МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный**

**университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Радиофизический факультет |

УТВЕРЖДАЮ

Декан\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Матросов В.В.

«30» августа 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Устройства приёма и обработки сигналов** |

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Специалитет** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **11.05.02 «Специальные радиотехнические системы»** |

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **«Радиотехнические системы и комплексы специального назначения»** |

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Специалист** |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021

* **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к базовой части ОПОП и обязательна для освоения в 7 семестре 4 года обучения.

**Целями освоения дисциплины являются**:

- теоретическое знакомство с основными принципами работы **устройств приёма и обработки сигналов**, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения;

- изучение принципов построения, методов проектирования и способов применения **устройств приёма и обработки сигналов**, методов их расчёта и повышения эффективности;

- получение практических навыков оценки основных характеристик **радиоприёмных устройств**, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения.

* **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-2*  Способен проводить математическое и компьютерное моделирования, моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений  *Этап освоения: базовый* | З1(ПК-2) Знать основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.  З2(ПК-2) Знать математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств  У1(ПК-2) Уметь применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.  У2(ПК-2) Уметь проводить экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений |

* **Структура и содержание дисциплины**

Объём дисциплины составляет 4 зачётные единицы, всего – 108 часов, из которых 50 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 16 часов практические занятия), 22 часа составляет самостоятельная работа обучающегося и 36 часов контроль.

**Содержание дисциплины**

| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **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** | | | **Занятия**  **лабораторного**  **типа** | | | **Всего** | | |
| Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное |
| Тема 1  Основные определения. Частотные диапазоны. Структурная схема радиоприёмного устройства. Аналоговые и цифровые РПУ. Классификация и Основные технические характеристики РПУ. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 22 |  |  |  |  | 11 |
| 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. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 22 |  |  |  |  | 11 |
| Тема 3  Входные цепи РПУ и эквивалентные схемы. Назначение и характеристики входных цепей (ВЦ). Особенности входных устройств различных | 24 |  | 18 | 18 |  |  |  |  |  | 6 |  |  | 224 |  |  |  |  | 113 |
| Тема 4  Классификация усилителей. Схемы УРЧ. Регенеративный усилитель. Каскодная схема, дифференциальный усилитель. Эквивалентная схема УРЧ. ОС и устойчивость резонансного усилителя. Малошумящие усилители. | 4 |  | 3 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 44 |  |  |  |  | 33 |
| 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. | 10 |  | 1 | 4 |  |  |  |  |  | 6 |  |  | 110 |  |  |  |  | 11 |
| Тема 6.  УПЧ с распределенной избирательностью. Усилители ПЧ с фильтрами сосредоточенной селекции. | 4 |  | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 44 |  |  |  |  | 22 |
| Тема 7  Теория детектирования сигналов. Детектирование непрерывных сигналов. Детектирование импульсных сигналов. Искажения при детектировании АМ-сигналов. Схемы амплитудных детекторов. Параметрический амплитудный детектор. | 10 |  | 1 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 110 |  |  |  |  | 11 |
| В т.ч.текущий контроль | 1 |  |  |  |  |  | 21 |  | 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация - **Зачёт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме практических занятий по выполнению лабораторных работ.

**Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций.**

***A. Используемые на занятиях лекционного типа:***

- лекции с проблемным изложением учебного материала.

***Б. Используемые на занятиях практического типа:***

- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;

- решение проблемных ситуаций для реализации технологии коллективной мыслительной деятельности.

В аудиторных и лекционных занятиях возможно использование мультимедийного проектора, разбор конкретных практических ситуаций, демонстрация образцов элементной базы и макетов оборудования.

* **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа проводиться обучающимися с помощью учебной литературы и контролируется на отчётах по лабораторному практикуму и экзамене.

Аудиторные лекционные занятия, использование мультимедийного проектора, разбор конкретных практических ситуаций.

Рекомендуемая литература

* Харкевич А.А. Основы радиотехники.– М.: Физматлит, 2007. – 512 с.
* Вознесенский И.В., Галев А.В., Дмитриев Д.Д., Петров В.А. Введение в специальность «Радиоэлектронные системы». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 64 c.– [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>.
* Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2000. – 462 с.
* [Куртев Н.Д., Нефёдов В.И. - Радиотехника: учебник для вузов. HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31877&DB=1"–HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31877&DB=1"М.: МИРЭА, 1997. HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31877&DB=1"–HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31877&DB=1" 296 с.](http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31877&DB=1)
* Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Мир, 2010. – 704 с.
* Частотный модем. Методические указания к лабораторной работе / Составитель: В.А. Канаков – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2006. – 24 c. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/Modem.pdf>.
* Супергетеродинный радиоприёмник. Методические указания к лабораторной работе / Составитель: В.Ф. Клюев. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 29 с. [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://www.unn.ru/books/met_files/Receiver.pdf>.
* [Айнбиндер И.М. Входные каскады радиоприемников: (Основы обобщенной теории и инженерного расчёта). HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327279&DB=1"–HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327279&DB=1"М.: Связь, 1973. HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327279&DB=1"–HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327279&DB=1" 327 с.](http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327279&DB=1)
* **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**
* Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, навыков), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

При изложении материала предполагается, что студенты знакомы с дисциплинами «Физика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы теории цепей» и «Радиоматериалы и радиокомпоненты».

ПК-2 Способен проводить математическое и компьютерное моделирования, моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений

| **Индикаторы**  **компетенции** | **Критерии оценивания (дескрипторы)** | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **«плохо»** | **«неудовлет-ворительно»** | **«удовлетво-рительно»** | **«хорошо»** | **«очень хорошо»** | **«отлично»** | **«превосход-но»** |
| Знания  Знание методологии и принципов изложения материала и структурирования информации о радиотехн-ических системах и комплексах специального назначения, понимание принципов построения презентаций научно-производственных результатов в области разработки и использования радиотехнических систем и комплексов специального назначения. | Отсутствие знаний методологии и принципов изложения материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения | Наличие грубых ошибок в методологии и изложении материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения | Знание с рядом негрубых ошибок основныхпринципов изложения материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения | Знание с рядом заметных погрешностейпринципов изложения материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения | Знание с незначительными погрешностямиметодологии и принципов изложения материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения | Знание без существенных ошибок и погреш-ностейметодологии и принципов изложения материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения, понимание принципов построения презентаций научно-производственных результатов в области разработки и использования | Знание без ошибок и погрешностейметодологии и принципов изложения материала и структурирования информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения, понимание принципов построения презентаций научно-производственных результатов в области разработки и использования радиотехнических систем и комплексов специального назначения. |
| Умения  Владение культурой мышления и анализа, умение обобщать и систематизировать информацию, умение излагать поставленные задачи и аргументировать выбор путей их достижения в устной и письменной речи. | Отсутствует способность логически верно, аргументи-рованно и ясно строить свою речь, умение пользоваться профессионально ориентированной риторикой. | Наличие грубых речевых ошибок в стандартных речевых оборотах, ошибки при анализе и обобщении материала, умение с грубыми ошибками формулировать и излагать в устной и письменной речи поставленные задачи | Способность с существенными ошибками к анализу и обобщению материала, умение формулировать и излагать в устной и письменной речи поставленные задачи и аргументировать выбор путей их достижения. | Способ-ность с незначительными погрешностями системно анализировать, обобщать информацию, умение формулировать и излагать в устной и письменной речи поставленные задачи | Способность без ошибок и погрешностей  обобщать и систематизировать информацию, умение в устной и письменной речи излагать проблематику поставленной задачи | Способность системно анализировать, обобщать информацию, умение формулировать и излагать в устной и письменной речи поставленные задачи и аргументировать выбор путей их достижения. | Способность без ошибок и погрешностей системно анализировать, обобщать информацию, умение формулировать и излагать в устной и письменной речи поставленные задачи и аргументировать выбор путей их достижения. |
| Навыки  Навык построения устных и письменных сообщений позаданной проблематике в области разработки и использования радиотехни-ческих систем и комплексов специального назначения. | Полное отсутствие навыка построения устных и письменных сообщений потематике радиотехнических систем и комплексов специального назначения. | Отсутствие навыка построения устных и письменных сообщений позаданной проблематике в области радиотехнических систем и комплексов специального назначения. | Владение в минимальном объёме навыком построения устных и письменных сообщений, потематике радиотехнических систем и комплексов специального назначения.ком | Посредственное  владение навыком построения устных и письменных сообщений потематике радиотехнических систем и комплексов специального назначения | Достаточное владение навыком построения устных и письменных сообщений потематике радиотехнических систем и комплексов специального назначения | Хорошее владение навыком построения устных и письменных сообщений позаданной проблематике в области разработки и использования радиотехнических систем и комплексов специального назначения. | Всестороннее владение навыком построения устных и письменных сообщений, раскрывающих заданную проблематику в области разработки и использования радиотехнических систем и комплексов специального назначения. |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

* . Описание шкал оценивания.

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена может включать в себя решение задачи.

|  |  |
| --- | --- |
| **Превосходно** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса, а также на дополнительно задаваемый экзаменатором вопрос из списка контрольных вопросов.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 100 % |
| **Отлично** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий не менее 90% |
| **Очень хорошо** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса с рядом заметных ошибок.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. |
| **Хорошо** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса не более, чем с двумя значительными ошибками.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%. |
| **Удовлетворительно** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на один контрольный вопрос с небольшими ошибками, либо даёт ответ на один или два контрольных вопроса с 3-4 значительными ошибками, либо хорошо ориентируется в темах контрольных вопросов с номерами 1-10.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%. |
| **Неудовлетворительно** | Ставится, если есть слабые знания по вопросам 1-10, а знания по всем остальным вопросам отсутствуют.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%. |
| **Плохо** | Ставится, если отсутствуют знания по всем вопросам.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %. |

* Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

***Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:***

*- письменные ответы на вопросы;*

*- устные ответы на вопросы.*

***Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:***

*- практические контрольные задания;*

* Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

**Контрольные вопросы на экзамен**

* Сетка радиочастот. Диапазоны. Выделенная полоса частот..
* Классификация радиоприёмных устройств.
* Обобщённая структурная схема радиоприемного устройства.
* Радиоприемник прямого усиления. Регенеративный приёмник.
* Структурно-функциональная схема супергетеродинного приёмника.
* Характеристики и параметры радиоприемных устройств.
* Диапазон рабочих частот и селективность радиоприёмных устройств.
* Чувствительность, помехоустойчивость, динамический диапазон радиоприёмных устройств.
* Шумовые свойства радиоприёмных устройств.
* Коэффициент шума четырёхполюсника и многокаскадной схемы.
* Параметры и характеристики входных цепей.Типы согласующих цепей.
* Схемы подключения входной цепи к антенне. Схемы подключения входной цепи к нагрузке.
* Эквивалентные схемы приёмных антенн.
* Режим согласования одноконтурной входной цепи.
* Эквивалентные схемы входных цепей.
* Типы связи выходного контура с активным элементом. Частичное и полное включение нагрузки.
* Входная цепь для магнитной антенны.
* Особенности входных цепей в различных диапазонах волн.
* Структура, параметры и характеристики усилителя радиочастоты.
* Обобщённая эквивалентная схема резонансного усилителя.
* Устойчивость работы усилителей радиочастоты.
* Способы формирования АЧХ и ФЧХ в усилителях радиочастоты.
* Принципиальные электрические схемы усилителей радиочастоты.
* Общие принципы преобразования и схема преобразователя частоты.
* Различие эквивалентных схем преобразовательных и усилительных каскадов.
* Эквивалентные схемы усилителей радиочастоты.
* Общие принципы гетеродинного преобразования частоты.
* Побочные каналы преобразования.
* Эквивалентная схема и параметры преобразователей частоты.
* Назначение, принципы работы и типы детекторов радиосигналов.
* Диодный амплитудный детектор.
* Системы автоматической регулировки усиления и АПЧ.
* Переходные процессы при автоматической подстройке частоты гетеродина. Устойчивость систем АПЧ.
* Классификация радиопомех. Естественные и техногенные помехи.
* Помехоустойчивость радиоприема. Способы защиты от помех. Свойства и характеристики шумоподобных сигналов.
* Пространственная, поляризационная, амплитудная и частотная селекция сигналов.
* Блокирование сигнала, интермодуляция, вторичная модуляция.
* Когерентное и некогерентное обнаружение и демодуляция.
* Схема восстановления несущей. Тактовая синхронизация.
* Приём дискретных и телеграфных сообщений.
* Цифровая звуковая система. Цифровое радиовещание.
* Использование ШПС и ПСП для повышения помехоустойчивости.
* Приёма с расширением спектра. Адаптивные методы приёма.
* Устройства приёма с программной перестройкой рабочей частоты.
* Синхронизация при приёме ШПС.

* Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания, включают:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Устройства приёма и обработки сигналов»;

- критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций;

- вопросы к экзамену по дисциплине;

- задания и задачи, выносимые на экзамен;

и приведены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины «Устройства приёма и обработки сигналов».

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная учебно-методическая литература

* Харкевич А.А. Основы радиотехники. - М.: Связьиздат, 1962. - 559 с., М.: Связьиздат, 1963. - 560 с., М.: Физматлит, 2007. – 512 с (5 экз.), электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>
* Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники – [учебно-методическое пособие]. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2005. – 168 с. (122 экз.)– [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465641HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465641&DB=1"&HYPERLINK "http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465641&DB=1"DB=1](http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465641&DB=1).

Дополнительная учебно-методическая литература

* ВознесенскийИ.В., ГалевА.В., ДмитриевД.Д., ПетровВ.А. Введение в специальность "Радиоэлектронные системы". – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 64 с. –[Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>.
* Кривошеев В.И. Синтез оптимальных приёмных устройств радиосигналов на фоне помех: [учебно-методическое пособие]. – Н.Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2006. – 75 с. (19 экз.)

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

* Сайт электронно-библиотечной системы: [http://www.znanium.com](http://www.znanium.com/).
* Программа моделирования анализатора импедансных спектров EIS (freeware):www.abc.chemistry.bsu.by/vi/analyser/program/program.htm.
* Электронно-образовательный ресурс [http://www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru/).
* [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/):[www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru/).

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- мультимедийный проектор;

- лабораторные установки «Частотный модем», «Супергетеродинный приёмник».

Настоящая программа по дисциплине "Устройства приёма и обработки сигналов"составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учётом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению «Специальные радиотехнические системы», специальность (специализация) «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения».

Автор (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Бритенков А.К.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета

**Протокол 4/17 от 30.08.2021 года.**