

**Компонент ОПОП 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**  
**Специализация Радиоэлектронные системы управления и передачи информации**  
наименование ОПОП

**Б1.В.15**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины  
(модуля)

**Устройства приёма и преобразования сигналов**

Разработчик (и):

Гурин А.В.

ФИО

ст. преподаватель

должность

Утверждено на заседании кафедры

радиотехники и связи

наименование кафедры

протокол № 8 от 06.03.2024 года

Заведующий кафедрой радиотехники и связи



подпись

Л.Ф. Борисова  
ФИО

**Мурманск**  
**2024**

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 8 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине (модулю)**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-4 Способен осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов	ИД-1 ПК-4 Знает основные узлы радиоприемников и принципы их совместного функционирования ИД-2 ПК-4 Умеет производить эксплуатацию и техническое обслуживание радиоприемников ИД-3 ПК-4 Умеет проводить анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников ИД-4 ПК-4 Умеет осуществлять компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров ИД-5 ПК-4 Умеет проводить наладку, настройку, регулировку и испытания радиоэлектронных средств и оборудования	<b>Знать:</b> Аппаратуру обслуживаемых радиоэлектронных систем и комплексов и ее функционирование <b>Уметь:</b> Осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов <b>Владеть:</b> Навыками эксплуатации и технического обслуживания радиоэлектронных систем и комплексов

2. **Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение** Задачи, возлагаемые на радиоприемные устройства в системе передачи информации.

**Тема 2. Структурные схемы радиоприемников**

**Тема 3. Приемная антенна.**

**Тема 4. Коэффициент шума радиоприемного устройства**

**Тема 5. Влияние нелинейности характеристик активных элементов входных каскадов**

**Тема 6. Основные характеристики приемников**

**Тема 7. Входные цепи**

**Тема 8. Избирательные усилители радиосигналов**

**Тема 9. Преобразователи частоты**

**Тема 10. Детекторы амплитудно-модулированных сигналов**

**Тема 11. Прием АМ сигналов**

**Тема 12. Детектирование радиосигналов с угловой модуляцией**

- Тема 13.** Принципы частотного детектирования  
**Тема 14.** Прием сигналов с угловой модуляцией  
**Тема 15.** Детектирование ЧМ сигналов при наличии помех  
**Тема 16.** Системы автоматического регулирования в устройствах приема и обработки радиосигналов  
**Тема 17.** Сигналы в цифровых радиоканалах  
**Тема 18.** Особенности приема сигнала, использующего многочастотное мультиплексирование с минимальным частотным сдвигом (OFDM)  
**Тема 19.** Радиоприемник, определяемый программным обеспечением (SDR).  
**Примеры профессиональных радиоприемных устройств**

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных, практических, и расчетно-графических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

1. Практикум по дисциплине Устройства приема и преобразования сигналов для обучающихся по специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" Издательство МГТУ, 2019. Заказ №2503
2. Дункан Б. Emona DATEx Руководство к лабораторному практикуму. Том 1 Эксперименты по основам современных аналоговых и цифровых методов телекоммуникаций.. – Emona Instruments Rty Ltd, 2008.
3. Дункан Б. Emona DATEx Руководство к лабораторному практикуму. Том 2 Дальнейшие эксперименты по современным аналоговым и цифровым методам телекоммуникаций.. – Emona Instruments Rty Ltd, 2008.
4. Robert W. Heath Jr. Digital Wireless Communication Physical Layer Exploration Lab Using the NI USRP. Student Lab Manual. – National Technology and Science Press, 2012.
5. Роберт У. Хит мл. Цифровая беспроводная связь /Лаборатория исследования физического уровня с использованием платформы NI USRP Руководство по лабораторной работе для студента. - National Technology and Science Press, 2012.

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### ***Основная литература:***

1. Айнбиндер, И.М. Входные каскады радиоприемников. (Основы обобщенной теории и инженерного расчета). М., «Связь», 1973, 328 стр. с ил.
2. Буга, Н.Н., Радиоприемные устройства / Н.Н. Буга, А.И. Фалько, Н.И. Чистяков – М.: «Радио и связь», 1986. – 320 с.

3. Галкин, В.А. Основы программно-конфигурируемого радио : Научное издание. – М.: Горячая линия-телеком, 2016. - 372 с., ил.
4. Галкин, В.А. Цифровая мобильная радиосвязь : Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Горячая линия-телеком, 2014. - 592 с., ил.
5. Головин, О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов : Учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия-телеком, 2017. - 592 с., ил.
6. Дьяконов, В. Simulink 6. Специальный справочник. – СПб: Питер, 2012.
7. Колосовский, Е.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2-е издание, 2015. 456 с., ил.
8. Куликов, Г.В. Радиовещательные приемники : Учеб. Пособие для вузов / Г.В. Куликов, А.А. Парамонов – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 120 с., ил.
9. Мейнке, Х. и Гундлах, Ф. Радиотехнический справочник, том 1, 1960 и том 2, 1962. Перевод с немецкого. М. – Л., Госэнергоиздат.
10. OTCAD e-book. – Иллюстрированный самоучитель по OTCAD версии 9.2 (электронная книга).
11. Побережский Е.С. Цифровые радиоприемные устройства. – М.: «Радио и связь», 1987.
12. Радиоприемные устройства: Учебник для студентов вузов и факультетов телекоммуникаций / Н. Н. Фомин, Н. Н. Буга, О. В. Головин и др.; Под редакцией Н. Н. Фомина. – М.: Горячая линия – Телеком, 3-е издание, стереотип, 2007.
13. Радиоприемные устройства: Учебное пособие для студентов вузов спец. «Радиотехника» / Под ред. Фомина Н.Н. – М.: «Радио и связь», 1996.
14. Справочник по радиоэлектронным устройствам в двух томах. / Под редакцией Д.П. Линде: Том 1, Раздел 2. Радиоприемные устройства. – М.: «Энергия», 1978.
15. Травин Г.А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения. / Учеб. пособие для вузов . – М.: Горячая линия – Телеком, 2-е издание, испр., 2009. 592 с., ил.
16. Цифровые фильтры и устройства обработки сигналов на интегральных микросхемах. / Под ред. Б.Ф. Высоцкого. – М.: «Радио и связь», 1984.
17. Чистяков, Н.И. Радиоприемные устройства. Б-ка радиоинженера «Современная радиоэлектроника». – М. : «Сов. Радио», 1978, 152 с.

#### *Дополнительная литература:*

1. Защита от радиопомех. /Под ред. М.В. Максимова. - М.: «Сов. радио», 1976, 496 с.
2. Писарев, В.А. Радиооборудование морских судов. – М.: Транспорт, 1991.
3. Прокис, Дж. Цифровая связь / Пер. с англ. Д.Д. Кловского. - М. : Радио и связь, 2000. - 800 с. : ил.
4. Ратынский, М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д.Б. Зимина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2010. - 248 с. : ил. - (Библиотека сотовой связи).
5. Харкевич, А.А. Борьба с помехами. - М.: «Физматгиз», 1963.

#### **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Электронно-библиотечная система "Издательство Лань"

Доступ к базе данных осуществляется с любого ПК посредством сети Интернет, после регистрации в системе <http://e.lanbook.com/> с компьютеров МАУ, подключенных к сети.

Электронно-библиотечная система "IPRbooks"

Условия доступа: из локальной сети МАУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета).

<http://iprbookshop.ru>

Электронно-библиотечная система "Рыбохозяйственное образование"

Доступ осуществляется по логину и паролю, логин и пароль доступа находятся на общем абонементе (207 "В"). <http://lib.klgtu.ru/jirbis2/>

Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"

Условия доступа: из локальной сети МАУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета) <http://biblioclub.ru/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента"

Доступ с ПК университета (по внешнему IP-адресу МАУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза). <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система ЭБС "Троицкий мост"

Доступ осуществляется с ПК университета (по внешнему IP-адресу МАУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза). <http://www.trmost.com/tm-main.shtml?lib>

## **7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1 Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08;

2 Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;

3 Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating, Service Contract 9A1518564 от 04.12.2009;

4 MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)

5 Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), Dr.Web Server Security Suite (антивирус) (договор №7236 от 03.11.2017г.)

## **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

505 В "Лаборатория электроники" Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий и курсового проектирования.

Оснащена

Посадочных мест - 12

Доска аудиторная малая - 1

Оборудование:

ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт,

Приемник SDR NI USRP - 2 шт,

Комплекс NI Elvis II - 2 шт,

Плата расширения Emona DateX - 1 шт

501 В Лаборатория радиопередающих устройств

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.



Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		1											
Зачет/зачет с оценкой	1												
Курсовая работа (проект)		1											
Количество расчетно-графических работ		1											
Количество контрольных работ													
Количество рефератов													
Количество эссе													

**Перечень лабораторных работ по формам обучения**

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1.	Исследование входных цепей приемников
2.	Исследование схем усилителей радиочастоты
3.	Исследование шумовых свойств входных цепей с УРЧ
4.	Исследование устойчивости усилителей
5.	Исследование методов повышения устойчивости усилителей
6.	Исследование диодных преобразователей частоты
7.	Исследование транзисторных преобразователей частоты
8.	Исследование амплитудных детекторов
9.	Защита лабораторных работ
10.	Исследование фазового детектора
11.	Исследование частотно-фазового и дробного детекторов
12.	Исследование частотно-счетного детектора
13.	Исследование схем усилителей промежуточных частот (УПЧ)
14.	Исследование принципа регулирования коэффициента усиления в тракте УПЧ. Схемы электронных регуляторов.
15.	Схемы управления электронными регуляторами системы автоматического регулирования усиления (АРУ)
16.	Исследование демодуляции цифровых радиосигналов АМ и ЧМ с использованием NI Emona datex
17.	Исследование демодуляции цифровых радиосигналов с фазовой манипуляцией BPSK, QPSK с использованием NI Emona datex
18.	Исследование демодуляции сигнала GMSK с использованием NI Emona datex

## Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
1.	Выбор и оценка параметров приемной антенны. Расчет согласования антенны с входом приемника
2.	Расчет коэффициента шума приемника, шумовой температуры
3.	Обоснование требований к радиоприемнику, основные технические характеристики приемника
4.	Выбор и обоснование структуры преселектора приемника. Расчет усилителя принимаемой частоты (входного усилителя приемника)
5.	Расчет амплитудного детектора
6.	Электрический расчет диодного преобразователя частоты
7.	Расчет усилителя промежуточной частоты
8.	Разработка системы автоматической регулировки усиления в радиоприемнике
9.	Защита ПР
10.	Расчет фазовых и частотных детекторов
11.	Разработка системы автоматической регулировки усиления в радиоприемнике
12.	Разработка блока когерентной демодуляции сигнала в приемнике цифрового радиоканалах
13.	Понятие об оптимальной фильтрации сигнала, согласованные фильтры
14.	Синхронизация в цифровых радиоканалах, с использованием NI USRP
15.	Понятие об помехоустойчивость ИКМ, с использованием NI Emona datex
16.	Принцип приема сигнала OFDM с использованием NI USRP
17.	Особенности схем SDR приемников, применение NI USRP
18.	Защита ПР, КР

## Перечень примерных тем курсового проекта

№ п/п	Темы курсовой работы /проекта
1	2
	<b>Расчет радиоприемного устройства (по вариантам)</b>
№ П/П	Этапы работы
1.	Обоснование характеристик радиоприемного устройства как составной части радиотехнической системы
2.	Составление и обоснование структурной схемы радиоприемного устройства. Составление описания того, каким образом будут получены требуемые характеристики радиоприемного устройства. Формулировка требований к каждому каскаду радиоприемного устройства.
3.	Выбор, обоснование и расчет каскадов радиоприемника до принципиальной схемы в соответствии с ранее сформулированными требованиями к функциональным блокам радиоприемного устройства. Проверка соответствия каскадов предъявляемым к ним требованиям.
4.	Составление общей принципиальной схемы радиоприемного устройства целиком, формулировка требований к конструкции радиоприемника, выявление преимуществ полученной схемы радиоприемного устройства.