

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Устройства генерирования и формирования сигналов»

Направление подготовки — 11.04.01 «Радиотехника»

Магистерская программа — Радиотехнические средства обработки и защиты информации в каналах связи

Квалификация выпускника — магистр

Нормативный период обучения — 2 года

Форма обучения — очная

Год начала подготовки — 2021

Автор программы



/Бочаров М.И./

**Заведующий кафедрой
систем информационной
безопасности**



/Остапенко А.Г./

Руководитель ОПОП



/Останков А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Усвоение основ теории радиочастотных колебаний и формирования сигналов различных видов модуляции радиочастотного диапазона; приобретение навыков анализа технических характеристик, расчета и проектирования функциональных узлов радиопередающих устройств; приобретение навыков экспериментального исследования характеристик отдельных функциональных узлов и всего радиопередатчика.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- 1) изучение основных физических процессов, происходящих в генераторных и усилительных устройствах;
- 2) освоение принципов работы генераторных, усилительных и модуляционных устройств;
- 3) приобретение навыков построения и расчета высокочастотных устройств;
- 4) приобретение навыков экспериментального исследования характеристик функциональных узлов устройств генерирования и формирования сигналов и всего устройства в целом;
- 5) приобретение навыков моделирования функциональных узлов устройств генерирования и формирования сигналов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Устройства генерирования и формирования сигналов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы;

ОПК-3 — Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач;

ОПК-4 — Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать современные методы исследования в области устройств генерирования и формирования сигналов
	Уметь представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы
	Владеть методами исследования в области устройств генерирования и формирования сигналов
ОПК-3	Знать актуальную информацию в области устройств генерирования и формирования сигналов
	Уметь приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области
	Владеть навыками генерации новых идей и подходов к решению инженерных задач
ОПК-4	Знать методику разработки программно-математического обеспечения для анализа нелинейных устройств
	Уметь разрабатывать специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач
	Владеть навыками использования программно-математического обеспечения для проведения исследований и решения инженерных задач

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
Аудиторные занятия (всего)	30	30
в том числе:		
лекции	10	10
лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа	114	114
Часы на контроль	36	36
Вид промежуточной аттестации		экзамен
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Повышение эффективности ключевых усилителей мощности и варакторных умножителей частоты	Повышение эффективности ключевых усилителей мощности (КУМ). Ключевой режим и условия его схемной реализации. Основные расчетные соотношения. Реализация КУМ на MOSFET и IGBT транзисторах Особенности работы КУМ на высоких частотах Варакторные умножители частоты и принципы их реализации. Энергетические соотношения, схемная реализация и особенности работы варакторов в диапазоне СВЧ.	2	4	18	24
2	Цифровые синтезаторы частоты и с использованием поверхностных акустических волн (ПАВ)	Методы построения цифровых синтезаторов частоты (СЧ). Цифровые СЧ вычислительного типа. Структурные схемы, особенности реализации. Схемы основных функциональных узлов. СЧ с использованием микропроцессоров. СЧ с использованием ПАВ элементной базы. Принцип возбуждения ПАВ. Автогенераторы с использованием ПАВ резонаторов и фильтров.	2	4	18	24
3	Спектрально эффективные виды модуляции. Однополосная модуляция (ОМ)	Методы реализации спектрально эффективных аналоговых и дискретных видов модуляции. Методы формирования ОМ сигнала. Принципиальные схемы однополосных формирователей и особенности их работы. Цифровое формирование ОМ сигнала: структурные схемы ОМ формирователей, спектр выходного сигнала и элементная база. Особенности построения линейных усилителей мощности ОМ сигналов. Оценка нелинейных искажений двухтоновым методом.	2	4	18	24
4	Дискретные виды модуляции. Особенности формирования цифровых сигналов	Формирование манипулированных сигналов. Схемы дискретных формирователей ЧМ и ФМ. Спектры дискретного сигнала с ЧМ и ФМ. Методы ограничения полосы частот. Основы цифрового формирования сигналов и особенности цифрового формирования сигналов.	2	4	20	26

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
5	Побочные, внеполосные, интермодуляционные и шумовые излучения радиопередающих устройств	Классификация побочных излучений. Побочные излучения, возникающие в процессе формирования несущей. Интермодуляционное излучение. Методы уменьшения паразитного и побочного колебаний.	2	2	20	24
6	Шумовое и паразитное излучения радиопередающих устройств (РПДУ)	Шумовое излучение и излучение, обусловленное паразитной модуляцией. Источники шумового излучения. Влияние высокочастотных каскадов РПДУ на уровень шумового излучения. Причины возникновения паразитных колебаний. Эквивалентные схемы паразитных колебаний типовых усилительных каскадов: общий коллектор, общая база.	—	2	20	22
Итого			10	20	114	114

5.2. Перечень лабораторных работ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы
1-2	Моделирование варакторных умножителей частоты
5-6	Исследование одноконтурного автогенератора с емкостной обратной связью
9-11	Исследование основных свойств цифрового синтезатора частот
13-15	Исследование формирователя однополосного сигнала
17-18	Исследование передатчика УКВ-радиостанции

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1. Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе: «аттестован» и «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	Знать современные методы исследования в области устройств генерирования и формирования сигналов	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами исследования в области устройств генерирования и формирования сигналов	Решение прикладных задач из области статистического анализа радиотехнических устройств и систем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	Знать актуальную информацию в области устройств генерирования и формирования сигналов	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками генерации новых идей и подходов к решению инженерных задач	Решение прикладных задач из области статистического анализа радиотехнических устройств и систем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	Знать методику разработки программно-математического обеспечения для анализа нелинейных устройств	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками использования программно-математического обеспечения для проведения исследований и решения инженерных задач	Решение прикладных задач из области статистического анализа радиотехнических устройств и систем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	Знать современные методы исследования в области устройств генерирования и формирования сигналов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами исследования в области устройств генерирования и формирования сигналов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	Знать актуальную информацию в области устройств генерирования и формирования сигналов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками генерации новых идей и подходов к решению инженерных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-4	Знать методику разработки программно-математического обеспечения для анализа нелинейных устройств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками использования программно-математического обеспечения для проведения исследований и решения инженерных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Достоинствами ключевого режима работы УМ являются:
 - А. Большой коэффициент усиления.
 - Б. Высокий КПД.
 - В. Малый уровень рассеиваемой на транзисторе мощности.
 - Г. Низкий уровень нелинейных искажений.
 - Д. Малые коммутационные потери на высоких частотах.

2. Достоинством варакторных умножителем частоты является:
 - А. Эффективная работа в диапазоне СВЧ и выше.
 - Б. Эффективная работа на относительно низких частотах (диапазон ВЧ).
 - В. Большая широкополосность (октава и более).
 - Г. Низкий КПД.
 - Д. Наличие избирательных контуров.

3. Достоинства автогенераторов, выполненных на ПАВ-резонаторах:
 - А. Широкий диапазон перестройке по частоте.
 - Б. Низкий уровень фазовых шумов.
 - В. Высокая чистота спектра выходного сигнала.
 - Г. Низкая стабильность частоты.
 - Д. Склонность к самовозбуждению.

4. Функциональный элемент цифрового СЧ вычислительного типа выполняемый, как правило, на микроконтроллере:
 - А. Фильтр нижних частот.
 - Б. Цифро-аналоговый преобразователь.
 - В. Блок памяти.
 - Г. Блок установки частота.
 - Д. Опорный генератор.

5. Наиболее помехозащищенным из указанных видов дискретной модуляции (при одинаковой ширине спектра радиосигнала) является:
 - А. АМ.
 - Б. ЧМ.
 - В. ФМ.
 - Г. ДЧТ.

6. Наиболее узкополосным из указанных ниже видов дискретной модуляции является:

- А. АМ.
- Б. ФМ.
- В. ЧМ.
- Г. ОФМ.

7. Какой из методов формирования однополосного сигнала позволяет сформировать наиболее просто ОМ сигнал с малым уровнем нелинейных искажений:

- А. Фазокомпенсационный.
- Б. Фильтровой.
- В. Фазо-фильтровой.
- Г. Цифровой.

8. Недостатки усилителей мощности однополосного сигнала:

- А. Высокий КПД.
- Б. Низкий уровень нелинейных искажений.
- В. Сложность схемной реализации.
- Г. Широкая полоса рабочих частот.
- Д. Низкий КПД.

9. Какой из названных ниже видов нежелательных колебаний сложно (практически невозможно) отфильтровать:

- А. Гармоники несущей частоты.
- Б. Субгармоники несущей, возникающие при ее формировании.
- В. Нежелательные колебания, возникающие при формировании радиосигнала вблизи полосы полезного сигнала.
- Г. Гармоники, возникающие в тракте звуковых частот.

10. Каким образом можно уменьшить уровень шумового излучения на выходе РПДУ:

- А. С помощью узкополосного полосового фильтра.
- Б. Использовать ненапряженный режим работы АЭ (транзисторов).
- В. Использовать формирователь радиосигнала с низким уровнем шумового излучения.
- Г. Реализовать формирователь радиосигнала на повышенном уровне мощности (приблизительно около 1 Ватт).

7.2.2. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Зачёт учебным планом не предусмотрен.

7.2.3. Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Ключевой режим работы АЭ. Энергетические соотношения в ключевом режиме.

2. Коммутационные потери, причины их возникновения и методы уменьшения.
3. Особенности усиления ВЧ колебаний в ключевом режиме и реализация ключевого усилителя.
4. Одноконтурный LC- автогенератор с использованием дополнительного конденсатора. Принципиальная схема, условия возбуждения, основы расчета и основные характеристики.
5. Принцип возбуждения поверхностных акустических волн.
6. Принципиальная схема одноконтурного автогенератора с использованием ПАВ-резонатора и особенности ее работы и основные характеристики.
7. Цифровой СЧ построенный по методу прямого синтеза.
8. Цифровой СЧ, построенный на основе кольца ФАП. Режимы работы и основные характеристики.
9. Генератор, управляемый напряжением. Диапазонная перестройка частоты и ее реализация.
10. Однополосная модуляция и ее особенности. Уравнение ОМ сигнала и методы формирования ОМ.
11. Схема возбудителя ОМ сигнала, построенного по фильтровому методу.
12. Формирователь ОМ сигнала, построенный по фазо-компенсационному методу.
13. Схема балансного модулятора. Принцип работы БМ и спектр выходного сигнала.
14. Цифровое формирование ОМ сигнала, структурная схема цифрового формирователя ОМ сигнала и принцип ее работы.
15. Особенности режима работы УМ однополосного сигнала. Двухтоновый метод оценки нелинейных искажений усилителя мощности ОМ сигнала.
16. Структурную схему УМ, построенного по методу отдельного усиления.
17. Принцип формирования амплитудно-манипулированного (АМн) сигнала и его схемная реализация. Спектр АМн-сигнала и его особенности.
18. Принцип формирования частотно-модулированного (ЧМн) сигнала и его схемная реализация. Спектр ЧМн-сигнала и его особенности.
19. Принцип формирования фазоманипулированного (ФМн) сигнала и его схемная реализация. Спектр ФМн-сигнала.
20. Принцип цифрового формирования ОФМ сигнала и его реализация.
21. Основные виды побочных излучений радиопередатчика, причины их возникновения.
22. Интермодуляционное излучение радиопередатчика. Методы борьбы с этим видом излучений.
23. Паразитные и интермодуляционные излучения передатчика. Причины их возникновения и методы борьбы.
24. Шумовые излучения передатчиков.

7.2.3. Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Повышение эффективности ключевых усилителей мощности и варакторных умножителей частоты	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос, зачет с оценкой
2	Цифровые синтезаторы частоты и с использованием поверхностных акустических волн	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос, зачет с оценкой
3	Спектрально эффективные виды модуляции. Однополосная модуляция	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос, зачет с оценкой
4	Дискретные виды модуляции. Особенности формирования цифровых сигналов.	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос, зачет с оценкой
5	Побочные, внеполосные, интермодуляционные и шумовые излучения радиопередающих устройств.	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос, зачет с оценкой
6	Шумовое и паразитное излучения РПДУ.	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Устный опрос, зачет с оценкой

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При преподавании дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» в качестве формы оценки знаний студентов используются индивидуальные варианты заданий на лабораторные занятия, а также задания на экзамене на бумажном носителе.

Задания к экзамену включают два теоретических вопроса и не менее двух расчетных задач малой/средней сложности, относящихся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к экзамену (см. п. 7.2.3).

При проведении экзамена разрешается использование настольных микрокалькуляторов и приложения «Инженерный калькулятор» на ПК (при проведении зачета в аудитории, содержащей вычислительную технику)

Использование конспектов лекций или учебной литературы в любой форме, а также мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную связь, не допускается.

Время подготовки к ответу по заданию составляет 35 мин. Затем осуществляется проверка уровня подготовки в ходе устной беседы с экзаменатором, на которую отводится до 15 минут, и выставляется оценка в соответствии с требованиями из п. 7.1.2.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Радиопередающие устройства: учеб. / Под ред. В.В. Шахгильдяна. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 2003. — 560 с.

2. Шахгильдян В.В. Проектирование радиопередатчиков: учеб. пособие / Под ред. В.В. Шахгильдяна. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 2000. — 656 с.

3. Формирование колебаний и сигналов [Текст]: учеб. / Под ред. Н.Н. Удалова, В.Н. Кулешова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2018. — 421 с.

4. Бочаров М.И. Устройства генерирования и формирования сигналов. Основы теории и расчета генераторов с внешним возбуждением [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — Электрон. текстовые, граф. дан. — Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. — 171 с. — 1 файл.

5. Бочаров М.И. Формирование радиосигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 1: Аналоговые виды модуляции. — Электрон. текстовые, граф. дан. (5386 кБ). — Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2010. — 1 файл.

6. Бочаров М.И. Устройства генерирования и формирования сигналов. Дискретные виды модуляции [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — Электрон. текстовые, граф. дан. (12,5 Мб). — Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. — 1 файл.

7. Бочаров М.И. Построение и расчет схем генераторов: учеб. пособие. — Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. — 157 с.

8. Бочаров М.И. Проектирование транзисторных радиопередающих устройств: учеб. пособие. — Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. — 184 с.

9. Генераторы с внешним возбуждением и автогенераторы: Методические указания для практических занятий по дисциплинам «Устройства генерирования и формирования сигналов» направления 210400.68 «Радиотехника» и специальности 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы», «Устройства передачи и приема сигналов СПЦС» специальности 090302.65 «Информационная безопасность ТКС» и дисциплине «Радиопередающие устройства» направления 210400.62 «Радиотехника» очной и заочной форм обучения / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М. И. Бочаров. — Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. — 50 с.

10. Генераторы с внешним возбуждением: Методические указания к выполнению лабораторной работы «Исследование электрических характери-

стик усилителя мощности» по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов специальности 210302 «Радиотехника» очно-заочной форм обучения / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М. И. Бочаров. — Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. — 34 с.

11. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Моделирование варакторных умножителей частоты» по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов направления 11.04.01 «Радиотехника» (программа магистерской подготовки «Радиотехнические средства обработки и защиты информации в каналах связи»), специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»; по дисциплине «Устройства передачи и приёма сигналов в СПЦС» для студентов специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М.И. Бочаров. — Электрон. текстовые, граф. дан. (1,06 Мб). — Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. — 1 файл.

12. Фазовая синхронизация: Методические указания к выполнению лабораторной работы «Исследование основных свойств и метода стабилизации частоты с помощью фазовой автоподстройки» по дисциплинам «Устройства генерирования формирования сигналов» и «Устройства передачи и приема сигналов в СПЦС» для обучающихся по направлению 210400.68 «Радиотехника» (магистерская программа подготовки «Радиотехнические средства обработки и защиты информации в каналах связи»), специальностям 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы», 090302.65 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» очной формы обучения / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М. И. Бочаров. — Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. — 34 с.

13. Формирование радиосигналов: Методические указания к выполнению лабораторной работы «Исследование электрических характеристик передатчика с аналоговыми и дискретными видами модуляции» по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов направлений 11.04.01 «Радиотехника» (программа магистерской подготовки «Радиотехнические средства обработки и защиты информации в каналах связи») и 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»; по дисциплине «Устройства передачи и приёма сигналов в СПЦС» для студентов направления 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М.И. Бочаров. — Электрон. текстовые, граф. дан. (0,98 Мб). — Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. — 1 файл.

14. Автогенераторы гармонических колебаний: Методические указания к выполнению лабораторной работы «Исследование одноконтурного автогенератора с емкостной обратной связью» по дисциплинам «Радиопередающие

устройства», «Устройства генерирования и формирования сигналов» направления 210400 «Радиотехника», специальностям 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и 090302 «Информационная безопасность ТКС» очной и заочной форм обучения / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М. И. Бочаров. — Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. — 30 с.

15. Формирование радиосигналов с однополосной и частотной модуляцией: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов специальности 210302 «Радиотехника» очной, очно-заочной и заочной форм обучения / Каф. систем информационной безопасности; Сост. М. И. Бочаров. — Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. — 41 с.

16. Исследование аналогового и цифрового формирователей однополосного радиосигнала [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов направления 11.04.01 «Радиотехника» (профиль «Защита информации в каналах связи») и специальности 10.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. техн. ун-т», каф. систем информ. безопасности; сост.: М.И. Бочаров. — Электрон. текстовые и граф. данные (840 Кб). — Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. — 1 файл.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Офисный пакет приложений MicroSoftOffice, Веб-браузер Internet Explorer; Open Office Text; Open Office Calc. Свободно распространяемое ПО. Научная электронная библиотека elibrary ([www. elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная лаборатория: для изучения дисциплины имеется лаборатория со специализированными лабораторными стендами и измерительной аппаратурой: вольтметры, генераторы, осциллографы, частотомеры, измерители модуляции, анализаторы спектра.

1. Исследование усилителя мощности.

Используемое оборудование: лабораторные установки, высокочастотные вольтметры, осциллографы, частотомеры.

2. Исследование основных свойств и метода стабилизации частоты с помощью фазовой автоподстройки.

Используемое оборудование: лабораторная установка, вольтметры, частотомеры, осциллографы.

3. Управление частотой в автогенераторах с помощью варикапов.

Используемое оборудование: лабораторная установка, измеритель модуляции, генератор сигналов низкочастотный, частотомер, осциллограф.

4. Исследование электрических характеристик передатчика подвижной связи.

Используемое оборудование: лабораторные установки (р/с ВЭЛС), измерители модуляции, генераторы сигналов низкочастотные, вольтметры, частотомеры, эквиваленты нагрузки.

При наличии среди обучающихся студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ особенности изучения ими дисциплины согласуются с преподавателями в индивидуальном порядке.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.

Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка к экзамену должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
---------------------------------------	--