

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

**Б1.О.36**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Математические основы радиосистем**

---

Разработчик (и):

Волков М.А. \_\_\_\_\_

ФИО

\_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_  
должность

\_\_\_\_\_ канд. физ.-мат. наук \_\_\_\_\_

ученая степень,  
звание

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 \_10 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)
<p>ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</p>	<p>ИД-1 Знает современное состояние области профессиональной деятельности ИД-2 Умеет искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области ИД-3 Владеет навыками работы за персональным компьютером, в том числе пакетами прикладных программ для разработки и представления документации</p>	<p><b>Знать:</b> - как устроены и как функционируют связанные радиосистемы, системы радиолокации, системы радионавигации.</p> <p><b>Уметь:</b> - анализировать сравнивать, оценивать и оптимизировать работу радиосистем в различных условиях.</p> <p><b>Владеть:</b> - методами и методиками, позволяющими сравнивать, оценивать и оптимизировать работу радиосистем в различных гелиогеофизических условиях.</p>

### 2.Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1.** Системы координат на плоскости и в пространстве Матрицы, решение систем уравнений матричным способом. Уравнение прямой и плоскости в пространстве.

**Тема 2** Структурная схема простейшей радиотехнической системы. Методы модуляции Амплитудная модуляция. Амплитудные и фазовые диаграммы.

**Тема 3** Комплексные числа и операции над ними. Различные формы представления комплексных чисел. Теорема Муавра, корень комплексного числа. Формула Эйлера. Пример расчета простейшей радиотехнической цепи с использованием комплексных чисел.

**Тема 4** Обыкновенные и дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Использование линейных уравнений с постоянными коэффициентами для описания линейных стационарных систем в радиотехнике.

**Тема 5** Спектральное описание преобразования сигналов в линейных стационарных системах. Периодические сигналы и ряды Фурье. Свойство рядов Фурье.

**Тема 6** Аналитическая геометрия в пространстве (уравнения кривой, поверхности, касательной плоскости к поверхности, нормаль к поверхности). Дифференцирование векторов, Градиент.

**Тема 7** Криволинейные интегралы и интегралы по поверхности. Формула Грина, Остроградского-Гаусса, Стокса. Дивергенция, ротор.

**Тема 8** Непериодические сигналы и преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Скалярное произведение сигналов, формула Рэлея. Спектральные плотности

неинтегрируемых сигналов Преобразования Лапласа. Решение дифференциальных уравнений операционным методом

**Тема 9** Аналитическая функция. Условия Коши-Римана. Голоморфная функция. Теорема Коши. Формула Коши. Особые точки. Разложение в ряд Лорана. Интегрирование по методу вычетов. Вычисление вычетов относительно кратных полюсов с помощью производных. Лемма Жордана. Интеграл Бромвича (обратное преобразование Лапласа).

**Тема 10** . Ортогональные сигналы. Примеры ортонормированных базисов сигналов. Идеальный низкочастотный сигнал. Ортогональная система идеальных низкочастотных сигналов. Теорема Котельникова

**Тема 11** Дискретные сигналы. Спектр дискретного сигнала. Восстановление непрерывного сигнала из дискретного сигнала.  $Z$  –преобразования. Цифровые фильтры

### **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/контрольных 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».

### **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. Акулиничев, Ю.П. Радиотехнические системы передачи информации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернгардт. — Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015.— 195 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72171.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Карпов, А.Г. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Карпов. — Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.— 230 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72123.html>.— ЭБС «IPRbooks».

#### *Дополнительная литература*

1. Вадутов, О.С. Математические основы обработки сигналов. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.С. Вадутов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34676.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Калачиков, А.А. Математические основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям / А.А. Калачиков.

— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55481.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **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 МАУ, подключенных к сети.

2) 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>

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 МАУ, 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 МАУ); 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 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) Операционная система WindowsXP ProfessionalRussianAcademicOPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08;

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

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

## **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;

1) 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.

Аудитория содержит оборудование:

- Посадочных мест – 24
- Доска аудиторная – 1
- Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории (Проектор Epson)
- Учебный макет радиопередатчика «Муссон-2» - 1 шт
- Учебный макет радиопередатчика «Барк-2» - 1 шт
- Учебный стенд по изучению конструкции ламповых радиопередатчиков -1 шт
- Учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 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.

- Посадочных мест - 12
- Доска аудиторная малая - 1
- ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт
- Приемник SDR NI USRP - 2 шт
- Комплекс NI Elvis II - 2 шт
- Плата расширения LabView : практикум по цифровым элементам информационно-измерительной техники - 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,

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины				
	Очная				
	Семестр				Всего часов
	1	2	3	4	
Аудиторные часы					
Лекции	14	14	14	14	56
Практические работы	16	16	14	16	62
Лабораторные работы	-	-			
Часы на самостоятельную и контактную работу					
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта)					
Прочая самостоятельная и контактная работа	42	78	44	42	206
Подготовка к промежуточной аттестации				36	36
Всего часов по дисциплине	72	108	72	108	360

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля					
Экзамен				+	1
Зачет/зачет с оценкой	+	+	+		3
Курсовая работа (проект)					
Количество расчетно-графических работ					
Количество контрольных работ	1	1	1	1	4

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
1.	Системы координат на плоскости и в пространстве Матрицы, решение систем уравнений матричным способом. Уравнение прямой и плоскости в пространстве
2.	Структурная схема простейшей радиотехнической системы. Методы модуляции Амплитудная модуляция. Амплитудные и фазовые диаграммы
3.	Комплексные числа и операции над ними. Различные формы представления комплексных чисел. Теорема Муавра, корень комплексного числа. Формула Эйлера. Пример расчета простейшей радиотехнической цепи с использованием комплексных чисел
4.	Обыкновенные и дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Использование линейных уравнений с постоянными коэффициентами для описания линейных стационарных систем в радиотехнике
5.	Спектральное описание преобразования сигналов в линейных стационарных системах. Периодические сигналы и ряды Фурье. Свойство рядов Фурье.
6.	Аналитическая геометрия в пространстве (уравнения кривой, поверхности, касательной плоскости к поверхности, нормаль к поверхности). Дифференцирование векторов, Градиент.
7.	Криволинейные интегралы и интегралы по поверхности. Формула Грина, Остроградского-Гаусса, Стокса. Дивергенция, ротор
8.	Непериодические сигналы и преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Скалярное произведение сигналов, формула Рэлея. Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов Преобразование Лапласа. Решение дифференциальных уравнений операционным методом.
9.	Аналитическая функция. Условия Коши-Римана. Голоморфная функция. Теорема Коши. Формула Коши. Особые точки. Разложение в ряд Лорана. Интегрирование по методу вычетов. . Вычисление вычетов относительно кратных полюсов с помощью производных. Лемма Жордана. Интеграл Бромвича (обратное преобразование Лапласа).
10.	Ортогональные сигналы. Примеры ортонормированных базисов сигналов. Идеальный низкочастотный сигнал. Ортогональная система идеальных низкочастотных сигналов. Теорема Котельникова.
11.	Дискретные сигналы. Спектр дискретного сигнала. Восстановление непрерывного сигнала из дискретного сигнала. Z –преобразование. Цифровые фильтры