдвинутых на $k\omega_D$. На рисунке показаны спектры аperiodического аналогового сигнала до и после дискретизации как в области положительных, так и в области отрицательных частот. Их отличие от линейчатых спектров периодического аналогового сигнала состоит в том, что спектральная плотность аperiodического сигнала представляет собой непрерывную функцию частоты.





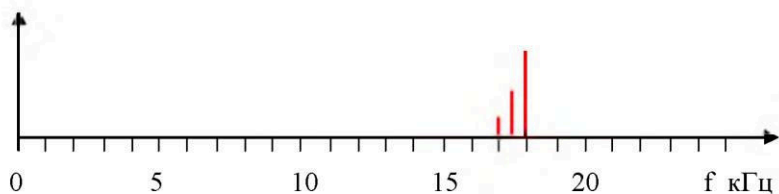
Спектры аperiodического аналогового сигнала до дискретизации (а), после дискретизации при отсутствии (б) и при наличии (в) наложения спектров

Как видно из рисунка при $F_D < 2F_{\max}$ имеет место эффект наложения сгустков спектра дискретного сигнала.

Комплект задач для индивидуального решения во время занятия

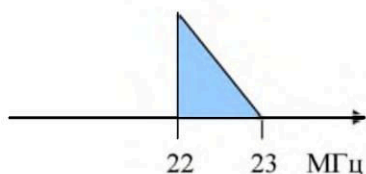
Задача №1

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Каков максимальный частотный разнос между соседними составляющими спектра дискретного сигнала, если частота дискретизации равна 8 кГц?



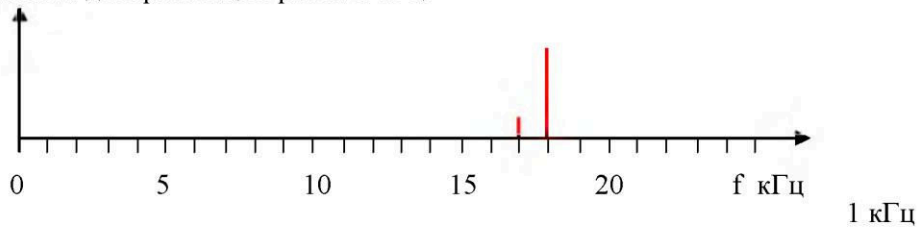
Задача №2

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Частота дискретизации равна 13 МГц. Укажите граничные частоты спектра дискретного сигнала в интервале частот от нуля до половины частоты дискретизации.



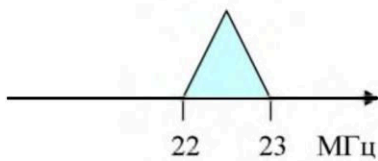
Задача №3

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Каков максимальный частотный разнос между соседними составляющими спектра дискретного сигнала, если частота дискретизации равна 8 кГц?



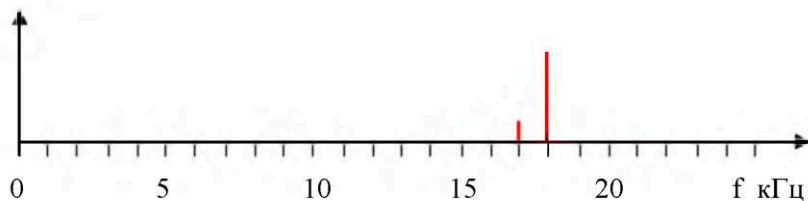
Задача №4

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Частота дискретизации равна 13 МГц. Укажите граничные частоты спектра дискретного сигнала в интервале частот от нуля до половины частоты дискретизации.



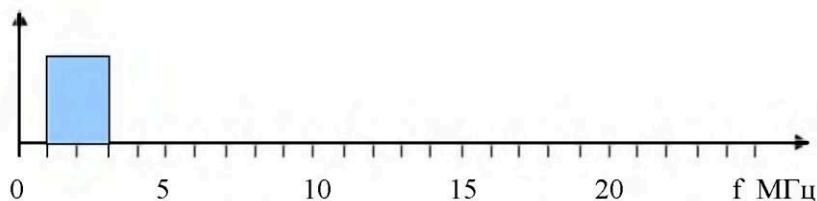
Задача №5

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Укажите частоты спектральных составляющих спектра дискретного сигнала в интервале частот от нуля до половины частоты дискретизации, если частота дискретизации равна 8 кГц?



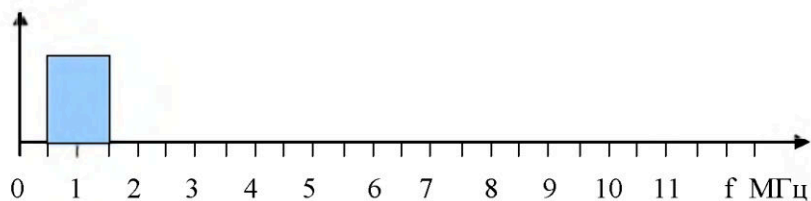
Задача №6

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Каков частотный разнос между соседними сгустками спектра дискретного сигнала, если частота дискретизации равна 8 МГц?



Задача №7

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Каков максимальный частотный разнос между соседними сгустками спектра дискретного сигнала, если частота дискретизации равна 11 МГц?

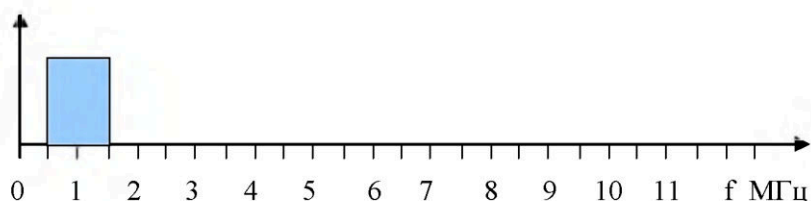


Задача №8

На входе дискретизатора действует сигнал $x(t) = (1 + \cos(2\pi Ft))\cos(2\pi f_0 t)$, где $F = 1$ кГц, $f_0 = 20$ кГц. Частота дискретизации равна 16 кГц. Укажите частоты составляющих спектра дискретного сигнала в интервале от нуля до половины частоты дискретизации.

Задача №9

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Каков минимальный частотный разнос между соседними сгустками спектра дискретного сигнала, если частота дискретизации равна 7 МГц?

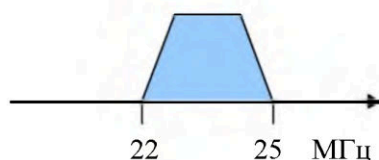


Задача №10

На входе дискретизатора действует сигнал $x(t) = X \cos(2\pi Ft) \cos(2\pi f_0 t)$, где $F = 1$ кГц, $f_0 = 20$ кГц. Частота дискретизации равна 16 кГц. Укажите частоты составляющих спектра дискретного сигнала в интервале от нуля до половины частоты дискретизации.

Задача №11

На рисунке показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Частота дискретизации равна 20 МГц. Укажите граничные частоты спектра дискретного сигнала в интервале частот от нуля до половины частоты дискретизации.



Задача №12

На входе дискретизатора действует сигнал $x(t) = X_1 \cos(2\pi F_1 t) + X_2 \cos(2\pi F_2 t)$, где $F_1 = 1$ кГц, $F_2 = 2$ кГц. Частота дискретизации равна 10 кГц. Чему равен максимальный частотный разнос между соседними составляющими спектра дискретного сигнала?

Задача №13

На входе дискретизатора действует сигнал $x(t) = X_1 \cos(2\pi F_1 t) + X_2 \cos(2\pi F_2 t)$, где $F_1 = 1$ кГц, $F_2 = 2$ кГц. Частота дискретизации равна 10 кГц. Чему равен минимальный частотный разнос между соседними составляющими спектра дискретного сигнала?

Задача №14

Сигнал поступает на вход дискретизатора через фильтр, АЧХ которого приведена на рисунке 1. Возникнет ли эффект наложения спектров, если частота дискретизации равна 16 кГц?

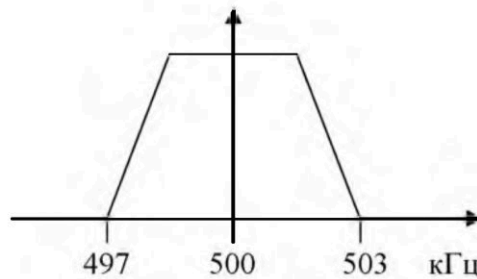


Рисунок 1

Задача №15

На входе дискретизатора действует сигнал $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$, где $f_0 = 20$ кГц. Частота дискретизации равна 9 кГц. Чему равна частота сигнала на выходе дискретизатора?

Практическая работа № 4

Тема: «Расчет характеристик каналов передачи данных»

Цель работы: Выработать практические умения по расчету информационных характеристик каналов передачи данных.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с заданием.
2. Определить номер варианта (в соответствии с номером в журнале).
3. Выполнить задания в соответствии с вариантом.
4. Ответьте на контрольные вопросы.

Содержание отчёта:

1. Название и цель работы.
2. Указать номер варианта, привести условия задач своего варианта.
3. Представить решение задач согласно варианту.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Задание:

1. Выполните расчет производительности источника сообщений.

Таблица 1

№ варианта	Задание
1	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,2$; $p(2)=0,1$; $p(3)=0,45$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,15$.
2	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,13$; $p(2)=0,32$; $p(3)=0,18$; $p(4)=0,3$; $p(5)=0,07$.
3	ЭВМ вырабатывает 6 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,2$; $p(2)=0,1$; $p(3)=0,35$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,05$; $p(6)=0,1$.
4	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,23$; $p(2)=0,18$; $p(3)=0,04$; $p(4)=0,41$; $p(5)=0,14$.
5	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,31$; $p(2)=0,07$; $p(3)=0,02$; $p(4)=0,48$; $p(5)=0,12$.
6	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом.

	Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,27$; $p(2)=0,33$; $p(3)=0,19$; $p(4)=0,01$; $p(5)=0,2$.
7	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,36$; $p(2)=0,28$; $p(3)=0,14$; $p(4)=0,06$; $p(5)=0,16$.
8	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0 = 1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,15$; $p(2)=0,13$; $p(3)=0,4$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,22$.
9	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0=1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,2$; $p(2)=0,3$; $p(3)=0,25$; $p(4)=0,11$; $p(5)=0,14$.
10	ЭВМ вырабатывает 5 команд, которые кодируются двоичным кодом. Длительность символов "0" и "1" $\tau_0=1 \text{ мс}$. Определить производительность ЭВМ, если статистические связи между командами отсутствуют, а вероятности появления их равны $p(1)=0,12$; $p(2)=0,09$; $p(3)=0,13$; $p(4)=0,22$; $p(5)=0,44$.

2. Выполните расчет скорости передачи информации и пропускной способности канала связи

Таблица 2

№ варианта	Задание
1	По каналу связи передается последовательность символов "0" и "1" равной длительности $\tau_0=0,83 \text{ мс}$. Вероятности появления символов равны $p(0)=0,4$; $p(1)=0,6$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи.
2	Объем алфавита источника сообщений $m_{\text{и}} = 5$ символов. Вероятности появления символов равны $p(1)=0,4$; $p(2)=0,35$; $p(3)=0,1$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,05$. Канал передачи идеальный. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи с длительностью сигнала $\tau_0=1 \text{ мс}$.
3	Объем алфавита источника сообщений $m_{\text{и}} = 8$ символов. Вероятности появления символов равны $p(1)=0,5$; $p(2)=0,4$; $p(3)=0,4$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,1$; $p(6)=0,05$; $p(7)=0,05$; $p(8)=0,01$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи при кодировании равномерным кодом, если длительность сигнала $\tau_0=1 \text{ мс}$.
4	По каналу связи передается последовательность символов "0" и "1" равной длительности $\tau_0=0,65 \text{ мс}$. Вероятности появления символов равны $p(0)=0,2$; $p(1)=0,8$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи.
5	Объем алфавита источника сообщений $m_{\text{и}} = 5$ символов. Вероятности появления символов равны $p(1)=0,3$; $p(2)=0,2$; $p(3)=0,1$; $p(4)=0,35$; $p(5)=0,05$. Канал передачи идеальный. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи с длительностью сигнала $\tau_0=1 \text{ мс}$.

6	Объем алфавита источника сообщений $m_{\text{и}} = 8$ символов. Вероятности появления символов равны $p(1)=0,25$; $p(2)=0,21$; $p(3)=0,21$; $p(4)=0,15$; $p(5)=0,1$, $p(6)=0,05$, $p(7)=0,02$, $p(8)=0,01$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи при кодировании равномерным кодом, если длительность сигнала $\tau_0=1,5$ мс
7	По каналу связи передается последовательность символов "0" и "1" равной длительности $\tau_0=0,53$ мс. Вероятности появления символов равны $p(0)=0,7$; $p(1)=0,3$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи.
8	Объем алфавита источника сообщений $m_{\text{и}} = 5$ символов. Вероятности появления символов равны $p(1)=0,5$; $p(2)=0,28$; $p(3)=0,1$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,02$. Канал передачи идеальный. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи с длительностью сигнала $\tau_0=1$ мс.
9	Объем алфавита источника сообщений $m_{\text{и}} = 8$ символов. Вероятности появления символов равны $p(1)=0,3$; $p(2)=0,15$; $p(3)=0,15$; $p(4)=0,1$; $p(5)=0,1$, $p(6)=0,09$, $p(7)=0,02$, $p(8)=0,09$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи при кодировании равномерным кодом, если длительность сигнала $\tau_0=1,5$ мс
10	По каналу связи передается последовательность символов "0" и "1" равной длительности $\tau_0=0,71$ мс. Вероятности появления символов равны $p(0)=0,1$; $p(1)=0,9$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи.

Контрольные вопросы:

1. Что такое помехоустойчивость?
2. Что понимают под эффективностью системы передачи информации?
3. Сформулируйте теорему Шеннона для канала без помех.
4. Перечислите способы повышения помехоустойчивости систем.
5. Как определяется скорость передачи в канале без помех?
6. Что характеризует пропускная способность канала связи?
7. Перечислите пути повышения помехоустойчивости кодов.

Лабораторная работа № 4

Тема: «Проводные среды передачи данных»

Цель работы: изучение и описание структуры кабеля связи, определить марку кабеля, определить характеристики кабеля связи.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ:

1. Изучите методические указания к лабораторной работе:

Кабель связи. Общие сведения.

Коаксиальные кабели.

Оптические кабели.

Витая пара.

Маркировка кабелей.

2. Выполните упражнения.

3. Ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе

Контрольные вопросы:

1. Виды кабелей связи и их классификация.

2. Конструкции коаксиальных кабелей связи и системы их использования.

3. Конструкции симметричных кабелей связи и системы их использования.

4. Конструкции оптических кабелей связи и системы их использования.

Лабораторная работа № 5

Тема: «Работа с коннекторами коаксиальных кабелей и витых пар»

Цель работы: изучение работы с «тонким» коаксиальным кабелем и кабелем «витая пара» категории 5 (или более высокой); устанавливать на концах кабелей (заделывать) коннекторы BNC и RJ-45; проверять качество заделки коннекторов; использовать прямые и перекрестные кабели на основе «витой пары» для связи компьютеров, концентраторов и коммутаторов.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ:

1. Изучите методические указания к лабораторной работе:

- Прямой кабель.
- Перекрестный кабель.
- Изучение и монтаж тонкого коаксиального кабеля
- Изучение и монтаж тонкого витой пары.
- Объединение двух компьютеров с помощью перекрестного кабеля.
- Подключение концентраторов или коммутаторов друг к другу (каскадирование).

2. Выполните упражнения.

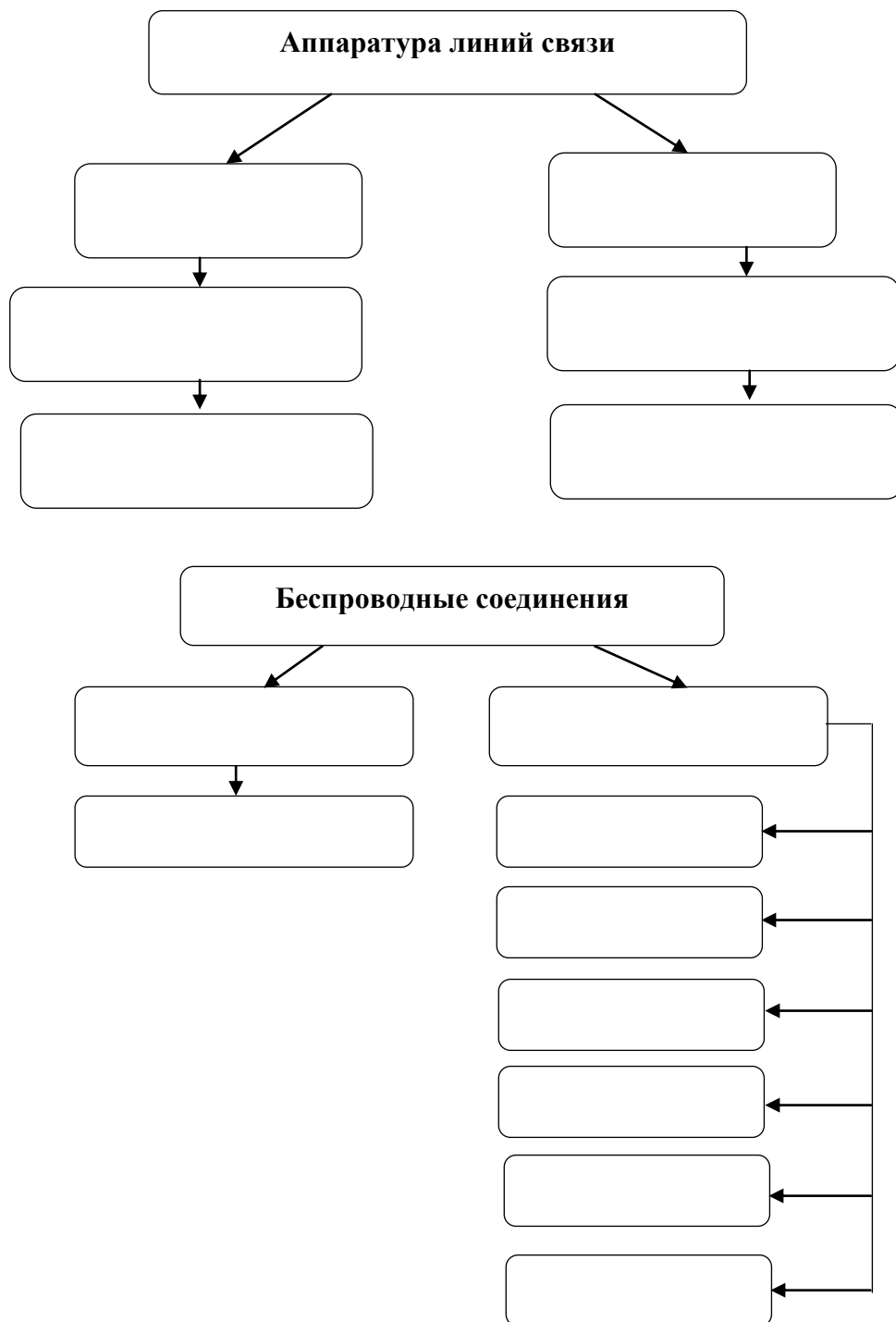
3. Ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе

Контрольные вопросы:

1. Какие типы витой пары вы знаете?
2. Для чего скручиваются пары проводов витой пары?
3. Виды обжимки витой пары?
4. Какие устройства можно соединять с помощью перекрестного и прямого кабеля?
5. Каково волновое сопротивление телевизионного коаксиального кабеля?
6. Каково назначение центральной жилы и экрана коаксиального провода?
7. Все ли индикаторы на удаленной («REMOTE») части тестера загораются с соответствием с индикаторами на основной его части?

Практическая работа № 5
Тема: Беспроводные линии связи

Задание 1. Заполните схемы:



Задание 2. Перечислите основные характеристики линий связи:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

7. _____
8. _____

Задание 3. Заполните таблицу «Достоинства и недостатки беспроводных соединений»

	Достоинства соединения	Недостатки соединения
Соединение через инфракрасный порт		
Соединение через Bluetooth		
Соединение через UWB		
Соединение через Wireless USB		
Соединение через Wireless FireWire		
Соединение через Wi-Fi		
Беспроводное соединение по стандарту IEEE 802.16		

Задание 4. Охарактеризуйте два любых беспроводных соединения.

1. _____
2. _____

Задание 5. Ответьте на вопросы:

- В чем заключаются функции устройств DTE и DCE?
- К какому типу характеристик линии связи относятся: уровень шума, полоса пропускания, погонная емкость?
- Почему не всегда можно увеличить пропускную способность канала за счет увеличения числа состояний информационного сигнала?
- Какие меры можно предпринять для увеличения информационной скорости звена?
- Какова ширина спектра идеального импульса?
- Перечислите возможные беспроводные соединения, используемые для организации компьютерной сети.
- В виде чего можно представить любой периодический процесс?
- Перечислите основные стандарты кодирования Wi-Fi.
- Как можно найти спектр для сигналов произвольной формы?
- Почему на приемном конце линии сигналы могут плохо распознаваться?
- Обоснуйте выбор стандарта USB-порта, необходимого для полнофункциональной работы USB адаптера Wi-Fi, работающего по стандарту IEEE 802.11g?
- Обоснуйте выбор стандарта USB-порта, необходимого для полнофункциональной работы USB-адаптера Bluetooth.
- Какие из беспроводных стандартов связи имеют максимальную дальность действия?
- У какого беспроводного соединения наибольшая пропускная способность?
- Какие помехи влияют на форму сигнала?

Практическая работа № 6

Тема: «Характеристики линий связи передачи данных»

Текст задания:

1. Известными величинами являются:

- а. минимальная мощность передатчика P_{out} (дБм);
- б. погонное затухание кабеля A (дБ/км);
- с. порог чувствительности приемника P_{in} (дБм).

Требуется найти максимально возможную длину линии связи, при которой сигналы передаются нормально.

2. Каким будет теоретический предел скорости передачи данных в битах в секунду по линии связи с шириной полосы пропускания 20 кГц, если мощность передатчика составляет 0,01 мВт, а мощность шума в линии связи равна 0,0001 мВт?

3. Определите пропускную способность дуплексной линии связи для каждого из направлений, если известно, что ее полоса пропускания равна 600 кГц, а в методе кодирования используется 10 состояний сигнала.

4. Рассчитайте задержку распространения сигнала и задержку передачи данных для случая передачи пакета в 128 байт (считайте скорость распространения сигнала равной скорости света в вакууме 300 000 км/с):

- а. по кабелю витой пары длиной в 100 м при скорости передачи 100 Мбит/с; 0,33 мкс и 10,24 мкс
- б. по коаксиальному кабелю длиной в 2 км при скорости передачи в 10 Мбит/с; 6,6 мкс и 102,4 мкс
- с. по спутниковому каналу протяженностью в 72 000 км при скорости передачи 128 Кбит/с. 0,26 с и 0,008 с

5. Подсчитайте скорость линии связи, если известно, что тактовая частота передатчика равно 125 МГц, а сигнал имеет 5 состояний.

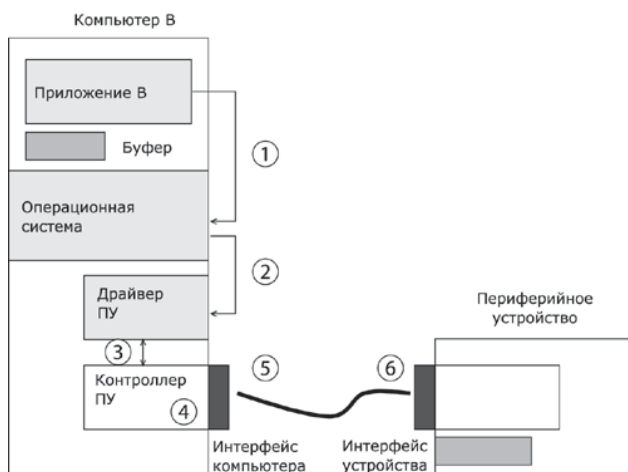
6. Приемник и передатчик сетевого адаптера подключены к соседним парам кабеля UTP. Какова мощность наведенной помехи на входе приемника, если передатчик имеет мощность 30 дБм, а показатель NEXT кабеля равен – 20 дБ?

7. Пусть известно, что модем передает данные в дуплексном режиме со скоростью 33,6 Кбит/с. Сколько состояний имеет его сигнал, если полоса пропускания линии связи равна 3,43 КГц?

Практическая работа № 7

Тема «Общие принципы построения сетей»

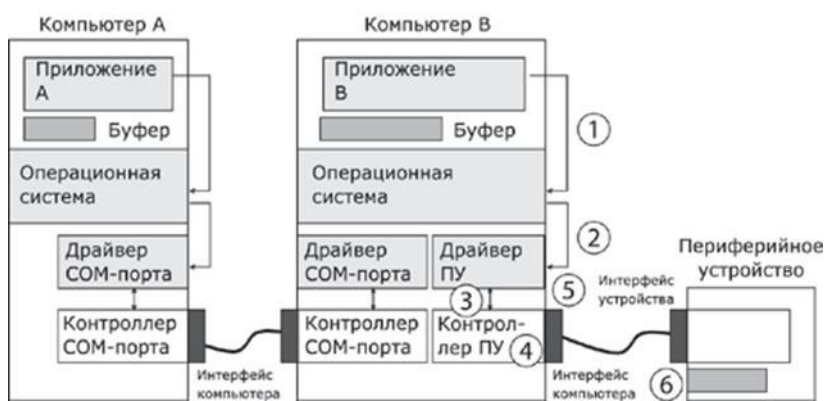
Задание 1. Опишите взаимодействие компьютера с периферийным оборудованием:



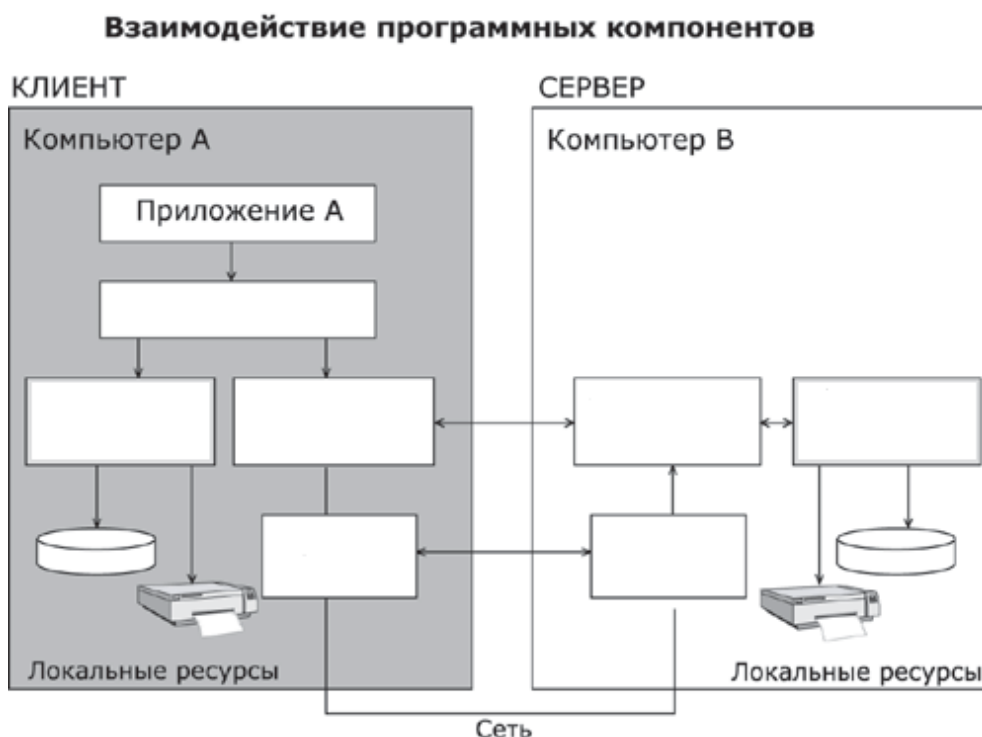
Задание 2. Заполните таблицу:

Термин	Определение
Физический интерфейс (порт)	
Логический интерфейс	
Контроллер	
Протокол	

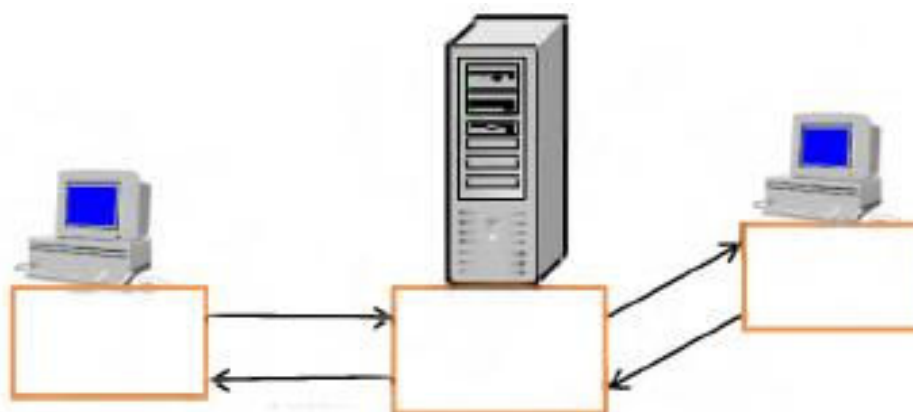
Задание 3. Опишите совместное использование периферийного устройства:



Задание 4. Заполните свободные ячейки на схеме, показывающей программные компоненты при связи двух компьютеров:



Задание 5. Опишите взаимодействие частей распределенного приложения:



Задание 6. Ответьте письменно на вопросы:

1. Перечислите функции, выполняемые драйвером:
2. Перечислите Функции, выполняемые контроллером:

- 3 Какая информация передается по каналу, связывающему внешние интерфейсы компьютера и периферийного устройства?
4. Какие компоненты включает интерфейс устройства?
5. Какие задачи решает ОС при обмене с периферийным устройством?
6. Какие функции возлагаются на драйвер периферийного устройства?

Практическая работа № 8

Тема: Решение задач на определение скорости и времени передачи данных

Скорость передачи данных по каналам связи ограничена пропускной способностью канала.

Пропускная способность канала связи изменяется как и скорость передачи данных в бит/сек (или кратностью этой величины Кбит/с, Мбит/с, байт/с, Кбайт/с, Мбайт/с).

Для вычисления объема информации V переданной по каналу связи с пропускной способностью q за время t используют формулу:

$$V = q * t$$

При решении задач на определении скорости и времени передачи данных возникает трудность с большими числами (пример 3 Мбайта/с = 25 165 824 бит/с), поэтому проще работать со степенями двойки (пример 3 Мбайта/с = $3 * 2^{23}$ бита/с).

Вспомним операции над степенями:

$$2^N * 2^M = 2^{N+M}$$

$$2^N / 2^M = 2^{N-M}$$

Рассмотрим кратные величины бита:

$$1 \text{ Кбит} = 2^{10} \text{ бит}$$

$$1 \text{ Мбит} = 2^{20} \text{ бит}$$

$$1 \text{ байт} = 8 \text{ бит} = 2^3 \text{ бит}$$

$$1 \text{ Кбайт} = 2^{10} \text{ байт} = 2^{13} \text{ бит}$$

$$1 \text{ Мбайт} = 2^{20} \text{ байт} = 2^{23} \text{ бит}$$

И наконец, вспомним таблицу степеней двойки:

Число	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Степень 2-ки	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

Задача №1.(Пример)

Скорость передачи данных скоростного ADSL соединения равна 1024000 бит/с, а скорость передачи данных через 3G-модем равна 512000 бит/с. Определите на сколько секунд дольше будет скачиваться файл размером 9000 Кбайт через 3G-модем, чем через ADSL-соединение. (Ответ дайте в секундах).

Решение

Объем файла 9000 Кбайт = $9000 * 2^{13}$ бит.

Определим за какое время скачается файл по ADSL: $1024000 \text{ бит/с} = 1000 * 2^{10} \text{ бит/с}$, $(9000 * 2^{13}) / (1000 * 2^{10}) = 9 * 2^3 = 9 * 8 = 72$ секунды.

Определим за какое время скачается файл по 3-G: $512000 \text{ бит/с} = 1000 * 2^9 \text{ бит/с}$, $(9000 * 2^{13}) / (1000 * 2^9) = 9 * 2^4 = 9 * 16 = 144$ секунды.

Найдем разность времени скачивания: $144 - 72 = 72$ секунды.

Ответ: 72

Задача №2.

У Толи есть доступ к сети Интернет по высокоскоростному одностороннему радиоканалу, обеспечивающему скорость получения информации 2^{19} бит в секунду. У Миши нет скоростного доступа в Интернет, но есть возможность получать информацию от Толи по низкоскоростному телефонному каналу со средней скоростью 2^{15} бит в секунду. Миша договорился с Толей, что тот будет скачивать для него данные объемом 5 Мбайт по высокоскоростному каналу и ретранслировать их Мише по низкоскоростному каналу.

Компьютер Толи может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые 512 Кбайт этих данных. Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах) с момента начала скачивания Толей данных до полного их получения Мишей? В ответе укажите только число, слово «секунд» или букву «с» добавлять не нужно.

Решение задачи №2.

Для решения данной задачи необходимо учесть время которое потратит Толя для скачивания 512 Кбайт данных с интернета (T_1) и время ретрансляции 5 Мбайт данных от Толи к Мише по низкоскоростному каналу (T_2). Все время затраченное на получение данных Мишей равно $T = T_1 + T_2$.

Найдем T_1 : 512 Кбайт = $512 * 10^{13} \text{ бит} = 2^9 * 2^{13} = 2^{22} \text{ бит}$, $T_1 = 2^{22} / 2^{19} = 2^3 = 8$ секунд

Найдем T_2 : 5 Мбайт = $5 * 2^{23} \text{ бит}$, $T_2 = 5 * 2^{23} / 2^{15} = 5 * 2^8 = 5 * 256 = 1280$ секунд

Найдем все время затраченное на скачивание данных: $T = 1280 + 8 = 1288$ секунд.

Ответ: 1288.

Самостоятельное решение задач

1. Скорость передачи информации 1200 бит/с. Сколько бит передаст данный модем за 14 секунд?
2. Скорость передачи информации 1200 бит/с. За сколько времени данный модем передаст информацию состоящую из 3070 бит?
3. Скорость передачи информации 2400 бит/с. Сколько символов передает данный модем за 1 секунду, учитывая, что при скорости 1200 бит/с он передает 150 символов?

4. Скорость передачи информации 2400 бит/с. За сколько времени данный модем передаст информацию состоящую из 303000 символов?
5. Скорость передачи данных через ADSL-соединение равна 1024000 бит/с. Передача файла через данное соединение заняла 5 секунд. Определите размер файла в килобайтах.
6. Скорость передачи информации 1200 бит/с. Объем передаваемой информации 3 страницы. На одной странице содержится 1800 символов на двух других по 3000 символов. Сколько понадобится времени для передачи данной информации?
7. За 33 секунд передаётся информация занимающая 40 страниц по 7920 символов на каждой. Какую скорость передачи информации имеет данный модем?
8. Передачи данных через ADSL-соединение заняла 2 минуты. За это время был передан файл, размер которого 3 750 Кбайт. Определите минимальную скорость (бит/с), при которой такая передача возможна.

Дополнительные задания:

- 1) Скорость передачи данных через ADSL-соединение равна 128000 бит/с. Сколько времени (в секундах) займет передача файла объемом 500 Кбайт по этому каналу?
- 2) Скорость передачи данных через ADSL-соединение равна 256000 бит/с. Передача файла через это соединение заняла 2 минуты. Определите размер файла в килобайтах.
- 3) Передача данных через ADSL- заняла 5 минут. За это время был передан файл, размер которого 3000 Кбайт. Определите минимальную скорость (бит/с) (пропускную способность канала), при которой такая передача возможна.

Лабораторная работа №6

Тема: «Затухания в линиях передач»

Цель работы: измерения наведенных сигналов и теоретический расчет коэффициентов затухания.

Одним из важных средств добывания информации является техническая разведка, проводимая с помощью разнообразных специальных технических устройств. Данные устройства предназначены для съема информативного сигнала с различных источников передачи, обработки и хранения информации.

При обработке и передачи данных обрабатываемая информация распространяется по воздушной среде, проводным линиям и коммуникациям (сюда включаются батареи, водопровод и т.д.). Но распространение информационных сигналов в различных средах всегда происходит с затуханием, которое определяет величину опасных зон, в радиусе которых возможно снять информативный сигнал.

На практике для определения перечисленных зон производят практические измерения наведенных сигналов и теоретический расчет коэффициентов затухания.

Теоретические расчеты не всегда совпадают с реальными, поэтому расчет коэффициентов затухания имеет смысл проводить для каждого конкретного объекта.

Затухание показывает, насколько уменьшается мощность эталонного синусоидального сигнала на выходе линии связи по отношению к мощности сигнала на входе этой линии. Оно определяется как относительное уменьшение амплитуды или мощности сигнала при передаче по каналу передачи сигнала определенной частоты. При отсутствии промежуточных усилителей мощность выходного сигнала кабеля всегда меньше мощности входного, поэтому затухание кабеля, как правило, имеет отрицательную величину.

Затухание представляет собой обобщенную характеристику линии связи, так как позволяет судить не о точной форме сигнала, а о его мощности (интегральной результирующей от формы сигнала). На практике затухание является важным атрибутом описания линий связи: в частности, в стандартах на кабель этот параметр считается одним из основных.

Чем меньше затухание, тем выше качество линии связи или кабеля, по которому она проложена. Обычно затухание определяют для пассивных участков линии связи, состоящих из кабелей и кроссовых секций, без усилителей и регенераторов. Например, кабель с витыми парами Категории 5 для внутренней проводки в зданиях, применяемой практически для всех технологий локальных сетей, характеризуется затуханием не ниже -23,6 дБ для частоты 100 МГц при длине кабеля 100 м.

Частота 100 МГц выбрана потому, что кабель этой категории предназначен для высокоскоростной передачи данных, чьи сигналы имеют значимые гармоники с частотой примерно 100 МГц. Более качественный кабель Категории 6 уже имеет на частоте 100 МГц затухание не ниже -20,6 дБ, т. е. мощность сигнала, снижается в меньшей степени. Часто в документации приводятся абсолютные значения затухания, т.е. его знак опускается, так как затухание всегда отрицательно для пассивного, не содержащего усилители и регенераторы, участка линии, например

непрерывного кабеля.

Оптический кабель отличается существенно более низкими (по абсолютной величине) размерами затухания, обычно в диапазоне от 0,2 до 3 дБ при длине кабеля в 1000 м.

Измерение реального затухания в исследуемой линии проводилось отдельно для каждой частоты сигнала, по схеме, приведенной ниже.

На каждой j-й частоте в исследуемую линию вблизи СВТ подавался сигнал от вспомогательного источника и измерялось напряжение этого сигнала пробником напряжения в двух точках: вблизи СВТ в точке А1 (напряжение U_{1uj}) и на границе контролируемой зоны А2 (напряжение U_{2uj}).

При помощи измерительного приемника были получены данные для расчета реального коэффициента затухания. Коэффициент затухания вычислялся по формуле:

$$K_{\pi j} = 10 \cdot \lg \frac{U_{2uj}}{U_{1uj}} [\text{дБ}]$$

В ходе работы в исследуемую линию длиной $l_{AB}=9$ м, нагрузкой $R_n=56$ Ом подавался информативный сигнал с частотой f (45 и 90 МГц) и амплитудой напряжения 500 мВ, и были получены коэффициенты затухания на данных частотах.

Полученные измерения и расчеты						
Выход		Точка А	Точка В	$l_{AB}, \text{м}$	$R_n, \text{Ом}$	$K_{\pi}, \text{дБ/м}$
$f, \text{МГц}$	$U, \text{мВ}$	$U_{\text{тс}}, \text{мВ}$	$U_{\text{гс}}, \text{мВ}$			
		500	450			
		400	300			

Полученные коэффициенты затухания оказывают влияния на соотношение сигнал/шум на границе контролируемой зоны, где возможно снятие информативного сигнала средствами технической разведки.

При измерениях реальных коэффициентов затухания получаются более точные и объективные результаты по сравнению с теоретическими расчетами, так как данные соответствуют каждому конкретному объекту.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ:

1. Изучите методические указания к лабораторной работе
2. Заполнить таблицу по исходным экспериментальным данным, рассчитать коэффициент затухания и занести в таблицу.
3. Ответить на контрольные вопросы по лабораторной работе

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение затухания
2. В чем состоит методика измерения затуханий?
3. Для каких участков и почему измеряют затухание?

Практическая работа № 9

Тема: Модель OSI

Задание 1. Что стандартизирует модель OSI?

Задание 2. Заполните таблицу:

Уровень	Функции уровней модели OSI
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Задание 3. Ниже перечислены оригинальные (англоязычные) названия семи уровней модели OSI. Отметьте, какие из названий уровней не соответствуют стандарту?

- physical layer
- data link layer
- network layer
- transport layer
- seances layer
- presentation layer
- application layer

Задание 4. Какие из приведенных утверждений вы считаете ошибочными:

- протокол — это программный модуль, решающий задачу взаимодействия систем;
- протокол — это формализованное описание правил взаимодействия, включающих последовательность обмена сообщениями и их форматы;
- термины «интерфейс» и «протокол», в сущности, являются синонимами.

Задание 5. На каком уровне модели OSI работает прикладная программа?

Задание 6. На каком уровне модели OSI работают сетевые службы?

Задание 7. Ниже перечислены некоторые сетевые устройства:

- маршрутизатор;
- коммутатор;
- мост;
- повторитель;
- сетевой адаптер;
- концентратор.

В каком из этих устройств реализуются функции физического уровня модели OSI? Канального уровня? Сетевого уровня?

Задание 8. Какое название традиционно используется для единицы передаваемых данных на каждом из уровней? Заполните таблицу.

	Пакет	Сообщение	Кадр	Поток	Сегмент
Канальный уровень					
Сетевой уровень					
Транспортный уровень					
Сеансовый уровень					
Уровень представления					
Прикладной уровень					

Задание 9. Какой уровень модели OSI управляет общим доступом к сети, потоком данных и обработкой ошибок? _____

Задание 10. Какой уровень модели OSI обеспечивает трансляцию данных, шифрование, преобразование протоколов и т.д.? _____

Задание 11. Какой уровень модели OSI выполняет распознавание имен, защиту и т. д.? _____

Задание 12. На каком уровне модели OSI сообщения распаковываются, восстанавливаются в прежнем виде, и посылается сигнал подтверждения приема? _____

Практическая работа № 10

Тема: Зачетная работа

Цель занятия: Самостоятельная работа для проверки приобретенных навыков работы.

Ход работы

1. Оформление титульного листа.
2. Каждое задание на отдельном листе.
3. Установите параметры страницы:

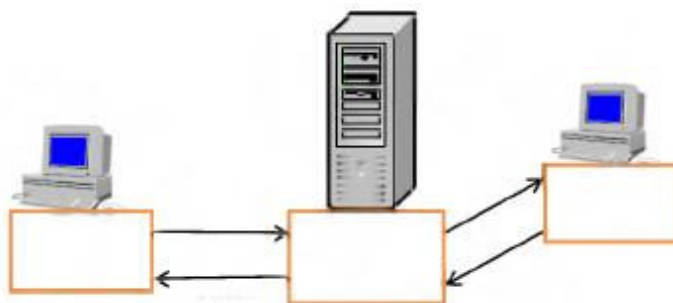
поля: левое – 2 см, правое – 1 см, верхнее – 1 см, нижнее – 1 см. ориентация: книжная.

Порядок работы

Задание 1. Ответьте на вопросы.

I вариант

1. Логический интерфейс
2. Протокол
3. Перечислите функции, выполняемые драйвером
4. Опишите взаимодействие частей распределенного приложения:

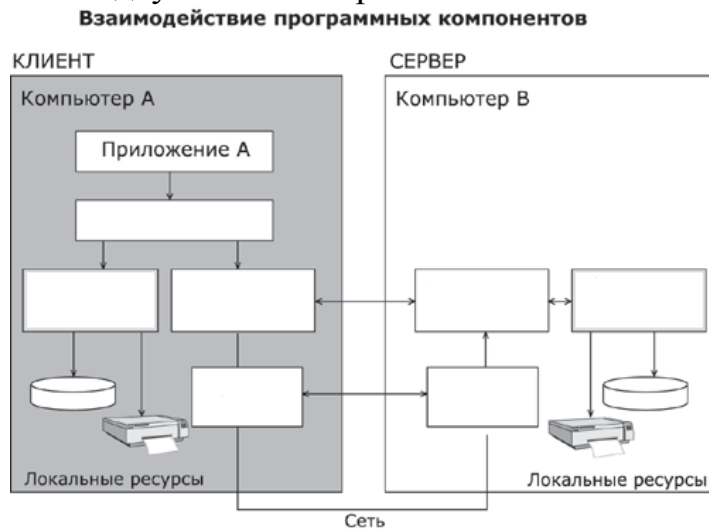


5. По принципу организации передачи данных сети можно разделить на:
6. Файл-сервер имеет преимущества:
7. Виды коммутации при передаче данных
8. Три вида адресации
9. Методы маршрутизации
10. Концентраторы-хабы могут быть трех типов:
11. Маршрутизация

II вариант

1. Физический интерфейс (порт)
2. Контроллер
3. Перечислите функции, выполняемые контроллером

4. Заполните свободные ячейки на схеме, показывающей программные компоненты при связи двух компьютеров:



5. По типу коммуникационной среды сети можно разделить на:
6. Модель файл-сервер имеет и другие недостатки:
7. По числу используемых ВМ на серверном и клиентском уровнях двухуровневые системы можно разделить на:
8. Два основных способа маршрутизации:
9. Три вида адресации
10. Оптимальная маршрутизация обеспечивает
11. Триггер

Задание 2. Решите следующие задачи:

1. Каким будет теоретический предел скорости передачи данных в битах в секунду по линии связи с шириной полосы пропускания 20 кГц, если мощность передатчика составляет 0,01 мВт, а мощность шума в линии связи равна 0,0001 мВт?
2. По каналу связи передается последовательность символов "0" и "1" равной длительности $\tau_0=0,83$ мс. Вероятности появления символов равны $p(0)=0,4$; $p(1)=0,6$. Определить скорость передачи информации и пропускную способность канала связи.
3. Скорость передачи информации 1200 бит/с. Объем передаваемой информации 3 страницы. На одной странице содержится 1800 символов на двух других по 3000 символов. Сколько понадобится времени для передачи данной информации?
4. За 33 секунд передаётся информация занимающая 40 страниц по 7920 символов на каждой. Какую скорость передачи информации имеет данные модема?