

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационные и управляющие системы
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Кочин Леонид Борисович, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

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

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 — Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов

ПК-3 — Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн

ПК-4 — Способен разрабатывать аналоговые и цифровые радиотехнические устройства, в том числе на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем, с использованием современных пакетов прикладных программ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1**

*знания:*

Знание теории устройств генерирования и формирования сигналов;

*умения:*

Умение применять теорию при разработке схем устройств генерирования и формирования сигналов;

*навыки:*

Навык работы с компьютерными системами автоматизированного проектирования при разработке схем устройств генерирования и формирования сигналов.

### **ПК-3**

*знания:*

Знание теории моделирования устройств генерирования и формирования сигналов;

*умения:*

Умение применять теорию на практике при схемотехническом моделировании устройств генерирования и формирования сигналов;

*навыки:*

Навык применения пакетов прикладных программ при моделировании устройств генерирования и формирования сигналов.

### **ПК-4**

*знания:*

Знание теории и принципов разработки устройств генерирования и формирования сигналов;

*умения:*

Умение применять теорию при разработке устройств генерирования и формирования сигналов;

*навыки:*

Навык работы с современными пакетами прикладных программ разработки генерирования и формирования сигналов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ, РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ, УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-6 — Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ
- ПК-1 — Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов
- ПК-3 — Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1	ПК-3	ПК-4
3	6	<b>Раздел 1. Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.</b> Назначение устройств формирования и генерирования сигналов. Классификация устройств формирования и генерирования сигналов. Параметры и характеристики устройств формирования и генерирования сигналов. Виды сигналов и диапазоны частот.	12	2	2	0	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 2. Принципы функционирования радиопередающих устройств.</b> Принцип функционирования и состав передающего устройства: генераторы, синтезаторы, усилители, модемы и кодеки; особенности эксплуатации радиопередающих устройств. Типовая структурная схема радиопередатчика диапазона СВ. Типовая структурная схема УКВ передатчика.	14	4	4	0	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 3. Раздел 3. Основы теории и режимы работы генераторов с независимым возбуждением.</b> Эквивалентная схема генератора с независимым возбуждением. Режимы работы генератора с независимым возбуждением. Способы повышения мощности выходного сигнала передатчика. Умножение частоты.	20	10	6	4	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 4. Синтезаторы частот.</b> Методы синтеза частоты. Классификация синтезаторов частоты. Цифровой синтез частоты. Обеспечение стабильности работы синтезатора частоты. Принцип действия систем ФАПЧ и ЧАПЧ.	12	2	2	0	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 5. Раздел 5. Автогенераторы.</b> Схемы построения автогенераторов. Емкостная и индуктивная трехточки. Условия возникновения колебаний. Сравнительная оценка схем автогенераторов. Способы повышения стабильности частоты автогенератора.	22	12	6	6	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 6. Раздел 6. Генерирование колебаний СВЧ диапазона.</b> Генераторы и усилители на клистродах, приборах обратной и бегущей волны, магнетронные генераторы. Генераторы СВЧ на полупроводниковых приборах. Конструктивные особенности СВЧ генераторов на различных активных элементах. Основные методы проектирования блоков и устройств формирования узкополосных, широкополосных и сверхширокополосных сигналов для фазированных антенных решеток и передатчиков диапазона СВЧ.	12	2	2	0	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 7. Раздел 7. Управление колебаниями генераторов (модуляция).</b> Виды модуляции и модуляционные характеристики. Схемы амплитудной, частотной и фазовой модуляции. Однополосная модуляция. Импульсная модуляция.	20	10	6	4	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 8. Раздел 8. Основные методы проектирования устройств формирования и генерирования сигналов.</b> Принципы разработки структурных схем и расчета компонентов устройств приема и преобразования сигналов. Разработка принципиальных схем устройств и расчет режимов активных элементов.	14	4	2	2	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 9. Раздел 9. Особенности эксплуатации устройств формирования и генерирования сигналов.</b> Различия условий эксплуатации радиоаппаратуры (лабораторные, стационарные, полевые, корабельные и другие условия). Повышение надежности при эксплуатации радиопередающих устройств путем резервирования блоков.	12	2	2	0	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 10. Раздел 10. Тенденции развития устройств формирования и генерирования сигналов.</b> Развитие элементной базы устройств формирования и генерирования сигналов. Пути повышения КПД радиопередатчиков. Общие сведения о передатчиках цифрового радиовещания и телевидения.	6	3	2	1	3	10	10	10
Всего за 6 семестр			144	51	34	17	93	100	100	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Раздел 3. Основы теории и режимы работы генераторов с независимым возбуждением.	Выбор режима работы генератора с независимым возбуждением	2
2		Определение параметров активных элементов генератора	2
3	Раздел 5. Раздел 5. Автогенераторы.	Расчет колебательных систем автогенераторов	3
4		Расчет автогенераторов по схемам	3

		емкостной и индуктивной трехточки	
5	Раздел 7. Раздел 7. Управление колебаниями генераторов (модуляция).	Расчет модуляторов	4
6	Раздел 8. Раздел 8. Основные методы проектирования устройств формирования и генерирования сигналов.	Проектирование задающих генераторов	2
7	Раздел 10. Раздел 10. Тенденции развития устройств формирования и генерирования сигналов.	Разбор примеров построения устройств формирования и генерирования сигналов	1
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	Особенности генерируемых сигналов в различных частотных диапазонах	10
2	Раздел 2. Принципы функционирования радиопередающих устройств.	Особенности построения радиопередатчиков различных диапазонов длин волн	10
3	Раздел 3. Раздел 3. Основы теории и режимы работы генераторов с независимым возбуждением.	Схемотехника генераторов с независимым возбуждением	10
4	Раздел 4. Синтезаторы частот.	Интегральные синтезаторы частоты	10
5	Раздел 5. Раздел 5. Автогенераторы.	Выбор элементной базы транзисторных генераторов	10
6	Раздел 6. Раздел 6. Генерирование колебаний СВЧ диапазона.	Сравнительный анализ СВЧ-приборов	10
7	Раздел 7. Раздел 7. Управление колебаниями генераторов (модуляция).	Сравнительный анализ и выбор вида модуляции	10
8	Раздел 8. Раздел 8. Основные методы проектирования устройств формирования и генерирования сигналов.	Компьютерное проектирование устройств формирования и генерирования сигналов	10
9	Раздел 9. Раздел 9. Особенности эксплуатации устройств формирования и генерирования сигналов.	Влияние условий внешней среды на эксплуатацию радиопередающих устройств	10
10	Раздел 10. Раздел 10. Тенденции развития устройств формирования и генерирования сигналов.	Самостоятельное изучение перспективных направлений развития устройств формирования и генерирования сигналов	3
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>93</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ	ДР	ТекК	ТекК	ТекК	ДР	ТекК, Отч. по ПЗ	ТекК	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ	ТекК, Кр.стол	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Кр.стол – круглый стол;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- круглый стол;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Судаков, А. П. Пирхавка, К. В. Пинчуков. . Устройства генерирования и формирования сигналов. М.: РТУ МИРЭА, 2019, эл. рес.
2. В. А. Веселов, О. С. Ипатов, В. В. Гаврилов. Устройства обработки и преобразования аналоговых напряжений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 172 экз.
3. В. А. Керножицкий, Л. Н. Бызов, А. В. Колычев. . Надёжность. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 83 экз.
4. В. А. Сеницын, А. Л. Беседа, М. В. Зубков. . Прямой цифровой синтезатор сигналов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
5. В. В. Смирнов, В. П. Смолин. . Устройства СВЧ и антенны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 167 экз.
6. Н. Б. Догadin. . Основы радиотехники. СПб.: Лань, 2007, 26 экз.
7. О. В. Головин. . Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов. Москва: Горячая линия-Телеком, 2017, эл. рес.
8. Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. . Радиопередающие устройства в системах радиосвязи. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. Блэзи. Справочник проектировщика. М.: Техносфера, 2012, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационные и управляющие системы* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов;

ПК-3 Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн;

ПК-4 Способен разрабатывать аналоговые и цифровые радиотехнические устройства, в том числе на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем, с использованием современных пакетов прикладных программ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных принципов работы

радиотехнических устройств формирования и генерирования сигналов, построение схем элементов этих устройств с использованием полупроводниковых, электровакуумных и специальных СВЧ приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- круглый стол;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.</b>		
Особенности генерируемых сигналов в различных частотных диапазонах	О. В. Головин. . Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов: Москва: Горячая линия-Телеком, 2017 (1) Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. . Радиопередающие устройства в системах радиосвязи: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1) А. А. Судаков, А. П. Пирхавка, К. В. Пинчуков. . Устройства генерирования и формирования сигналов: М.: РТУ МИРЭА, 2019 (1)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Принципы функционирования радиопередающих устройств.</b>		
Особенности построения радиопередатчиков различных диапазонов длин волн	Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. . Радиопередающие устройства в системах радиосвязи: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1,2)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Раздел 3. Основы теории и режимы работы генераторов с независимым возбуждением.</b>		
Схемотехника генераторов с независимым возбуждением	В. А. Веселов, О. С. Ипатов, В. В. Гаврилов. Устройства обработки и преобразования аналоговых напряжений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,2)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Синтезаторы частот.</b>		
Интегральные синтезаторы частоты	В. А. Сеницын, А. Л. Беседа, М. В. Зубков. . Прямой цифровой синтезатор сигналов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Раздел 5. Автогенераторы.</b>		
Выбор элементной базы транзисторных генераторов	В. А. Веселов, О. С. Ипатов, В. В. Гаврилов. Устройства обработки и преобразования аналоговых напряжений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Раздел 6. Генерирование колебаний СВЧ диапазона.</b>		
Сравнительный анализ СВЧ-приборов	В. В. Смирнов, В. П. Смолин. . Устройства СВЧ и антенны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2)	10
Итого по разделу 6		10

<b>Раздел 7. Раздел 7. Управление колебаниями генераторов (модуляция).</b>		
Сравнительный анализ и выбор вида модуляции	Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. . Радиопередающие устройства в системах радиосвязи: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (2,3)	10
Итого по разделу 7		10
<b>Раздел 8. Раздел 8. Основные методы проектирования устройств формирования и генерирования сигналов.</b>		
Компьютерное проектирование устройств формирования и генерирования сигналов	В. Блэзи. Справочник проектировщика: М.: Техносфера, 2012 (1)	10
Итого по разделу 8		10
<b>Раздел 9. Раздел 9. Особенности эксплуатации устройств формирования и генерирования сигналов.</b>		
Влияние условий внешней среды на эксплуатацию радиопередающих устройств	В. А. Керножицкий, Л. Н. Бызов, А. В. Колычев. . Надёжность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1,2)	10
Итого по разделу 9		10
<b>Раздел 10. Раздел 10. Тенденции развития устройств формирования и генерирования сигналов.</b>		
Самостоятельное изучение перспективных направлений развития устройств формирования и генерирования сигналов	Н. Б. Догадин. . Основы радиотехники: СПб.: Лань, 2007 (3)	3
Итого по разделу 10		3

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- круглый стол;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

1. Что является материальным носителем информации в радиотехнике?
2. В чем преимущество радиосвязи на УКВ?
3. Сколько телефонных разговоров можно передать в полосе частот 30 кГц?
4. Какая важная особенность есть у радиоволн диапазона СНЧ?
5. На каком уровне (в децибелах) определяется контрольная полоса частот радиопередатчика?
6. В каких относительных единицах принято выражать мощность радиопередающего устройства?
7. Как проявляется рефракция радиоволн?
8. Каково основное преимущество цифровых сигналов перед аналоговыми?
9. К какому виду сигналов относится прямоугольный радиоимпульс?
10. Какие меры обеспечивают уменьшение нестабильности частоты генератора?
11. В чем состоят преимущества угловой модуляции?
12. Как ширина спектра АМК зависит от частоты несущей?
13. Какова относительная нестабильность частоты емкостной трехточки?
14. Каковы преимущества автогенератора по схеме Колпитца?
15. Для чего в автогенераторах применяют варикапы?
16. При какой частоте реактивное сопротивление кварцевого резонатора имеет емкостной характер?
17. Что дает применение ФАПЧ?
18. Входит ли задающий генератор в состав возбудителя?
19. Какие каскады более широкополосны: на биполярных или на полевых транзисторах (при прочих равных условиях)?
20. В каких случаях применяется сложение мощностей выходных каскадов передатчика в пространстве?
21. В каких диапазонах длин волн применяют синфазные мостовые устройства сложения мощностей?
22. Каков сдвиг фаз сигналов в квадратурном мосте сложения?
23. Почему передача информации через ИСЗ реализована преимущественно в диапазоне СВЧ?
24. Используется ли Г-образная передающая антенна в диапазоне УКВ?
25. Какие виды амплитудной модуляции характерны для каскадов на биполярных транзисторах?
26. Для каких целей используется реактивный транзистор?

#### Отчет по практическому заданию

Вопросы/задания по темам ПЗ

1. Выбор режима работы генератора
2. Определение параметров активных элементов
3. Расчет транзисторных генераторов
4. Расчет генераторов СВЧ
5. Расчет импульсных модуляторов

#### Круглый стол

Разбор практических примеров построения устройств формирования и генерирования сигналов

### **Вопросы к экзамену**

1. Назначение устройств формирования и генерирования сигналов
2. Классификация устройств формирования и генерирования сигналов.
3. Параметры и характеристики устройств формирования и генерирования сигналов.
4. Виды сигналов и диапазоны частот.
5. Принцип функционирования и состав передающего устройства
6. Генераторы в составе радиопередающего устройства
7. Синтезаторы частот в составе радиопередающего устройства
8. Усилители в составе радиопередающего устройства
9. Модемы и кодеки в составе радиопередающего устройства
10. Особенности эксплуатации радиопередающих устройств
11. Типовая структурная схема радиопередатчика диапазона СВ.
12. Типовая структурная схема УКВ передатчика.
13. Эквивалентная схема генератора с независимым возбуждением.
14. Режимы работы генератора с независимым возбуждением.
15. Способы повышения мощности выходного сигнала передатчика. Умножение частоты.
16. Методы синтеза частоты.
17. Классификация синтезаторов частоты.
18. Цифровой синтез частоты.
19. Обеспечение стабильности работы синтезатора частоты.
20. Принцип действия систем ФАПЧ и ЧАПЧ.
21. Схемы построения автогенераторов.
22. Емкостная и индуктивная трехточки.
23. Условия возникновения колебаний. Сравнительная оценка схем автогенераторов.
24. Способы повышения стабильности частоты автогенератора.
25. Генераторы и усилители на клистронах
26. Приборы обратной и бегущей волны в составе радиопередатчика
27. Магнетронные генераторы.
28. Генераторы СВЧ на полупроводниковых приборах.
29. Конструктивные особенности СВЧ генераторов на различных активных элементах.
30. Основные методы проектирования блоков и устройств радиопередатчика
31. Формирование сигналов для фазированных антенных решеток и передатчиков диапазона СВЧ.
32. Виды модуляции в радиопередатчиках.
33. Однополосная модуляция в радиопередатчиках.
34. Импульсная модуляция в радиопередатчиках.
35. Разработка принципиальных схем устройств и расчет режимов активных элементов.
36. Надежность радиопередатчиков в различных условиях (стационарных, полевых, корабельных и других).
37. Повышение надежности при эксплуатации радиопередающих устройств путем резервирования блоков.
38. Пути повышения КПД радиопередатчиков.
39. Общие сведения о передатчиках цифрового радиовещания и телевидения.
40. Тенденции развития устройств формирования и генерирования сигналов.

### **Экзамен**

Студенты допускаются к сдаче экзамена при полном выполнении графика контрольных мероприятий.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Экзамен включает в себя два теоретических вопроса и задачу. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо полное и правильное решение задачи и развернутый ответ на один из теоретических вопросов. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на второй теоретический вопрос.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1	ПК-3	ПК-4	
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	12	2	2	0	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Принципы функционирования радиопередающих устройств.	14	4	4	0	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Основы теории и режимы работы генераторов с независимым возбуждением.	20	10	6	4	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 4. Синтезаторы частот.	12	2	2	0	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Автогенераторы.	22	12	6	6	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 6. Раздел 6. Генерирование колебаний СВЧ диапазона.	12	2	2	0	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 7. Раздел 7. Управление колебаниями генераторов (модуляция).	20	10	6	4	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 8. Раздел 8. Основные методы проектирования устройств формирования и генерирования сигналов.	14	4	2	2	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 9. Раздел 9. Особенности эксплуатации устройств формирования и генерирования сигналов.	12	2	2	0	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля



3	6	<b>Раздел 10. Раздел 10. Тенденции развития устройств формирования и генерирования сигналов.</b>	6	3	2	1	3	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Круглый стол, Вопросы к экзамену
<b>Всего за 6 семестр</b>			144	51	34	17	93	100	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	34	17	93	100	100	100	

## **Оценочные материалы по дисциплине УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ**

### ***ПК-1 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов***

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность  
Перечислите последовательность действий при разработке структурной схемы устройства генерирования и формирования сигналов
1. Оформление конструкторского документа
  2. Поиск прототипов
  3. Анализ технического задания
  4. Разработка топологии схемы
  5. Разработка структуры
  6. Уточнение состава схемы
  7. Составление перечня устройств
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В чем основное преимущество радиовещания на УКВ?
1. ремонтпригодность
  2. скрытность
  3. быстродействие
  4. высокое качество полезного сигнала
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В каких относительных единицах принято выражать мощность радиопередающего устройства?
1. Вт
  2. дБВт
  3. дБф
  4. дБ
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Каково основное преимущество цифровых сигналов и устройств перед аналоговыми?
1. быстродействие
  2. универсальность
  3. точность
  4. экономичность
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В каких диапазонах длин волн применяют синфазные мостовые устройства сложения мощности?
1. ДВ

2. СВ

3. КВ

4. УКВ

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какой положительный эффект дает применение ФАПЧ?

1. Согласование с нагрузкой

2. Повышение стабильности частоты

3. Стабилизация амплитуды

4. Уменьшение неустойчивости

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для чего в автогенераторах применяют варикапы?

1. для обеспечения баланса амплитуд

2. для стабилизации частоты

3. для регулировки частоты

4. для регулировки амплитуды

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислите правильную последовательность операций обработки сигнала в радиопередатчике с амплитудной модуляцией

1. Амплитудная модуляция

2. Умножение частоты

3. Формирование сигнала опорного генератора

4. Усиление амплитуды

5. Фильтрация гармоник

6. Усиление мощности

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечислите классы радиоизлучений и объясните принцип классификации

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите свойства кварцевых резонаторов и объясните принципы кварцевой стабилизации частоты

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Улучшение каких свойств задающего генератора радиопередатчика обеспечивают приведенные меры?

1. экранирование      А. стабильность частоты

2. термостатирование      Б. стабильность амплитуды

3. АРУ      В. надежность

4. резервирование      Г. ЭМС

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Какую функцию выполняют приведенные в списке устройства?

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. источник питания      | А. трансформация импедансов |
| 2. амплитудный модулятор | Б. энергоснабжение          |
| 3. каскад с ОЭ           | В. усиление                 |
| 4. каскад с ОК           | Г. модуляция несущей        |

**ПК-3 - Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Перечислите режимы работы генератора с внешним возбуждением и укажите их особенности

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Назначение и особенности промежуточных ступеней радиопередатчиков

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Какие устройства выполняют те или иные функции обработки из перечисленных?

- |                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. возбудитель        | А. передача сигнала в антенну    |
| 2. умножитель частоты | Б. формирование опорного сигнала |
| 3. АФУ                | В. развязка каскадов             |
| 4. буфер              | Г. формирование рабочей частоты  |

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
В каком диапазоне используют следующие передающие антенны?

- |                   |        |
|-------------------|--------|
| 1. патч-антенна   | А. УКВ |
| 2. волновой канал | Б. СВЧ |
| 3. антенна АРРТ   | В. КВ  |
| 4. антенна СГД-РН | Г. ДВ  |

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Перечислите компоненты простейшей схемы емкостной трехточки на биполярном транзисторе:

1. биполярный транзистор с ОЭ
2. резистор базового смещения
3. катушка индуктивности
4. емкостной делитель напряжения
5. разделительный конденсатор
6. варикап
7. источник питания

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Перечислите правильную последовательность режимов выходного каскада радиопередатчика при увеличении сопротивления антенны:

1. режим без отсечки
2. недонапряженный режим

3. режим с отсечкой
  4. перенапряженный режим
  5. критический режим
  6. линейный режим
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какая важная особенность есть у радиоволн диапазона УКВ?
1. проникают сквозь ионосферу
  2. проникают сквозь воду
  3. проникают сквозь металл
  4. проникают сквозь стекло
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- В каких случаях применяется сложение мощности выходных каскадов передатчика в пространстве?
1. в передатчиках диапазона гектометровых волн
  2. в передатчиках с фазированными антенными решетками
  3. в передатчиках на ЭВП
  4. в маломощных радиопередатчиках
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что является материальным носителем информации в радиотехнике?
1. эфир
  2. воздух
  3. вакуум
  4. сигнал
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие из перечисленных автогенераторов относятся к трехточечным?
1. Схема Колпитца
  2. Схема Хартли
  3. Схема Уитстона
  4. Схема Уидлара
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Сколько вещательных радиостанций можно разместить в диапазоне частот от 3 до 6 м?
1. 50
  2. 500
  3. 5000
  4. 50000

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие компоненты применяют для регулирования частоты генератора?

1. Тиристоры
2. Переменные конденсаторы
3. Варикапы
4. Дроссели

**ПК-4 - Способен разрабатывать аналоговые и цифровые радиотехнические устройства, в том числе на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем, с использованием современных пакетов прикладных программ**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Укажите недостаток коллекторного способа осуществления амплитудной модуляции

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечислите классы усиления выходных каскадов радиопередатчиков и опишите их особенности

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Назовите устройство и их назначение при формировании сигнала?

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1. диодный мост     | А. усиление напряжения |
| 2. П-образное звено | Б. фильтрация          |
| 3. RC-цепочка       | В. дифференцирование   |
| 4. каскад с ОЭ      | Г. демодуляция         |

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Укажите особенности, присущие данному виду модуляции сигнала

- |        |                               |
|--------|-------------------------------|
| 1. АМ  | А. широкий спектр             |
| 2. ЧМ  | Б. хорошая помехоустойчивость |
| 3. ОФМ | В. невыгодная энергетика      |
| 4. ОБП | Г. узкий спектр               |

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

В какой последовательности следуют блоки структурной схемы АМ-передатчика

1. Усилитель мощности
2. Модулятор
3. Фазоинвертор
4. Возбудитель
5. Умножитель частоты
6. Фильтр гармоник

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислите правильную последовательность этапов проектирования устройства генерирования и формирования сигналов

1. Разработка конструкторской документации
2. Разработка структурной схемы устройства
3. Разработка принципиальной схемы устройства

4. Выбор элементной базы
5. Разработка конструкции устройства
6. Расчет надежности устройства
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой способ применяется для формирования однополосного сигнала?
1. фазокомпенсационный
  2. фазовращательный
  3. фазоинверторный
  4. фазочастотный
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- В каких диапазонах используется полосковая антенна
1. ДВ
  2. СВ
  3. КВ
  4. СВЧ
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какие из единиц измерения мощности радиопередатчиков абсолютные?
1. МВт
  2. дБВт
  3. Вт
  4. дБ
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие коэффициенты умножения частоты используются на практике:
1. 50
  2. 2
  3. 3
  4. 10
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие устройства из перечисленных входят в состав АМ-передатчика?
1. ГВВ
  2. АВВ
  3. ГМВ
  4. АФУ
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие устройства обеспечивают стабильность частоты радиопередатчика

1. Автогенератор
2. Модулятор
3. Возбудитель
4. Усилитель