

Компонент ОПОП 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»  
наименование ОПОП

**Б1.В.03**  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Прием и обработка сигналов

Разработчик (и):

Гурин А.В.

ФИО

старший преподаватель

должность

\_\_\_\_\_  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

РЭС и ТРО

наименование кафедры

протокол № 2 от 13.09.2021 года

И.о. заведующего кафедрой РЭС и ТРО

  
подпись

Милкин В.И.

ФИО

Мурманск  
2021

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 8з.е.

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

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций <sup>1</sup>	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ПС 06.006 3.1.1</b> Обнаружение, анализ и диагностика неисправностей</p>	<p>ИД-1<sub>ук-1</sub> Знать: принципы построения современных радиоприемников различных типов и диапазонов частот; принципы работы, схемные решения основных каскадов усиления, управления и детектирования в радиоприемниках</p> <p>• ИД-2<sub>ук-1</sub> Уметь: анализировать работу основных узлов, строить и читать схемы радиоприемных устройств.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• математические модели описания сигналов и помех, их физическую сущность.</li> <li>• математические и структурные модели каналов передачи информации;</li> <li>• информационные характеристики сообщений, помех и каналов;</li> <li>• способы управления информационными параметрами сигналов;</li> <li>• основы помехоустойчивого кодирования;</li> <li>• принципы построения современных радиоприемников различных типов и диапазонов частот;</li> <li>• способы и устройства детектирования сигналов при использовании различных видах и классах излучений;</li> <li>• принципы работы, схемные решения основных каскадов усиления, управления и детектирования в радиоприемниках;</li> <li>• принципы работы и основные характеристики электронных приборов СВЧ диапазона, их использование в СВЧ радиоприемниках;</li> <li>• особенности технической эксплуатации радиоприемных устройств</li> </ul>
<p><b>ПС 06.006 3.2.1</b> Техническое обслуживание оборудования сети радиодоступа в соответствии с установленными нормами</p>	<p>ИД-1<sub>опк-1</sub> Знать: особенности технической эксплуатации радиоприемных устройств</p> <p>ИД-2<sub>опк-1</sub> Уметь: производить экспериментальные работы по измерению основных показателей функционирования различных каскадов приема, усиления, детектирования и</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять помехоустойчивость и эффективность простейших систем передачи информации.</li> <li>• производить инженерный расчет структурных схем, схем основных узлов радиоприемников.</li> <li>• анализировать работу основных узлов, строить и читать схемы радиоприемных устройств.</li> <li>• выбирать экономичные режимы работы каскадов при обеспечении заданных характеристик.</li> <li>• производить экспериментальные</li> </ul>

<sup>1</sup> Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

	<p>обработки радиосигналов Уметь использовать литературных источников, справочной литературы, прикладных и нормативных изданий с целью освоения знаний и выполнения проектных работ;</p>	<p>работы по измерению основных показателей функционирования различных каскадов приема, усиления, детектирования и обработки радиосигналов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•использованием литературных источников, справочной литературы, прикладных и нормативных изданий с целью освоения знаний и выполнения проектных работ;</li> <li>•методами и способами обработки результатов изучения исследования конкретных узлов и схем приема и обработки радиосигналов.</li> <li>•пользованием и применением компьютерной техники к изучению материала дисциплины, проверки своих знаний и умений и выполнения проектных заданий по устройствам приема радиосигналов.</li> </ul>
--	--	--

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1.** Введение

**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.** Измерение основных характеристик приемника

**Тема 8.** Входные цепи. Назначение входной цепи и ее основные характеристики.

**Тема 9.** Избирательные усилители радиосигналов

**Тема 10.** Преобразователи частоты

**Тема 11.** Детекторы амплитудно-модулированных сигналов.

**Тема 12.** Прием АМ сигналов

**Тема 13.** Детектирование радиосигналов с угловой модуляцией

**Тема 14.** Прием сигналов с угловой модуляцией

**Тема 15.** Системы автоматического регулирования в устройствах приема и

обработки радиосигналов

**Тема 16.** Сигналы в цифровых радиоканалах

**Тема 17.** Обработка сигналов в радиоприемных устройствах цифровых

радиоканалов.

**Тема 18.** Примеры профессиональных радиоприемных устройств

**Тема 19.** Особенности приема сигнала, использующего многочастотное

мультиплексирование с минимальным частотным сдвигом (OFDM)

**Тема 20.** Радиоприемник, определяемый программным обеспечением (SDR).

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

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

- методические указания к выполнению лабораторных, практических и контрольных работ

представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

Прием и обработка сигналов : практикум по учебной дисциплине (модулю) для обучающихся очной и заочной формы обучения по специальности специальности 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т", Каф. радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования ; сост. А. В. Гурин. - Электрон.текстовые дан. (1 файл : 743 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2019. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана.

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

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

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ 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. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов :Учебное пособие для вузов / Колосовский Е.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2-е издание,2015. 456 с., ил.

2. 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.

3. Радиоприемные устройства: Учебное пособие для студентов вузов спец. «Радиотехника» /Под ред. Фомина Н.Н. – М.: «Радио и связь», 1996.

4. Куликов Г.В., Парамонов А.А. Радиовещательные приемники : Учеб. Пособие для вузов / Куликов Г.В., Парамонов А.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 120 с., ил.

5. Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства. – М.: «Радио и связь», 1986. –320 с.

6. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио : Научное издание. – М.: Горячая линия-телеком, 2016. - 372 с., ил.

7. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь :Учеб.пособие для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Горячая линия-телеком, 2014. - 592 с., ил.

8. Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов :Учеб.пособие для вузов. – М.: Горячая линия-телеком, 2017. - 592 с., ил.

9. Дьяконов В. Simulink6. Специальный справочник. – СПб: Питер, 2012.

10. Айнбиндер И.М. Входные каскады радиоприемников. (Основы обобщенной теории и инженерного расчета). М., «Связь», 1973, 328 стр. с ил.

11. Мейнке Х. и Гундлах Ф. Радиотехнический справочник, том 1, 1960 и том 2, 1962. Перевод с немецкого. М. – Л., Госэнергоиздат.

12. OrCADe-book.– Иллюстрированный самоучитель по OrCAD версии 9.2 (электронная книга).

13. Побережский Е.С. Цифровые радиоприемные устройства. – М.: «Радио и связь», 1987.
14. 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.
15. Цифровые фильтры и устройства обработки сигналов на интегральных микросхемах. /Под ред. Б.Ф. Высоцкого. – М.: «Радио и связь», 1984.
16. Справочник по радиоэлектронным устройствам в двух томах. / Под редакцией Д.П. Линде: Том 1, Раздел 2. Радиоприемные устройства. – М.: «Энергия», 1978.
17. Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства. Б-ка радиоинженера «Современная радиоэлектроника». М., «Сов. Радио», 1978, 152 с.

#### *Дополнительная литература:*

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

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

- 1) 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 МГТУ, подключенных к сети.
- 2) Электронно-библиотечная система "IPRbooks"  
Условия доступа: из локальной сети МГТУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета).  
<http://iprbookshop.ru>
- 3) 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/>
- 4) Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"  
Условия доступа: из локальной сети МГТУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета) <http://biblioclub.ru/>
- 5) Электронная библиотечная система "Консультант студента"  
Доступ с ПК университета (по внешнему IP-адресу МГТУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза). <http://www.studentlibrary.ru/>
- 6) Электронно-библиотечная система ЭБС "Троицкий мост"  
Доступ осуществляется с ПК университета (по внешнему IP-адресу МГТУ); 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. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3 (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure DevTools for Teaching (с февраля 2019 г., ранее Microsoft Imagine, ранее

MicrosoftDreamSpark, ранее Microsoft MSDN AcademicAlliance). Подписки действительны по 10.12.2019 (счет-фактура №IM22116 от 12.11.2018, счет №9552401799 от 10.12.2018)

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

3. Математический пакет MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) LicenseNumber 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.) Антивирус Dr.WebDesktopSecuritySuite (комплексная защита), Dr.WebServerSecuritySuite (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 (или) 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;

Учебный корпус по адресу  
183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,  
Аудитория 501 В "Лаборатория радиопередающих устройств" Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.

Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории (Проектор Epson)

Количество столов - 12

Количество стульев - 24

Посадочных мест - 24

Доска аудиторная - 1

Учебный макет радиоприемника Р-250 М2 - 2 шт.,

Учебный макет радиоприемника RFTEKD 300 - 2 шт.,

Учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 1 шт.

Учебный корпус по адресу  
183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,  
Аудитория 509 В «Лаборатория радиоприемных устройств и радиоизмерений»  
Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий.

Укомплектовано специализированной мебелью и учебными макетами  
Количество столов - 5  
Количество стульев - 10  
Посадочных мест - 10  
Учебный макет частотомера «SystronDonner 6245 В» - 1 шт.,  
Учебный макета генератора Г3-109 - 1 шт.,  
Учебный макета генератора Г4-116 - 1 шт.,  
Учебный макета генератора Г4-78 - 1 шт.,  
Учебный макета генератора Г3-33 - 1 шт.,  
Осциллограф С1-64 1 шт., Измеритель ТТ-1 - 1 шт.,  
Измеритель Ц 4353 - 1 шт.,  
Измеритель В 4.11 - 1 шт., Учебный макет радиоприемника Р-313 М2 - 1 шт.,  
Учебный макет радиоприемника «Волна-К» - 1 шт.,  
Учебный макет радиоприемника Р-375 П - 1 шт.,  
Учебный макет радиоприемника Р- 396 - 1 шт.,  
Учебный макет радиоприемника «Сибирь» - 1 шт.,  
Учебный макет системы АИС Транзас – Т101 - 1 шт.,  
Учебный макет УКВ радиоприемопередатчика STR 4800 RSC - 1 шт.,  
Учебный макет РЛЮ SARTSeprelesm - 1 шт.  
Учебный макет АРБ-406 - 1 шт.

Учебный корпус по адресу  
183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,  
Аудитория 505 В "Лаборатория электроники" Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий и курсового проектирования.

Укомплектовано специализированной мебелью Количество столов - 6  
Количество стульев - 12  
Посадочных мест - 12  
Доска аудиторная малая - 1  
Оборудование:  
ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт,  
Приемник SDRNIUSRП - 2 шт,  
Комплекс NIElvisII - 2 шт,  
Плата расширения EmonaDateX - 1 шт,  
Наглядные пособия по устройствам СВЧ - 3 шт.

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;

Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д.10,  
аудитория № 213 Специальное помещение для самостоятельной работы

Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения:

доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: Посадочных мест – 11 Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 2 шт.; Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2,8 ГГц, 2 Гб ОЗУ – 3 шт.; Intel(R) Celeron(R) CPU 2,8 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 1 шт.; Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 2,8 ГГц, 1,5 Гб ОЗУ – 1 шт.;

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.





## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения									
	Очная					Заочная				
	Семестр				Всего часов	Семестр/Курс				Всего часов
	7	8				7	8	9		
Лекции	20	24			32	12	6	6		
Практические занятия	8	12			14	6	6			
Лабораторные работы	8	12			14	6		8		
Самостоятельная работа	72	96			156	92	66	91		215
Подготовка к промежуточной аттестации		36			36	4		9		27
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>180</b>			<b>288</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>108</b>		<b>288</b>
/ из них в форме практической подготовки										

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

### Перечень лабораторных работ по формам обучения<sup>2</sup>

№ п/п	Темы лабораторных работ
<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Очная форма 1 семестр</b>
1.	Исследование входных цепей приемников
2.	Исследование схем усилителей радиочастоты
3.	Исследование шумовых свойств входных цепей с УРЧ
4.	Исследование устойчивости усилителей

<sup>2</sup>Если лабораторные работы не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

5.	Исследование методов повышения устойчивости усилителей
6.	Исследование диодных преобразователей частоты
7	Исследование транзисторных преобразователей частоты
8	Исследование амплитудных детекторов
	<b>Заочная форма 1 семестр</b>
1	Исследование схем усилителей радиочастоты
2	Исследование шумовых свойств входных цепей с УРЧ
3	Исследование методов повышения устойчивости усилителей
4	Исследование преобразователей частоты
5	Исследование амплитудных детекторов
	<b>Очная форма 2 семестр</b>
1	Исследование фазового детектора
2	Исследование частотно-фазового и дробного детекторов
3	Исследование частотно-счетного детектора
4	Исследование схем усилителей промежуточных частот (УПЧ)
5	Исследование принципа регулирования коэффициента усиления в тракте УПЧ. Схемы электронных регуляторов.
6	Схемы управления электронными регуляторами системы автоматического регулирования усиления (АРУ)
7	Исследование демодуляции цифровых радиосигналов АМ и ЧМ с использованием NIEmonadateх
8	Исследование демодуляции цифровых радиосигналов с фазовой манипуляцией BPSK, QPSK с использованием NIEmonadateх
	<b>Заочная форма 2 семестр</b>
	Исследование фазового детектора
	Исследование частотно-фазового и дробного детекторов
	Исследование схем усилителей промежуточных частот (УПЧ)
	Схемы управления электронными регуляторами системы автоматического регулирования усиления (АРУ)

### Перечень практических занятий по формам обучения<sup>3</sup>

№ п\п	Темы практических занятий
<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Очная форма 1 семестр</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.

<sup>3</sup>Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

7	Разработка системы автоматической регулировки усиления в радиоприемнике.
	<b>Заочная форма 1 семестр</b>
1	Расчет коэффициента шума приемника, шумовой температуры.
2	Обоснование требований к радиоприемнику, основные технические характеристики приемника.
3	Выбор и обоснование структуры преселектора приемника. Расчет усилителя принимаемой частоты (входного усилителя приемника). Усилители промежуточной частоты. Система автоматической регулировки усиления.
4	Расчет амплитудного детектора
	<b>Очная форма 2 семестр</b>
1	Расчет фазовых и частотных детекторов.
2	Разработка системы автоматической регулировки усиления в радиоприемнике.
3	Разработка блока когерентной демодуляции сигнала в приемнике цифрового радиоканалах.
4	Понятие об оптимальной фильтрации сигнала, согласованные фильтры
5	Синхронизация в цифровых радиоканалах
6	Принцип приема сигнала OFDM
7	Особенности схем SDR приемников
	<b>Заочная форма 2 семестр</b>
1	Расчет фазовых и частотных детекторов.
2	Разработка системы автоматической регулировки усиления в радиоприемнике.
3	Понятие об оптимальной фильтрации сигнала, согласованные фильтры
4	Особенности схем SDR приемников

#### Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта<sup>4</sup>

№ п\п	Темы курсовой работы /проекта
1	2
1	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала радиовещания на средних волнах
2	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала радиовещания на коротких волнах
3	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала радиовещания у диапазоне УКВ (88-108 МГц)
4	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала морской УКВ радиоустановки
5	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала цифрового избирательного вызова морской УКВ радиоустановки
6	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала морской ПВ-КВ радиоустановки
7	Расчет радиоприемного устройства, предназначенного для приема сигнала морской обзорной радиолокационной установки (выбор СВЧ части и расчет тракта ПЧ)

<sup>4</sup>Если курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

8	Расчет линейного тракта приемника SDR на частотах по выбору обучающегося
9	Расчет линейного тракта приемного устройства для приема сигнала цифрового телевидения
	Если обучающихся более 9 то тема по расчету радиоприемного устройства или его части выбирается индивидуально