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 радиофизического факультета |  | Матросов В.В. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 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

|  |
| --- |
| **«Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения»** |

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Специалист** |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021

1. **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.

1. **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-15*  *Этап освоения: базовый,*  способность проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований. | *З7 (ПК-15)*: Знание принципов действия, методов расчёта и области применения радиоприёмных устройств, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения.  *У7 (ПК-15):* Умение проводить расчёт основных параметров и режимов работы современных радиоприёмных устройств, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения.  *В7 (ПК-15):* Владение навыками оптимизации радиоприёмных устройств для специальных радиотехнических систем с использованием различных методов |
| *ОПК-5*  *Этап освоения: базовый,*  способность учитывать в профессиональной деятельности современные тенденции развития компьютерных, информационных и телекоммуникационных технологий, владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации, навыками работы с компьютером в сфере профессиональной деятельности. | *З2 (ОПК-5):*знаниефундаментальных принципов передачи информации, коммуникации и поиска информации.  *У2 (ОПК-5):*умениеструктурировать информацию о радиотехнических системах и комплексах специального назначения методологии на основе логических обобщений, критического осмысления и систематизации.  *В2 (ОПК-5):* владениеинструментами логического мышления, обобщения критического осмысления и анализа информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения, их функционирования. |

1. **Структура и содержание дисциплины**

Объём дисциплины составляет 4 зачётные единицы, всего – 108 часов, из которых 49 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 16 часов практические занятия), 59 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

**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** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. **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.

1. **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

1. Харкевич А.А. Основы радиотехники.– М.: Физматлит, 2007. – 512 с.
2. 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.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2000. – 462 с.
4. [Куртев Н.Д., Нефёдов В.И. - Радиотехника: учебник для вузов. –М.: МИРЭА, 1997. – 296 с.](http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=31877&DB=1)
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Мир, 2010. – 704 с.
6. 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.
7. 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.
8. [Айнбиндер И.М. Входные каскады радиоприемников: (Основы обобщенной теории и инженерного расчёта). –М.: Связь, 1973. – 327 с.](http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327279&DB=1)
9. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**
   1. 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».

ОПК-5 способностью учитывать в профессиональной деятельности современные тенденции развития компьютерных, информационных и телекоммуникационных технологий, владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации, навыками работы с компьютером в сфере профессиональной деятельности

| **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% |

ПК-15 способностью проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований

| **Индикаторы**  **компетенции** | **Критерии оценивания (дескрипторы)** | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **«плохо»** | **«неудовлет-ворительно»** | **«удовлетво-рительно»** | **«хорошо»** | **«очень хорошо»** | **«отлично»** | **«превосход-но»** |
| Знания  Знание фундаментальных принципов передачи информации, коммуникации и поиска информациио радиоприёмных в составе радиотехнических систем и комплексов специального назначения. | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей | Знание основного материала с незначительными погрешностями | Знание основного материала без ошибок и погреш-ностей | Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погреш-ностей |
| Умение структурировать информацию о радиотехнических системах и комплексах специального назначения методологии на основе логических обобщений, критического осмысления и систематизации. | Отсутствует способность решения стандартных задач | Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач | Способность решения основных стандартных задач с существенными ошибками | Способ-ность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями | Способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей | Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач | Способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач |
| Навыки  Владение инструментами логического мышления, обобщения критического осмысления и анализа информации о радиотехнических системах и комплексах специального назначения. | Полное отсутствие навыка | Отсутствие навыка | Владение навыком в минимальном объёме | Посредственное  владение навыком | Достаточное владение навыком | Хорошее владение навыком | Всестороннее владение навыком |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

* 1. . Описание шкал оценивания.

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

* уровень усвоения студентами основного учебного материала;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.
  1. 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;*

* 1. 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**

1. Сетка радиочастот. Диапазоны. Выделенная полоса частот..
2. Классификация радиоприёмных устройств.
3. Обобщённая структурная схема радиоприемного устройства.
4. Радиоприемник прямого усиления. Регенеративный приёмник.
5. Структурно-функциональная схема супергетеродинного приёмника.
6. Характеристики и параметры радиоприемных 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 радиоприема. 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. Приёма с расширением спектра. Адаптивные методы приёма.
44. Устройства приёма с программной перестройкой рабочей частоты.
45. Синхронизация при приёме ШПС.
    1. 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

1. 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/
2. 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=465641&DB=1>.

Дополнительная учебно-методическая литература

1. 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>.
2. 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

1. Сайт электронно-библиотечной системы: http://www.znanium.com.
2. Программа моделирования анализатора импедансных спектров EIS (freeware):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](http://window.edu.ru/):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) «Приём, анализ и обработка сигналов системами специального назначения».

Автор (ы) Бритенков А.К.

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

Заведующий кафедрой Фитасов Е.С

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета

**Протокол №\_\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 года.**