

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности  
А.А. Панфилов  
« 2 » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ**

Направление подготовки: 11.04.01 - Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: магистр

Форма обучения: очная подготовка

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экс./зачет)
1	3/108	18	-	36	18	Экс. 36
Итого	3/108	18	-	36	18	Экс. 36

Владимир 2016

*mpf*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Устройства генерирования и формирования сигналов" являются:

1. Приобретение знания, умения и навыков, обеспечивающих достижение целей основной образовательной программы по направлению «Радиотехника».
2. Подготовку в области радиотехники и инфотелекоммуникаций для решения задач создания новой и совершенствования существующей передающей радиотехники и технологии.
3. Ознакомления с современной методологией научно-технического творчества.
4. Подготовка для использования радиотехнических знаний при решении практических задач по разработке и эксплуатации систем, устройств и комплексов радиотехнического профиля.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Устройства генерирования и формирования сигналов" относится к дисциплинам базовой части (Б.1.Б.4.).

### ***Взаимосвязь с другими дисциплинами***

Дисциплина "Устройства генерирования и формирования сигналов" непосредственно связана с дисциплинами «История радиотехники», «Высшая математика», «Физика», «Схемотехника аналоговых электронных устройств» и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Необходимыми предшествующими дисциплинами для дисциплины "Устройства генерирования и формирования сигналов" являются дисциплины: «Радиопередающие устройства», «Радиоприемные устройства».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины "Устройства генерирования и формирования сигналов" обучающийся должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ОК и ПК)**:

- способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **Знать:** принципы построения радиопередающих устройств, методы и средства получения, хранения и обработки информации, формы представления сигналов, методы обработки и формирования сигналов (ОПК-4);
- 2) **Уметь:** составлять планы экспериментов, осуществлять поиск информации с использованием информационных систем, правильно обрабатывать и представлять результаты исследований, разрабатывать практические схемы устройств передачи сигналов (ПК-2; ОПК-4);
- 3) **Владеть:** основными навыками получения, обработки, систематизации и анализа сигналов, приемами обработки экспериментальных данных, информацией о формах представления результатов исследований, методами проектирования устройств передачи информации (ПК-2).



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Таблица 2.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1.	Введение. Классификация сигналов	1	1	2	-	4		2		2/100	
2.	Методы и технологии генерации сигналов	1	3	2	-	4		2		2/100	
3.	Автогенераторы радиочастот	1	5	2	-	4		2		2/100	Рейтинг-контроль
4.	Методы обработки сигналов	1	7	2	-	4		2		2/100	
5.	Формирование цифровых сигналов	1	9	2	-	4		2		2/100	
6.	Методы управления сигналами	1	11	2	-	4		2		2/100	Рейтинг-контроль
7.	Электромагнитная совместимость сигналов	1	13	2	-	4		2		2/100	
8.	Помехоустойчивое кодирование сигналов	1	15	2	-	4		2		2/100	Рейтинг-контроль
9.	Криптографическая защита сигналов	1	17	2	-	4		2	КР	2/100	Экзамен
Всего				18	-	36		18	КР	18/100%	

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

## **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении курсовой работы и индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, анализ теоретических положений применительно к заданию на курсовую работу.

## **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 25 до 45 слайдов по каждой лекции. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

## **5.4. Лекции приглашенных специалистов**

В рамках учебного курса "Устройства генерирования и формирования сигналов" предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- Член-корреспондента РАН, доктора технических наук, профессора Научно-исследовательского телевизионного института РАН Ю.Б. Зубарева;
- доктора технических наук, профессора Военной академии ракетных войск специального назначения имени Петра Великого Цимбала В.А.;
- доктора технических наук, профессора Ярославского государственного университета имени П.Г. Демидова Ю.А. Брюханова.

## **5.5. Рейтинговая система обучения**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и лабораторных работ.

# **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

## **6.1. Вопросы рейтинг – контроля**

### **Вопросы первого рейтинг – контроля**

1. Классификация сигналов.
2. Распространение сигналов в различных средах.
3. Параметры сигналов при распространении.
4. Машинные генераторы сигналов.
5. Автогенераторы.
6. Генераторы, управляемые напряжением.
7. Трехточечные автогенераторы.
8. Квантовые генераторы - мазеры и лазеры.
9. Автогенераторы СВЧ на лавинно-пролетных диодах.

### **Вопросы второго рейтинг – контроля**

10. Генераторы СВЧ на диодах Ганна.
11. Автогенераторы на активных элементах СВЧ техники (магнетроны, гиротроны).
12. Прямые методы синтеза сетки частот.
13. Активные методы синтеза сетки частот.
14. Аналоговые методы управления сигналами.
15. Дискретизация и квантование сигналов.
16. Цифровые методы модуляции.
17. Методы модуляции с повышением скорости передачи информации.



18. Методы модуляции с расширением спектра.
19. Стандарты беспроводного доступа.

#### **Вопросы третьего рейтинг – контроля**

20. Методы помехоустойчивого кодирования.
21. Методы криптографии.
22. Пропускная способность каналов передачи информации.
23. Особенности различных диапазонов частот
24. Электромагнитная совместимость сигналов.
25. Множественный доступ для абонентов.
26. Стандарты беспроводного доступа.
27. Помехоустойчивые коды, их виды.
28. Методы криптографии.

#### **6.2. Вопросы к экзамену**

1. Классификация сигналов их спектры.
2. СВЧ генераторы на ЛПД и диодах Гана.
3. Разложение косинусоидального импульса.
4. Квантование сигналов.
5. Дискретизация сигналов.
6. Модуляция прямым расширением спектра.
7. Уплотнение каналов.
8. Интерполяционная схема возбудителя частоты.
9. Кодирование сигналов ИКМ - коды AMI, HDB-3 и др.
10. Метод активного синтеза сетки частот.
11. Квантовые генераторы.
12. Формирование групповых сигналов.
13. Помехоустойчивое кодирование.
14. Псевдослучайная перестройка радиочастоты – модуляция ППРЧ.
15. Трехточечные автогенераторы.
16. Многоуровневая квадратурная амплитудная модуляция.
17. Сложение мощностей.
18. Прямые методы синтеза сетки частот.
19. Способы однополосной модуляции.
20. Амплитудная модуляция.
21. Пропускная способность каналов передачи информации.
22. Фазовая телеграфия и ОФТ.
23. Стандарты беспроводного доступа.
24. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом.
25. Основные методы криптографии.
26. Теоремы Шеннона.

#### **6.3. Задания и тесты контроля СРС по дисциплине**

1. Каков рекомендуемый угол отсечки сигнала для мощных генераторов с внешним возбуждением?
  - $180^{\circ}$ ,
  - $70^{\circ}$  -  $110^{\circ}$ ,
  - $90^{\circ}$ .
2. Как определить коэффициент полезного действия выходной цепи ГВВ?
  - из выходной мощности вычесть входную,
  - полезную мощность поделить на потраченную,
  - перемножить коэффициент использования коллекторного напряжения на коэффициент формы коллекторного тока и поделить на два.
3. Как определяют наилучший угол отсечки для транзисторных умножителей частоты в N раз?

- $120^0/N$ ,
  - $90^0/N$ ,
  - $360^0/N$ .
4. В каком режиме работы мощного усилительного каскада у активного элемента повышенные входные токи?
    - в недонапряженном,
    - в критическом,
    - в перенапряженном.
  5. Какой режим работы ГВВ называют критическим?
    - когда имеются повышенные входные токи,
    - при котором импульсы выходного тока ограничены по амплитуде,
    - когда используется только линейный участок выходной динамической характеристики.
  6. Что такое стабильность частоты автогенератора?
    - величина ухода частоты поделенная на ее номинальное значение,
    - отклонение частоты от номинального значения,
    - модуль отклонения частоты.
  7. Какова стабильность частоты кварцевых автогенераторов?
    - $10^{-4}$ ,
    - $10^{-10}$ ,
    - $10^{-6}$ .
  8. Каков может быть коэффициент трансформации сопротивлений одного узкополосного звена Г или П типа?
    - 25,
    - 100,
    - 150.
  9. Почему рекомендуют выбирать коэффициент трансформации сопротивлений для одного звена узкополосной цепи согласования не выше 10?
    - иначе плохой коэффициент передачи звена,
    - для реализации максимального коэффициента фильтрации,
    - в целях сокращения количества элементов в цепи согласования.
  10. Зачем простейшие звенья согласования включают последовательно?
    - для расширения рабочей полосы частот,
    - для увеличения коэффициента фильтрации,
    - чтобы получить большой коэффициент трансформации сопротивлений.
  11. В чем недостаток широкополосных трансформаторов сопротивлений с магнитными связями?
    - не осуществляют фильтрацию сигналов,
    - дороги и сложны в изготовлении,
    - требуют сложных аналитических расчетов.
  12. Какие ограничения накладываются на интерполяционный возбудитель частоты (схема Зейтленка)?
    - частота диапазонного генератора должна быть много больше опорной частоты,
    - частота диапазонного генератора должна быть много меньше опорной частоты,
    - частота диапазонного генератора не должна быть кратна опорной частоте.
  13. Что такое глубина амплитудной модуляции?
    - произведение амплитуд модулирующего сигнала и сигнала несущей,
    - отношение амплитуд модулирующего сигнала и сигнала несущей,
    - отношение частот модулирующей и несущей.
  14. В чем недостаток коллекторного модулятора?
    - требуется мощный модулятор,
    - есть ограничение на величину коэффициента модуляции,
    - необходим активный элемент с четырехкратным запасом по мощности.



15. Каков запас по мощности должен быть у активного элемента при амплитудной модуляции?
- 30%,
  - 200%,
  - 400%.
16. Какую полосу частот занимает амплитудно-модулированный сигнал?
- удвоенную полосу частот модулирующего сигнала,
  - полосу частот модулирующего сигнала,
  - половину полосы частот модулирующего сигнала.
17. Какой энергетический выигрыш можно получить при переходе от амплитудной модуляции к однополосной?
- 4 раза,
  - 7 раз,
  - от 8 до 16 раз.
18. В чем основной недостаток формирования однополосного сигнала фильтровым способом?
- требуется сложный фильтр,
  - трудно реализовать на несущей частоте,
  - нужна диапазонная линия задержки модулирующих сигналов.
19. Что такое девиация частоты?
- половина полосы частот ЧМ сигнала,
  - максимальное отклонение частоты от несущей,
  - максимальное изменение модулирующей частоты.
20. Чем отличается сигнал ЧММС от частотно – манипулированного сигнала?
- повышается скорость передачи информации,
  - отсутствуют скачки фаз при передаче информации,
  - спектр ЧММС много шире.
21. В чем достоинство многопозиционных видов цифровой модуляции (ЧМ-4, QPSK, ФМ-8 и т.д.)?
- помехоустойчивость выше по сравнению с обычной частотной манипуляцией,
  - повышается скорость передачи информации,
  - возможна одновременная передача информации нескольких абонентов.
22. В чем основное достоинство многоуровневой амплитудно-фазовой манипуляции (КАМ-16, КАМ-32, КАМ-64 и т.д.)?
- возрастает помехоустойчивость по сравнению с ФМ соответствующего уровня,
  - повышается скорость передачи информации,
  - имеется возможность для коррекции ошибок при передаче информации.
23. Чем отличаются сети GSM и LTE?
- принципами доступа абонентов,
  - скоростью передачи информации,
  - величиной зоны покрытия.
37. Что такое мягкое декодирование?
- декодирование по большинству голосов,
  - декодирование с расчетом вероятностей,
  - декодирование в синхронном детекторе.
38. Чем отличаются технологии Wi-Fi и Wi-Max?
- наличием помехоустойчивого кодирования,
  - реализуемой дальностью связи,
  - используемой шириной полосы частот.
39. В чем основное достоинство стандарта DECT?
- высокая скорость передачи информации,
  - возможность выбора свободных от помех частот,
  - работа в дуплексном режиме.

#### 6.4. Типовое задание на курсовую работу включает в себя:

1. Разработку структурной схемы заданного устройства с заданными по варианту параметрами. При этом разрабатывается вся структурная схема до уровня отдельных каскадов и выбираются транзисторы для реализации каждого каскада.
2. Разработку схемы электрической принципиальной всего устройства. Элементы выходного каскада рассчитываются и перечень элементов приводится только для выходного каскада.
3. Компьютерное моделирование заданного устройства.

#### 6.5. Отчетная документация по курсовой работе:

1. Пояснительная записка.
2. Программа моделирования устройства

Пояснительная записка выполняется в соответствии с требованиями на учебную документацию и должна содержать: задание на курсовую работу, введение, расчетную часть (содержит разработку структурной и принципиальной схем устройства), результаты моделирования.

**Типовые задания на курсовые работы**

№	Мощность, Вт	Перестраиваемые несущие частоты в диапазоне		Вид модуляции	Скорость цифрового потока, Кбит/с	Модулирующие частоты, кГц		Сигнал модуляции, dBm	Стабильность частоты	Сопротивление нагрузки Ом	Глубина модуляции, m
		f мин МГц	f макс МГц			F мин, кГц	F макс, кГц				
1	100	305	330	ОБП	аналоговый	0,05	15	1000	$10^{-6}$	50	1
2	20	900	905	QPSK	2048			20	$10^{-5}$	50	
3	0,5	1900	1920	КАМ-16	8448			1,0	$10^{-6}$	50	
4	500	205	220	QPSK	8448			10	$10^{-4}$	50	
5	300	600	630	BPSK	2048			10	$10^{-5}$	50	
6	2	1450	1480	BPSK	2048			50	$10^{-5}$	50	
7	50	620	680	BPSK	8448			10	$10^{-5}$	50	
8	500	450	475	QPSK	8448			20	$10^{-5}$	50	
9	400	51	61	ЧМ	аналоговый	0,1	12	1000	$10^{-6}$	50	10
10	100	170	180	АМ	аналоговый	0,05	20	500	$10^{-5}$	50	1
11	200	300	310	АМ	аналоговый	0,05	15	100	$10^{-5}$	50	1
12	300	390	420	QPSK	8448			10	$10^{-5}$	50	
13	200	175	235	ЧМ	аналоговый	0,05	20	100	$10^{-5}$	50	10
14	100	250	300	АМ	аналоговый	0,05	15	100	$10^{-4}$	50	1
15	500	100	150	ЧМ	аналоговый	0,1	15	100	$10^{-5}$	50	10



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература (библиотека ВлГУ):

1. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. - 2-е изд., исправ. и доп. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 396 с. ISBN 978-5-9912-0251-0.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202510.html>

2. Серебряков А.С. Трансформаторы: учеб. пособие / А.С. Серебряков. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 360 с.: ил. - ISBN 978-5-383-00871-3.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/МРЕИ217.html>

3. Гарматюк С.С. Задачник по устройствам генерирования и формирования радиосигналов. Учебное пособие для вузов. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 672 с. - ISBN 978-5-94074-796-3.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747963.html>

### б) дополнительная литература:

1. Дмитриев Б.Ф. Судовые полупроводниковые преобразователи / Б.Ф. Дмитриев, В.М. Рябенский, А.И. Черевко, М.М. Музыка; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. - 2-е изд., перераб и доп. - Архангельск: САФУ, 2015. - 556 с.: ил. ISBN 978-5-261-01027-2.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010272.html>

2. Основы радиоэлектроники и связи [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Каганов В.И., Битюков В.К. - 2 изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 542 с.: ил. - ISBN 978-5-9912-0252-7

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202527.html>

3. Бабич Н.П., Жуков И.А.: Основы цифровой схемотехники: Учебное пособие. - М.: Издательский дом "Додэка-XXI". К.: "МК-Пресс". 2016. - 480 с., ил. - ISBN 978-5-94120-115-0.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201150.html>

### в) периодические издания:

#### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

#### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

#### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

### в) интернет-ресурсы:

1. Журнал "Проектирование и технология электронных средств" - <http://ptes.vlsu.ru>

2. Журнал "Радиотехника" - <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>

3. <http://mexalib.com/view/15117>

4. <http://www.studentlibrary.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:


- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 25 до 45 слайдов по каждой лекции);

- оснащенная макетами для проведения практических работ лаборатория (ауд. 501а -3)

**Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 2000.
2. Слайды ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.01 - Радиотехника.

Рабочую программу составил д.т.н. профессор  Самойлов А.Г.

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.

 Богданов А.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 1 от 2.09.16 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ год

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.