

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 приема и обработки сигналов

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.06 Устройства приема и обработки 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 моделирования, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	ПК-2.1: Знает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники  ПК-2.2: Знает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств  ПК-2.3: Умеет применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств  ПК-2.4: Умеет проводить экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	Задания	Зачёт: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>59</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</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. Основные определения. Частотные диапазоны. Структурная схема радиоприёмного устройства. Аналоговые и цифровые РПУ. Классификация и основные технические характеристики РПУ.	16	6	2	8	8
Тема 2. Шумы пассивных и активных элементов электрических цепей. Эквивалентная схема источника шума. Шумы многокаскадной схемы. Шумы РПУ. Связь технических характеристик и с шумовыми свойствами РПУ.	14	4	2	6	8
Тема 3. Входные цепи РПУ и эквивалентные схемы. Назначение и характеристики входных цепей (ВЦ). Особенности входных устройств различных схем.	14	4	2	6	8
Тема 4. Классификация усилителей. Схемы УРЧ. Регенеративный усилитель. Каскадная схема, дифференциальный усилитель. Эквивалентная схема УРЧ. ОС и устойчивость резонансного усилителя. Малошумящие усилители.	21	6	4	10	11
Тема 5. Общие принципы преобразования и схемы преобразователей частоты (ПЧ). Общие принципы гетеродинного преобразования частоты. Эквивалентная схема и параметры преобразователей частоты. Частотная характеристика преобразователя. Линейный и нелинейный режимы работы ПЧ. Побочные каналы преобразования. Основные типы преобразователей частоты. Гетеродины в преобразователях частоты.	14	4	2	6	8

Тема 6. УПЧ с распределенной избирательностью. Усилители ПЧ с фильтрами сосредоточенной селекции.	14	4	2	6	8
Тема 7. Теория детектирования сигналов. Детектирование непрерывных сигналов. Детектирование импульсных сигналов. Искажения при детектировании АМ-сигналов. Схемы амплитудных детекторов. Параметрический амплитудный детект ор.	14	4	2	6	8
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	16	49	59

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные определения. Частотные диапазоны. Структурная схема радиоприёмного устройства. Аналоговые и цифровые РПУ. Классификация и основные технические характеристики РПУ.

Тема 2. Шумы пассивных и активных элементов электрических цепей. Эквивалентная схема источника шума. Шумы многокаскадной схемы. Шумы РПУ. Связь технических характеристик и с шумовыми свойствами РПУ.

Тема 3. Входные цепи РПУ и эквивалентные схемы. Назначение и характеристики входных цепей (ВЦ). Особенности входных устройств различных схем.

Тема 4. Классификация усилителей. Схемы УРЧ. Регенеративный усилитель. Каскадная схема, дифференциальный усилитель. Эквивалентная схема УРЧ. ОС и устойчивость резонансного усилителя. Малошумящие усилители.

Тема 5. Общие принципы преобразования и схемы преобразователей частоты (ПЧ). Общие принципы гетеродинного преобразования частоты. Эквивалентная схема и параметры преобразователей частоты. Частотная характеристика преобразователя. Линейный и нелинейный режимы работы ПЧ. Побочные каналы преобразования. Основные типы преобразователей частоты. Гетеродины в преобразователях частоты.

Тема 6. УПЧ с распределенной избирательностью. Усилители ПЧ с фильтрами сосредоточенной селекции.

Тема 7. Теория детектирования сигналов. Детектирование непрерывных сигналов. Детектирование импульсных сигналов. Искажения при детектировании АМ-сигналов. Схемы амплитудных детекторов. Параметрический амплитудный детектор.

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 приема и обработки сигналов.,

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 технических характеристик радиоприёмных устройств.

Задание 2. Объяснить принципы телеграфной связи и составления кодированных сообщений.

Задание 3. Обосновать ограничения коэффициента усиления приёмника.

Задание 4. Привести примеры специальных радиоприёмных устройств в разных диапазонах от ВЧ до КВЧ.

Задание 5. Показать, как повысить помехоустойчивость при использовании передачи сообщений с помощью ПСП сигналов.

Задание 6. Нарисовать структурную схему радиоприёмного устройства с каналом подтверждения.

Задание 7. Провести расчёт количества каналов в метровом и дециметровом диапазонах ТВ вещания.

Задание 8. Пояснить, чем отличается информационное сообщение от сигнала, что такое физический носитель сигнала.

Задание 9. Показать, как связаны длительность, занимаемая полоса частот и база сигнала.

Задание 10. Объяснить, чем определяется ширина основной части модуляционного спектра для сигналов с амплитудной модуляцией, гармонической фазовой и частотной модуляцией, импульсной модуляции амплитуды, манипуляции фазы и частоты.

### 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. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем 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	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме	некоторые с недочетами	недочетами	и, выполнены все задания в полном объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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	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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	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) Сетка радиочастот. Диапазоны. Выделенная полоса частот.
- 2) Классификация радиоприёмных устройств.
- 3) Обобщённая структурная схема радиоприёмного устройства.

- 4) Радиоприемник прямого усиления. Регенеративный приёмник.
- 5) Структурно-функциональная схема супергетеродинного приёмника.
- 6) Характеристики и параметры радиоприёмных устройств.
- 7) Диапазон рабочих частот и селективность радиоприёмных устройств.
- 8) Чувствительность, помехоустойчивость, динамический диапазон радиоприёмных устройств.
- 9) Шумовые свойства радиоприёмных устройств.
- 10) Коэффициент шума четырёхполюсника и многокаскадной схемы.
- 11) Параметры и характеристики входных цепей. Типы согласующих цепей.
- 12) Схемы подключения входной цепи к антенне. Схемы подключения входной цепи к нагрузке.
- 13) Эквивалентные схемы приёмных антенн.
- 14) Режим согласования одноконтурной входной цепи.
- 15) Эквивалентные схемы входных цепей.
- 16) Типы связи выходного контура с активным элементом. Частичное и полное включение нагрузки.
- 17) Входная цепь для магнитной антенны.
- 18) Особенности входных цепей в различных диапазонах волн.
- 19) Структура, параметры и характеристики усилителя радиочастоты.
- 20) Обобщённая эквивалентная схема резонансного усилителя.
- 21) Устойчивость работы усилителей радиочастоты.
- 22) Способы формирования АЧХ и ФЧХ в усилителях радиочастоты.
- 23) Принципиальные электрические схемы усилителей радиочастоты.
- 24) Общие принципы преобразования и схема преобразователя частоты.
- 25) Различие эквивалентных схем преобразовательных и усилительных каскадов.
- 26) Эквивалентные схемы усилителей радиочастоты.
- 27) Общие принципы гетеродинного преобразования частоты.
- 28) Побочные каналы преобразования.
- 29) Эквивалентная схема и параметры преобразователей частоты.
- 30) Назначение, принципы работы и типы детекторов радиосигналов.
- 31) Диодный амплитудный детектор.
- 32) Системы автоматической регулировки усиления и АПЧ.
- 33) Переходные процессы при автоматической подстройке частоты гетеродина. Устойчивость систем АПЧ.
- 34) Классификация радиопомех. Естественные и техногенные помехи.



- 35) Помехоустойчивость радиоприёма. Способы защиты от помех. Свойства и характеристики шумоподобных сигналов.
- 36) Пространственная, поляризационная, амплитудная и частотная селекция сигналов.
- 37) Блокирование сигнала, интермодуляция, вторичная модуляция.
- 38) Когерентное и некогерентное обнаружение и демодуляция.
- 39) Схема восстановления несущей. Тактовая синхронизация.
- 40) Приём дискретных и телеграфных сообщений.
- 41) Цифровая звуковая система. Цифровое радиовещание.
- 42) Использование ШПС и ПСП для повышения помехоустойчивости.
- 43) Приём с расширением спектра. Адаптивные методы приёма.
- 44) Устройства приёма с программной перестройкой рабочей частоты.
- 45) Синхронизация при приёме ШПС.

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

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».

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

Основная литература:

1. 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>.
2. Основы радиоэлектроники : учебное пособие / И. Я. Орлов, В. А. Односеццев, Д. Н. Ивлеву, 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>.

Дополнительная литература:

1. 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>.

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

1. Сайты электронно-библиотечных систем <http://znanium.com>, <https://e.lanbook.com>, <http://www.studentlibrary.ru>
2. Программа моделирования анализатора импедансных спектров EIS (freeware): [www.abc.chemistry.bsu.by/vi/analyser/program/program.htm](http://www.abc.chemistry.bsu.by/vi/analyser/program/program.htm).
3. Электронно-образовательный ресурс <http://www.iprbookshop.ru>.
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [window.edu.ru](http://window.edu.ru).
5. Курс в СЭО ННГУ Устройства приема и обработки сигналов, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=5459>

## **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: Учебно-лабораторный интерактивный комплекс «Специальные радиотехнические системы» для проведения занятий для студентов с использованием современного оборудования по теоретическим основам специальных радиотехнических систем, предусмотренных программой, оснащенное высокотехнологичным оборудованием: 4 базовых модуля лабораторного комплекса «Устройства генерирования и формирования сигналов» для проведения лабораторно-практических занятий по изучению радиопередающих устройств, устройств генерирования и формированию сигналов; сменный блок «Автогенераторы» для выполнения лабораторно-исследовательских работ по изучению принципов генерации в составе комплекса по изучению теоретических основ специальных радиотехнических систем или в составе базовых модулей лабораторного комплекса «Устройства генерирования и формирования сигналов»; офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

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): Ключев 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.