

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Устройства генерирования и формирования сигналов**

Образовательная программа: 11.04.01 Радиотехника, магистерская программа: Статистические методы обработки сигналов и изображений

Курс: 1, семестр : 1

Факультет радиотехники и электроники,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 1       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 3       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 108     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 61      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 0       |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18      |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 18      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 5       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 47      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | 3       |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.04.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №1409 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 25.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.04.01 Радиотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПИРПУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Савиных И. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Киселев А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева В. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.4 способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| 35. знать методы анализа и синтеза радиопередающих устройств                                                                                                                             |  |
| у5. уметь проектировать и исследовать радиопередающие устройства                                                                                                                         |  |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть) | Формы организации занятий |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|

### Устройства генерирования и формирования сигналов

|                                                                                                                                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>ПК.4.35 знать методы анализа и синтеза радиопередающих устройств</b>                                                                          |                                                     |
| 1.о методах синтеза частот и структурах типовых высокостабильных возбудителей радиопередатчиков;                                                 | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 2.о выборе наиболее выгодного сочетания цифровых и аналоговых узлов синтезаторов частот в перспективной аппаратуре;                              | Лекции; Самостоятельная работа                      |
| 3.о тенденциях развития микроэлектроники, элементной и технологической базы систем синтеза частот.                                               | Лекции; Самостоятельная работа                      |
| 4.основные структурные схемы синтезаторов частот различного назначения; технику и методы формирования видов работ в возбудителе;                 | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 5.основные типы функциональных узлов возбудителей, их модели и способы их количественного описания при использовании в системах синтеза частот   | Лекции; Самостоятельная работа                      |
| 6.основы схемотехники и элементную базу систем синтеза частот.                                                                                   | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.4.у5 уметь проектировать и исследовать радиопередающие устройства</b>                                                                      |                                                     |
| 7.спектральные методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в нелинейных колебательных системах                     | Лекции; Самостоятельная работа                      |
| 8.шумовые модели активных приборов                                                                                                               | Лекции; Самостоятельная работа                      |
| 9.методы расчета кратковременной нестабильности частоты автоколебаний.                                                                           | Лекции; Самостоятельная работа                      |
| 10.производить оценку полученных экспериментальных результатов и высказывать предположения о возможных причинах их расхождения с теоретическими. | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 11.исследовать характеристики отдельных узлов и устройства в целом                                                                               | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 12.рассчитывать типовые аналоговые и цифровые функциональные узлы                                                                                | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                          | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|
| <b>Семестр: 1</b>                                    |                      |      |                               |
| <b>Дидактическая единица: Системы синтеза частот</b> |                      |      |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------------|
| 1. Введение. Основные технические характеристики и классификация возбуждателей радиопередатчиков (систем синтеза частот). Основные термины теории синтеза частот (ССЧ). Область применения ССЧ. Связь между показателями отличия реального колебания от моногармонического на базе временных и на базе спектральных представлений. Требования к ССЧ по чистоте спектральной линии выходных колебаний. Основные эксплуатационно-технические характеристики ССЧ. Классификация систем синтеза частот. Структурные схемы возбуждателей радиопередатчиков. | 0 | 2 | 11, 5, 6              |
| 5. Аналоговые элементы систем синтеза частот. Преобразователи частоты. Общие требования к преобразователям частоты. Преобразователи частоты с диодными полупроводниковыми смесителями на транзисторах, на ИМС. Преобразователи частоты различных частотных диапазонов.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0 | 2 | 11, 5, 6              |
| 6. Цифровые элементы систем синтеза частот. Цифровые делители частоты с фиксированным и переменным коэффициентами деления. Прохождение амплитудной и угловой модуляции через цифровой делитель частоты. Цифровые фазовые дискриминаторы. Собственные шумы цифровых делителей и фазовых дискриминаторов.                                                                                                                                                                                                                                                | 0 | 2 | 10, 12, 5, 6, 7, 8, 9 |
| 7. Аналоговые пассивные системы синтеза частот. Пассивный синтез одной заданной частоты. Декадные системы пассивного синтеза частот. Системы синтеза частот с идентичными декадами. Примеры аналоговых систем пассивного синтеза частот.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0 | 2 | 10, 11, 5, 6          |
| 8. Компенсационные синтезаторы частот. Метод компенсации. Побочные составляющие в системах с компенсацией. Примеры систем синтеза частот с компенсацией.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0 | 2 | 11, 5, 6              |
| 9. Системы цифрового синтеза частот. Пассивный цифровой синтез частот путем сложения потоков двухуровневых импульсов (СЧС ПДИ). Реализация оптимальной системы СЧ СПДИ. Спектр колебаний на выходе оптимальной системы СЧ СПДИ. Системы пассивного цифрового синтеза частот с потоками многоуровневых импульсов.                                                                                                                                                                                                                                       | 0 | 2 | 5, 6, 7, 8, 9         |
| 10. Системы активного синтеза частот с кольцом ФАП частоты. Кольцо фазовой автоподстройки частоты. Использование логарифмических амплитудных характеристик для суждения об эффективности и устойчивости кольца автоподстройки. Системы синтеза частот с кольцами фазовой автоподстройки.                                                                                                                                                                                                                                                               | 0 | 4 | 5, 6, 7, 8, 9         |
| 15. Возбудители с однополосной модуляцией. Методы формирования однополосных сигналов. Искажения сигнала при прохождении сигналов с одной боковой через тракт передатчика. Возбудители телевизионные передатчиков изображения. Структурные схемы возбуждателей магистральной КВ связи с однополосной модуляцией.                                                                                                                                                                                                                                        | 0 | 2 | 1, 11, 2, 3, 4, 5, 6  |
| <b>Дидактическая единица: Теория и техника стабилизации частоты</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------|
| 2. Нестабильность частоты автогенераторов.<br>Долговременная нестабильность частоты.<br>Кратковременная нестабильность частоты автогенераторов. Теория стабилизации частоты. Шумовые характеристики элементов РЭА. Естественные шумы. Технические шумы. Энергетические спектры сигналов. Понятие спектральной линии, ее ширины. Методы аппаратурного измерения. | 0 | 4 | 10, 7, 8, 9          |
| 3. Автогенераторы с кварцем. Схемы автогенераторов. Общие расчетные соотношения. Модуляционные характеристики. Опорные высокостабильные автогенераторы. Прецизионные генераторы.                                                                                                                                                                                | 0 | 4 | 10, 11, 9            |
| 4. Линейная частотная модуляция. Общие соотношения для частотной перестройки колебаний автогенераторов. Угловая модуляция кварцеванных и не кварцеванных генераторов. Линейный частотный модулятор. Методы линейной частотной модуляции.                                                                                                                        | 0 | 2 | 10, 11               |
| <b>Дидактическая единица: Высокостабильные возбудители радиопередатчиков</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |                      |
| 11. Формирование видов работ в возбудителе. Угловая модуляция и частотное телеграфирование при использовании СЧ в возбудителе передатчика. Относительное фазовое телеграфирование. Формирователи однополосного сигнала. Электронные ключи в системах синтеза частот.                                                                                            | 0 | 1 | 1, 2, 3, 4, 5, 6     |
| 12. Измерение основных параметров выходных колебаний систем синтеза частот. Методы измерения паразитных отклонений частоты и фазы колебаний. Измерение побочных спектральных составляющих. Аппаратура для измерения времени установления частоты колебаний.                                                                                                     | 0 | 1 | 1, 11, 6             |
| 13. Возбудители портативных радиостанций. Принципы построения возбудителей портативных радиостанций. Элементная база для синтезаторов частот. Примеры возбудителей портативных радиостанций.                                                                                                                                                                    | 0 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6     |
| 14. Возбудители стереофонического вещания передатчиков ОВЧ диапазона. Возбудители передатчиков ЧМ вещания и звукового сопровождения телевизионных программ.                                                                                                                                                                                                     | 0 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6     |
| 16. Возбудители радиорелейных систем связи. Возбудители тропосферной и спутниковой связи.                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0 | 1 | 1, 11, 2, 3, 4, 5, 6 |
| 17. Заключение. Основные направления развития проектирования возбудителей. Пути повышения надежности, снижения габаритов и весов аппаратуры. Проблемы, подлежащие решению.                                                                                                                                                                                      | 0 | 1 | 5, 6                 |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                              | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 1</b>                                    |                      |      |                               |                                                                                                                                        |
| <b>Дидактическая единица: Системы синтеза частот</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                        |
| 3. Возбудители с частотной модуляцией                | 4                    | 4    | 11, 4                         | магистрант определяет основные качественные характеристики синтезатора частот с частотной модуляцией; обсуждает полученные результаты. |

| <b>Дидактическая единица: Теория и техника стабилизации частоты</b>                      |   |   |                 |                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Исследование неустойчивости частоты транзисторных генераторов с кварцевым резонатором | 4 | 4 | 10, 11          | магистрант исследует влияние параметров схемы и кварцевого резонатора на стабильность частоты генератора                                                       |
| <b>Дидактическая единица: Высокостабильные возбудители радиопередатчиков</b>             |   |   |                 |                                                                                                                                                                |
| 2. Опорный генератор "ГИАЦИНТ"                                                           | 4 | 4 | 10, 11          | магистрант изучает принцип построения опорных прецизионных генераторов и измеряет основные характеристики сверхстабильных по частоте генераторов               |
| 4. Возбудитель радиостанции "БАКЛАН - 20"                                                | 6 | 6 | 1, 11, 12, 4, 6 | магистрант изучает принцип построения возбудителей связанных радиостанций, знакомится с методами синтеза частот и измеряет основные характеристики возбудителя |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения         | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                             |                                       |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | РГЗ                         | 1, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 9           | 30                 | 2                    |
| Расчет параметров синтезатора частот на основании методических рекомендаций и выданного задания, подробная информация приведена в приложении №3 : Устройства генерирования и формирования сигналов : методические указания к расчетно-графическому заданию для магистрантов 1 курса факультета радиотехники и электроники по направлению 210400 - Радиотехника очной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. С. Савиных]. - Новосибирск, 2014. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185303">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185303</a> |                             |                                       |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Подготовка к аттестации     | 1, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 17                 | 3                    |
| Чтение конспекта лекций и рекомендуемой литературы, обсуждение с преподавателем вопросов, освоение которых вызвало затруднение, подробная информация приведена в приложении №2 : Вовченко П. С. Формирование колебаний и сигналов (радиопередающие устройства) : учебное пособие / П. С. Вовченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 50, [1] с. : табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vovchenko.rar">http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vovchenko.rar</a>                                                                                        |                             |                                       |                    |                      |

#### 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Информирование                | Портал НГТУ                               |
| Размещение учебных материалов | Портал НГТУ                               |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Мин. балл | Максимальный балл |
|-------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 1</b>                         |           |                   |
| Лабораторная:                             | 20        | 40                |
| РГЗ:                                      | 20        | 40                |
| Зачет:                                    | 10        | 20                |
| Зачет:                                    | 10        | 20                |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                              | Формы контроля |       |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|-------|
|                       |                                                                  | Защита РГЗ     | Зачет |
| ПК.4                  | з5. знать методы анализа и синтеза радиопередающих устройств     | +              | +     |
|                       | у5. уметь проектировать и исследовать радиопередающие устройства | +              | +     |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Дегтярь Г. А. Устройства генерирования и формирования сигналов : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 654200 "Радиотехника", специальность 200700 "Радиотехника"] / Г. А. Дегтярь ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 997 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Белов Л. А. Формирование стабильных частот и сигналов : учебное пособие для вузов по специальностям "Радиофизика и электроника", "Бытовая радиоэлектронная аппаратура", "Радиоэлектронные системы", "Средства радиоэлектронной борьбы" направления подготовки "Радиотехника" / Л. А. Белов. - М., 2005. - 221, [1] с. : ил.
2. Манасевич В. Синтезаторы частот : теория и проектирование / В. Манасевич ; пер. с англ. В. А. Повзнера ; под ред. А. С. Галина. - М., 1979. - 381, [1] с. : ил., схемы, табл.
3. Белов Л. А. Синтезаторы частот и сигналов : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов 654200 "Радиотехника" / Л. А. Белов. - М., 2002. - 79 с. : ил. - На обл.: Направление: Радиотехника. Дисциплина: Устройства формирования и генерирования сигналов.
4. Шапиро Д. Н. Основы теории синтеза частот / Д. Н. Шапиро, А. А. Паин. - М., 1981. - 263, [1] с. : ил.
5. Рыжков А. В. Синтезаторы частот в технике радиосвязи / А. В. Рыжков, В. Н. Попов. - М., 1991. - 265 с. : ил.

6. Радиопередающие устройства : учебник для вузов по специальности 2011 "Радиосвязь, радиовещание, телевидение" / [В. В. Шахгильдян и др.] ; под ред. В. В. Шахгильдяна. - М., 2003. - 559, [1] с. : ил.
7. Генераторы высоких и сверхвысоких частот : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Радиотехника"] / [О. В. Алексеев и др.]. - М., 2003. - 325, [1] с. : ил.
8. Проектирование радиопередающих устройств СВЧ : Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / [Г. М. Уткин, М. В. Благовещенский, В. П. Жуховицкая и др.]; Под ред. Г. М. Уткина. - М., 1979. - 317 с. : ил.
9. Дегтярь Г. А. Устройства генерирования и формирования сигналов. Ч. 1 : учебник / Г. А. Дегтярь; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 479 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05\\_degtyar1.pdf](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05_degtyar1.pdf)
10. Дегтярь Г. А. Устройства генерирования и формирования сигналов. Ч. 2 : учебник / Г. А. Дегтярь; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 546 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05\\_degtyar2.pdf](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05_degtyar2.pdf)
11. Каганов В. И. Транзисторные радиопередатчики. - М., 1976. - 446 с.

#### *Интернет-ресурсы*

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

### **8. Методическое и программное обеспечение**

#### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Устройства генерирования и формирования сигналов : методические указания к расчетно-графическому заданию для магистрантов 1 курса факультета радиотехники и электроники по направлению 210400 - Радиотехника очной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. С. Савиных]. - Новосибирск, 2014. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000185303](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185303)
2. Высокостабильные возбудители радиопередатчиков : лабораторные работы для студентов 4 курса факультета радиотехники, электроники и физики дневной формы обучения по специальности 201500 - Бытовая радиоэлектронная аппаратура / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. П. С. Вовченко]. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2662.rar>
3. Вовченко П. С. Устройства генерирования и формирования сигналов (радиопередающие устройства) : практикум для студентов : учебное пособие / П. С. Вовченко, Г. А. Дегтярь; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 107, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/vovchenko.pdf>
4. Вовченко П. С. Формирование колебаний и сигналов (радиопередающие устройства) : учебное пособие / П. С. Вовченко; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 50, [1] с. : табл.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06\\_vovchenko.rar](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_vovchenko.rar)

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

## 9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

| № | Наименование                                                                      | Назначение                                                  |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев  
“     ”     \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Устройства генерирования и формирования сигналов**

Образовательная программа: 11.04.01 Радиотехника, магистерская программа:  
Статистические методы обработки сигналов и изображений

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Устройства генерирования и формирования сигналов приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                      | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки) | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                              |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ПК.4/НИ<br>способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | 35. знать методы анализа и синтеза радиопередающих устройств     | Аналоговые пассивные системы синтеза частот. Пассивный синтез одной заданной частоты. Декадные системы пассивного синтеза частот. Системы синтеза частот с идентичными декадами. Примеры аналоговых систем пассивного синтеза частот. Аналоговые элементы систем синтеза частот. Преобразователи частоты. Общие требования к преобразователям частоты. Преобразователи частоты с диодными полупроводниковыми смесителями на транзисторах, на ИМС. Преобразователи частоты различных частотных диапазонов. Введение. Основные технические характеристики и классификация возбудителей радиопередатчиков (систем синтеза частот). Основные термины теории синтеза частот (ССЧ). Область применения ССЧ. Связь между показателями отличия реального колебания от моногармонического на базе временных и на базе спектральных представлений. Требования к ССЧ по чистоте спектральной линии выходных колебаний. Основные эксплуатационно-технические характеристики ССЧ. Классификация систем синтеза частот. Структурные схемы возбудителей радиопередатчиков. Возбудители портативных радиостанций. Принципы построения возбудителей портативных радиостанций. Элементная база для синтезаторов частот. Примеры возбудителей портативных радиостанций. Возбудители радиорелейных систем связи. Возбудители тропосферной и спутниковой связи. | РГЗ                                                           | Зачет, вопросы 1-16.                      |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>Возбудители с однополосной модуляцией. Методы формирования однополосных сигналов. Искажения сигнала при прохождении сигналов с одной боковой через тракт передатчика. Возбудители телевизионных передатчиков изображения. Структурные схемы возбудителей магистральной КВ связи с однополосной модуляцией. Возбудители стереофонического вещания передатчиков ОВЧ диапазона. Возбудители передатчиков ЧМ вещания и звукового сопровождения телевизионных программ. Заключение. Основные направления развития проектирования возбудителей. Пути повышения надежности, снижения габаритов и весов аппаратуры. Проблемы, подлежащие решению. Измерение основных параметров выходных колебаний систем синтеза частот. Методы измерения паразитных отклонений частоты и фазы колебаний. Измерение побочных спектральных составляющих. Аппаратура для измерения времени установления частоты колебаний. Компенсационные синтезаторы частот. Метод компенсации. Побочные составляющие в системах с компенсацией. Примеры систем синтеза частот с компенсацией. Системы активного синтеза частот с кольцом ФАП частоты. Кольцо фазовой автоподстройки частоты. Использование логарифмических амплитудных характеристик для суждения об эффективности и устойчивости кольца автоподстройки. Системы синтеза частот с кольцами фазовой автоподстройки. Системы цифрового синтеза частот. Пассивный цифровой синтез частот путем сложения потоков двухуровневых импульсов (СЧС ПДИ). Реализация оптимальной системы СЧ СПДИ. Спектр колебаний на выходе оптимальной системы СЧ СПДИ. Системы пассивного цифрового синтеза частот с</p> |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                      |
|---------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------|
|         |                                                                  | <p>потоками многоуровневых импульсов. Формирование видов работ в возбудителе. Угловая модуляция и частотное телеграфирование при использовании СЧ в возбудителе передатчика. Относительное фазовое телеграфирование. Формирователи однополосного сигнала. Электронные ключи в системах синтеза частот. Цифровые элементы систем синтеза частот. Цифровые делители частоты с фиксированным и переменным коэффициентами деления. Прохождение амплитудной и угловой модуляции через цифровой делитель частоты. Цифровые фазовые дискриминаторы. Собственные шумы цифровых делителей и фазовых дискриминаторов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                      |
| ПК.4/НИ | у5. уметь проектировать и исследовать радиопередающие устройства | <p>Автогенераторы с кварцем. Схемы автогенераторов. Общие расчетные соотношения. Модуляционные характеристики. Опорные высокостабильные автогенераторы. Прецизионные генераторы. Аналоговые пассивные системы синтеза частот. Пассивный синтез одной заданной частоты. Декадные системы пассивного синтеза частот. Системы синтеза частот с идентичными декадами. Примеры аналоговых систем пассивного синтеза частот. Аналоговые элементы систем синтеза частот. Преобразователи частоты. Общие требования к преобразователям частоты. Преобразователи частоты с диодными полупроводниковыми смесителями на транзисторах, на ИМС. Преобразователи частоты различных частотных диапазонов. Введение. Основные технические характеристики и классификация возбудителей радиопередатчиков (систем синтеза частот). Основные термины теории синтеза частот (ССЧ). Область применения ССЧ. Связь между показателями отличия реального колебания от моногармонического на базе временных и на базе</p> | РГЗ | Зачет, вопросы 1-16. |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>спектральных представлений. Требования к ССЧ по чистоте спектральной линии выходных колебаний. Основные эксплуатационно-технические характеристики ССЧ. Классификация систем синтеза частот. Структурные схемы возбудителей радиопередатчиков. Возбудители радиорелейных систем связи. Возбудители тропосферной и спутниковой связи. Возбудители с однополосной модуляцией. Методы формирования однополосных сигналов. Искажения сигнала при прохождении сигналов с одной боковой через тракт передатчика. Возбудители телевизионных передатчиков изображения. Структурные схемы возбудителей магистральной КВ связи с однополосной модуляцией. Измерение основных параметров выходных колебаний систем синтеза частот. Методы измерения паразитных отклонений частоты и фазы колебаний. Измерение побочных спектральных составляющих. Аппаратура для измерения времени установления частоты колебаний. Компенсационные синтезаторы частот. Метод компенсации. Побочные составляющие в системах с компенсацией. Примеры систем синтеза частот с компенсацией. Линейная частотная модуляция. Общие соотношения для частотной перестройки колебаний автогенераторов. Угловая модуляция кварцеванных и не кварцеванных генераторов. Линейный частотный модулятор. Методы линейной частотной модуляции. Нестабильность частоты автогенераторов. Долговременная нестабильность частоты. Кратковременная нестабильность частоты автогенераторов. Теория стабилизации частоты. Шумовые характеристики элементов РЭА. Естественные шумы. Технические шумы. Энергетические спектры сигналов. Понятие спектральной линии, ее ширины. Методы</p> |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | аппаратного измерения.<br>Системы активного синтеза частот с кольцом ФАП частоты. Кольцо фазовой автоподстройки частоты. Использование логарифмических амплитудных характеристик для суждения об эффективности и устойчивости кольца автоподстройки. Системы синтеза частот с кольцами фазовой автоподстройки. Системы цифрового синтеза частот. Пассивный цифровой синтез частот путем сложения потоков двухуровневых импульсов (СЧС ПДИ). Реализация оптимальной системы СЧ СПДИ. Спектр колебаний на выходе оптимальной системы СЧ СПДИ. Системы пассивного цифрового синтеза частот с потоками многоуровневых импульсов. Цифровые элементы систем синтеза частот. Цифровые делители частоты с фиксированным и переменным коэффициентами деления. Прохождение амплитудной и угловой модуляции через цифровой делитель частоты. Цифровые фазовые дискриминаторы. Собственные шумы цифровых делителей и фазовых дискриминаторов. |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.4/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.4/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов», 1 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 11, второй вопрос из диапазона вопросов с 12 по 16 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

#### Билет № 1

к зачету по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов»

---

1. Классификация систем синтеза частот.
2. Компенсационные синтезаторы частот. Метод компенсации. Побочные спектральные составляющие в системах с компенсацией. Примеры систем синтеза частот с компенсацией.

Утверждаю: зав. кафедрой РПиРПУ \_\_\_\_\_ Киселев А.В.  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет от 0 до 10 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от 11 до 13 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи,

оценка составляет от 14 до 16 *баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 17 до 20 *баллов*.

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Вопросы к зачету по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов»**

1. Классификация систем синтеза частот.
2. Активный и пассивный синтез частот. Их сравнительные характеристики.
3. Структурные схемы возбудителей (синтезаторов частоты) колебаний.
4. Теория стабилизации частоты. Общие сведения об автогенераторах.
5. Долговременная нестабильность частоты генераторов. Решение баланса фаз генератора. Устойчивость стационарного режима генератора.
6. Кратковременная нестабильность частоты автогенераторов. Шумовые характеристики элементов РЭА.
7. Естественные шумы. Технические шумы. Энергетические спектры сигналов. Понятие спектральной линии, ее ширины. Методы аппаратного измерения.
8. Основные технические характеристики и классификация возбудителей радиопередатчиков (систем синтеза частот).
9. Требования к ССЧ по чистоте спектральной линии выходных колебаний. Основные эксплуатационно-технические характеристики ССЧ. Структурная схема возбудителя радиопередатчика.
10. Кварцевая стабилизация частоты. Схемы автогенераторов. Общие расчетные соотношения.
11. Опорные высокостабильные автогенераторы. Прецизионные генераторы.
12. Компенсационные синтезаторы частот. Метод компенсации. Побочные спектральные составляющие в системах с компенсацией. Примеры систем синтеза частот с компенсацией.
13. Аналоговые пассивные системы синтеза частот. Декадные системы пассивного синтеза частот. Системы синтеза частот с идентичными декадами. Примеры аналоговых систем пассивного синтеза частот.
14. Системы активного синтеза частот с кольцом ФАПЧ. Использование логарифмических амплитудных и фазовых характеристик для суждения об эффективности и устойчивости кольца автоподстройки. Системы синтеза частот с кольцом фазовой автоподстройки.
15. Возбудители с однополосной модуляцией. Методы формирования однополосных сигналов. Искажения сигнала при прохождении сигналов с одной боковой через тракт возбудителя. Возбудители телевизионных передатчиков изображения.
16. Возбудители стереофонического вещания передатчиков ОВЧ диапазона. Возбудители передатчиков звукового сопровождения телевизионных программ.

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов», 1 семестр

### 1. Методика оценки

При выполнении расчетно-графического задания следует рассчитать параметры гипотетического синтезатора частот, реализованного на ФАПЧ и ГУН подобные ADF4351, при конкретном диапазоне частот и шаге сетки частоты. Рассматриваемый синтезатор является синтезатором с косвенным цифровым синтезом и дробным перестраиваемым коэффициентом деления.

Студент имеет право использовать любой другой существующий цифровой синтезатор частот при условии полного описания процесса расчета его параметров, соблюдения имеющихся для этого синтезатора ограничений и проверки полученных результатов на предмет соответствия техническому заданию.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствуют основные части расчета параметров устройства, не произведена проверка рассчитанных параметров или ее результаты не соответствуют заданию, оценка составляет от 0 до 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: расчет параметров устройства выполнен в целом правильно, но без обоснования использованных значений, проверка проведена, но нет обоснования что расчет был правильным, оценка составляет от 21 до 26 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если расчет параметров устройства выполнен правильно, с обоснованием использованных значений, проверка проведена, но нет исчерпывающего обоснования того, что расчет был правильны, оценка составляет от 27 до 32 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все части РГЗ выполнены в полном объеме, произведены расчет параметров устройства, проверка правильности полученных данных, включая исчерпывающее обоснование этого, оценка составляет от 33 до 40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ

Таблица Варианты заданий на расчетно-графическое задание

| № варианта | Диапазон частот, МГц | Шаг сетки частот, кГц |
|------------|----------------------|-----------------------|
| 1          | 2407...2472          | 5000                  |
| 2          | 5170...5320          | 10000                 |
| 3          | 1885...2025          | 5000                  |

|    |                                        |      |
|----|----------------------------------------|------|
| 4  | 2110...2200                            | 5000 |
| 5  | 890...915                              | 200  |
| 6  | 935...960                              | 200  |
| 7  | 1710...1785                            | 200  |
| 8  | 1805...1880                            | 200  |
| 9  | 433,075...434.775                      | 25   |
| 10 | 26,965...27,405                        | 10   |
| 11 | 446,00625...446,09375                  | 12,5 |
| 12 | 40,66...40,7                           | 10   |
| 13 | 28,0...28,2                            | 10   |
| 14 | 174...230                              | 200  |
| 15 | 470...638                              | 200  |
| 16 | 710...726                              | 200  |
| 17 | 886,6...867,4                          | 200  |
| 18 | 866...868                              | 200  |
| 19 | 866...867,6                            | 100  |
| 20 | 864...865                              | 25   |
| 21 | 868,7...869,2                          | 50   |
| 22 | 433,075...434,775                      | 50   |
| 23 | 26,995; 27,045; 27,095; 27,145; 27,195 | 50   |
| 24 | 66...74                                | 200  |
| 25 | 87,6...92                              | 200  |
| 26 | 100...108                              | 200  |
| 27 | 151...162                              | 200  |
| 28 | 163,2...168,4                          | 200  |
| 29 | 165,7; 166,1; 166,5; 166,9             | 40   |
| 30 | 5725...5875                            | 50   |