

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы
при изучении дисциплины (модуля)**

Дисциплина	<u>Б1.В.ДВ.02.01 Физика ионосферы</u> <small>код и наименование дисциплины</small>
Специальность	<u>25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования</u> <small>код и наименование специальности</small>
Специализация	<u>Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота</u> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
Разработчик	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент Волков М.А.</u> <small>уч. степень, уч. звание, должность, ФИО</small>

Мурманск
2019

Составитель – Волков Михаил Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

1. Цель дисциплины:

- формирование компетенций в эксплуатационно-технической области профессиональной деятельности, в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

2. Задачи дисциплины:

- дать необходимые знания по основам физики ионосферы как среды распространения радиоволн. Основное внимание уделить процессам в полярной ионосфере, где помимо волнового излучения важную, а порой определяющую роль ионизирующего источника играет корпускулярное излучение, что позволит находить оптимальный подход к решению вопросов организации и эксплуатации систем и средств радиосвязи, радиолокации, радионавигации в высоких широтах.

3. Содержание основных разделов дисциплины:

Глава 1. Введение в спецкурс

Глава 2. Строение околоземного космического пространства

Глава 3. Основы физики плазмы

Глава 4. Нейтральная атмосфера Земли

Глава 5. Процессы в ионосфере и высотное распределение ионосферных параметров

Глава 6. Вариации ионосферных параметров

Глава 7. Ионосферные измерения

4. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

Компетенции ФГОС

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1	ПК-25	Компоненты компетенции полностью соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией»	знать: - современные методы и средства получения информации об ионосфере; уметь: ориентироваться в многообразии современных технических средств получения информации о полярной ионосфере; владеть: навыками компьютерного моделирования физических процессов в ионосфере.
2	ПК-2	Компоненты компетенции полностью соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «способностью генерирования идей, решения задач по созданию теоретических моделей, позволяющих прогнозировать изменение свойств объектов профессиональной деятельности»	знать: - основы физики ионосферы как среды распространения информационно-навигационных радиосигналов; - элементы гелио-магнитосферно-ионосферных связей; уметь: - определять самостоятельно особенности ионосферы в различных гелио-геофизических условиях; владеть: - навыками построения теоретических моделей для описания процессов в ионосфере
3	ПК-3	Компоненты компетенции полностью соотносятся с со-	знать: - влияние ионосферы на распространение

	<p>держанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «способностью выполнять действия, связанные с технической эксплуатацией судовых средств радиосвязи и радионавигации»</p>	<p>информационно-навигационных радиосигналов; уметь: - решать вопросы прохождения радионавигационных сигналов в условиях возмущения в ионосфере; владеть: - навыками технической эксплуатацией судовых средств радиосвязи и радионавигации с учетом влияния ионосферы</p>
--	---	---

Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения							
		Очная				Заочная			
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1	<p>Раздел 1. Введение в спецкурс</p> <p>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).</p>	2	-	-	4				6
2	<p>Раздел 2. Строение околоземного космического пространства</p> <p>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.</p>	2	-	-	2	2			6

3	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.	2	-	-	2				6
4	Раздел 3. Основы физики плазмы 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.	2	-	4	6	2			6
5	Раздел 4. Нейтральная атмосфера Земли 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.	2	-	4	4				6
6	Раздел 5. Процессы в ионосфере и высотное распределение ионосферных параметров 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.	2	-	4	6				6

7	Раздел 6. Вариации ионосферных параметров Тема 7. Широтные вариации. Экваториальная аномалия. Главный ионосферный провал. Авроральная зона. Полярная шапка. Электрическое поле магнитосферной конвекции. Область каспа. Сезонные вариации. Зимняя аномалия области F. Зимняя аномалия области D. Физические механизмы формирования сезонно-широтных вариаций ионосферных параметров. Ионосферные возмущения и механизмы их формирования. Ионосферная буря.	2	-	2	6				6
8	Раздел 7. Ионосферные измерения Тема 8. Электромагнитные волны в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Магнитоионная теория распространения радиоволн. Поглощение радиоволн. Вертикальное зондирование ионосферы. наклонное и возвратно-наклонное зондирование.	2	-	2	2			2	9
9	Тема 9. 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.	2	-	2	4				9
	Итого за 5 семестр:	18	0	18	36				
	Итого за дисциплину:	18	0	18	36	4		2	60

Перечень практических работ

№ п\п	Наименование практических работ	Кол-во часов	№ темы по Таблице 2
1	2	3	4
1	Основы физики плазмы	4	2, 3, 4
2	Нейтральная атмосфера Земли	4	5
3	Процессы в ионосфере Земли	4	6
4	Вариации ионосферных параметров	2	7
5	Ионосферные измерения	4	8, 9
	Итого:	18	

5. Методические рекомендации

5.1 Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий

- В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.
- Обучающемуся, в ходе лекционных занятий, необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве.
- Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуется активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

5.2 Методические указания к выполнению практических работ

- Практические работы сочетают элементы теоретического исследования и практических навыков. Выполняя практические работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, практически осваивая конкретные решения, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение практических работ направлено на:
 - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания для практической деятельности;
 - развитие теоретических, аналитических, проектировочных, знаний и умений;
 - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Практические занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в учебных помещениях и лабораториях, при необходимости, с использованием к сети интернет.
- Форма организации обучающихся для проведения практического занятия – групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения практической работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

5.3 Проведение занятий в интерактивной форме

- Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуа-

ции, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

- Интерактивная форма обучения реализуется в виде проблемных лекций, коллективных решениях творческих задач и использовании метода проектов.

- **Проблемная лекция.** На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания обучающихся в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Разрешение проблемной ситуации происходит путем организации направления поиска ее решения, выдвижения гипотез и их проверки, решения задач различными способами, нахождения наиболее рационального пути решения и т.д.; анализа полученного результата, обсуждения противоречий или неоднозначности выводов и т.п.

- **Коллективные решения творческих задач.** Под творческими заданиями понимаются такие учебные задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, несколько методов решения.

5.4 Методические рекомендации к самостоятельной работе

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;

- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

5.5 Методические рекомендации по решению тестовых заданий

- Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.
- При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным.
- Ответы правильные выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим символом.

Вопросы для самоконтроля

Содержание комплекса заданий по вариантам (не менее 5):

Вариант № 1

1. Записать выражение для высоты однородной атмосферы.
2. Записать уравнение движения электрона в столкновительной немагнитной плазме.
3. Назвать источники ионизации в ионосфере.

Задание № 2

1. Записать уравнение баланса (непрерывности) в ионосфере.
2. Закон рекомбинации на разных высотах ионосферы.
3. Структура ионосферы, зависимость структуры от времени суток и солнечной активности.

Задание № 3

1. Анизотропная проводимость ионосферы, проводимости Педерсена, Холла, Каулинга.
2. Электрическая конвекция ионосферной плазмы.
3. Измерение электрических полей в ионосфере.

Задание № 4

1. Суббуря, электроджет.
2. Возмущение магнитного поля, источники возмущения.
3. Рассчитать продольную проводимость по концентрации и частоте столкновений.

Задание № 5

1. Получить дисперсионное уравнение для электромагнитных волн в холодной немагнитной плазме.
2. Магнитосфера.
3. Барометрическая формула.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература (с грифом)

1. Яковлев О. И., Якубов В. П. Распространение радиоволн. Учебник. М., ЛЕНИЗДАТ. 2009.
2. Носов В.И. Распространение радиоволн и проектирование радиорелейных линий прямой видимости [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Носов В.И.— Электрон. текстовые дан-ные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010.— 202 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40546.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. И.В.Гончаренко. Антенны КВ и УКВ. М.: РадиоСофт. 2010.

Дополнительная литература

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

3. 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. 94 - 3-81
4. 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.
5. Мандель А.Е. Распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мандель А.Е., Замотринский В.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 163 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13969.html>.— ЭБС «IPRbooks»