

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Основы теории колебаний**

Разработчик (и):

\_\_\_ Волков М.А. \_\_\_

ФИО

\_\_\_ доцент \_\_\_

должность

канд. физ.-мат. наук

\_\_\_

ученая степень,

\_\_\_ доцент \_\_\_

звание

Утверждено на заседании кафедры

\_\_\_ радиотехники и связи \_\_\_

наименование кафедры

протокол № 1 от 05.09.2023 года \_\_\_

Заведующий кафедрой радиотехники и связи



\_\_\_ Борисова Л.Ф. \_\_\_

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з. 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)	Соответствие Кодексу ПДНВ <sup>2</sup>
<b>ПК-9</b> Способен осуществлять ведение рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи	<b>ИД-1</b> ПК-9 понимает порядок ведения рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи  <b>ИД-2</b> ПК-9 осуществляет работу по ведению рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи  <b>ИД-3</b> ПК-9 применяет навыки ведения рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи	<b>Знать:</b> основные показатели состояния ионосферы, влияние их на распространение радиоволн <b>Уметь:</b> давать прогноз на распространение радиоволн, пользуясь данными состояния ионосферы <b>Владеть:</b> пакетом математических программ расчета распространения радиоволн	Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ

### 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.

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

<sup>2</sup> Только для конвенционных специальностей (для остальных направлений подготовки/специальностей столбец удалить)

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.



### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
<b>Очная 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
<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

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

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
<b>Очная форма</b>	
1.	Нейтральная ионосфера
2.	Процессы ионизации, рекомбинации и переноса в ионосфере
3.	Скорости образования ионов атмосферных газов с использованием Чепменовской функции
4.	проводимости ионосферы
5.	Магнитосферно-ионосферная конвекция
6.	Экранирование электрических полей в ионосфере
7.	Траектории КВ волн в ионосфере
<b>Заочная форма</b>	
	Не предусмотрено

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