

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	Б1.В.ДВ.05.01 «Трансионосферное распространение радиоволн» <small>код, вид, тип и наименование практики по учебному плану</small>
Специальность	11.05.01 Радиоэлектронные системы и КОМПЛЕКСЫ <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small>
Специализация	Радиоэлектронные системы передачи информации <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
Разработчик	Доцент каф. РЭСиТРО М.А.Волков

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 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

2.Задача:

дать фундаментальные представления о строении полярной атмосферы и ионизированной оболочке Земли, с одной стороны, как средах распространения информационных радиосигналов и, с другой стороны, как основной части любой телекоммуникационной системы, особенностях ионосферного распространения радиоволн в высоких широтах, возможностях использования в телекоммуникациях высоких широт зондировании ионосферы радиосигналами ЛЧМ, излучении, приеме и обработке информации ЛЧМ зонда в неоднородной, неравновесной полярной ионосфере.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- строение полярной атмосферы и ионизированной оболочке Земли, как среды распространения информационных радиосигналов и основной части любой телекоммуникационной системы;

- особенности ионосферного распространения радиоволн в высоких широтах;

- возможности использования в телекоммуникациях высоких широт зондировании ионосферы радиосигналами ЛЧМ, излучении, приеме и обработке информации ЛЧМ зонда в неоднородной, неравновесной полярной ионосфере.

Уметь:

- пользоваться свободно распространяемым ПО для расчета радиотрасс распространения и характеристик радиосигналов;

- управлять работой (излучение, прием и обработка информации) ЛЧМ зонда в условиях неоднородной, неравновесной полярной ионосферы.

Владеть:

- навыками использования свободно распространяемого ПО для расчета радиотрасс распространения и характеристик радиосигналов;

- навыками управления работой (излучение, прием и обработка информации) ЛЧМ зонда в условиях неоднородной, неравновесной полярной ионосферы.

3. Процесс изучения дисциплины «Трансионосферное распространение радиоволн» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" и профессиональным стандартом 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик»:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) ¹
1	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Компоненты компетенции полностью соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	ПК-1.1 Знать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах. ПК-1.2 Уметь пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов. ПК-1.3 Владеть средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ.

4. Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
		Очная			
		Л	ЛР	ПР	СР
1	Тема 1. Гелио-геофизические взаимодействия и особенности телекоммуникаций в Арктике	2	-	2	4
2	Тема 2. Ионосферное распространение декаметровых радиоволн. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Время группового запаздывания радиосигналов в ионосфере	4	-	2	4
3	Тема 3. Телекоммуникации в высоких широтах. ЛЧМ ионозонд. Сетевое построение системы телекоммуникаций	2	-	2	6
4	Тема 4. Сетевой мониторинг коммуникационных радиоканалов с помощью сигналов ЛЧМ	2	-	2	2
5	Тема 5. Работа ЛЧМ ионозонда в режиме вертикального зондирования. Мониторинг ионосферы	2	-	4	8

¹ Для ФГОС ВО 3++

6	Тема 6. Управление работой ЛЧМ ионозонда в режиме наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг радиотрасс	2	-	2	4
7	Тема 7. Особенности управления работой ЛЧМ ионозонда в режиме возвратно-наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг неоднородных ионосферных структур	4	-	4	8
	Итого за дисциплину:	18	0	18	36

Содержание разделов дисциплины

№№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы
1	Тема 1. Гелио-геофизические взаимодействия и особенности телекоммуникаций в Арктике
2	Тема 2. Ионосферное распространение декаметровых радиоволн. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Время группового запаздывания радиосигналов в ионосфере
3	Тема 3. Телекоммуникации в высоких широтах. ЛЧМ ионозонд. Сетевое построение системы телекоммуникаций
4	Тема 4. Сетевой мониторинг коммуникационных радиоканалов с помощью сигналов ЛЧМ
5	Тема 5. Работа ЛЧМ ионозонда в режиме вертикального зондирования. Мониторинг ионосферы
6	Тема 6. Управление работой ЛЧМ ионозонда в режиме наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг радиотрасс
7	Тема 7. Особенности управления работой ЛЧМ ионозонда в режиме возвратно-наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг неоднородных ионосферных структур

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	3
1	Особенности ионосферного распространения радиосигналов в высоких широтах	2
2	Телекоммуникации в высоких широтах. Сетевое построение системы телекоммуникаций	2
3	ЛЧМ ионозонд. Сетевой мониторинг коммуникационных радиоканалов с помощью сигналов ЛЧМ	4
4	Работа ЛЧМ ионозонда в режиме вертикального зондирования. Мониторинг ионосферы	2
5	Управление работой ЛЧМ ионозонда в режиме наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг радиотрасс	4
6	Особенности управления работой ЛЧМ ионозонда в режиме возвратно-наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг неоднородных ионосферных структур	4
	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. Рекомендуются активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

5.2 Методические указания к выполнению лабораторных работ

- Лабораторные работы сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, так как многие теоретические определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение лабораторных работ направлено на:
 - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
 - развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
 - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Лабораторные занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в специальной лаборатории кафедры, оборудованной для выполнения лабораторных работ (заданий).
- Форма организации обучающихся для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения лабораторной 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. Объём 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.znanium.com>

6. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>