

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)**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Дисциплина</b>    | <b>Б1.В.ДВ.03.01 «Трансионосферное<br/>распространение радиоволн»</b><br><small>код, вид, тип и наименование практики по учебному плану</small>  |
| <b>Специальность</b> | <b>25.05.03 Техническая эксплуатация</b><br><small>код и наименование направления подготовки /специальности</small>  |
| <b>Специализация</b> | <b>транспортного радиооборудования</b><br><b>Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования</b><br><b>промыслового флота</b><br><small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной<br/>программы</small> |
| <b>Разработчик</b>   | <b>Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент Волков<br/>М.А.</b>  |

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.

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**1. Целью дисциплины (модуля) «Трансионосферное распространение радиоволн»** является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования

### **2. Задачи:**

- формирование знаний об основных колебательно-волновых явлениях и способах их описания на примерах простых моделей и систем;
- получение навыков анализа и расчета моделей простых колебательных и автоколебательных систем.

### **3. Содержание разделов дисциплины:**

1. Распространение дециметровых и сантиметровых радиоволн через атмосферу и ионосферу.
2. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления.
3. Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере.
4. Влияние атмосферы и ионосферы на амплитуду, фазу и частоту радиоволн.
5. Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов.
6. Радиозатменный метод исследования ионосферы.
7. Радиосигналы метеорологических, навигационных спутников в высоких широтах.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

#### ***Знать:***

- физическое строение среды распространения информационных сигналов в полярных районах Земли;
- основные электродинамические процессы на Земле и в околоземном космическом пространстве, аналогию в электродинамике, механике, оптике;
- уравнения Максвелла и их следствия в теоретических и практических исследованиях.

#### ***Уметь:***

- пользоваться свободно распространяемым ПО для расчета радиотрасс распространения и характеристик радиосигналов;
- составлять и решать уравнения электродинамики при заданных начальных и граничных условиях, характерных для радиофизических задач.

#### ***Владеть:***

- навыками работы с радиофизическими задачами;
- навыками расчета трасс распространения радиоволн;
- навыками пользования специального ПО.

**Перечень примерных тем контрольной работы:**

1. Прием радиосигналов метеорологических NOAA и навигационных GPS спутников в высоких широтах.

4. Процесс изучения дисциплины «Трансионосферное распространение радиоволн» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»:

| № п/п | Код компетенции   | Компоненты компетенции, степень их реализации  | Результаты обучения  |
|-------|---|--|--|
| 1     | ПК-26<br>Способность разрабатывать планы, программы и методики проведения исследований объектов профессиональной деятельности на основе информационного поиска и анализа информации по объектам исследований. | Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью | <b>Знать:</b> основные методы проведения информационного поиска.<br><b>Уметь:</b> формулировать цели, задачи и планы для проведения исследований объектов профессиональной деятельности.<br><b>Владеть:</b> знаниями, позволяющими проводить информационный поиск. |

#### 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 | ПР | СР | Л       | ЛР | ПР | СР |
| 1     | Тема 1. Распространение дециметровых и сантиметровых радиоволн через атмосферу и ионосферу                                     | 2  | -  | 2  | 4  | -       | -  | -  | 10 |
| 2     | Тема 2. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления. | 4  | -  | 2  | 4  | 2       | -  | 2  | 8  |
| 3     | Тема 3. Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере.  | 2  | -  | 2  | 6  | 2       | -  | 2  | 8  |
| 4     | Тема 4. Влияние атмосферы и ионосферы на амплитуду, фазу и частоту радиоволн.  | 4  | -  | 2  | 2  | 2       | -  | 2  | 8  |
| 5     | Тема 5. Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов.   | 2  | -  | 4  | 8  | -       | -  | -  | 8  |
| 6     | Тема 6. Радиозатменный метод исследования ионосферы.   | 2  | -  | 2  | 4  | -       | -  | -  | 8  |

|   |  |    |   |    |    |   |   |   |    |
|---|--|----|---|----|----|---|---|---|----|
| 7 | Тема 7. Радиосигналы метеорологических, навигационных спутников в высоких широтах. | 2  | - | 4  | 8  | - | - | - | 10 |
|   | Итого за 6 семестр:  | 18 | 0 | 18 | 36 | 4 | - | 8 | 60 |
|   | Итого за дисциплину:   | 18 | 0 | 18 | 36 | 4 | - | 8 | 60 |

#### Перечень практических работ

| № п/п | Наименование практических работ   | Кол-во часов |
|-------|---|--------------|
| 1     | 2   | 3            |
| 1     | Распространение дециметровых и сантиметровых радиоволн через атмосферу и ионосферу широт.   | 2            |
| 2     | Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Статистические характеристики неоднородностей коэффициента преломления в полярных районах. | 2            |
| 3     | Запаздывание радиоволн в атмосфере и ионосфере.   | 2            |
| 4     | Влияние атмосферы и ионосферы на амплитуду, фазу и частоту радиоволн.   | 2            |
| 5     | Принципы мониторинга ионосферы с помощью сигналов космических аппаратов.  | 4            |
| 6     | Радиозатменный метод исследования ионосферы.  | 2            |
| 7     | Радиосигналы метеорологических, навигационных спутников в высоких широтах.  | 4            |
|       | <b>Итого:</b>   | 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. Рекомендуются 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 ситуации, 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.

### **5.6 Методические рекомендации по подготовке презентации**

#### **Алгоритм создания презентации:**

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап – основные тезисы, выводы.

#### **Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:**

- первый слайд – титульный, предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
- оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

#### **Требования к оформлению и представлению презентации:**

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
- Тщательно структурированная информация.
- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
- Графика должна органично дополнять текст.

- Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

### **5.7 Методические рекомендации по подготовке доклада**

#### **Алгоритм создания доклада:**

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **5.8 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ**

- Контрольная работа является одним из видов учебной работы обучающихся и самостоятельной работы студентов-заочников, формой контроля освоения ими учебного материала по дисциплине, уровня знаний, умений и навыков.

Основные задачи выполняемой работы:

- закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- выработка навыков самостоятельной работы;
- определение степени подготовленности студента к будущей практической работе.
- Контрольная работа – это своеобразный письменный экзамен, который требует серьезной подготовки. При подготовке контрольных работ необходимо руководствоваться тематикой, которую рекомендует преподаватель, выбрав один из вариантов. Варианты контрольных работ распределяются преподавателем дисциплины.
- Письменную контрольную работу желательно представить в печатном виде, формат-А-4, шрифт-14, межстрочный интервал-1,5, поля: верхнее поле – не менее 15 мм, нижнее поле – не менее 15 мм, левое поле – не менее 30 мм, правое поле – не менее 15 мм; нумерация страниц в правом верхнем углу обязательна. Объем работы зависит от дисциплины и определяется преподавателем.

## **Список рекомендуемой литературы**

### **Основная литература:**

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 данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010.— 202 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40546.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Семенов А. И. Распространение радиоволн по естественным трассам. Учеб. Пособие для вузов. М., САЙНС-ПРЕСС. 2005.
4. Шарыгина Л.И. Хронология развития радиоэлектроники : учебное пособие для вузов. Томск: ТУСУР. 2009.

### **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. 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»
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

### **Ресурсы электронных библиотечных систем**

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>
2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>
3. ЭБС ВООК.ru - <http://book.ru/>
4. ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>
5. ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniy.com>
6. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>