

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Направленность (специальность) 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Синтезаторы частоты, современное состояние и тенденции развития»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.1

Всего: 72 часов,

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа
48 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 876 и паспорта специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение синтезаторов стабильных частот для устройств формирования и обработки сигналов

Задачами дисциплины являются:

– изучение требований к синтезаторам стабильных частот способов их количественной оценки и технической реализации;

– ознакомление с научными основами преодоления противоречия между точностью, стабильностью и управляемостью параметрами синтезированных сигналов;

– изучение структурных схем и методов синтеза характеристик синтезаторов стабильных частот прямого и косвенного типа, на основе цифровых и аналоговых узлов, в различных диапазонах частот..

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

- способность к разработке устройств генерирования, усиления, модуляции и преобразования радиосигналов в радиосредствах различного назначения (ПК-13);
- способность к синтезу и анализу новых типов сигналов с различными видами модуляции. (ПК-14).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- новые методы исследования и способы их применения в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

уметь:

- - критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- разрабатывать устройства генерирования, усиления, модуляции и преобразования радиосигналов в радиосредствах различного назначения (ПК-13);

владеть:

- культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способностью к синтезу и анализу новых типов сигналов с различными видами модуляции. (ПК-14).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Роль синтезаторов стабильных частот в радиоэлектронных устройствах и системах.

Принципы синтеза стабильных частот: прямые и косвенные системы, аналоговые и цифровые технические решения. Разрешение противоречия между стабильностью частоты, количеством частот сетки, скоростью перестройки и погрешностями выходного колебания. Требования к

источнику опорного колебания, к форме выходного колебания, к вариациям его текущей фазы относительно опорного колебания, к полосе выходных частот, к погрешности установки частоты, к шагу сетки частот, к скорости перестройки синтезируемой частоты, к сосредоточенным спектральным и флуктуационным мешающим компонентам выходного сигнала.

2. Прямые аналоговые синтезаторы сетки стабильных частот.

Одноопорные и многоопорные схемы. Перспективные направления повышения рабочей частоты, уменьшения шага сетки частот, увеличения скорости перестройки.

3. Прямые цифровые синтезаторы сетки стабильных частот

Современные и перспективные направления повышения выходной частоты, снижения уровня побочных спектральных составляющих. расширения функциональных возможностей. Полностью цифровые синтезаторы. Формирование сигналов с модуляцией (манипуляцией) фазы, частоты и скорости её перестройки в синтезаторах стабильных частот прямого и косвенного синтеза.

4. Синтезаторы сетки стабильных частот с фазовой и с частотно-фазовой автоматической подстройкой частоты.

Методы расчета устойчивости, оценки качества выходного колебания, параметров переходного процесса в структурах с целочисленным или дробным делителем частоты, с сигма-дельта модулятором в цепи обратной связи. Комбинированные синтезаторы частот.

5. Современное состояние техники синтеза частот.

Элементная база синтезаторов частот и их компонентов. Перспективы развития синтезаторов стабильных частот и сигналов.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Критерии оценки качества выходного сигнала синтезатора сетки стабильных частот.
2. Причины появления побочных спектральных составляющих сигнала цифрового вычислительного синтезатора частот и способы снижения их уровня.
3. Структурная схема цифрового вычислительного синтезатора сигнала с многоуровневой фазовой манипуляцией и способы снижения фазовых погрешностей.
4. Структурная схема цифрового синтезатора стабильных частот с двухуровневой фазовой манипуляцией. Выбор параметров основных узлов.
5. Структурная схема и выбор параметров прямого синтезатора сетки частот с накопительным сумматором и выходным полосовым фильтром.
6. Структурная схема и ограничения области применения прямого цифрового синтезатора частотно-модулированных сигналов с двумя накопительными сумматорами и ЦАП.
7. Структурная схема и ограничения области применения синтезатора частот на основе генератора гармоник и ФАПЧ с фильтрацией одной частоты из сетки.
8. Структурная схема синтезатора частоты с ФАПЧ и делителем частоты в кольце: Выбор типа дискриминатора и частоты сравнения.
9. Ограничения на скорость перестройки частоты в синтезаторах частот с ФАПЧ и способы уменьшения длительности переходного процесса.
10. Преимущества и недостатки синтезатора сетки стабильных частот с делителем частоты дробно-переменного коэффициента деления в кольце ФАПЧ.
11. Структурная схема и выбор параметров цифрового синтезатора сигналов с двухуровневой манипуляцией частоты на основе с накопительного сумматора кодов и выходного полосно-пропускающего фильтра. Выбор

разрядности цифровых узлов и значения опорной частоты синтезатора стабильных частот с накопительным сумматором кодов и выходным полосно-пропускающим фильтром.

12. Преимущества и ограничения метода синтеза коэффициентов деления в синтезаторе частот с двумя ДПКД и ФАПЧ по алгоритму Эвклида.
13. Выбор параметров синтезатора стабильных частот с дробно-переменным управляемым двухмодульным делителем частоты в кольце ФАПЧ.
14. Способы уменьшения регулярных фазовых погрешностей в синтезаторе стабильного по частоте сигнала с дробно-переменным делителем частоты в кольце ФАПЧ.
15. Показать укрупнённые схемы и сопоставить по параметрам синтезаторы сетки стабильных частот с ФАПЧ и с цифровым вычислительным синтезом.
16. Сопоставить варианты схем синтезаторов сигналов с заданным законом модуляции частоты.
17. Перспективы развития и повышения качественных показателей синтезаторов стабильных частот.

Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов

1. Критерии оценки качества источника квазигармонических колебаний во временном и спектральном представлении.
2. Перспективные структурные схемы и параметры цифровых синтезаторов стабильных частот.
3. Причины появления, распределение значений уровня мощности и отстройки от несущей сосредоточенных побочных спектральных составляющих выходного колебания прямого цифрового синтезатора частот.
4. Выбор структуры дискриминатора и расчёт параметров цепи обратной связи в синтезаторе частот с частотно-фазовой автоподстройкой.

5. Перспективные решения при формировании сигналов со стабильной частотой и многоуровневой фазовой манипуляцией в цифровых вычислительных синтезаторах частот.
6. Ограничения на скорость перестройки частоты в синтезаторах частот с косвенным синтезом и перспективные способы уменьшения длительности переходного процесса.
7. Расчёт параметров прямого синтезатора сетки частот с накопительным сумматором и выходным полосовым фильтром.
8. Устройство и расчёт параметров генератора гармоник как синтезатора сетки равноотстоящих частот.
9. Структурная схема и расчёт параметров цифрового синтезатора сигналов с двухуровневой манипуляцией частоты на основе с накопительного сумматора кодов и выходного полосно-пропускающего фильтра.
10. Спектр мощности колебания с синтезированной частотой и спектры его амплитудных, фазовых и частотных флуктуаций.
11. Расчёт параметров синтезатора колебания со стабильной частотой на основе делителя частоты с переменным коэффициентом деления.
12. Алгоритм Эвклида при выборе коэффициентов деления частоты в синтезаторе частот с ФАПЧ и двумя ДПКД.
13. Структурная схема и расчёт параметров цифрового синтезатора сигналов с линейной частотной модуляцией на основе двух накопительных сумматоров кодов и выходного полосового фильтра.
14. Расчёт параметров синтезатора стабильных частот с управляемым двухмодульным делителем частоты в цепи обратной связи синтезатора часто с автоподстройкой.
15. Перспективные решения по снижению уровня и выбору значений отстройки дискретных спектральных компонент в сигнале синтезатора с дробным делителем частоты в цепи обратной связи.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Белов Л.А. Формирование стабильных частот и сигналов.- М.: Изд. центр «Академия», 2005. -224 с.
2. Белов Л.А. Устройства формирования СВЧ-сигналов и их компоненты. –М.: Изд. дом МЭИ, 2010. –320 с.
3. Генерирование колебаний и формирование радиосигналов: Учеб. пособие / В. Н. Кулешов, Н. Н. Удалов, В. М. Богачев и др.; под ред. В. Н. Кулешова и Н. Н. Удалова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 416 с.
4. Б. Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: пер. с англ.– 2-е изд., испр . – М. : Вильямс, 2007 . – 1104 с.
5. Электронные устройства СВЧ. В 2 книгах. /Ред. И.В.Лебедев – М.: Радиотехника, 2008 . – 752 с.

Дополнительная литература

6. В. Н. Кочемасов, Л. А. Белов, В. С. Оконешников. Формирование сигналов с линейной частотной модуляцией – М.: Радио и связь, 1983. –192 с.
7. В.В.Шахгильдян, А.А.Ляховкин. Системы фазовой автоподстройки частоты – М.: Связь, 1972. – 446 с.
8. Белов Л.А. Синтезаторы частот и сигналов: Учебное пособие для вузов – М. : Сайнс-Пресс, 2002. – 80 с.
9. Д. Прокис. Цифровая связь: пер. с англ.– М.: Радио и связь, 2000.– 800 с.