

**Компонент ОПОП 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**  
**Специализация Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте**  
**и их информационная защита**  
наименование ОПОП

**Б1.В.ДВ.02.02**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины  
(модуля)

**Основы теории колебаний**

---

Разработчик:

\_\_\_\_Волков М.А.\_\_\_\_  
ФИО

\_\_\_\_доцент\_\_\_\_  
должность

канд. физ.-мат. наук

\_\_\_\_доцент\_\_\_\_  
звание

Утверждено на заседании кафедры

\_\_\_\_радиотехники и связи\_\_\_\_  
наименование кафедры

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

Заведующий кафедрой радиотехники и связи



\_\_\_\_Борисова Л.Ф.\_\_\_\_

**Мурманск**  
**2024**

## Пояснительная записка

Объем дисциплины \_4\_ з. е.

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

| Компетенции                                                                                              | Индикаторы достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Результаты обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-9</b><br>Способен осуществлять ведение рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи | <p><b>ИД-1</b> ПК-9<br/>понимает порядок ведения рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи</p> <p><b>ИД-2</b> ПК-9<br/>осуществляет работу по ведению рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи</p> <p><b>ИД-3</b> ПК-9<br/>применяет навыки ведения рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи</p> | <p><b>Знать:</b><br/>основные показатели состояния ионосферы, влияние их на распространение радиоволн</p> <p><b>Уметь:</b><br/>давать прогноз на распространение радиоволн, пользуясь данными состояния ионосферы</p> <p><b>Владеть:</b><br/>пакетом математических программ расчета распространения радиоволн</p> |

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1.** Природные явления в околоземном космическом пространстве, влияющие на жизнедеятельность человека: полярные сияния и связанные с ними магнитные бури, нарушения радиосвязи, аварии на линиях передачи электроэнергии и трубопроводах, радиационная безопасность космических полетов; озоновые дыры; потепление климата; геомагнитно неблагоприятные для здоровья дни. Науки, изучающие эти явления: метеорология, физика атмосферы, оптика, геофизика (физика ионосферы и магнитосферы), радиофизика (распространение радиоволн и радиофизические методы исследования ионосферы и атмосферы), физика плазмы, астрофизика (физика Солнца).

**Тема 2.** Нейтральная атмосфера, ионосфера, магнитосфера. Нейтральные и заряженные частицы (электроны и ионы). Ионизация. Потенциал ионизации. Солнце как источник ионизирующего излучения. Солнечная активность. Солнечный ветер

**Тема 3** Межпланетное магнитное поле. Солнечные вспышки. Геомагнитное поле. Электрические токи как источник геомагнитного поля. Магнитосфера Земли, магнитопауза. Ударная волна. Хвост магнитосферы. Плазма в магнитосфере. Плазмосфера. Плазменный слой. Геомагнитные вариации, геомагнитная активность, геомагнитные бури и суббури, полярные сияния.

**Тема 4.** Ионосфера как плазма. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Гирорадиус, Гирочастота. Магнитный момент. Дрейфы заряженных частиц в магнитном поле. Ведущий центр. Вмороженность магнитного поля в плазму. Магнитная ловушка. Питч-угол. Квазинейтральность, плазменная частота, радиус Дебая. Соударения в плазме. Ток в плазме. Магнитное давление. Диамагнетизм плазмы. Закон Ома. Проводимости плазмы в постоянных электрическом и магнитном полях. Условие замагниченности плазмы.

**Тема 5.** Тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера. Гидростатическое

равновесие. Барометрическая формула. Диффузионное равновесие. Фотодиссоциация. Диффузия. Тепловой режим нейтральной атмосферы. Вариации температуры и состава. Модели нейтральной атмосферы.

**Тема 6.** Области D,E,F1,F2, протоносфера. Ионный состав. Фотоионизация. Слой Чепмена. Корпускулярная ионизация. Рекомбинация. Ионно-молекулярные реакции. Квадратичный и линейный законы потерь электронов. Времена жизни и времена переноса. Амбиполярная диффузия. Ветровое увлечение. Электромагнитный дрейф. Роль процессов переноса в формировании ионосферных слоев. Тепловой режим электронов и ионов.

**Тема 7.** Электромагнитные волны в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Магнитоионная теория распространения радиоволн. Поглощение радиоволн. Вертикальное зондирование ионосферы, наклонное и возвратно-наклонное зондирование.

**Тема 8.** Судовые антенно-фидерные устройства. Зондирование со спутников. Измерение поглощения. Риометры. Измерение интегрального содержания. Метод частичных отражений. Радиоавроральные измерения. Метод некогерентного рассеяния радиоволн. Зондовые измерения на космических аппаратах. Оптические измерения.

**Тема 9.** Распространение дециметровых и сантиметровых радиоволн через атмосферу и ионосферу. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления.

**Тема 10.** Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере. Влияние атмосферы и ионосферы на амплитуду, фазу и частоту радиоволн.

**Тема 11.** Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов. Радиозатменный метод исследования ионосферы. Радиосигналы метеорологических, навигационных спутников в высоких широтах.

### **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 (выбрать) 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. Яковлев, О. И. Распространение радиоволн : Учебник / В. П. Якубов, В. П. Урядов, А. Г. Павельев / Под ред. О. И. Яковлева. – М. : ЛЕНАНД, 2009. – 496 с.
2. Носов, В. И. Распространение радиоволн и проектирование радиорелейных линий прямой видимости [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. И. Носов.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики, 2010. — 202 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40546.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Гончаренко, И.В. Антенны КВ и УКВ. - М.: РадиоСофт, 2010.

#### ***Дополнительная литература:***

1. О модельном распределении электронной концентрации в высокоширотной ионосфере / А. В. Гурин [и др.] Вестник МГТУ : тр. Мурман. гос. техн. ун-та. - 2011. - Т. 14, № 3. - С. 638-644.

2. Золотов, О. В. Эффекты землетрясений в вариациях полного электронного содержания ионосферы : автореф. дис. ... канд. физико-мат. наук : 25.00.29 / О. В. Золотов; ФГБОУ ВПО «Мурман. гос. техн. ун-т». - Мурманск, 2015. - 18 с. : ил. - Библиогр.: с. 19.

3. Фальковский О. И. Техническая электродинамика : учебник для вузов / О.И. Фальковский. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009. - 429, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 423-424. - ISBN 978-5-8114-0980-8 : 389-40; 405-79.

4. Мандель, А. Е. Распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. Е. Мандель, В. А. Замотринский. — Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 163 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13969.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 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 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 2009г.)

## 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, 512 В - Лаборатория электродинамики и распространения радиоволн

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

Количество столов - 12

Количество стульев - 24

Посадочных мест - 24

Доска аудиторная - 1

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике: «Поляризация плоских волн» - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Отражение плоских волн», - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Электромагнитные поля в волноводах», - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Излучение элементарных источников» - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Электромагнитные волны в анизотропных средах» - 1 шт., Учебные макеты антенн - 4 шт.,

Учебный макет генератора Г4-76А, - 1 шт.,

Учебный макет Измерительного приемника RFT SMV 8.5 - 1 шт.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

| Вид учебной деятельности | Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения |  |  |             |              |  |  |             |              |    |  |             |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|--|-------------|--------------|--|--|-------------|--------------|----|--|-------------|
|                          | Очная                                                             |  |  |             | Очно-заочная |  |  |             | Заочная      |    |  |             |
|                          | Семестр                                                           |  |  | Всего часов | Семестр      |  |  | Всего часов | Семестр/Курс |    |  | Всего часов |
|                          |                                                                   |  |  |             |              |  |  |             | 5/3          |    |  |             |
| Лекции                   |                                                                   |  |  |             |              |  |  |             | 6            |    |  |             |
| Практические занятия     |                                                                   |  |  |             |              |  |  |             |              |    |  |             |
| Лабораторные работы      |                                                                   |  |  |             |              |  |  |             |              | 6  |  |             |
| Самостоятельная работа   |                                                                   |  |  |             |              |  |  |             | 66           | 62 |  |             |

|                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-----------|--|--|
| Подготовка к промежуточной аттестации                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 4         |  |  |
| <b>Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки</b> |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>72</b> | <b>72</b> |  |  |
|                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |  |  |

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

#### Перечень лабораторных работ по формам обучения

| № п\п    | Темы лабораторных работ                                                                         |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>2</b>                                                                                        |
|          | <b>Заочная форма</b>                                                                            |
| 1.       | Исследование нейтральной ионосферы                                                              |
| 2.       | Исследование процессов ионизации, рекомбинации, переноса в ионосфере                            |
| 3.       | Исследование скорости образования ионов атмосферных газов с использованием Чепменовской функции |
| 4.       | Исследование проводимости слоя в ионосфере                                                      |
| 5.       | Магнитосферно-ионосферная конвекция                                                             |
| 6.       | Экранирование электрических полей в ионосфере                                                   |
| 7.       | Расчет траектории КВ волн в ионосфере                                                           |