

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Синтезаторы частот и сигналов**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Торина Е.М.
	Идентификатор	Rf078b9d4-DrozdovaYM-9d5fc66c

Е.М. Горина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А.
Комаров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А.
Комаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен разрабатывать и модернизировать радиоэлектронные системы
ИД-1 Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 1 (Контрольная работа)
2. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 2 (Контрольная работа)
3. Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы (Тестирование)
4. Функциональные узлы синтезаторов частот (Тестирование)
5. Характеристики сигналов и источники опорных колебаний (Тестирование)
6. Цифровые вычислительные синтезаторы (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Характеристики сигналов и источники опорных колебаний (Тестирование)
- КМ-2 Функциональные узлы синтезаторов частот (Тестирование)
- КМ-3 Цифровые вычислительные синтезаторы (Контрольная работа)
- КМ-4 Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 1 (Контрольная работа)
- КМ-5 Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 2 (Контрольная работа)
- КМ-6 Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	11	13	14	15
Характеристики сигналов и источники опорных колебаний							
Характеристики сигналов и источники опорных колебаний		+	+	+			

Функциональные узлы синтезаторов частот						
Функциональные узлы синтезаторов частот	+	+	+			
Цифровые вычислительные синтезаторы						
Цифровые вычислительные синтезаторы	+	+	+			
Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты (СЧ ФАПЧ)						
Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты (СЧ ФАПЧ)				+	+	+
Быстродействие, погрешность установки частоты и уровень мешающих компонентов в СЧ ФАПЧ						
Быстродействие, погрешность установки частоты и уровень мешающих компонентов в СЧ ФАПЧ				+	+	+
Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы						
Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы				+	+	+
Вес КМ:	5	15	25	20	15	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных систем	Знать: основные методы формирования сигналов, обеспечения основных характеристик устройств формирования сигналов Уметь: формулировать и решать задачи, используя математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза синтезаторов частот	КМ-1 Характеристики сигналов и источники опорных колебаний (Тестирование) КМ-2 Функциональные узлы синтезаторов частот (Тестирование) КМ-3 Цифровые вычислительные синтезаторы (Контрольная работа) КМ-4 Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 1 (Контрольная работа) КМ-5 Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 2 (Контрольная работа) КМ-6 Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Характеристики сигналов и источники опорных колебаний

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование. Выбор верного ответа.

Краткое содержание задания:

Проверка усвоения материала по теме: "Характеристики сигналов и источники опорных колебаний"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы формирования сигналов, обеспечения основных характеристик устройств формирования сигналов	1. Для чего используется режим расширения спектра в опорных тактовых генераторах? 2. Каким образом подготавливается кварц для использования в кварцевых автогенераторах?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Функциональные узлы синтезаторов частот

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование. Выбор верного ответа.

Краткое содержание задания:

Проверка усвоения материала по теме: "Функциональные узлы синтезаторов частот"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы формирования сигналов, обеспечения основных характеристик устройств формирования сигналов	1. Какими свойствами отличаются фазовые детекторы на основе смесителей, схем выборки и запоминания? 2. Какими параметрами характеризуются

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	управляемые фазовращатели и линии задержки?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Цифровые вычислительные синтезаторы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент решает индивидуальный вариант контрольной работы, состоящий из двух теоретических вопросов и задачи. Результаты решения сдаются в письменном виде.

Краткое содержание задания:

Проверка усвоения материала по теме: "Цифровые вычислительные синтезаторы"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы формирования сигналов, обеспечения основных характеристик устройств формирования сигналов	1.Каковы особенности характеристик выходного сигнала ЦВС? 2.Изобразите обобщенную структурную схему ЦВС ДС. Поясните принцип ее работы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент решает индивидуальный вариант контрольной работы, состоящий из двух теоретических вопросов и задачи. Результаты решения сдаются в письменном виде.

Краткое содержание задания:

Проверка усвоения материала по теме: "Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Уметь: формулировать и решать задачи, используя математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза синтезаторов частот</p>	<p>1. ГУН в составе синтезатора сетки частот с ФАПЧ и целочисленным ДПКД между ГУН и ЧФД перестраивается в пределах 100...150 МГц. В каких пределах должен изменяться коэффициент деления частоты в ДПКД, если шаг сетки частот составляет 50 кГц? Какое время перестройки на соседнюю частоту сетки?</p> <p>2. Пусть СЧ с термокомпенсирующей петлей ФАПЧ работает в диапазоне 200...300 МГц. Требуемая (допустимая) нестабильность $3 \cdot 10^7$ при реальной нестабильности ОГ 10^5. Изобразить структурную схему и определить параметры термокомпенсирующей петли ФАПЧ.</p> <p>3. Синтезатор стабильной частоты с ФАПЧ и двумя целочисленными делителями частоты (ДПКД1 между ГУН и ЧФД, ДПКД2 между опорным генератором и ЧФД) функционирует с частотой опорного сигнала 15 МГц и синтезированной частотой 53,562 МГц. Изобразить структурную схему устройства. Найти значения коэффициентов деления частоты в ДПКД1 и ДПКД2, при которых погрешность установки синтезируемой частоты не более 10 кГц.</p> <p>4. Синтезатор частоты с ФАПЧ, целочисленными ДПКД1 между эталонным генератором и ЧФД, ДПКД2 – между ГУН и ЧФД - преобразует колебание с эталонной частотой 120 МГц в синтезированное колебание с частотой 135,675 МГц. Найти значения коэффициентов деления, обеспечивающие погрешность установки частоты не более 10 кГц.</p> <p>5. Синтезатор сетки частот с ФАПЧ и целочисленным делителем частоты ДПКД между ГУН и ЧФД перестраивается в пределах 50...80 МГц; шаг сетки частот 1 МГц. Изобразить структурную схему</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	устройства. Рассчитать пределы изменения коэффициента деления ДПКД, наибольшую погрешность установки частоты и оценить время перестройки на соседнюю частоту сетки.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты часть 2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент решает индивидуальный вариант контрольной работы, состоящий из двух теоретических вопросов и задачи. Результаты решения сдаются в письменном виде.

Краткое содержание задания:

Проверка усвоения материала по теме: "Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: формулировать и решать задачи, используя математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза синтезаторов частот	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запишите основные соотношения, описывающие стационарный режим СЧ с ФАПЧ 2. Запишите уравнения для анализа малых отклонений от стационарного режима 3. Изобразите вид зависимости СПМ фазовых шумов выходного колебания от частоты отстройки от несущей 4. Какие вклады вносят узлы, входящие в состав СЧ с ФАПЧ в общий уровень СПМ выходного колебания?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	5. Почему при расчетах уровня фазовых шумов выходного колебания СЧ допустимо проводить анализ на базе линеаризованной структурной схемы?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование. Выбор верного ответа.

Краткое содержание задания:

Проверка усвоения материала по теме "Формирование сигналов с угловой модуляцией и сигналов произвольной формы"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: формулировать и решать задачи, используя математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза синтезаторов частот	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как формируется сигнал с экспоненциальной ЧМ? 2. Изобразите структурную схему и поясните принцип работы простейшего синтезатора одноголосной мелодии. 3. Какую форму во времени и пространстве имеют колебания музыкальной струны?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных систем

Вопросы, задания

1. Какие параметры различны у источников опорных колебаний различного назначения?
2. Для чего применяются вариационные матрицы в ГУН?
3. Поясните процесс преобразования кода фазы в код ординаты в ЦВС МС?
4. Как выбираются численные значения коэффициентов деления частоты в синтезаторах с ФАПЧ?
5. Как измеряются отклонения от заданных параметров частотно-модулированного сигнала?

Материалы для проверки остаточных знаний

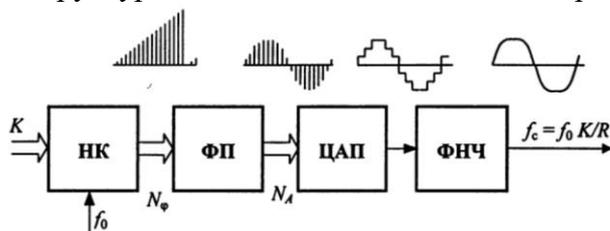
1. Какова основная область применения одномерного интегрального преобразования сигналов Фурье?

Ответы:

- а) Комплексный спектр по ансамблю ортогональных гармонических функций б) Спектральный анализ двухуровневых сигналов в) Анализ переходных процессов

Верный ответ: а)

2. Структурная схема СЧ какого типа изображена на рисунке?



Ответы:

- а) Аналоговый СЧ прямого метода синтеза б) ЦВС ДС с управляемой задержкой в) Классическая схема ЦВС многоуровневых сигналов

Верный ответ: в)

3. Чем ограничивается частота выходного сигнала ЦВС МС?

Ответы:

- а) Не ограничивается б) Фильтром на выходе устройства в) Частотой тактового генератора

Верный ответ: в)

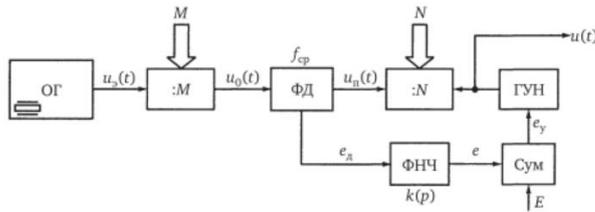
4. В чем преимущество использования синтезаторов частот вместо перестраиваемых по частоте генераторов?

Ответы:

- а) Дешевизна и простота изготовления б) Высокая точность и стабильность параметров выходного сигнала в) Малые габариты устройства

Верный ответ: б)

5. На рисунке представлена структурная схема СЧ с ФАПЧ с двумя целочисленными делителями частоты. Как в такой схеме связана частота ГУН f и частота эталонного генератора f_3 ?



Ответы:

- а) $f=f_3$ б) $f=(M/N)f_3$ в) $f=(N/M)f_3$

Верный ответ: в)

6. Радиосигнал записывается в виде: $u(t) = U_m(1 + m\cos\Omega t)\cos 2\pi f_0 t$

Какому типу модуляции соответствует такая запись?

Ответы:

- а) АМ б) ФМ в) ЧМ

Верный ответ: а)

7. Что такое прецизионная стабильность частоты?

Ответы:

- а) низкая стабильность частоты б) высокая стабильность частоты в) зависимость стабильности частоты от параметров устройства

Верный ответ: б)

8. При прямом методе синтеза частот...

Ответы:

- а) ... синтезируемая частота является результатом деления частоты опорного колебания на масштабирующий коэффициент б) ... синтезируемая частота сравнивается с частотой высокостабильного генератора и подстраивается по сигналу ошибки при помощи контура управления в) ... синтезируемая частота является результатом сложения частот нескольких опорных генераторов

Верный ответ: а)

9. При косвенном методе синтеза частот...

Ответы:

- а) ... синтезируемая частота является результатом деления частоты опорного колебания на масштабирующий коэффициент б) ... синтезируемая частота сравнивается с частотой высокостабильного генератора и подстраивается по сигналу ошибки при помощи контура управления в) ... синтезируемая частота является результатом сложения частот нескольких опорных генераторов

Верный ответ: б)

10. Важным показателем качества синтезатора частот является:

Ответы:

- а) Диапазон синтезируемых частот б) Время перестройки частоты и шаг сетки частот в) Уровень СПМ фазового шума выходного колебания г) все вышеперечисленное

Верный ответ: г)

11. Что такое шаг сетки частот СЧ?

Ответы:

- а) Погрешность установки частоты б) Изменение частоты подстраиваемого генератора при изменении управляющего напряжения на 1 В в) Частотный интервал между соседними значениями частоты, входящими в дискретное множество возможных синтезируемых частот

Верный ответ: в)

12. Что такое время переключения СЧ с частоты на частоту?

Ответы:

а) Постоянная времени фильтра нижних частот на выходе устройства б) Время установления колебания на выходе подстраиваемого генератора при изменении управляющего напряжения на 1 В в СЧ с ФАПЧ в) Интервал времени от момента окончания команды на изменение частоты до окончания переходного процесса установления нового значения частоты

Верный ответ: в)

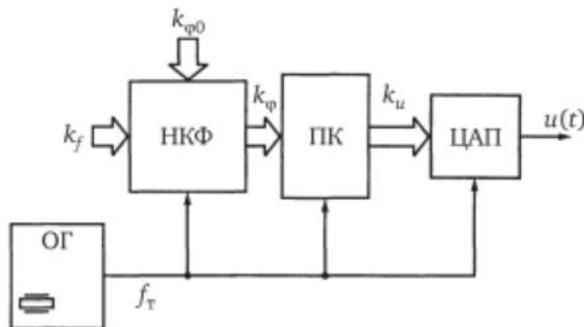
13. Синтезаторы частот могут иметь только гармоническую форму выходного колебания

Ответы:

а) да б) нет

Верный ответ: б)

14. Какой элемент структурной схемы ЦВС отвечает за форму синтезируемого колебания?



Ответы:

а) НЧФ б) ПК в) ЦАП

Верный ответ: б)

15. Выберите верное утверждение для СЧ с ФАПЧ:

Ответы:

а) Время переключения частот зависит от свойств ФНЧ б) Время переключения частот не зависит от свойств ФАПЧ и определяется только требованиями к чистоте спектра выходного колебания в) Время переключения частот постоянная величина для всех СЧ

Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена верно или с несущественными недостатками

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.