

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

**Б1.В.11**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Основы теории радионавигационных систем и комплексов**

Разработчик:

Холодов Геннадий Григорьевич

ФИО

доцент

должность

кандидат технических наук

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ радиотехники и связи \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

протокол №\_8\_ от \_06.03.2024\_ года \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ РТиС \_\_\_\_\_



подпись

Борисова Л.Ф.  
ФИО

**Мурманск  
2024**

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 5 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине Б1.В.11 «Основы теории радионавигационных систем и комплексов»**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ
<b>ПК-4</b> Способен осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов	<b>ИД-1</b> <small>ПК-4</small> Знает аппаратуру обслуживаемых радиоэлектронных систем и комплексов и её функционирование <b>ИД-2</b> <small>ПК-4</small> Умеет осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов. <b>ИД-3</b> <small>ПК-4</small> Владеет навыками эксплуатации и технического обслуживания радиоэлектронных систем и комплексов.	<b>Знать:</b> - методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности. <b>Уметь:</b> - применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации <b>Владеть:</b> - методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем	

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

1. Введение. Международные организации и документы по использованию радионавигационных средств на море. Радионавигационные средства для определения места судна и оценка окружающей обстановки. Радиотехнические методы определения места судна. Классификация радионавигационных систем. Основные эксплуатационные требования. Оценка точности РНС..

2. Круговые радиомаяки. Назначение и устройство. Основные характеристики и режимы работы. Маркерные и радиодевиационные радиомаяки. Аэрорадиомаяки, радиостанции ЦТГ и суда службы погоды

3. Створные радиомаяки. Равносигнальная зона и способы ее формирования. Основные характеристики и особенности использования.

4. Секторные радиомаяки. Принцип действия и устройство. Получение многолепестковых диаграмм направленности. Формирование равносигнальных зон. Принцип определения направления. Методы и приборы для повышения точности счета сигналов. Дальность действия и точность.

5. Радиопеленгаторы. Основы теории радиопеленгования. Классификация радиопеленгаторов. Антенные устройства радиопеленгаторов. Рамочная антенна, штыревая антенна, диаграммы направленности. Антенный эффект рамки и его устранение.

6. Радиопеленгаторы слуховые. Принцип действия. Погрешности, вызываемые радиогониометром. Определение стороны. Устройство и конструкция слухового радиопеленгатора на примере «Рыбка М». Функциональные и электронные схемы. Пеленгование с помощью радиопеленгатора «Рыбка М».

7. Радиодевиация судового радиопеленгатора. Основы теории радиодевиации. Анализ причин вызывающих радиодевиацию. Коэффициенты постоянной радиодевиации А, В, С, D, F, H. Компенсация

радиодевииации. Электрическая компенсация. Механическая компенсация. Способы определения радиодевииации. Вычисления при радиодевииационных работах.

8. Фазовые РНС. Принципы построения фазовых радионавигационных систем. Методы фазовых измерений. Дальномерные и разностно-дальномерные фазовые радионавигационные системы. Методы селекции сигналов. Многозначность фазовых измерений и ее разрешение. Фазовая дорожка. Метод привязки. Метод излучения дополнительных частот. Метод разрешения многозначности при импульсном характере сигналов.

9. Фазовая радионавигационная система с частотной селекцией «Декка». Обеспечение когерентности излучаемых сигналов. Диаграмма излучений станций. Дорожки в системе «Декка». Береговые станции. Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Погрешности, вызванные влиянием отраженного от ионосферы луча. Изолинии точности системы «Декка». Корреляционные связи между результатами измерений.

10. Судовой приёмник «Пирс-2» системы «Декка». Функциональная схема приёмника. Конструкция приёмника. Порядок использования

11. Фазовая радионавигационная система с временной селекцией «Омега». Принцип действия системы. Береговые станции системы. Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Поправки для компенсации. Влияние условий распространения радиоволн на дальность приёма сигналов станций. Дифференциальная система «Омега». Судовые приёмники системы.

12. ИФРНС. Принцип построения импульсных РНС. Методы измерения временных интервалов, используемые в импульсных РНС. Приёмники системы. Состав оборудования. Функциональные и электрические схемы. Цифровой временной модулятор. Преобразователь код-время по принципу сравнения. Принцип действия ИФРНС. ИФРНС «Лоран-С». Структура сигналов береговых станций. Устранение влияния кратных отражений путем фазового кодирования. Огибающая импульса системы «Лоран-С». Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Задержка пространственной волны относительно поверхностной для частоты 100 кГц. Система поправок.

13. Судовые приёмники для системы «Лоран-С». Полуавтоматический приёмник КПИ-5Ф. Основные характеристики приёмника, принцип действия. Приемное устройство. Индикатор. Измерительная система приёмника. Автоматическая следящая система. Конструктивное исполнение индикатора. Устройство синхронной фильтрации. Порядок использования приёмника. Автоматические приёмники «Эльдорадо» Цепи с магнитными связями. Основные понятия, определения, единицы измерения. ЭДС взаимной индукции. Условные обозначения индуктивных связей в схемах. Последовательное соединение магнитно связанных катушек индуктивности. Опытное определение взаимной индуктивности катушек. Параллельное соединение магнитно связанных катушек индуктивности. Эквивалентная замена индуктивных связей электрическими. Эквивалентные Г-образные схемы замещения индуктивно связанных контуров. Вносимое сопротивление. Перенос мощности в магнитно связанных цепях.

14. Автоматическая идентификационная система АИС. Международные требования. Назначение АИС. Преимущества и ограничения АИС. Общий принцип функционирования АИС. Передаваемая и принимаемая информация АИС. Интенсивность передачи. УКВ каналы АИС. Функционирование АИС на различных информационных уровнях. Модель взаимодействия открытых информационных

15. Сообщения АИС. Работа АИС с аппаратурой дальней связи. Судовая аппаратура АИС. Типы станций АИС. Состав судовой аппаратуры АИС. Отображение информации АИС. Основные узлы станции АИС. Диагностика неисправностей. Особенности установки аппаратуры АИС на морских судах. Использование АИС в системах регулирования движением судов.

16. Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками. Принцип построения радионавигационных систем с орбитальными радионавигационными точками (РНТ). Структура РНС с орбитальными РНТ. Характеристика системы орбитальных РНТ. Информационное обеспечение РНС с орбитальными РНТ. Спутниковая РНС ГЛОНАСС. Спутниковая РНС GPS. Спутниковая РНС GALILEO. Интеграция среднеорбитальных РНС. EGNOS, WAAS, MSAS.

17. Радиосигналы в спутниковых РНС. Общие требования к радиосигналам. Особенности радиосигнала в спутниковой РНС ГЛОНАСС. Особенности радиосигнала в спутниковой РНС НАВСТАР. Разделение сигналов в спутниковых РНС.

18. Принцип действия судовой измерительно-вычислительной аппаратуры. Общие характеристики аппаратуры. Измеряемые радионавигационные параметры. Поиск радиосигналов в НИСЗ. Принципы оценки радионавигационных параметров. Решение навигационной задачи.

19. Точность определения координат судна в спутниковых РНС. Характеристика факторов, влияющих на точность определения места судна. Инструментальные погрешности судовой измерительной аппаратуры. Погрешности, обусловленные влиянием условий распространения радиоволн. Геометрический фактор.

20. Дифференциальный режим спутниковых РНС. Общая характеристика дифференциального

режима. Методы дифференциальных определений. Средства передачи корректирующей информации. Система мониторинга СРНС

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины «Основы теории радионавигационных систем и комплексов»**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине «Основы теории радионавигационных систем и комплексов» 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 «Основы теории радионавигационных систем и комплексов» представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы теории радионавигационных систем и комплексов»**

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**

#### *Основная литература:*

1. Никитенко Ю.И. Судовые радионавигационные системы / Ю.И. Никитенко, В.И. Быков. - М. : Транспорт, 1992.
2. Василенко А.В. Радионавигационные приборы и системы / А.В. Василенко, Б.С. Розен. - М. : Агропромиздат, 1986.
3. Власов П.П. Радионавигационные системы – Мурманск : МГА, 1994.
4. Козулов В.Ф. Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками. – Калининград : БГА, 2003.

#### *Дополнительная литература:*

1. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.
2. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 268 с.
3. Евдокимов О.Ю., Евдокимов Ю.Ф. Спутниковые системы определения местоположения объектов. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002 – 123 с
4. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования, Под ред. , – М.: Радиотехника, 2010.
5. Дудко Б. П. Радионавигация: учебное пособие. – Томск.: ТУСУР, 2003, 180 с.
6. Дудко Б. П. Радионавигационные системы: лабораторный практикум. – Томск.: ТУСУР, 2005, 155 с.
7. Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др. Под ред. Ю.М. Казаринова. Радиотехнические системы: Учебн. Для вузов/ – М.:Высш.шк., 2001. - 496с
8. Михрин, Л. М. Судовое оборудование / Л. М. Михрин. - СПб. : ООО «Морсар», 2010. - 355, с.
9. Березенцев Ю.С. Основы радиолокации и устройство судовых РЛС : учеб. пособие для студентов вузов вод. трансп. судовод. спец. / Березенцев Ю.С. - М-во трансп. Рос. Федерации, Федер. агентство мор. и реч. трансп., ФГОУ ВПО «НГАВТ» . - Новосибирск : НГАВТ, 2010. - 108 с.

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

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»\_- URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 4) Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>
- 5) ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>
- 6) ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>
- 7) ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>
- 8) БС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniy.com>

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

- 1) Windows XP Professional Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08
- 2) Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader
- 3) Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;
- 4) Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;
- 5) MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)
- 6) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), Dr.Web Server Security Suite (антивирус) (договор №8630 от 03.06.2019.)

## **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;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;
- "Лаборатория радионавигационных систем". Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2, Аудитория 511 аВ. Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.
- «Лаборатория радиолокационных систем». Учебный корпус по адресу 183010, Мурманск область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2, Аудитория 511 бВ Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## **10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности**

**Таблица 1 - Распределение трудоемкости**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов**

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	8							
Лекции	22			22				
Практические занятия	16			16				
Лабораторные работы	16			16				
Самостоятельная работа	90			90				
Подготовка и сдача экзамена (контроль)	36			36				
КСР	-							
Всего часов по дисциплине	180			180				
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля								
Экзамен	+	-	-	+				
Зачет/зачет с оценкой	-	-	-	-				
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-				
Количество расчетно-графических работ	+	-	-	+				
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 работы радиопеленгаторов «Рыбка М», «Румб
2.	Исследование работы судового приёмоиндикатора «Пирс-2» системы «Декка».
3.	Исследование работы полуавтоматического приёмоиндикатора КПИ-5Ф

**Перечень практических занятий по формам обучения**

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
1.	Основные узлы станции АИС. Диагностика неисправностей
2.	Особенности радиосигнала спутниковой РНС ГЛОНАСС
3.	Методы дифференциальных определений

**Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта/РГР**

№ п\п	Темы курсовой работы /проекта/РГР
1	2
1.	1. Расчет основных характеристик ИФ РНС Лоран-С и приёмоиндикатора этой системы
2.	2. Расчет рабочей зоны судового приёмоиндикатора «Пирс-2» системы «Декка»