

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Устройства генерирования и формирования сигналов

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы

Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Устройства генерирования и формирования сигналов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен проводить математическое и компьютерное моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	<p>ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники</p> <p>ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</p> <p>ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств</p> <p>ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</p>	<p>ПК-2.1: Знает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники</p> <p>ПК-2.2: Знает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</p> <p>ПК-2.3: Умеет применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств</p> <p>ПК-2.4: Умеет проводить экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</p>	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>40</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Тема 1. Функции и параметры радиопередающих устройств (РПДУ).	8	4	0	4	4
Тема 2. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний.	8	4	0	4	4
Тема 3. Активные усилительные элементы РПДУ.	8	2	2	4	4
Тема 4. Генераторы с внешним возбуждением.	8	2	2	4	4
Тема 5. Автогенераторы и стабилизация частоты колебаний.	8	2	2	4	4
Тема 6. Типы и классификация электрических цепей генераторов ВЧ и СВЧ колебаний.	8	2	2	4	4
Тема 7. Возбудители диапазонных радиопередающих устройств и синтезаторы частот.	6	2	2	4	2
Тема 8. Усиление ВЧ и СВЧ колебаний.	6	2	2	4	2
Тема 9. Согласование нагрузки в РПДУ.	4	2	0	2	2
Тема 10. Принципы формирования модулированных сигналов.	6	2	2	4	2
Тема 11. Схемы питания активных элементов РПДУ.	4	2	0	2	2
Тема 12. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи.	6	2	2	4	2
Тема 13. Радиопередающие устройства СВЧ и оптического диапазона.	4	2	0	2	2

Тема 14. Измерение параметров и эксплуатация РПДУ.	4	2	0	2	2
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	144	32	16	50	40

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Функции и параметры радиопередающих устройств (РПДУ).

Основные определения. Частотные диапазоны. Аналоговые и цифровые сообщения. Классификация, структурная схема и параметры РПДУ.

Тема 2. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний.

Общие сведения о генераторах ВЧ и СВЧ колебаний. Классификация генераторов и области их применения. Взаимодействие носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма.

Тема 3. Активные усилительные элементы РПДУ.

Основные типы СВЧ генераторных диодов. Области применения полупроводников, электронно-вакуумных и усилительных СВЧ-компонентов.

Тема 4. Генераторы с внешним возбуждением.

Структурная схема генератора с внешним возбуждением. Баланс мощностей в генераторе. Режимы работы генераторов с внешним возбуждением. Баланс амплитуд и фаз. Ламповые ВЧ генераторы с внешним возбуждением.

Полупроводниковые ВЧ генераторы с внешним возбуждением. СВЧ генераторы с внешним возбуждением.

Тема 5. Автогенераторы и стабилизация частоты

колебаний. Обобщённая схема автогенератора. Условия самовозбуждения и устойчивости автогенератора. Стационарный режим автогенератора. RC-генератор. Генераторы негармонических сигналов. Блокинг-генераторы. Мультивибраторы.

Тема 6. Типы и классификация электрических цепей генераторов ВЧ и СВЧ колебаний.

Назначение и классификация электрических цепей ВЧ генераторов. Согласование генератора с нагрузкой. Резонансные цепи. Последовательный колебательный контур. Параллельный колебательный контур.

Тема 7. Возбудители диапазонных радиопередающих устройств и синтезаторы частот.

Пассивные синтезаторы частот. Метод компенсации. Синтезаторы с петлей фазовой автоподстройки. Стабильность частоты. Плавная и дискретная перестройка частоты. Умножение частоты. Выбор оптимального угла отсечки. Методы синтеза сетки дискретных частот.

Тема 8. Усиление ВЧ и СВЧ колебаний.

Классификация усилителей. Регенеративный усилитель. Построение УМ с использованием ОУ.

Линейные усилители. Усилители-ограничители. Специальные усилители. Выходные каскады усиления радиопередатчиков.

Тема 9. Согласование нагрузки в РПДУ.

Совместная работа нескольких активных элементов на общую нагрузку. Параллельное и последовательное включение активных элементов ВЧ и СВЧ диапазона. Мостовые схемы включения.

Тема 10. Принципы формирования модулированных сигналов.

Способы и методы модуляции. Виды модуляции, применяемые в РПДУ. Структурная схема радиопередающих устройств с модуляцией. Амплитудная модуляция в радиопередающих устройствах. Методы формирования сигналов с однополосной модуляцией.

Частотная и фазовая модуляции. Спектр частотно-модулированного колебания. Балансные модуляторы.

Импульсная модуляция. Спектр колебаний при импульсной модуляции. Структурная схема радиопередающего устройства с импульсной модуляцией. Передача цифровых сообщений по линиям связи. Уплотнение каналов связи. Методы модуляции для цифровой связи.

Тема 11. Схемы питания активных элементов РПДУ.

Цепи питания, смещения и согласования в усилителях мощности. Схемотехника источников питания РПДУ.

Тема 12. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи.

Системы связи малого радиуса действия. Системы с диспетчером и ретранслятором. Дальняя радиосвязь. Ограничения на дальность и плотность передачи информации.

Тема 13. Радиопередающие устройства СВЧ и оптического диапазона.

Устройства формирования радиолокационных и радионавигационных систем. Космическая радиосвязь.

Тема 14. Измерение параметров и эксплуатация РПДУ.

Методы повышения надежности радиопередающих устройств. Системы диагностики и обнаружения неисправностей. Основные направления развития радиопередающих устройств систем радиосвязи и радиодоступа.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 16 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Курс в СЭО ННГУ Устройства генерирования и формирования сигналов,  
<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9533>.

Иные учебно-методические материалы:

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении экзамена по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

– во время лекций формулируются проблемы, которые студенты должны решить самостоятельно. На последующих лекциях проводится открытое обсуждение полученных результатов и даётся правильное решение.

– задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины выдаются студентам заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

- Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Ведется еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:**

Задание 1. Объяснить значения основных тактико-технических характеристик радиопередающих устройств.

Задание 2. Написать уравнение баланса фаз и амплитуд генератора.

Задание 3. Нарисовать схемы ВЧ цепей, применяемых в устройствах генерирования и формирования сигналов.

Задание 4. Нарисовать структурную схему радиопередающего устройства.

Задание 5. Нарисовать структурную схему генератора с внешним возбуждением.

Задание 6. Написать общий вид амплитудно-модулированного сигнала.

Задание 7. Нарисовать структурную схему частотной АПЧ.

Задание 8. Изложить принцип стабилизации частоты автоколебаний в фильтровых схемах кварцевых генераторов.

Задание 9. Нарисовать схемы работы активных элементов на общую нагрузку.

Задание 10. Перечислить виды и методы модуляции сигналов.

Задание 11. Нарисовать примеры реализации систем передачи цифровых сообщений.

Задание 12. Нарисовать структурные схемы построения систем связи малой дальности.

Задание 13. Показать влияние угла отсечки на режим работы генератора с внешним возбуждением.

Задание 14. Показать различие по мощности и частотным диапазонам активных элементов, применяемых в устройствах генерирования и усиления сигналов.

Задание 15. Записать условие самовозбуждения и основные соотношения для установившегося режима автогенератора.

Задание 16. Привести основные принципы составления схем генераторов.

Задание 17. Нарисовать примеры принципиальных схем для формирования модулированных колебаний.

Задание 18. Нарисовать эквивалентная схема генератора с внешним возбуждением.

Задание 19. Оценить КПД генератора с внешним возбуждением на активном элементе с известной вольт-амперной характеристикой. Показать, как на параметры генератора влияет угол отсечки.

Задание 20. Привести примеры схем стабилизации частоты с использованием кварцевых генераторов.

Задание 21. Показать энергетические преимущества однополосной модуляции.

Задание 22. Привести примеры схем, реализующих угловую модуляцию.

Задание 23. Привести примеры синтеза сетки частот и объяснить принцип перестройки частоты в цифровом синтезаторе.

Задание 24. Нарисовать мостовую схему включения нагрузки и привести формулы расчета элементов схемы.

Задание 25. Объяснить, от каких параметров зависит дальность радиосвязи в УКВ диапазоне.

Задание 26. Привести примеры уплотнения информационного канала и методы обеспечения помехозащищённости передаваемых сообщений.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо».

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
		не зачтено		зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний в объеме, соответствующему	Уровень знаний в объеме, соответствующему	Уровень знаний в объеме, соответствующему	Уровень знаний в объеме, превышающему

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки	знаний. Допущено много негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	ующем программе подготовк и. Ошибок нет.	м программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

- 1) Назначение радиопередающих устройств и параметры (РПДУ).
- 2) Диапазоны волн, сетка частот. Выделенная полоса частот.
- 3) Классификация, каскады РПДУ. Структурная схема систем передачи информации.
- 4) Различие транзисторных и ламповых радиопередатчиков. Выходная мощность радиопередатчика.
- 5) Аналоговые и цифровые сообщения. Способы кодирования информации.
- 6) Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры. Побочные излучения РПДУ.
- 7) Взаимодействие носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма.
- 8) Активные усилительные элементы РПДУ. Основные типы СВЧ генераторных диодов.
- 9) Принципы возбуждения ВЧ колебаний. Генераторы с внешним возбуждением и автогенераторы.
- 10) Эквивалентная схема генератора.
- 11) Генераторы с внешним возбуждением на полупроводниковых, электровакуумных и СВЧ приборах.
- 12) Структурная схема генератора с внешним возбуждением. Баланс мощностей в генераторе.
- 13) Нагрузочные характеристики, АЧХ и КПД генератора.
- 14) Режимы работы генератора с внешним возбуждением. Угол отсечки.
- 15) Классификация усилителей. Линейные усилители. Усилителиограничители.
- 16) Специальные усилители. Использование операционных усилителей для усиления ВЧ колебаний.
- 17) Типы и классификация электрических цепей УМ и ГВВ.
- 18) Работа полупроводниковых приборов на повышенных частотах. Схемы включения биполярного транзистора.

- 19) Особенности работы мощных транзисторов и построения схем генераторов на таких транзисторах.
- 20) Назначение автогенераторов и требования к ним в радиопередающих устройствах.
- 21) Автогенераторы на триодах. Обобщённая схема автогенератора. Стационарный режим автогенератора.
- 22) Условия самовозбуждения и устойчивости автогенератора. Коэффициент обратной связи и режимы самовозбуждения автогенератора.
- 23) Одноконтурный автогенератор на безынерционном транзисторе.
- 24) Принципы стабилизации частоты в автогенераторах.
- 25) Кварцевая стабилизация частоты. Параметры кварцевых резонаторов. Схемы кварцевых автогенераторов.
- 26) Виды модуляции, применяемые в РПДУ.
- 27) Амплитудная модуляция (АМ) в радиопередающих устройствах. Осциллограмма, спектр АМ-сигнала.
- 28) Однополосная модуляция (форма колебаний и спектр). Преимущества и недостатки этого вида модуляции.
- 29) Методы формирования однополосных сигналов. Балансные модуляторы. Схема диодного балансного модулятора.
- 30) Частотная и фазовая модуляции. Достоинства и недостатки этих видов модуляции. Спектр частотно-модулированного колебания.
- 31) Методы осуществления частотной модуляции в радиопередающих устройствах. Стабилизация несущей частоты автогенератора с ЧМ.
- 32) Импульсная модуляция. Спектр колебаний при импульсной модуляции. Структурная схема радиопередающего устройства с импульсной модуляцией.
- 33) Передача цифровых сообщений по каналам связи. Уплотнение каналов связи. Методы модуляции для цифровой связи.
- 34) Возбудители диапазонных радиопередающих устройств. Плавная и дискретная перестройка частоты. Структурные схемы построения возбудителей в радиопередающих устройствах.
- 35) Плавная и дискретная перестройка частоты. Синтезаторы частот. Методы синтеза сетки частот. Достоинства и недостатки прямого синтеза. Перестройка частоты в цифровом синтезаторе.
- 36) Типы устройств АПЧ. Структурная схема частотной АПЧ. Остаточная расстройка.
- 37) Согласование нагрузки в РПДУ. Совместная работа нескольких активных элементов на общую нагрузку.

38) Параллельное и последовательное включение активных элементов. Мостовые схемы включения.

39) Системы связи малого радиуса действия. Принципы работы систем с диспетчером, ретранслятором и телефонным интерфейсом. Сотовая и транковая радиосвязь.

40) Дальняя радиосвязь. Космическая радиосвязь. Ограничения на дальность и плотность передачи информации.

41) Тестирование, измерение параметров, обнаружение неисправностей и ремонт РПДУ.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой.
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо».
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Денисов В. П. Радиотехнические системы / Денисов В. П., Дудко Б. П. - Москва : ТУСУР, 2012. - 334 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=711386&idb=0>.
2. Харкевич А. А. Основы радиотехники / Харкевич А. А. - 3-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 512 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции

ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0790-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=695929&idb=0>.

3. Введение в специальность "Радиоэлектронные системы" / Митрохин В.Н. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=642955&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Основы радиоэлектроники : учебное пособие / И. Я. Орлов, В. А. Односеццев, Д. Н. Ивлев, С. Ю. Лупов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Учебно-научный и инновационный комплекс «Физические основы информационно-телекоммуникационных систем». - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2011. - 169 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892019&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Сайты электронно-библиотечных систем <http://znanium.com>, <https://e.lanbook.com>.

2. Устройства генерирования и формирования сигналов. Раздаточный материал для конспекта лекций / П.Г. Тамаров. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 61 с. – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/582/74582>.

3. Сайт "Радиопередающие устройства" [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://radio-device.ru/index.php>.

4. Программа моделирования анализатора импедансных спектров EIS (freeware);

5. Программа структурного моделирования радиопередающих устройств "ADIsimRF" (freeware).

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [window.edu.ru](http://window.edu.ru).

7. Курс в СЭО ННГУ Устройства генерирования и формирования сигналов, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9533>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Лабораторные установки «Частотный модем», «Супергетеродинный приёмник», «Амплитудная модуляция».

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Бритенков Александр Константинович, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Клюев Алексей Викторович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.