

Приложение 1 к рабочей программе
по дисциплине «Цифровые системы передачи»
Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



Директор УрТИСИ СибГУТИ
А. Минина
2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине «Цифровые системы передачи»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Екатеринбург 2020

Приложение 1 к рабочей программе
по дисциплине «Цифровые системы передачи»
Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю
Директор УрТИСИ СибГУТИ
Е.А. Минина
« _____ » _____ 2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине **«Цифровые системы передачи»**
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Екатеринбург 2020

1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенций | Этап | Предшествующие этапы (с указанием дисциплин) |
|---|---|------|--|
| ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных | ПК-1.3 Знает основы технической эксплуатации, принципы построения и работы коммутационного оборудования коммутационных подсистем и сетевых платформ, перспективы технического развития отрасли связи | 3 | Элементная база телекоммуникационных систем (1 этап) Операционные системы (1 этап) Программные средства обработки информации (1 этап) Беспроводные технологии передачи данных (1 этап) Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей (1 этап) Основы мультимедийных технологий (2 этап) Электромагнитные поля и волны (2 этап) Схемотехника телекоммуникационных устройств (2 этап) Теория связи (2 этап) Вычислительная техника и информационные технологии (2 этап) |
| ПК-5 Способен к развитию беспроводных сетей, сетей радиодоступа и спутниковых систем связи | ПК 5.1 Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи | 2 | Беспроводные технологии передачи данных, (1 этап) Архитектура телекоммуникационных систем и сетей (1 этап) |

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен (6 семестр).

2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

| Шкала оценивания | Результаты обучения | Дескрипторы уровней освоения компетенций |
|---|--|---|
| ПК-1.3 Знает основы технической эксплуатации, принципы построения и работы коммутационного оборудования коммутационных подсистем и сетевых платформ, перспективы технического развития отрасли связи | | |
| Низкий (пороговый) уровень | <p>Знает: Принципы построения цифровых систем связи</p> <p>Умеет: Применять методики расчета параметров цифровых систем передач</p> <p>Владет: Методами решения типовых задач</p> | <p>Слабо знает принципы построения цифровых систем связи; слабо знает термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код); слабо знает характеристики и параметры многоканальных систем передач. С помощью преподавателя знает как составить отчет по лабораторным и практическим работам, как вести конспект лекций.</p> <p>При помощи преподавателя умеет производить расчеты в лабораторно-практических работах, делать выводы. Демонстрирует начальные навыки расчетов параметров цифровых систем. Решает типовые задачи, при этом допускает более трех ошибок</p> <p>Испытывает значительные затруднения при ответе на экзаменационные вопросы, допускает существенные ошибки в ответах</p> |
| Средний уровень | | <p>Частично знает принципы построения цифровых систем связи; Частично знает термины и определения (канал связи, тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код), но не знает характеристики и параметры многоканальных систем передач. Средне знает как составить отчет по лабораторным и практическим работам, как вести конспект лекций.</p> <p>При помощи преподавателя умеет производить расчеты в лабораторно-практических работах, делать выводы, при этом допускает отдельные ошибки.</p> <p>Решает типовые задачи, при этом допускает не более двух ошибок</p> <p>Испытывает незначительные затруднения при ответе на экзаменационные вопросы, ориентируется в дополнительных вопросах</p> |
| Высокий уровень | | <p>Знает принципы построения цифровых систем связи, процессы организации каналов и трактов в многоканальных системах связи; знает термины и определения (канал связи,</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>тракт передачи, линейный тракт, регенерационный участок, система передачи, линейный код); знает характеристики и параметры многоканальных систем передач. Знает как составить отчет по лабораторным и практическим работам, как вести конспект лекций.</p> <p>Умеет самостоятельно производить расчеты в лабораторно-практических работах, делать выводы на основе анализа материала.</p> <p>Решает типовые задачи, при этом не допускает ошибок</p> <p>Уверенно и аргументировано отвечает на экзаменационные вопросы и дополнительные вопросы на экзамене</p> |
| <p>ПК 5.1 Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи</p> | | |
| Низкий (пороговый) уровень | <p>Знает принципы построения элементов радиорелейных линий связи на основе цифровых систем передачи</p> <p>Умеет разрабатывать схемы организации связи сетей связи</p> <p>Владеет навыками чтения структурных схем сетей</p> | <p>На экзамене студент демонстрирует фрагментарные и несистематизированные знания по основным принципам построения элементов радиорелейных линий связи на основе цифровых систем передачи, при ответе на дополнительные вопросы студент испытывает затруднения;</p> <p>умеет под руководством преподавателя, с использованием методических пособий и учебной литературы разрабатывать схемы организации связи сетей связи малой емкости владеет начальными навыками чтения простейших структурных схем сетей радиодоступа, при чтении испытывает значительные затруднения</p> |
| Средний уровень | | <p>На экзамене студент демонстрирует систематизированные знания основным принципам построения элементов радиорелейных линий связи на основе цифровых систем передачи, на дополнительные вопросы дает краткие, но логически верные ответы;</p> <p>при ответе на дополнительные вопросы студент испытывает некоторые затруднения;</p> <p>умеет, с использованием методических пособий и учебной литературы разрабатывать схемы организации связи сетей связи владеет навыками чтения структурных схем сетей радиодоступа, при чтении испытывает незначительные затруднения</p> |
| Высокий уровень | | <p>На экзамене студент демонстрирует уверенные систематизированные знания</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | основным принципам построения элементов радиорелейных линий связи на основе цифровых систем передачи, на дополнительные вопросы дает развернутые аргументированные ответы; при ответе на дополнительные вопросы студент испытывает некоторые затруднения; умеет, самостоятельно разрабатывать схемы организации связи сетей связи владеет уверенными навыками чтения структурных схем сетей радиодоступа |
|--|--|--|

2.2 Таблица соответствия результатов промежуточной аттестации по дисциплине уровню этапа формирования компетенций

| Форма контроля | Шкала оценивания | Код индикатора достижения компетенций | Уровень освоения компетенции |
|----------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Экзамен | удовлетворительно | ПК-1.3, ПК-5.1 | низкий |
| | хорошо | ПК-1.3, ПК-5.1 | средний |
| | отлично | ПК-1.3, ПК-5.1 | высокий |

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлен в таблицах по формам обучения:

| Тип занятия | Тема (раздел) | Оценочные средства |
|--|---|---|
| ПК-1.3 Знает основы технической эксплуатации, принципы построения и работы коммутационного оборудования коммутационных подсистем и сетевых платформ, перспективы технического развития отрасли связи | | |
| Лекция | Все разделы дисциплины | Дискуссия Экзамен |
| Лабораторная работа | Основные функциональные узлы цифровых систем передачи с ИКМ-ВРК. Временное группообразование или мультиплексирование в ЦСП ИКМ-ВРК. Синхронизация в цифровых системах передачи. Линейный тракт цифровых систем передачи. | Лабораторная работа Защита лабораторной работы |
| Практическое занятие | Построение цифровых систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией и временным разделением каналов Временное группообразование или мультиплексирование в ЦСП ИКМ-ВРК. Синхронизация в цифровых системах передачи. Линейный тракт цифровых систем передачи. | Индивидуальные задания |
| Самостоятельная работа | Все разделы дисциплины | Лабораторные работы Индивидуальные задания Экзамен Зачет |

| | | |
|--|--|--|
| ПК 5.1 Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи | | |
| Лекция | Все разделы дисциплины | Дискуссия Экзамен |
| Лабораторная работа | Построение цифровых систем передачи на основе импульсно-кодовой модуляции с временным разделением каналов. | Лабораторная работа Отчеты к лабораторным работам |
| Практическое занятие | | |
| Самостоятельная работа | Все разделы дисциплины | Отчеты по лабораторным работам Экзамен |

4. Типовые контрольные задания

Представить один пример задания по каждому типу оценочных средств для каждой компетенции, формируемой данной дисциплиной.

ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Построение цифровых систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией и временным разделением каналов

1 Цель работы:

1.1 Закрепить полученные знания по разделам «Построение цифровых систем передачи на основе импульсно-кодовой модуляции с временным разделением каналов», «Основные функциональные узлы цифровых систем передачи с ИКМ-ВРК»

1.2 Изучить методику расчета параметров импульсных последовательностей генераторного оборудования

2 Подготовка к работе:

2.1 Повторить алгоритмы функционирования и принципы работы линейных и нелинейных кодеров, линейных и нелинейных декодеров

2.2 Повторить принцип построения генераторного оборудования первичных цифровых систем передачи

3 Задания:

3.1 Осуществить операцию линейного кодирования амплитудно-модулированного сигнала. Определить абсолютную и относительную ошибки квантования.

Таблица 1 - Данные для линейного кодирования

| Вариант | Уаим-2, у.е | Вариант | Уаим-2, у.е. |
|---------|-------------|---------|--------------|
| 1 | 29,3 | 6 | -83,4 |
| 2 | -87,4 | 7 | 90,8 |
| 3 | 18,9 | 8 | -109,1 |

| | | | |
|---|-------|----|--------|
| 4 | -63,8 | 9 | 121,1 |
| 5 | 75,1 | 10 | -125,9 |

3.2 Осуществить операцию нелинейного кодирования амплитудно-модулированного сигнала. Определить абсолютную и относительную ошибки квантования.

Таблица 2 - Данные для нелинейного кодирования

| Вариант | Уаим-2, у.е. | Вариант | Уаим-2, у.е. |
|---------|--------------|---------|--------------|
| 1 | -984,2 | 6 | 573,3 |
| 2 | 547,5 | 7 | -73,7 |
| 3 | -1681,6 | 8 | 1249,4 |
| 4 | 38,4 | 9 | -1012,1 |
| 5 | -1371,8 | 10 | 225,8 |

3.3 Осуществить линейное преобразование цифрового сигнала в двоичном коде в дискретный сигнал.

Таблица 3 – Данные для линейного декодирования

| Вариант | Цифровой сигнал | Вариант | Цифровой сигнал |
|---------|-----------------|---------|-----------------|
| 1 | 10100101 | 6 | 01010111 |
| 2 | 00110010 | 7 | 10001101 |
| 3 | 11101101 | 8 | 01011010 |
| 4 | 01110101 | 9 | 11001101 |
| 5 | 11000101 | 10 | 01011101 |

3.4 Осуществить нелинейное преобразование цифрового сигнала в двоичном коде в дискретный сигнал. Предусмотреть компенсацию систематической погрешности.

Таблица 4 - Данные для нелинейного декодирования

| Вариант | Цифровой сигнал | Вариант | Цифровой сигнал |
|---------|-----------------|---------|-----------------|
| 1 | 01011001 | 6 | 10010111 |
| 2 | 10110010 | 7 | 00101101 |
| 3 | 01101101 | 8 | 10111010 |
| 4 | 11101011 | 9 | 01001101 |
| 5 | 01010101 | 10 | 10111011 |

3.5 Рассчитать временные параметры сигналов генераторного оборудования ($F_{\text{такт}}$, $F_{\text{кан}}$, $F_{\text{цикл}}$, $F_{\text{сверхцикл}}$, $T_{\text{такт}}$, $T_{\text{кан}}$, $T_{\text{цикл}}$, $T_{\text{сверхцикл}}$). Частота дискретизации 8 кГц. Построить структуру временного цикла.

Таблица 5 – Данные для расчета параметров генераторного оборудования

| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Число каналов ТЧ | 22 | 17 | 8 | 15 | 20 | 24 | 12 | 30 | 10 | 5 |
| Число разрядов | 8 | 7 | 6 | 8 | 7 | 6 | 8 | 7 | 6 | 8 |

4 Содержание отчета:

- 4.1 Название практического занятия.
- 4.2 Цель практического занятия.
- 4.3 Письменные ответы на задания с выводами.
- 4.4 Ответы на контрольные вопросы.

5 Контрольные вопросы:

- 5.1 Сформулировать алгоритмы нелинейного кодирования и декодирования сигналов
- 5.2 Как определяется абсолютная ошибка квантования?
- 5.3 Какова максимальная амплитуда сигналов при линейном и нелинейном кодировании?
- 5.4 Как выбирается эталон коррекции при нелинейном декодировании?

6 Методические указания:

6.1 Методическое указание по выполнению задания 3.1

Для линейного кодирования используется линейный кодер взвешивающего типа.

Разберите принцип действия линейного кодера взвешивающего типа для двухполярного АИМ-сигнала. Разберите недостатки линейных кодеров (большие ошибки квантования сигналов с малыми амплитудами) и пути уменьшения шумов квантования.

Выполните линейное кодирование и запишите результаты в таблицу 6

Таблица 6 – Результат линейного кодирования сигнала

| | Определение полярности | Выбор эталонных токов $I_{\text{этал}}$ | | | | | | | |
|---|------------------------|--|---|---|--|---|---|---|---|
| | | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Разряды кодирования | 1 | | | | | | | | |
| Эталонные токи, $I_{\text{ЭТ}}$ | | | | | | | | | |
| $I_{\text{аим}} - \Sigma I_{\text{этал}}$ | | | | | | | | | |
| Состояние выхода компаратора | | | | | | | | | |
| Запись решения в ЦР | | | | | | | | | |
| Шаг квантования, Δ | | | | | | | | | |
| Ошибка квантования $\delta_{\text{кв}}$ | | | | | | | | | |

6.2 Методическое указание по выполнению задания 3.2

Разберите по принцип действия линейного декодера. Обратите внимание на необходимость применения эталона коррекции. Процесс декодирования отобразить в таблице 7.

Таблица 7 – Результат линейного декодирования сигнала

| | Определение полярности | Выбор эталонных токов $I_{\text{этал}}$ | | | | | | | | Корректор | Сумма эталонных токов |
|----------------------------|------------------------|--|---|---|--|---|---|---|---|-----------|-----------------------|
| | | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| Разряды кодовой комбинации | 1 | | | | | | | | | | |
| Кодовая комбинация | | | | | | | | | | | |
| Значения $I_{\text{ЭТ}}$ | | | | | | | | | | | |

6.3 Методическое указание по выполнению задания 4.3

Структурная схема нелинейного кодера изображена на рисунке 1. Компаратор (К) сравнивает кодируемый сигнал вида АИМ-2 с одним из эталонов и формирует 1 при $U_{\text{АИМ-2}} < U_{\text{этал}}$, иначе 0 при $U_{\text{АИМ-2}} > U_{\text{этал}}$.

Цифровой регистр (ЦР) формирует управляющие сигналы для управления включением/выключением эталонов. Генераторное оборудование ($ГО_{\text{пер}}$) формирует высокостабильные импульсные последовательности для управления различными узлами кодера.

Преобразователь кода (ПК) записывает решения компаратора (1/0), формирует параллельный код и преобразует его в последовательный для передачи в линию. Генератор эталонных токов (ГЭТ) – источник 11 эталонных токов.

Назначение блока выбора и коммутации эталонных токов БКЭ - для подключения выбранных ГЭТ или ГЭТ2, а также для подключения выбранных эталонных токов по сигналам от компрессирующей логики (КЛ).

Назначение компрессирующей логики (КЛ) - для коммутации поступающего от ЦР семиразрядного кода (без первого символа полярности сигнала) в 11 - разрядный двоичный код для управления разрядами выбранного ГЭТ.

Процесс нелинейного кодирования состоит из трех этапов:

1 этап - кодирование полярности (результат кодирования записывается в первом разряде);

2 этап - кодирование номера сегмента, выбор основного эталонного тока $J_{\text{осн.эт}}$ (результат кодирования записывается в 2,3,4 разрядах);

3 этап - кодирование уровня квантования внутри выбранного сегмента, $J_{\text{доп.эт}}$ (результат кодирования записывается в 5,6,7,8 разрядах).

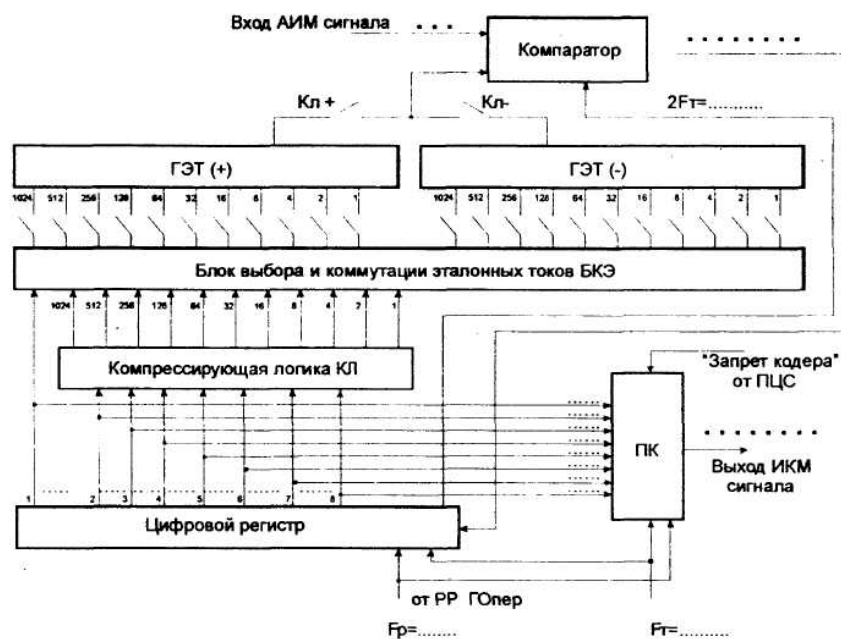


Рисунок 1 - Структурная схема нелинейного кодера

Результаты поэтапного кодирования занесите в таблицу 8, в которой приведен пример с результатами кодирования $I_{\text{аим}} = - 810$ у.е.

Таблица 8 – Результаты примера нелинейного кодирования

| | Определен ие полярност и | Выбор основного эталонного тока $I_{\text{осн.этал}}$. | Вкл $I_{\text{осн.этал}}$ | Дополнительные эталонные токи, $I_{\text{доп.этал}}$. |
|--|-----------------------------------|--|------------------------------|---|
| | | | . | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------|---------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Разряды кодирования | 1 | 2 | 3 | 4 | - | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $I_{эт}$ | 0 | 128 | 512 | 1024 | 512 | 256 | 128 | 64 | 32 |
| $I_{аим} - \Sigma I_{этал}$ | -810-0 <0 | 810-128 >0 | 810-512 >0 | 810-1024 <0 | - | 810-(512+256) >0 | 810-(512+256+128) <0 | 810-(512+256+64) <0 | 810-(512+256+32) <0 |
| Состояние вых. компарат. | 1 | 0 | 0 | 1 | - | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Запись решения в ЦР | 0 | 1 | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Шаг квантования, Δ | | | | | | | | | |
| Ошибка квантования $\delta_{кв}$ | | | | | | | | | |
| | 1-й этап | 2-й этап | | | 3-й этап | | | | |

На схеме нелинейного кодера (рисунок 1) в соответствии с результатами кодирования укажите следующее:

- значение амплитуды АИМ сигнала в условных единицах на входе компаратора К;
- кодовую комбинацию на выходе К;
- состояние ключа (замкнут или разомкнут) у ГЭТ₁ или ГЭТ₂;
- замкнутое состояние ключей выбранных эталонных токов у своего ГЭТ₁, или ГЭТ₂;
- состояние выхода («1» или «0») каждого из 8-ми разрядов цифрового регистра ЦР;
- состояние разрядов входа («I» или «0») ПК;
- кодовую комбинацию на выходе ПК;

6.4 Методическое указание по выполнению задания 4

Начертите структурную схему нелинейного декодера, изображенного на рисунке 2. Укажите назначение декодера. Кратко поясните три этапа декодирования и назначение всех элементов схемы.

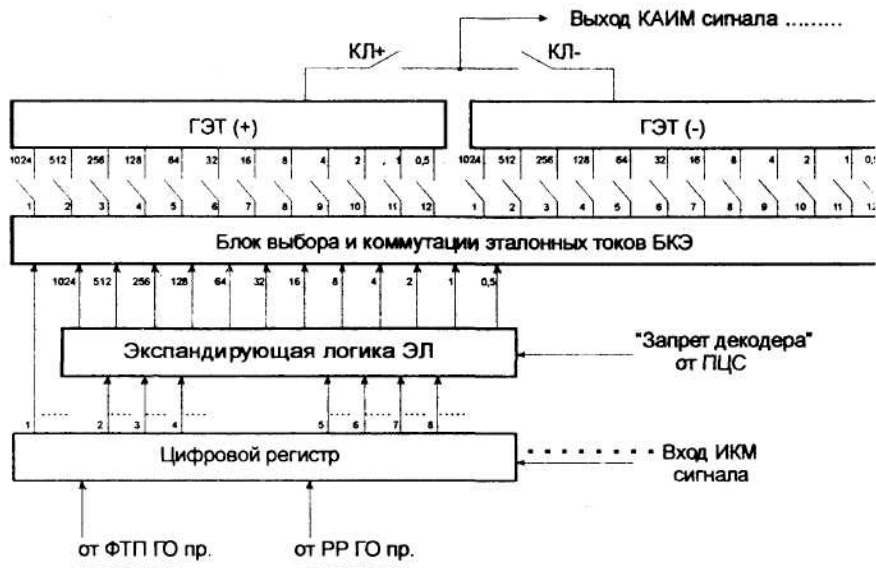


Рисунок 2 - Структурная схема нелинейного декодера

Цифровой регистр (ЦР) предназначен для преобразования цифрового сигнала в последовательном коде в параллельный. Экспандирующая логика (ЭЛ) формирует 12 разрядную кодовую комбинацию из 7 разрядной для управления генератором эталонных токов (ГЭТ). Назначение БКЭ - для подключения выбранного ГЭТ(+) или ГЭТ(-).

Последовательность декодирования и заполнение таблицы 4 осуществляется в 3 этапа:

1 этап - по символу, записанному в 1-м разряде, выбирается ГЭТ. Если записана «1», то выбирается ГЭТ₁, если записан «0», то выбирается ГЭТ₂;

2 этап - по кодовой комбинации, записанной в 2,3,4 разрядах, выбирается основной эталонный ток I_{осн эт};

3 этап - из четырех дополнительных эталонных токов данного I_{осн эт} выбираются те, в чьих разрядах записаны «единицы». В конце добавляется эталон коррекции, равный половине шага квантования данного сегмента.

Пример декодирования цифрового сигнала 01101001 приведен в таблице 9

Таблица 9 – Результат примера нелинейного декодирования

| | Определение полярности | Выбор эталонных токов, I _{эт} | | | | | | | Сумма эталонных токов | |
|----------------------------|------------------------|--|---|---|----------------|---|---|----------|-----------------------|-----------|
| | | основного | | | дополнительных | | | | | коррекции |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Разряды кодовой комбинации | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| Кодовая комбинация | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| Значения I _{эт} . | минус | 512 | | | 256 | - | - | 32 | 16 | 816 |
| | 1-й этап | 2-й этап | | | 3-й этап | | | 4-й этап | | |

6.5 Методические указания по выполнению задания 5

Частота дискретизации рассчитывается из условия теоремы о дискретизации

$$F_d \geq 2F_b, \quad (1.1)$$

где F_b – верхняя частота исходного спектра;

Тактовая частота рассчитывается по формуле

$$F_T = F_d \cdot m \cdot N_{ки}, \text{ кГц}, \quad (1.2)$$

где m = 8 - число разрядов кодовой группы,

N_{ки} - число канальных интервалов в цикле системы, складывается из числа телефонных каналов (см. таблицу 1.1), одного канального интервала (КИ) для системы синхронизации и одного КИ для передачи сигналов управления и взаимодействия между АТС СУВ.

Длительность тактового (разрядного) интервала рассчитывается по формуле

$$T_T = \frac{1}{F_T}, \text{ мкс} \quad (1.3)$$

Длительность импульса рассчитывается по формуле

$$\tau_{и} = \frac{T_T}{2}, \text{ мкс} \quad (1.4)$$

Обратите внимание на то, что скважность передачи сигналов на выходе кодера равна двум Q=2.

Длительность канального интервала рассчитывается по формуле

$$T_{ки} = T_T m, \text{ мкс} \quad (1.5)$$

Длительность цикла рассчитывается по формуле

$$T_{ц} = T_{ки} \cdot N_{ки}, \text{ мкс} \quad (1.6)$$

Для проверки значения $T_{ц}$, которое во всех вариантах должно быть одинаковым и равным 125 мкс, разделите единицу на частоту дискретизации – получится 125 мкс.

Длительность сверхцикла рассчитывается по формуле

$$T_{сц} = T_{ц} \cdot S, \text{ мкс} \quad (1.7)$$

где S - число циклов в сверхцикле, рассчитывается по формуле

$$S = \frac{N_{тк}}{2 \text{ или } 3} + 1, \quad (1.8)$$

где 2 или 3 – число телефонных каналов $N_{тк}$, которое обеспечивается СУВ за один цикл.

Внимание: у вариантов 1,2,3,4 за один цикл передаются СУВ для трех телефонных каналов; у вариантов 5-10 за один цикл передаются СУВ для двух телефонных каналов.

Ниже приводится пример расчетов для 30 телефонных каналов: $m=8$, $F_d=8$ кГц, за один цикл передаются СУВ для двух телефонных каналов.

Решение

$$F_T = 8 \cdot 8 \cdot (30 + 1 + 1) = 2048 \text{ кГц}$$

$$T_T = 1/F_T = 0,488 \text{ мкс}$$

$$\tau_{и} = \frac{0,488}{2} = 0,244 \text{ мкс}$$

$$\tau_{и} = 0,488/2 = 0,244 \text{ мкс}$$

$$T_{ки} = 0,488 \cdot 8 = 3,91 \text{ мкс}$$

$$T_{ц} = 3,91 \cdot 32 = 125 \text{ мкс};$$

$$T_{сц} = 125 \cdot 16 = 2000 \text{ мкс}$$

$$S = \frac{30}{2} + 1 = 16$$

На основании проведенных расчетов следует построить диаграмму временных цикла, сверхцикла, канального интервала, разрядного интервала.

На диаграмме следует:

- 1) указать рассчитанные значения $T_{ц}$, $T_{сц}$, $T_{ки}$, T_T , $\tau_{и}$;
- 2) выделить $КИ_0$, $Ц_0$, где передаются сигналы цикловой и сверхцикловой синхронизации; $КИ$ (номер зависит от варианта и расчета), где передаются СУВ (в середине цикла);
- 3) В диаграмме $КИ$ показать кодовую комбинацию, полученную в результате решения задания.

Пример построения такой диаграммы для приведенного выше расчета и примера расчета задания дается на рисунке 3.

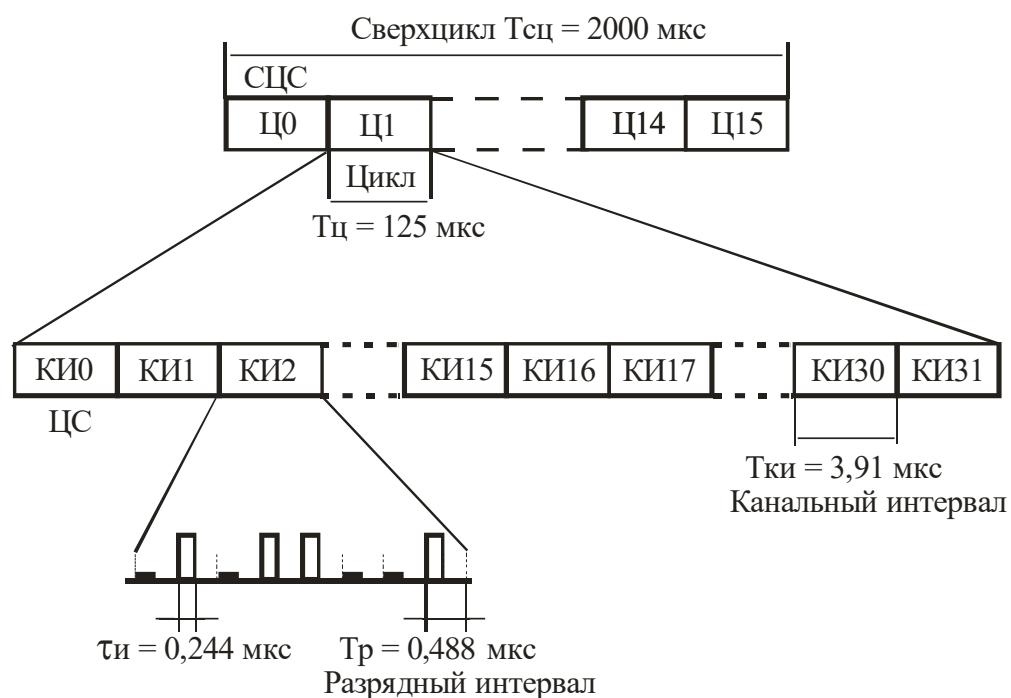


Рисунок 3 – Диаграмма временного сверхцикла, цикла, канального интервала

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Кодер с нелинейной шкалой квантования

1 Цель работы:

- 1.1 Исследовать работу основных узлов нелинейного кодера.
- 1.2 Изучить алгоритм нелинейного кодирования типа А-87,6/13.
- 1.3 Получить практические навыки нелинейного кодирования.

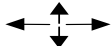
2 Подготовка к работе:

- 2.1 Повторить материал по разделу «Основные функциональные узлы цифровых систем передачи с ИКМ - ВРК».
- 2.2 Ответить на вопросы допуска:
 - 1) Укажите назначение нелинейного кодера.
 - 2) Поясните тип амплитудной характеристики нелинейного кодера.
 - 3) Поясните буквенно-цифровое обозначение типа характеристики компандирования А-87,6/13.
 - 4) Дать определение, что такое ошибка квантования, уровень квантования, шаг квантования.
- 2.3 Подготовить бланк отчета для лабораторной работы.

3 Основное оборудование:

- 3.1 Персональный компьютер.

4 Порядок выполнения работы:

- 4.1 Заготовить форму отчета.
- 4.2 Зарисовать структурную схему нелинейного кодера. Для этого в меню необходимо выбрать пункт «Описание схемы нелинейного кодера». В данном пункте приводится описание схемы кодера, назначение его основных блоков. «Прокручивать» текст можно с помощью клавиш 
 - 4.3 В пошаговом режиме исследовать работу схемы.

4.4 Зарисовать в отчете временные диаграммы работы схемы для выбранного значения амплитуды входного сигнала.

Зарисовать временные диаграммы следует из пункта меню «Работа нелинейного кодера».

Исследовать работу схемы в автоматическом режиме.

4.6 Ответить на контрольные вопросы.

4.7 При выполнении работы внимательно смотрите на экран монитора ПК и руководствуйтесь теми указаниями, которые Вам дает компьютер.

Помните, что ответить на контрольные вопросы можно только, имея перед собой структурную схему нелинейного кодера и временные диаграммы работы.

4.8 Оформить отчет.

5 Контрольные вопросы:

5.1 Поясните принцип нелинейного кодирования на рассмотренном примере лабораторной работы.

5.2 Для рассмотренного примера амплитуды входного сигнала определить уровень квантования и номер сегмента на характеристике, уровень квантования в сегменте, ошибку квантования.

5.3 Какое максимальное количество ключей в ГЭТ может быть включено одновременно в схеме нелинейного кодера, поясните.

5.4 Рассчитайте максимальную ошибку квантования в нелинейном кодере.

6 Содержание отчета:

6.1 Цель работы.

6.2 Ответы на вопросы допуска к работе.

6.3 Структурная схема нелинейного кодера.

6.4 Временные диаграммы работы схемы нелинейного кодера.

6.5 Ответы на контрольные вопросы.

6.6 Вывод по работе.

ПК-5 Способен к развитию беспроводных сетей, сетей радиодоступа и спутниковых систем связи

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Система передачи с временным разделением каналов и амплитудно-импульсной модуляцией

1 Цель работы:

1.1 Закрепить знания по теме «Построение цифровых систем передачи на основе импульсно-кодовой модуляции с временным разделением каналов».

1.2 Исследовать работу схемы СП с ВРК.

2 Подготовка к работе:

2.1 Изучить теоретический материал, относящийся к данной работе по литературе [1, 2], конспекту лекций, приложения к лабораторной работе.

2.2 Для самопроверки готовности к выполнению работы сформулировать ответы на контрольные вопросы допуска к работе.

2.2.1 Сформулируйте теорему Котельникова В.А.

2.2.2 Поясните выбор частоты дискретизации

2.2.3 Чему равна частота дискретизации для канала ТЧ?

2.3 Подготовить бланк отчета.

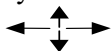
3 Основное оборудование:

3.1 Персональный компьютер.

4 Порядок выполнения работы:

4.1 Заготовить форму отчета.

4.2 Зарисовать структурную схему системы передачи ТЧ, построенного по принципу ВРК. Для этого в меню необходимо выбрать пункт «Описание схемы системы передачи с ВРК». В данном пункте приводится описание схемы СП с ВРК «Прокручивать» текст можно с помощью клавиш



4.3 В пошаговом режиме исследовать работу схемы.

4.4 Зарисовать в отчете временные диаграммы работы схемы, при этом следует помнить, что в отчете должны быть приведены временные диаграммы для случая, когда принимаемый сигнал не искажается и когда на приеме есть искажения сигнала (т.е. невозможно восстановить его первоначальную форму).

Зарисовать временные диаграммы следует до середины экрана монитора (см. пункт в меню «Работа системы передачи с ВРК»).

4.5 Исследовать работу схемы в автоматическом режиме.

4.6 Ответить на контрольные вопросы.

4.7 При выполнении работы внимательно смотрите на экран монитора ПК и руководствуйтесь теми указаниями, которые Вам дает компьютер.

Помните, что ответить на контрольные вопросы можно только, имея перед собой структурную схему СП с ВРК и временные диаграммы работы.

5 Контрольные вопросы:

5.1 Пояснить назначение блоков схемы СП с ВРК.

5.2 Назовите основную цель дискретизации.

5.3 Чему равна частота дискретизации для спектра (0,05-10) кГц?

5.4 Перечислите недостатки схемы СП с ВРК.

6 Содержание отчета:

6.1 Название и цель лабораторной работы.

6.2 Структурная схема системы передачи с ВРК.

6.3 Временные диаграммы работы схемы.

6.4 Вывод по работе.

Пример экзаменационного билета

| | | |
|---|--|--|
| Федеральное агентство связи Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ) | Экзаменационный билет № <u>15</u> по дисциплине <u>Цифровые системы передачи</u> | УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой МЭС «_» _____ 20__ г. |
|---|--|--|

Направление 11.03.02 Профиль ТССС Уровень Бакалавриат Факультет ИИиУ курс 3 семестр 6

1) Принцип построения аппаратуры с ИКМ. Иерархии ЦСП. Стандарты плезиохронной иерархии.

2) Структурная схема неадаптивного приемника СС. Назначение блоков, принцип действия в синхронном режиме

3) Показать временную диаграмму линейных кодов ЧПИ, КВП-3 и ВН для кодовой последовательности 0111011010100000000011011000001000000100001

4.4 Перечень вопросов на устный экзамен

1. Структурная схема цифровой системы передачи. Непрерывные и дискретные сигналы. Шаг квантования.
2. Структурная схема системы с ВРК. Формирование группового сигнала при ВРК. Временные диаграммы группового сигнала.
3. Импульсно-кодовая модуляция. Дискретизация сигналов по времени. Амплитудно – импульсная модуляция. Теорема В.А. Котельникова. Частота дискретизации канала ТЧ.
4. Понятие о уровне квантования, шаге квантования, ошибке квантования. Зависимость числа уровней квантования от числа разрядов кодовой группы.
5. Понятие о равномерном и неравномерном квантовании. Амплитудная характеристика. Достоинства, недостатки.
6. Кодирование. Применение натурального и симметричного двоичного кода, их достоинства и недостатки.
7. Оборудование оконечной станции ИКМ ВРК. Структурная схема системы передачи с ИКМ. Назначение блоков и узлов оборудования.
8. Принцип работы оборудования оконечной станции системы передачи с ИКМ в тракте передачи.
9. Принцип работы оборудования оконечной станции системы передачи с ИКМ в тракте приема.
10. Временная диаграмма цикла и сверхцикла. Расчет скорости передачи (тактовой частоты) группового сигнала. Привести пример расчета.
11. Амплитудно-импульсные модуляторы (АИМ) и временные селекторы (ВС). Назначение, технические параметры, устройство, принцип действия.
12. Линейный кодер (АЦП) взвешивающего типа. Технические параметры, структурная схема. Алгоритм линейного кодирования, принцип действия кодера.
13. Линейный декодер (ЦАП). Назначение, технические параметры, структурная схема, принцип действия.
14. Нелинейная амплитудная характеристика компрессии и экспандирования типа А-87,6/13. Основные и дополнительные эталоны. Шаг квантования, эталоны коррекции. Алгоритм нелинейного кодирования.
15. Кодер взвешивающего типа с нелинейной шкалой квантования. Технические параметры, структурная схема, принцип действия.
16. Нелинейный декодер (ЦАП). Назначение, технические параметры, структурная схема, принцип действия.
17. Генераторное оборудование (ГО) цифровых систем передачи. Назначение, технические параметры, структурная схема ГО в тракте передачи, принцип действия, временные диаграммы импульсных последовательностей.
18. Структурная схема генераторного оборудования в тракте приема. Назначение выделителя тактовой частоты (ВТЧ), входов и сигналов "установка по сверхциклу", "установка по циклу".
19. Тактовая синхронизация цифровых систем передачи. Назначение, классификация, принципы построения систем тактовой синхронизации.
20. Устройство тактовой синхронизации с пассивной фильтрацией. Структурная схема выделителя тактовой частоты. Принцип действия, временные диаграммы.
21. Устройство тактовой синхронизации с активной фильтрацией. Структурные схемы, принцип действия.
22. Цикловая (сверхцикловая) синхронизация. Назначение, классификация, принципы организации систем цикловой синхронизации, алгоритм поиска синхросигнала.
23. Упрощенная структурная схема приемника синхросигнала. Назначение опознавателя, анализатора, решающего устройства, их устройство.
24. Структурная схема неадаптивного приемника СС. Назначение блоков, принцип действия в синхронном режиме.

25. Структурная схема неадаптивного приемника СС. Назначение блоков, принцип действия в асинхронном режиме.
26. Структурная схема адаптивного приемника синхросигнала. Назначение блоков, принцип действия в режиме поиска синхросигнала. Время восстановления синхронизма.
27. Организация сигнальных каналов для передачи сигналов управления и взаимодействия (СУВ). Расчет частоты дискретизации СУВ.
28. Цифровой линейный тракт. Назначение, среда распространения. Межсимвольные, переходные, импульсные помехи и их устранение.
29. Линейные коды цифровых систем передачи. Требования, предъявляемые к линейным кодам. Свойства и спектральная характеристика двухуровневого однополярного кода с возвращением к нулю (ВН).
30. Линейный код модифицированный без возврата к нулю (МБВН). Свойства, спектральная характеристика. Структурная схема преобразователя кода в тракте передачи. Принцип действия, временные диаграммы. Применение.
31. Структурная схема преобразователя кода МБВН в тракта приема. Принцип действия, временные диаграммы. Применение.
32. Линейный код с чередованием полярности импульсов (ЧПИ). Свойства и спектральная характеристика кода. Структурная схема преобразователя кода тракта передачи и приема. Принцип действия, временные диаграммы.
33. Линейный код двухполярный, трехуровневый, модифицированный квазитроичный (МЧПИ) или код с высокой плотностью импульсов (КВП-3). Свойства и спектральная характеристика кода. Алгоритм формирования кода.
34. Регенераторы цифровых сигналов. Назначение, параметры. Упрощенная структурная схема регенератора. Принцип действия, временные диаграммы.
35. Структурная схема регенератора двухполярных сигналов. Принцип действия, временные диаграммы. Применение.
36. Иерархия ЦСП. Стандартизация цифровых систем передачи. Основные требования. Технические характеристики первичной, вторичной, третичной, четверичной и субпервичной систем передачи.

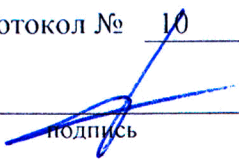
5. Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлен в электронной информационно-образовательной среде по URI:
<http://www.aup.uisi.ru>.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры МЭС

29.05.2020 г. Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)


подпись

Е.А.Субботин
инициалы, фамилия

29.05.2020 г.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры [МЭС]

29.05.2020 г. Протокол № 10

Заведующий кафедрой (разработчика)

подпись

Е.А.Субботин

инициалы, фамилия

29.05.2020 г.