

Экзамен по дисциплине «Оборудование систем мобильной связи (ОСМС)»

Промежуточная аттестация экзамен по дисциплине ОСМС проводится в устно-письменной форме в виде ответов на вопросы билета.

Оценка знаний студентов осуществляется **в баллах** с учетом:

- Студентам, пропустившим занятия, не выполнившим дополнительные задания и не отчитавшимся по темам занятий, общий балл по текущему контролю снижается на 10% за каждый час пропуска занятий.
- Студентам, проявившим активность во время занятий, общий балл по текущему контролю может быть увеличен на 20%.
- Преподаватель, ведущий занятия в учебной группе, может **освобождать от сдачи экзамена** студентов, показавших отличные знания по результатам текущего контроля и выполнивших учебную программу по дисциплине в соответствии с предусмотренным графиком и в полном объеме, с выставлением им оценки «отлично».

Оценка знаний студентов на экзамене осуществляется по 5-балльной шкале в соответствии с критериями университета и реализуются следующим образом:

Требования к результатам освоения дисциплины	Оценочная шкала	Баллы
Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.	Отлично	5
Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.	Хорошо	4
Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.	Удовлетворительно	3
Материал излагается неполно, непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.	Неудовлетворительно	2

Теоретические вопросы к промежуточному контролю

Вопросы к экзамену

1. Введение. Современный этап развития СМС. Основные стандарты подвижной связи и их радиointерфейсы

Современный этап развития СМС. Четыре поколения СМС. Революционный и эволюционный переходы к следующему поколению. Их достоинства и недостатки.

Технология GPRS. Технология EDGE.

Радиointерфейсы IMT. Сети четвертого поколения 4G. Стандартизация радиointерфейсов систем связи.

Типы и разновидности СМС.

Увеличение скорости передачи каналов связи в существующих стандартах.

Радиointерфейсы основных СМС, их основные параметры и характеристики.

2. Функционирование РЧ оборудования СМС. Структура и функционирование РЧ блоков

Радиопередача сигналов в СМС. Потери при распространении. Отражение и дифракция сигнала. Замирания и многолучевость. Помехи. Межсимвольная интерференция. Радиосвязь внутри зданий.

Методы разнесенного приема. Разнесение в пространстве. Разнесение по времени (Интерливинг). Разнесение по частоте. Скачки по частоте.

Управление выходной РЧ мощностью передатчиков. Статическая и динамическая регулировка РЧ мощности. Динамическая регулировка РЧ мощности. Рампинг.

Замкнутые и разомкнутые петли регулировки РЧ мощности в СМС.

Функционирование РЧ блока. Преобразование информации в приемопередатчике СМС.

Обобщенная структура приемопередатчика СМС. Интерфейс РЧ/ИТ (RF/BB).

Входные РЧ блоки. Устройства разделения трактов. Дуплексеры и диплексеры.

Управление потребляемой мощностью РЧ блоков.

3. Цифровая модуляция. Модуляторы. Целостность модулированного сигнала.

Модуляция. Виды модуляции, используемые в СМС.

Относительные, дифференциальные методы модуляции

Относительная фазовая модуляция.

Квадратурная фазовая манипуляция QPSK. Каноническая манипуляция QPSK.

Относительная квадратурная модуляция DQPSK. Относительная квадратурная модуляция PI/4 DQPSK.

Сдвиговая или офсетная модуляция. Квадратурная сдвиговая модуляция OQPSK.

Формирование OQPSK.

Сигнальное кодирование. Греевское и бинарное кодирование.

Модуляторы и демодуляторы. Принятие решения. Выбор точки принятия решения.

Векторный анализ сигналов. Квадратурные компоненты. Параметр SpS – количество отсчетов на символ.

Виды отображения модулированных сигналов.

Сигнальное созвездие (CC). Векторная диаграмма. Решетчатая диаграмма.

Оценка качества модулированных сигналов. Целостность сигнального созвездия. Виды нарушения целостности сигнального созвездия. Межсимвольные искажения.

Величина вектора сигнала ошибки EVM. Его вычисление. Учитываемые и неучитываемые виды искажений CC.

Функция распределения уровней сигнала CCDF.

4. Архитектура, частотный и энергетический планы приемопередатчиков мобильной связи

Архитектура, частотный и энергетический планы РЧ блоков.

Частотный план РЧ блоков современных СМС. Учет комбинационных составляющих на выходе преобразователя частоты.

Квадратурная обработка сигналов. Формирование опорных сигналов квадратурных каналов. Смесители с подавлением зеркального канала.

5. Архитектура тракта приема

Супергетеродинные приемники. Тракт приема с двойным и одним преобразованием частоты преобразованием частоты.

Приемники с прямым преобразованием. Проблемы использования архитектуры с прямым преобразованием в СМС. Утечка сигнала гетеродина и его самосмещение. Просачивание сигнала помехи. Утечка сигнала гетеродина на антенный вход и его излучение. Смещение постоянной составляющей.

Приемники с низкой ПЧ.

Приемники с субдискретизацией (подвыборками). Приемники с цифровой ПЧ.

Особенности трактов приема АУ и БС. Обработка группового сигнала.

6. Архитектура тракта передачи. Усилители мощности

Квадратурные модуляторы. Передатчики с прямой модуляцией на РЧ.

Архитектура тракта передачи с прямой квадратурной модуляцией. Проблемы использования архитектуры с прямой модуляцией. Прямая модуляция со сдвигом частоты ГУН. Прямая модуляция с удвоением и делением частоты.

Передатчики с непрямой модуляцией. Передатчики с петлей трансляции и преобразованием сигнала вверх по частоте. Передатчик с прямой модуляцией ГУН на основе петли ФАПЧ. Передатчик с квадратурным модулятором внутри петли обратной связи. Передатчик на основе ФАПЧ с модуляцией опорного сигнала.

Получение модулированной опорной частоты с помощью ПЦС (ЦВС). Использование дробного коэффициента деления. Использование цифровой ПЧ.

Тракты передачи АУ и БС.

Особенности использования УМ в устройствах СМС. Параметры УМ. Классы УМ. Особенности УМ, используемых в абонентских устройствах и на базовых станциях СМС. Многочастотные усилители. Линеаризация УМ.

7. Тракт синтеза частот и формирования радиосигналов. Генераторы, управляемые напряжением в оборудовании СМС.

Опорные (гетеродинные) сигналы. Системный опорный сигнал.

Влияние качества опорных сигналов на ПК приемопередатчика.

Быстродействие СЧ. Образование слепых слотов.

Разновидности СЧ

Особенности использования ГУН в устройствах СМС. Диапазон перестройки ГУН в РЧ блоках. Перекрытие требуемого диапазона перестройки ГУН.

Внутрикорпусные элементы колебательных систем ГУН. Интеграция несимметричных структур ГУН.

Кольцевые генераторы (КГ). КГ с формированием квадратурных выходных сигналов. Элементы задержки КГ.

Коммутация элементов колебательных систем ГУН. ГУН с коммутацией контурных емкостей. Использование емкостей полупроводниковых переходов. ГУН с коммутацией контурных индуктивностей. ГУН с коммутацией ядра LC генератора.

8. Тестирование компонентов и оборудования СМС. Основные характеристики и параметры приемников СМС

Тестирование компонентов и оборудования СМС.

Двухтоновое тестирование РЧ компонентов. Интермодуляция. Точки компрессии и пересечения. Динамический диапазон.

Параметры РЧ компонентов для модулированных сигналов.

Шумы устройств. Параметры РЧ трактов при каскадировании узлов.

Основные показатели качества приемников СМС. Параметры, определяемые наличием побочных каналов приема. Избирательность. Избирательность по соседнему каналу. Обратное преобразование шумов гетеродина.

Чувствительность приемника. Коэффициент усиления антенны. Динамический диапазон приемника. Коэффициент битовых ошибок BER.

9. Основные характеристики и параметры передатчиков СМС

Особенности использования передатчиков в СМС. Частотные характеристики радиооборудования СМС. Импульсный режим работы по РЧ и по питанию.

Показатели качества современных передатчиков СМС. Выходная мощность. Занимаемая полоса частот. Спектральная и временная маски сигналов.

Искажения сигналов в трактах передачи. Гармонические искажения. Блокирование, забитие. Интермодуляция. Точки компрессии и пересечения. Коэффициент мощности, излучаемой в соседнем канале (ACPR). Величина вектора ошибки EVM. Подрост спектра. Интегральная функция распределения CCDF.

10. Многодиапазонное и многостандартное РЧ оборудование

Многодиапазонное и многостандартное абонентское оборудование. Входные РЧ модули. Дуплексирование и дуплексирование. Архитектура многодиапазонных и многостандартных РЧ модулей.

11. Абонентские устройства. Базовые станции (БС). Сайты

РЧ блоки АУ. Типовые структуры АУ основных стандартов СМС.

Типовая структура БС. Основные компоненты БС. Комбайнеры, распределительные панели, преселекторы.

Пассивные элементы РЧ блоков БС. Полосовые фильтры. Переключатели, ключи. Дуплексеры и дуплексеры. Ответвители.

Улучшение качества радиопокрытия. Антенные усилители. Двухнаправленные усилители. Репитеры и ретрансляторы сигналов.

Конфигурации сайтов. Типовое оборудование сайтов. Тестирование оборудования базовых станций.

Экзамен считается сданным при выставлении оценок «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».

- знаний по дисциплине. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Преподаватель, ведущий занятия в учебной группе, может **освободить от сдачи экзамена** студентов, показавших отличные знания по результатам текущего контроля и выполнивших учебную программу по дисциплине в соответствии с предусмотренным графиком и в полном объеме, с выставлением им оценки «отлично».

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

В.А. Галкин. Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012. – 592 с., (ЭБС МТУСИ).

Режим доступа: http://mtuci.ru/room/download_elib.php?book_id=1341

Логвинов В.В. Приемники систем фиксированной и мобильной связи: учебное пособие/ М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2016. -816 с.

С.И. Дингес Оборудование систем мобильной связи: Учебное пособие/ МТУСИ. -М., 2016. - 48 с. (ЭБС МТУСИ).

Режим доступа: http://mtuci.ru/room/download_elib.php?book_id=1570

б) дополнительная литература

Бабков В.Ю. Системы мобильной связи. Термины и определения [Электронный ресурс]/

Бабков В.Ю., Голант Г.З., Русаков А.В. - Электрон. текстовые данные. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011. -160 с. (ЭБС МТУСИ).

Режим доступа: http://mtuci.ru/room/download_elib.php?book_id=1358

Дингес С.И., Описание лабораторных работ М1–М4, выполняемых с использованием программного комплекса векторного формирования и анализа сигналов «Вектор». Сборник описаний лабораторных работ 2016г., 21 стр. (ЭБС МТУСИ). Режим доступа: http://mtuci.ru/room/download_elib.php?book_id=1581

С.И. Дингес Радиопередающие устройства систем связи с подвижными объектами - учебное пособие М: МТУСИ 2014 г. (ЭБС МТУСИ). Режим доступа: http://mtuci.ru/room/download_elib.php?book_id=1571

С.И. Дингес Схемотехника РЧ блоков систем связи с подвижными объектами: Учебное пособие. -М:, МТУСИ. 2014. -36 с. (ЭБС МТУСИ). Режим доступа: http://mtuci.ru/room/download_elib.php?book_id=384