


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИМА

Баева Л. С.
Ф.И.О.


подпись

«23» января 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Б1.В.ДВ.05.01 Трансионосферное распространение
радиоволн**

код и наименование дисциплины

Дисциплина

Направление подготовки/специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и

код и наименование направления подготовки /специальности

комплексы

Направленность/специализация

специализация №2 "Радиоэлектронные системы передачи
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

информации"

Квалификация выпускника

специалист

указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Часть 1	Должность Доцент	РЭС и ТРО кафедра	Подпись <i>M. Bond</i>	Ф.И.О. Волков М.А.
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования 23.01.2019 г.
наименование кафедры дата

протокол № 8 (дата, подпись) *Л.Ф.* Борисова Л.Ф.
Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3¹. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности. под-

Заведующий выпускающей кафедрой наименование кафедры

дата подпись Ф.И.О.

¹ Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП²

к рабочей программе по дисциплине (модулю) «Трансионосферное распространение радиоволн», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, направленности (профилю)/специализации Радиоэлектронные системы передачи информации, 2019 года начала подготовки.

Таблица 1. Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа			
2	Листа утверждений			
3	Структуры учебной дисциплины (модуля)			
4	Содержания учебной дисциплины (модуля)			
5	Методического обеспечения дисциплины (модуля)			
6	Структуры и содержания ФОС			
7	Рекомендуемой литературы			
8	Перечня интернет ресурсов (ЭБС)			
9	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
10	Перечня МТО			

Дополнения и изменения внесены « ____ » _____ г.

² Изменения и дополнения в РП п. 1-8,10 таблицы 1 вносятся по необходимости; п. 9 требует ежегодного обновления. Листы изменений и дополнений включаются в структуру РП, их количество соответствует количеству вносимых изменений и дополнений

Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
<u>Б1.В.ДВ.05.02</u>	Телекоммуникации в высоких широтах	<p>Цель дисциплины: - подготовка инженеров в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».</p> <p>Задачи дисциплины: - формирование знаний о возможностях использования в телекоммуникациях высоких широт зондировании ионосферы радиосигналами ЛЧМ; - получение навыков управления работой (излучение, прием и обработка информации) ЛЧМ зонда в условиях неоднородной, неравновесной полярной ионосферы.</p> <p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p>Знать: - строение полярной атмосферы и ионизированной оболочки 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Содержание разделов дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гелио-геофизические взаимодействия и особенности телекоммуникаций в Арктике 2. Ионосферное распространение декаметровых радиоволн. Коэффициент преломления и рефракция радиоволн. Время группового запаздывания радиосигналов в ионосфере 3. Телекоммуникации в высоких широтах. ЛЧМ ионозонд. Сетевое построение системы телекоммуникаций 4. Сетевой мониторинг коммуникационных радиоканалов с по-

	<p>мощью сигналов ЛЧМ</p> <p>5. Работа ЛЧМ ионозонда в режиме вертикального зондирования. Мониторинг ионосферы</p> <p>6. Управление работой ЛЧМ ионозонда в режиме наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг радиотрасс</p> <p>7. Особенности управления работой ЛЧМ ионозонда в режиме</p> <p>8. возвратно-наклонного зондирования. Антенная система. Мониторинг неоднородных ионосферных структур</p> <p>Реализуемые компетенции в соответствии с ФГОС ВО</p> <p>ПК-1</p> <p>Профстандарт 06.005 Инженер-радиоэлектронщик</p> <p>Формы отчетности:</p> <p>Семестр 6 – зачет, контрольная работа.</p>
--	---

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного 09.02.2018, приказ № 94, профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.05.2014 № 315н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 09.06.2014 № 32622), с изменениями, внесенными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.12.2016 № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13.01.2017 № 45230), учебного плана в составе ОПОП по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», специализации Радиоэлектронные системы передачи информации, 2019 года начала подготовки, утвержденного Ученым советом ФГБОУ ВО «МГТУ» (протокол № 7 от 28.02.2019 г).

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины (модуля) «Трансионосферное распространение радиоволн» является необходимость 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.

Задачи:

- формирование знаний о возможностях использования в телекоммуникациях высоких широт зондировании ионосферы радиосигналами ЛЧМ.;
- получение навыков управления работой (излучение, прием и обработка информации) ЛЧМ зонда в условиях неоднородной, неравновесной полярной ионосферы.

3. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Телекоммуникации в высоких широтах» 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»:

Таблица 2 – Компетенции ФГОС

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) ³
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.

³ Для ФГОС ВО 3 · 1

Таблица 2.2. - Обобщённые трудовые функции профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик», формируемые дисциплиной «Физика ионосферы»

№ п/п	Вид деятельности	Трудовая функция из ПС, на основе которой сформулирован индикатор (дескриптор)	Обобщенная трудовая функция
1.	Научно-исследовательский	Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения
		Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров	Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения
2.	Эксплуатационный	Наладка, настройка, регулировка и испытания радиоэлектронных средств и оборудования	Производство, внедрение и эксплуатация радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения

4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3⁴ - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов

Вид учебной нагрузки ⁵	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Курс			Всего часов
	6	-	-									
Лекции	18	-	-	18								
Практические занятия	18	-	-	18								
Лабораторные работы	-	-	-	0								
Самостоятельная работа студента	36	-	-	36								
Подготовка и сдача экзамена	-	-	-	0								
Всего часов по дисциплине	72	-	-	72								
Формы промежуточного и текущего контроля												
Экзамен	-	-	-	-								
Зачет/зачет оценкой	с	+	-	-	+							

⁴ Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

⁵ При отсутствии вида учебной нагрузки ставить прочерк в соответствующей ячейке

Курсовая работа (проект)	-	-	-	-								
Количество расчетно-графических работ	-	-	-	-								
Количество контрольных работ	1	-	-	1								
Количество рефератов	-	-	-	-								
Количество эссе	-	-	-	-								

Таблица 4⁶ - 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

⁶ Разработчикам РИ можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МТУ

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

Таблица 5. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	РГР	к/р	э	СР	
ПК-1	+	+	-	-	-	+	-	+	Конспект, выполнение и защита лабораторных работ, контрольная работа, зачет.

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), РГР - расчетно-графическая работа, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа

Таблица 6 - 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. Перечень примерных тем контрольной работы:

1. Прием радиосигналов ЛЧМ ионозондов в высоких широтах.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Телекоммуникации в высоких широтах».

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

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

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

9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины *

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>

2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>

3. ЭБС BOOK.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>

10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа:

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)

3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft

1. MS Windows, MS Office 2007 (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point)
2. Тематические презентации по курсу с использованием компьютерных технологий.
3. Сайт морского агентства «Транс Сервис» <http://www.trans-service.org>

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8. - Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п./п.	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные аудитории	Доска, Проекционное оборудование
2.	512 В Лаборатория Электродинамики и Распространения радиоволн	Комплекс лабораторных установок
3.	506 В Компьютерный класс	8 ЭВМ со специальным предустановленным ПО

Таблица 9 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация - зачёт)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (9 лекций - 18 ч.)	25	45	1-18 недели
	Нет посещений (меньше 4 лекции) – 0 баллов, (5 лекций) 56% - 25 баллов; (7 лекций) 78% - 35 баллов; (9 лекций) 100% -45 баллов			
2	Выполнение и защита лабораторных работ (9 лаб. р. - 18 ч.)	20	36	По расписанию
3	Выполнение контрольной работы	15	19	3 - 18 неделя
	ИТОГО за работу в семестре	60	100	19- неделя
Промежуточная аттестация «зачет»				
	ИТОГО за дисциплину	60	100	Зачетная неделя
	Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным. Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося.			
	ИТОГО за семестр	60	100	

Таблица 10 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – зачет)

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Посещение лекций	Количество баллов				Итого
		Выполнение л/р	Выполнение п/р	Защита л/р	Контр. точки	