

**Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**

Кафедра «Сетей и систем связи»

Марыкова Л.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению контрольной работы по дисциплине
ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ
для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Обсуждено на заседании кафедры ССС

«___» _____ 2020 г.

протокол № _____

Самара

2020

УДК 621.396.2

ББК

М

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол №__ от _____, 2020 г.

Рецензент:

доцент кафедры РЭС

к.т.н., доцент Прошечкина Н.В.

Марыкова, Л. А.

М Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей» для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»/ Л. А. Марыкова. – Самара: ПГУТИ, 2020. – 23 с.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей» разработаны в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и предназначены для студентов заочной формы обучения.

ISBN

©, Марыкова Л.А., 2020

Содержание

Введение.....	4
1 Контрольные задания.....	5
2 Примеры решения контрольных заданий.....	10
3 Вопросы к теоретическому экзамену.....	14
Рекомендованная литература.....	22

Введение

Дисциплина «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей» (ОПИКС и С) преподается студентам заочной формы обучения по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» на 2 курсе в 3 семестре.

В итоге изучения дисциплины студенты должны знать основные закономерности передачи информации в системах связи, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем; принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем.

Контрольное задание по дисциплине ОПИКС и С должно привить студентам навыки расчетов параметров и характеристик сигналов, каналов и трактов инфокоммуникационных систем и сетей.

Контрольное задание по дисциплине ОПИКС и С содержит задания, соответствующие разделам изучаемой дисциплины и выполняется студентами по индивидуальным вариантам. Номер варианта курсовой работы определяется студентом по номеру студенческого билета. Решения задач обязательно сопровождаются пояснениями и ссылками на литературу. Список литературы, использованной при выполнении контрольных заданий, приводят в конце методических рекомендаций.

1 Контрольные задания

Номер варианта заданий по контрольной работе определяется студентом по предпоследней и последней цифрам номера студенческого билета.

Задание №1

Определить уровень сигнала на входе схемы, изображенной на рис. 1, а также мощность и уровень сигнала на выходе схемы, если первый двухполюсник вносит затухание a_1 , а второй двухполюсник усиливает сигнал с коэффициентом усиления k_2 . Исходные данные к заданию в табл. 1.



Рис. 1 - К расчету уровня сигнала

Таблица 1

Исходные данные к заданию №1

Мощность сигнала на входе, $W_{вх}$, мВт	0,1	0,12	0,2	0,25	0,5	2	4	5	8	10
Затухание первого четырехполюсника, a_1 , дБ	12	7	16	17	27	13	23	14	26	24
Коэффициент усиления второго четырехполюсника, k_2	Номера вариантов									
40	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
20	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
4	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
1/2	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
1/4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
1/5	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
1/20	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
1/40	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Методические указания к выполнению первого задания

По рекомендованной литературе изучить логарифмические единицы уровней передачи, усиления и затухания четырехполюсников. Первичные сигналы и их физические характеристики.

Задание №2

Рассчитать и изобразить на оси частот спектральную диаграмму сигнала на выходе схемы, приведенной на рис. 2, где приняты следующие обозначения: АМ - амплитудные модуляторы; ПФ- полосовые фильтры, выделяющие соответствующие боковые полосы частот; F_1 в F_2 - граничные частоты первичного модулирующего сигнала.

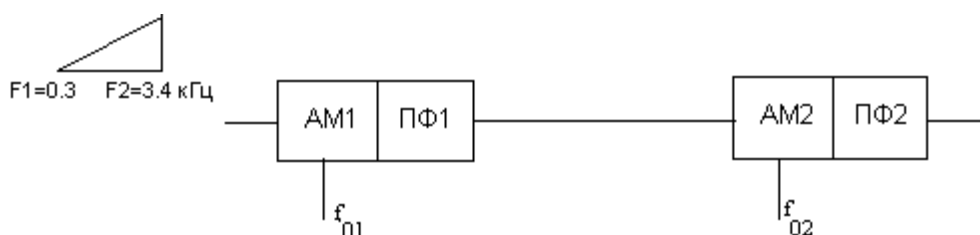


Рис. 2 – Схема преобразования первичного преобразования
в системе с ЧРК

Исходные данные для выполнения данного задания приведены в таблице 2.

Методические указания к выполнению второго задания

По рекомендованной литературе изучить принцип построения систем передачи с частотным разделением каналов (ЧРК). Критерии выбора вида модуляции в преобразователях частоты, формирующих каналный интервал в системах передачи с ЧРК.

Таблица 2

Исходные данные к заданию №2

Несущая частота первого преобразования, f_{01} , кГц	100	96	92	88	84	80	76	72	68	64
Несущая частота второго преобразования, f_{02} , кГц	420	468	516	564	612	252	300	348	396	444
Боковая полоса, выделенная полосовым фильтром ПФ1(нижняя – Н, верхняя – В)	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
Боковая, выделяемая фильтром ПФ2	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н
Номера вариантов	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Задание №3

1. Закодировать в нелинейном кодере заданное значение АИМ-импульса.
2. Рассчитать величину ошибки квантования на выходе кодера и сравнить ее с шагом квантования в выбранном сегменте.
3. Декодировать в нелинейном декодере полученную кодовую комбинацию.

нацию.

4. Рассчитать величины ошибки квантования на выходе декодера для заданного отсчета и сравнить ее с шагом квантования в выбранном сегменте.

Для решения задания использовать табл. 3.

Таблица 3

Таблица эталонных напряжений

N сегмента	Шаг квант. внутри сегмента Δ_i	Нижняя граница сегмента	Код сегмента	Эталонные напряжения в пределах одного сегмента			
0	Δ	0Δ	000	8Δ	4Δ	2Δ	Δ
1	Δ	16Δ	001	8Δ	4Δ	2Δ	Δ
2	2Δ	32Δ	010	16Δ	8Δ	4Δ	2Δ
3	4Δ	64Δ	011	32Δ	16Δ	8Δ	4Δ
4	8Δ	128Δ	100	64Δ	32Δ	16Δ	8Δ
5	16Δ	256Δ	101	128Δ	64Δ	32Δ	16Δ
6	32Δ	512Δ	110	256Δ	128Δ	64Δ	32Δ
7	64Δ	1024Δ	111	512Δ	256Δ	128Δ	64Δ

Амплитуда квантованного отсчета определяется по формуле:

$$U_{\text{кв}} = U_{\text{нГ}} + \sum_{k=1}^4 a_i \cdot \Delta_i \cdot 2^{4-k},$$

где a_i - символ разряда (0 или 1);

Δ_i - шаг квантования внутри сегмента.

Необходимые для выполнения задания данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные к заданию №3

Амплитуда отсчета аналогового сигнала $U_{\text{АИМ1}}, \Delta$	750	650	550	450	350	250	150	50	200	300
Амплитуда отсчета аналогового сигнала $U_{\text{АИМ2}}, \Delta$	Номера вариантов									
-59	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
-67	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
-292	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
-399	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
-430	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
-570	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
-619	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
-778	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
-110	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
-90	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Методические указания к выполнению третьего задания

По рекомендованной литературе изучить основной принцип цифровой обработки сигналов – импульсно-кодovou модуляцию (ИКМ). Этапы ИКМ. Причины возникновения шумов квантования и методы их уменьшения.

2 Примеры решения контрольных заданий

Задание №1

Определить уровень сигнала на входе схемы, изображенной на рис. 1, а также мощность и уровень сигнала на выходе схемы, если первый двухполюсник вносит затухание a_1 , а второй двухполюсник усиливает сигнал с коэффициентом усиления K_2 .

Исходные данные:

- $W_{\text{вх}} = 100$ мВт;

- $a_1 = 10$ дБ;

- $K_2 = 10$.

Решение.

1. Уровень сигнала на входе схемы:

$$P_{\text{вх}} = 10 \lg \frac{W_{\text{вх}}}{W_0},$$

где $W_0 = 1$ мВт.

$$P_{\text{вх}} = 10 \lg \frac{W_{\text{вх}}}{W_0} = 10 \lg \frac{100}{1} = 20 \text{ дБ.}$$

2. Уровень сигнала на выходе схемы:

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{вх}} - a_1 - a_2.$$

Определим затухание второго четырехполюсника:

$$a_2 = 10 \lg \frac{1}{K_2} = 10 \lg \frac{1}{10} = -10 \text{ дБ.}$$

Уровень сигнала на выходе схемы:

$$P_{\text{вых}} = 20 - 10 - (-10) = 20 \text{ дБ.}$$

Задание №2

Рассчитать и изобразить на оси частот спектральную диаграмму сигнала на выходе схемы, приведенной на рис. 2.

Исходные данные:

- $f_{01} = 108$ кГц;
- $f_{02} = 240$ кГц;
- боковая, выделяемая фильтром ПФ1 – верхняя боковая полоса частот;
- боковая полоса, выделенная полосовым фильтром ПФ2 – нижняя боковая полоса частот.

Решение

Рассчитаем боковые полосы частот на выходе первой ступени преобразования АМ1:

ВБП:

$$f_{в1} = (f_{01} + F1) = 108 + 0,3 = 108,3 \text{ кГц};$$

$$f_{в2} = (f_{01} + F2) = 108 + 3,4 = 111,4 \text{ кГц}.$$

Спектр частот, занимаемый ВБП – 108,3...111,4 кГц.

НБП:

$$f_{н1} = (f_{01} - F2) = 108 - 3,4 = 104,6 \text{ кГц};$$

$$f_{н2} = (f_{01} - F1) = 108 - 0,3 = 107,7 \text{ кГц}.$$

Т.е. на выходе ПФ1 будет образован спектр частот, занимаемый ВБП от $f_{в1}$ до $f_{в2}$ - (108,3...111,4) кГц.

Изобразим преобразование на рис. 5.

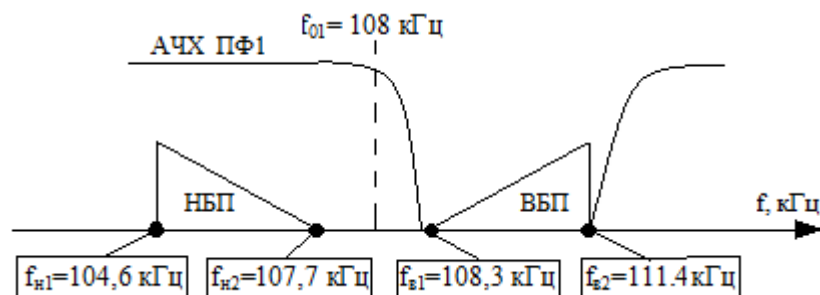


Рис. 5 – Спектральная диаграмма на выходе АМ1

На вход второй ступени преобразования АМ2 поступает спектр с выхода ПФ1 - 108,3...111,4 кГц. Рассчитаем спектры боковых полос частот на выходе АМ2:

ВБП:

$$f_{в3} = (f_{02} + f_{в1}) = 240 + 108,3 = 348,3 \text{ кГц};$$

$$f_{в4} = (f_{02} + f_{в2}) = 240 + 111,4 = 351,4 \text{ кГц}.$$

Спектр частот, занимаемый ВБП – 108,3...111,4 кГц.

НБП:

$$f_{н3} = (f_{02} - f_{в2}) = 240 - 111,4 = 128,6 \text{ кГц},$$

$$f_{н4} = (f_{02} - f_{в1}) = 240 - 108,3 = 131,7 \text{ кГц}.$$

Спектр частот, занимаемый НБП от $f_{н3}$ до $f_{н4}$ - (128,6...131,7) кГц.

Изобразим преобразование на рис. 6.

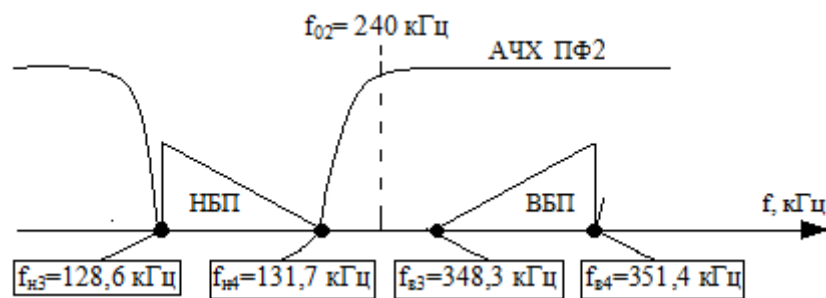


Рис. 6 - Спектральная диаграмма на выходе АМ2

На выходе ПФ2 будет образован спектр частот, занимаемый НБП – (128,6...131,7) кГц. Этот спектр частот будет получен на выходе схемы, изображенной на рис. 2.

Задание №3

Закодировать в нелинейном кодере заданное значение амплитуды АИМ-импульса. Рассчитать величину ошибки квантования на выходе кодера и сравнить ее с шагом квантования в выбранном сегменте. Декодиро-

вать в нелинейном декодере полученную кодовую комбинацию. Рассчитать величины ошибки квантования на выходе декодера для заданного отсчета и сравнить ее с шагом квантования в выбранном сегменте.

Исходные данные:

- амплитуда АИМ-импульса $U_{\text{АИМ}} = 247\Delta$.

Решение.

1. Используя данные табл. 3, определим амплитуду квантованного отсчета:

$$U_{\text{КВ код}} = 128\Delta + 1 \cdot 64\Delta + 1 \cdot 32\Delta + 1 \cdot 16\Delta + 0 \cdot 8\Delta = 240\Delta.$$

Вид кодовой комбинации на выходе кодера, соответствующей амплитуде квантованного отсчета, представлен в табл. 5

Таблица 5

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	1	0	0	1	1	1	0

2. Ошибка квантования на выходе кодера:

$$\eta_{\text{КВ код}} = U_{\text{АИМ}} - U_{\text{КВ код}} = 247 \Delta - 240 \Delta = 7\Delta > \Delta/2 = 4\Delta.$$

Ошибка на выходе кодера не соответствует норме.

3. Используя данные табл. 3, определим амплитуду квантованного отсчета на выходе декодера:

$$U_{\text{КВ дек}} = 128\Delta + 1 \cdot 64\Delta + 1 \cdot 32\Delta + 1 \cdot 16\Delta + 0 \cdot 8\Delta + 4\Delta = 244\Delta.$$

4. Ошибка квантования на выходе декодера:

$$\eta_{\text{КВ дек}} = U_{\text{АИМ}} - U_{\text{КВ дек}} = 247 \Delta - 244 \Delta = 3\Delta < \Delta/2 = 4\Delta.$$

Ошибка на выходе декодера соответствует норме.

3 Вопросы к теоретическому экзамену

по дисциплине "Основы построения инфокоммуникационных систем
и сетей"

Для успешной сдачи экзамена студент должен свободно владеть основными понятиями и определениями, охватывающими дисциплину ОПИКС и С, понимать их физическую сущность. Знать ответы на следующие вопросы и уметь вывести основные аналитические выражения и формулы и применять их к решению задач.

Вопросы по разделу 1. Введение

1. Обобщенная структурная схема системы передачи, основные элементы и требования к ним.
2. Информация, сообщение, сигнал и взаимосвязь между ними.
3. Канал передачи и система связи.
4. Классификация сетей.
5. Коммутация каналов, сообщений и пакетов.
6. Принципы мультиплексирования.
7. Классификация сетей передачи информации
8. Основные виды услуг, предоставляемые потребителям электросвязи.
9. Что такое уровень передачи по мощности (напряжению и току)?
2. Как связаны между собой уровень передачи по мощности с уровнем передачи по напряжению, уровень передачи по мощности с уровнем передачи по току, уровень передачи по напряжению с уровнем передачи по току?
3. Что такое относительный уровень передачи (абсолютный уровень передачи, измерительный уровень передачи)?

4. Как связаны между собой относительные и абсолютные уровни передачи?

5. Какие приборы используются для измерения уровней передачи? Почему в целях измерений не применяются уровни передачи по току?

6. Что такое остаточное затухание канала передачи и как его определить по диаграмме уровней передачи?

7. Как по диаграмме уровней определить защищенность?

Вопросы по разделу 2. Первичные сигналы электросвязи и каналы передачи

1. Что такое средняя мощность случайного процесса? Привести ее аналитическое выражение.

3. Энергетический спектр случайного процесса, его аналитическое выражение и физическая сущность.

3. Динамический диапазон первичного сигнала, физический смысл величин, входящих в формулу для определения динамического диапазона.

4. Пик-фактор первичного сигнала, физический смысл величин, входящих в формулу для определения пик-фактора.

5. Оценка количества (объема) информации, переносимого первичным сигналом.

6. Что такое канал передачи? Его структурная схема и требования к основным элементам.

7. Канал передачи как четырехполюсник. Перечислите основные параметры канала и поясните их физическую сущность.

8. Остаточное затухание канала передачи и его оценка, влияние на качество передачи.

9. Эффективно-передаваемая полоса частот и ее влияние на качество передачи первичных сигналов. Оценка.

10. Частотная характеристика канала передачи, способы ее оценки и влияние на качество передачи.

11. Входное и выходное сопротивления канала передачи, их измерение и влияние на качество передачи.

12. Фазо-частотная характеристика канала передачи и групповое время прохождения (замедления), их взаимосвязь, влияние на качество передачи первичных сигналов.

13. Линейные искажения, причины их возникновения и способы оценки. Классификация линейных искажений. Их влияние на качество передачи первичных сигналов.

14. Условие неискаженной передачи-отсутствия линейных искажений.

15. Амплитудная характеристика канала передачи, формы ее представления и оценка.

16. Нелинейные искажения, причины их возникновения и оценка: коэффициент нелинейных искажений, коэффициент гармоник, затухание нелинейности по гармоникам.

17. Динамический диапазон канала передачи, физический смысл величин, входящих в формулу для определения динамического диапазона канала

18. Принципы классификации каналов передачи.

19. Типовые каналы передачи (канал тональной частоты, основной цифровой канал, широкополосный канал) и их основные параметры и характеристики.

20. Необходимость организации двусторонней связи и возникающие при этом проблемы, пути их разрешения.

21. Основные требования к развязывающим устройствам при организации двусторонних каналов.

22. Критерий Найквиста для оценки устойчивости ОЗС, физическая сущность условий критерия.

23. Причины возникновения искажений от обратной связи, их проявление. Причины возникновения электрического эха и его проявление.

Вопросы по разделу 3. Принципы построения многоканальных систем передачи

1. Что такое многоканальная электрическая связь - многоканальные телекоммуникационные системы? Дайте свое обоснование технико-экономической целесообразности применения многоканальных систем передачи (МСП).

2. Изобразите структурную схему МСП и с помощью соответствующих операторов поясните принципы формирования канальных сигналов, группового многоканального сигнала и разделения канальных сигналов.

3. Приведите классификацию МСП по методам разделения каналов или сигналов.

4. Укажите причины возникновения взаимных переходов между каналами в МСП. Условие линейной независимости сигналов и условие их ортогональности.

Вопросы по разделу 4. Построение систем передачи с частотным разделением каналов

1. Что такое амплитудная модуляция, её осуществление, спектральный состав, достоинства, недостатки и область применения?

2. Что такое частотная модуляция, ее осуществление, спектральный состав, достоинства, недостатки и область применения?

3. Что такое фазовая модуляция, ее осуществление, спектральный состав, достоинства, недостатки и область применения?

4. Почему для построения СП с ЧРК широкое применение нашла амплитудная модуляция.

5. Сущность фильтрового способа формирования АМ сигнала с одной боковой полосой частот (ОБП).

6. Сущность фазоразностного способа формирования ОБП. Требования к основным элементам схемы фазоразностного способа формирования ОБП.

7. Достоинства и недостатки фазоразностного способа формирования ОБП и область его применения.

8. Изобразить графически и привести аналитические выражения условий неискаженной передачи. Пояснить физическую сущность влияния линейных искажений на качество передачи различных первичных сигналов.

9. Причины нелинейных искажений и их проявление в трактах передачи группового сигнала СП с ЧРК. Оценка нелинейных искажений.

Вопросы по разделу 5. Построение систем передачи с временным разделением каналов

1. Показать, что амплитудно-импульсная модуляция является физической реализацией теоремы Котельникова.

2. Спектры АИМ, ШИМ и ФИМ сигналов и их демодуляция.

3. Упрощенная схема системы передачи с ВРК.

4. Назначение фильтров нижних частот, включаемых на входе канального импульсного модулятора и на выходе канального селектора в СП с ВРК.

5. Почему в СП с ВРК и импульсных методов модуляции используется только ФИМ, но обязательно в сочетании с АИМ или ШИМ?

Вопросы по разделу 6. Построение цифровых систем передачи

1. Шумы квантования и шумы ограничения, причины их возникновения и оценка
2. Натуральный код, симметричный код их кодовые таблицы (маски).
3. От чего зависит и на что влияет число элементов в кодовой комбинации при кодировании квантованных отсчетов?
4. Структура цикла передачи ЦСП-ШСМ с ВРК.
5. Виды синхронизации в ЦСП-ИКМ с ВРК.
6. Принципы регенерации цифровых сигналов.
7. Сущность дифференциальной ИКМ и дельта-модуляции.

Вопросы по разделу 7. Основы построения волоконно-оптических систем передачи

1. Назовите основные части волоконно-оптической линии передачи.
2. Назовите основные преимущества оптического волокна. Приведите примеры каждого из них.
3. Где скорость света больше: в воздухе или стекле?
4. Назовите основные параметры оптического волокна.
5. От чего зависит длина волны оптического излучения?
6. Назовите основные параметры светоизлучающего диода.
7. Назовите основные параметры лазерного излучателя.
8. Назовите основные параметры фотодиодов.
9. Назовите виды шумов, возникающих в фотодетекторе.
10. Изобразите обобщенную структурную схему передающего оптического модуля.
11. Изобразите обобщенную структурную схему приемного оптического модуля.
12. Сущность непосредственной модуляции оптического излучения.

13. Обобщенная структурная схема линейного цифрового регенератора ВОСП.

14. Принцип работы оптического усилителя.

Вопросы по разделу 8. Основы построения систем радиосвязи

1. Классификация радиорелейных линий передачи.
2. Принцип многоствольной передачи.
3. Виды модуляции, используемые при построении радиорелейных и спутниковых систем передачи.
4. Принципы построения оборудования радиорелейных линий передачи.
5. Особенности построения тропосферных радиорелейных линий.
6. Передача сигналов телевизионного вещания по радиорелейным линиям.
7. Принципы построения спутниковых систем передачи.
8. Дайте определение мобильной (подвижной) радиосвязи.
9. Что такое сотовая радиосвязь (ССР)? Ее назначение и состав сетей ССР.
10. Множественный доступ, назначение и классификация систем множественного доступа.
11. Транкинговые системы радиосвязи.
12. Назначение систем беспроводного абонентского радиодоступа.

Вопросы по разделу 9. Основы построения инфокоммуникационных сетей

1. Что такое сети электросвязи? Их классификация.
2. Назначение и состав сетей электросвязи.
3. Методы коммутации в сетях электросвязи.
4. Основные топологии телекоммуникационных сетей.

5. Единая сеть электросвязи Российской Федерации (ЕСЭ РФ), ее архитектура.
6. Первичные сети, их назначение, структура, классификация.
7. Вторичные сети, их назначение, структура, классификация.
8. Сущность многоуровневого подхода к описанию сетей.
9. Сущность модели взаимодействия открытых сетей.
10. Что такое трафик сетей?

Вопросы по разделу 10. Заключение

1. Перспективы развития телекоммуникационных систем и сетей.
2. Новые технологии в телекоммуникациях.
3. Новейшие транспортные технологии: DWDM, HDWDM и CWDM.

Рекомендованная литература

Основная литература

1. Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Н. Н. Васин [и др.]. ; ПГУТИ, Каф. СС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,60 Мб). - Самара : ИНУЛ ПГУТИ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. издания 2017 г. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Vasin_Osnovy_postroeniya_infokommunikacionnyh_sistem_i_setej_uchebnik_2017.pdf, свободный. - Б. ц.
2. Уровни передачи и затухания четырехполюсников [Электронный ресурс] : методические указания к практическому занятию / Л. А. Марыкова ; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 426 Кб). - Самара : ПГУТИ, 2019. - 15 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Marykova_Urovni_peredachi_i_zatuhaniya_chetyrehpolyusnikov_prakticheskie_zanyatiya_2019.pdf, свободный. - Б. ц.
3. Основные характеристики первичных сигналов [Электронный ресурс] : методические указания к практическому занятию / Л. А. Марыкова ; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 396 Кб). - Самара : ПГУТИ, 2019. - 14 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Marykova_Osnovnye_harakteristiki_pervichnyh_signalov_prakticheskie_zanyatiya_2019.pdf, свободный. - Б. ц.
4. Принципы построения систем передачи с временным разделением каналов [Электронный ресурс] : методические указания к практическому занятию / Л. А. Марыкова ; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. - Самара : ПГУТИ, 2020. - 17 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Marykova_principy_postroeniya_sistem_peredachi_s_vremennym_razdeleniem_kanalov_metod_ukazaniya_k_prakt_zanyatiam_2020.pdf.

5. Принципы построения систем передачи с частотным разделением каналов [Электронный ресурс] : методические указания к практическому занятию / Л. А. Марыкова ; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. - Самара : ПГУТИ, 2020. - 17 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Marykova_principy_postroeniya_sistem_peredachi_s_chastotnym_razdeleniem_kanalog_metod_ukazaniya_k_prakt_zanyatiyam_2020.pdf.

6. Нелинейный кодек с цифровым компандированием [Электронный ресурс] : методические указания к практическому занятию / Л. А. Марыкова ; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. - Самара : ПГУТИ, 2020. - 21 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Marykova_nelinejnyj_kodek_s_cifrovym_kompandirovaniem_metod_ukazaniya_k_prakt_zanyatiyam_2020.pdf.

Дополнительная литература

1. Оптические телекоммуникационные системы [Текст] : учебник для вузов / В. Н. Гордиенко [и др.] ; ред. В. Н. Гордиенко. - М. : Горячая линия-Телеком, 2011. - 367 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 360-362 (43 назв.). - ISBN 978-5-9912-0146-9.

2. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. Б. Алексеев [и др.] ; ред.: В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - 2-е изд. - М. : Горячая линия -Телеком, 2014. - 392 с. : ил., рис., табл. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 381-388 (174 назв.). - ISBN 978-5-9912-0254-3.