

Компонент ОПОП 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования
Специализация Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте
и их информационная защита
наименование ОПОП
Б1.В.ДВ.02.01
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины **Физика ионосферы и трансионосферное распространение**
(модуля) **радиоволн**

Разработчик:

___Волков М. А._____
ФИО

___доцент_____
должность

канд. физ.-мат. наук
ученая степень,

___доцент_____
звание

Утверждено на заседании кафедры

___радиотехники и связи_____
наименование кафедры

протокол №_7_ от __04.03.2025 года_____

И. о. заведующего кафедрой радиотехники
и связи



___А. Е. Шульженко_____
ФИО

Мурманск
2025

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	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ
ПК-9 Способен осуществлять ведение рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи	ИД-1 ПК-9 понимает порядок ведения рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи ИД-2 ПК-9 осуществляет работу по ведению рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи ИД-3 ПК-9 применяет навыки ведения рабочего (вахтенного) журнала берегового объекта радиосвязи	Знать: основные показатели состояния ионосферы, влияние их на распространение радиоволн Уметь: давать прогноз на распространение радиоволн, пользуясь данными состояния ионосферы Владеть: 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. 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 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 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			6
Практические занятия												
Лабораторные работы										6		6
Самостоятельная работа									66	62		128
Подготовка к промежуточной аттестации										4		4
Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки									72	72		144

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
	Заочная форма
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