



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра радиофизики и радиоэлектроники**



Декан ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

«02» апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **Б1.В.06 Радиофизический мониторинг**

Направление подготовки **03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки **Радиоинжиниринг и телекоммуникации**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «24» февраля 2025 г.

И.О. зав. кафедрой ~~\_\_\_\_\_~~ Колесник С.Н.

Иркутск 2025 г.

## Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы ( в том числе КСР) обучающихся по дисциплине .....	6
4.3.Содержание учебного материала .....	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
VI.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	10
6.2. Программное обеспечение:.....	10
6.3. Технические и электронные средства:.....	10
VII.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	10
VIII.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	10

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели:

Обеспечить студента первоначальными знаниями методов решения задач радиомониторинга околоземной среды и обучить выполнению оценок радиофизических эффектов неоднородностей среды при проектировании и эксплуатации современных радиотехнических систем.

### Задачи:

- изучение методов решения задач дистанционного мониторинга околоземной среды радиосигналами различных частотных диапазонов.
- формирование у студентов умений и навыков построения математических моделей распространения радиоволн в неоднородных средах.
- овладение студентами знаний по применению универсального радиофизического метода для решения прямых и обратных задач в различных разделах физики.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Радиофизический мониторинг» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и базируется на содержание предыдущих дисциплин, изучаемых в период подготовки бакалавров: "Электродинамика", "Статистическая радиофизика", "Физика сплошных сред", "Методы математической физики", "Распространение электромагнитных волн", "Излучение и распространение радиоволн". Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, могут быть использованы при курсовом и дипломном проектировании, в процессе прохождения производственной практики, при обучении в магистратуре и аспирантуре, а также в дальнейшей профессиональной работе.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.03 Радиофизика

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-1</i> Способность использовать физико-математические знания в сфере своей профессиональной деятельности	<i>ИДК ПК1.1</i> Применяет физико-математический аппарат в сфере своей профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> физические принципы работы современных оптических и радиоэлектронных устройств для решения прямых и обратных задач электромагнитного мониторинга околоземной среды. <b>Уметь:</b> использовать радиофизический метод для решения задач диагностики и контроля окружающей среды

		<b>Владеть:</b> навыками аналитических оценок радиофизических эффектов неоднородных сред при организации каналов передачи информации на приземных и спутниковых трассах.
--	--	--

#### IV.СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов,  
в том числе 17 часов на экзамен.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа (в том числе, внеаудиторная СР, КСР)	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Р1. Прямые и обратные задачи радиофизического мониторинга околоземной среды в естественных и искусственно-возмущенных условиях.	7	11,2		2	4	0,2	5	
2	Р2. Радиомониторинг нижней атмосферы Земли	7	39,2		8	16	0,2	15	Письменный текущий контроль
3	Р3. Методы диагностики и контроля состояния околоземной плазмы.	7	49,2		16	18	0,2	15	Письменный текущий контроль.

									Защита ЛР.
<b>4</b>	Р4. Радиомониторинг околоземной среды в возмущенных геофизических условиях и при антропогенных воздействиях	7	53,4	8	30	0,4	15		Письменный текущий контроль. Защита ЛР.

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы ( в том числе КСР) обучающихся по дисциплине

	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоёмкость (час.)		
Семестр	Р1. Прямые и обратные задачи радиофизического мониторинга околоземной среды в естественных и искусственно-возмущенных условиях.		1-я нед.	5		
	Р2. Радиомониторинг нижней атмосферы Земли		2-4	15		
	Р3. Методы диагностики и контроля состояния околоземной плазмы.		5-7	15		
	Р4. Радиомониторинг околоземной среды в возмущенных геофизических условиях и при антропогенных воздействиях		12-14	15		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				50		
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)</b>				0		

### 4.3. Содержание учебного материала

#### Раздел 1. Введение

Прямые и обратные задачи радиофизического мониторинга околоземной среды в естественных и искусственно-возмущенных условиях.

#### Раздел 2. Радиомониторинг нижней атмосферы Земли.

Электрические свойства и характеристики атмосферы и их математические модели. Регулярные и турбулентные неоднородности показателя преломления тропосферы и методы их диагностики. Оптическое зондирование атмосферной турбулентности. Определение спектра пульсаций показателя преломления атмосферы и скорости ветра. Лидарные способы исследования атмосферной турбулентности.

#### Раздел 3. Методы диагностики и контроля состояния околоземной плазмы.

Методы мониторинга ионосферы. Понятие высотно-частотной характеристики ионосферы. Действующая высота отражения. Определение концентрации электронов по высотно-частотным характеристикам. Интегральное уравнение Абеля для определения вариаций электронной плотности. Мониторинг ионосферы при наклонном распространении радиоволн. Методы расчета обратного рассеяния ионосферных радиоволн на шероховатостях земной поверхности. Количественная оценка вкладов рассеяния на ионосферных неоднородностях и неровностях подстилающей поверхности в структуре принятого радиосигнала. Определение максимально-применимой и максимально-наблюдаемой частот наклонной радиотрассы по характеристикам однокачковых сигналов, рассеянных назад от шероховатостей подстилающей поверхности. Диагностика и контроль загоризонтных возмущений электронной плотности ионосферы и взволнованной морской поверхности. Радиомониторинг состояния локальных областей ионосферы и “космического мусора” методом некогерентного рассеяния (НР). Физические основы теории НР. Просвечивание ионосферы на границе частотного диапазона ее радиопрозрачности. Особенности радиопросвечивания ионосферы с высот максимума электронной плотности слоя F2. Возможности радиомониторинга ионосферы по характеристикам сигналов глобальных навигационных спутниковых систем. Радиоволновая диагностика околоземной плазмы с использованием методов голографии и томографии. Определение электронной плотности внешней ионосферы по характеристикам отраженных спутниковых радиосигналов. Методы диагностики и контроля электромагнитного фона околоземного пространства.

#### Раздел 4. Радиомониторинг околоземной среды в возмущенных геофизических условиях и при антропогенных воздействиях.

Радионаблюдения эффектов сейсмической активности в околоземном пространстве. Проявления мощных метеорологических явлений в характеристиках и структуре сигналов на приземных и трансionoсферных радиотрассах. Радиофизические методы диагностики и контроля эффектов солнечных вспышек и магнитных бурь. Радиоконтроль антропогенных воздействий на ионосферу, связанных с запусками космических аппаратов, мощным воздействием радиоволн и инъекцией химически активных веществ.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	ПЗ. Прямые и обратные задачи радиофизического мониторинга околоземной среды в естественных и искусственно-возмущенных условиях	4			ПК1. ИДК <sub>ПК1.1</sub>
2	Раздел 2	ПЗ. Радиомониторинг нижней атмосферы Земли	16		Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	ПК1. ИДК <sub>ПК1.1</sub>
3	Раздел 3	ПЗ. Методы диагностики и контроля состояния околоземной плазмы	18		Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	ПК1. ИДК <sub>ПК1.1</sub>
4	Раздел 4	ПЗ. Радиомониторинг околоземной среды в возмущенных геофизических условиях и при антропогенных воздействиях.	30		Письменный текущий контроль.	ПК1. ИДК <sub>ПК1.1</sub>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Р1	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ1.	ПК1	ИДК <sub>ПК1.1</sub>
2	Р2	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ1.		
3	Р3	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ2. Подготовка к защите Лр1.		

4	P4	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗЗ. Подготовка к защите ЛР2.		
---	----	--	--	--

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи.

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы по темам дисциплины:

P1. Анализ видов естественных и искусственных воздействий на геокосмос.  
Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

P2. Лидарные способы исследования атмосферной турбулентности.

Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

P3. Радиомониторинг состояния локальных областей ионосферы и “космического мусора” методом некогерентного рассеяния. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

P4. Радиоконтроль антропогенных воздействий на ионосферу, связанных с запусками космических аппаратов. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Контроль самостоятельной работы проводится на практических занятиях, при защите лабораторных работ.

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины (модуля).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

#### а) перечень литературы

1. Сутырина Е. Н. Дистанционное зондирование Земли : учеб. пособие - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с. +

2. Гершман Б.Н., Ерухимов Л.М., Яшин Ю.Я. Волновые явления в ионосфере и космической плазме. М., 1984. 3 экз.+

3. Привалов В.Е., Фотиади А.Э., Шеманин В.Г. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы [Электронный ресурс] : учеб. Пособие. Москва : Лань, 2013 (Учебники для вузов. Специальная литература). 288 с. ЭБС "Лань". неогранич. доступ.  
<https://e.lanbook.com/book/211202>

#### б) периодические издания

#### в) список авторских методических разработок:

1. Математическое моделирование характеристик сигнала в возмущенном информационном канале [Текст] : монография / Е.Т. Агеева, Н.Т. Афанасьев, Д.Ким, Н.И. Михайлов. Старый Оскол: Изд-во “Тонкие наукоемкие технологии”, 2016. - 128 с. (50 экз).

2. Спутниковое декаметровое радиозондирование ионосферных неоднородностей: монография / Н.Т. Афанасьев, В.П. Марков. Иркутск: Изд-во “ИГУ”, 2015.-127 с. (20 экз)

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ИГУ [http://library.isu.ru/ru/resources/edu\\_resources/index.html](http://library.isu.ru/ru/resources/edu_resources/index.html)
2. БД книг и продолжающихся изданий [http://elibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT](http://elibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT)
3. Электронный читальный зал «БиблиоТех» <https://isu.bibliotech.ru/>
4. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» <http://rucont.ru>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Класс ЭВМ, аудитории 317, 314, 323А оснащенные вычислительной техникой, специальным ПО и свободным доступом в сеть Internet.

### **6.2. Программное обеспечение:**

1. ABBY PDF Transformer 3.0 Пакет из 10 неименных лицензий Per Seat (10лиц.) EDU. Код позиции: АТ30-1S1P10-102 Котировка № 03-165-11 от 23.11.2011. Бессрочно.
2. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014. Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.
3. WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmc. Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568. Бессрочно.
4. Kaspersky Free (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.kaspersky.ru/free-antivirus/> . Бессрочно.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

Мультимедийный проектор, экран (по необходимости), меловая или маркерная доска.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций). Практические занятия проводятся в интерактивной форме. Лабораторные работы проводятся с использованием ПЭВМ с последующей защитой.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

<b>№</b>	<b>Вид контроля</b>	<b>Контролируемые темы (разделы)</b>	<b>Контролируемые компетенции/ индикаторы</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Демонстрация лабораторного задания	все	ПК-1.1 ИДК <sub>ПК1.1</sub>
2	Контрольная работа	все	ПК-1.1 ИДК <sub>ПК1.1</sub>

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

За посещение одного вида занятия дается 0,6 балла (25 занятий (Л+Пз+ЛР))\*0,6 балла = 15 баллов), максимальное количество баллов за письменный контроль на СКР – 5 баллов, за

Пз – 54 баллов (6 летучек \*5 балла= 30 баллов, решение задач у доски или самостоятельное досрочное решение всех задач, выносимых на ПЗ – 6 занятий\*4 балла=24 баллов), лабораторные работы (ЛР) – 30 баллов (3\*ЛР\*10 баллов=30 баллов).

Параметры оценочного средства для письменного текущего контроля и решения задачи у доски или самостоятельного досрочного решения всех задач, выносимых на ПЗ1-ПЗ6. Параметры оценочного средства для КСР.

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично 5 баллов.	Хорошо 3,5 балла	Удовлетв. 2 балла.	Неудовл. 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все задания.	Полностью выполнены все задания, допущены одна – две ошибки.	Не полностью выполнены задания, допущены одна – две ошибки.	Задание не выполнены или задание выполнено не полностью и допущено более 3-х ошибок.

Параметры оценочного средства для защиты лабораторных работ ЛР1-ЛР3

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично 7-10 баллов	Хорошо 4-6 балла	Удовлетв. 1-3 балла.	Неудовл. 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно оформлен отчет, сделаны выводы. При защите показано всестороннее и глубокое знание материала.	В целом отчет оформлен корректно, сделаны выводы, но имеются незначительные недостатки. При защите студент показывает понимает материала, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы.	Отчет оформлен полностью. Имеются замечания по оформлению, выводы сделаны не полностью. При защите - суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводятся, ответы на дополнительные вопросы не уверенные.	Отчет не оформлен. Отчет оформлен со значительными замечаниями, выводы не полные, при защите студент с трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы

Примерные вопросы для письменного текущего контроля приведены ниже:

- 1) Задачи радиофизического мониторинга околоземной среды.
- 2) Естественная и искусственно-возмущенная атмосфера Земли.
- 3) Радиофизические модели нижней атмосферы Земли.
- 4) Регулярные и турбулентные неоднородности показателя преломления тропосферы
- 5) Дистанционные методы диагностики неоднородных сред.
- 6) Оптическое зондирование атмосферной турбулентности.
- 7) Классификация методов радиозондирования ионосферы.
- 8) ВЧХ ионосферы. Действующая высота отражения.
- 9) Ионограмма НЗ.

- 10) Ионограмма ВНЗ
- 11) Ионограмма ТИЗ
- 12) Внешнее зондирование ионосферы
- 13) GPS и ГЛОНАСС-зондирование ионосферы
- 14) Внутреннее зондирование ионосферы с МКС
- 15) МПЧ и МНЧ наклонной радиотрассы.
- 16) ЗГ РЛС.
- 17) Метод НР для диагностики и контроля ионосферы.
- 18) “Космический мусор”.
- 19) .Томография и голография ионосферы
- 20) Электромагнитный фон околоземного пространства.
- 21) Проявление сейсмической активности в околоземной плазме.
- 22) Проявления метеопогоды в характеристиках сигналов на приземных и трансionoсферных радиотрассах.
- 23) Эффекты солнечных вспышек и магнитных бурь на трассах зондирования ионосферы.
- 24) Радиофизические эффекты несанкционированных антропогенных воздействий на ионосферу.
- 25) Радиомониторинг контролируемых искусственных воздействий на ионосферу.

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).**

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенции ПК-1 и проводится в форме экзамена. Форма проведения экзамена – устный по билетам или письменный по билетам. Экзамены проводятся во время экзаменационных сессий в соответствии с расписанием.

Экзаменационный билет состоит из одного теоретического и одного практического вопроса. Экзаменационные задания (билеты) для приема экзаменов выполнены многовариантными, чтобы исключить возможность списывания и обмена информацией в ходе экзамена.

Студент бакалавр допускается к экзамену в том случае, если в течение семестра за текущую работу набрано 40 баллов и более. В противном случае выставляется 0 сессионных баллов. Во время экзамена студент бакалавр может набрать до 30 баллов. Если на экзамене ответ студента оценивается менее чем 10-ю баллами, то экзамен считается не сданным, студенту бакалавру выставляется 0 баллов, а в ведомость выставляется оценка «неудовлетворительно».

Если на экзамене студент набирает 10 и более баллов, то они прибавляются к сумме баллов за текущую работу и переводятся в академическую оценку, которая фиксируется в ведомости и зачетной книжке студентов.

Итоговый семестровый рейтинг	Академическая оценка
60-70 баллов	«удовлетворительно»
71-85 баллов	«хорошо»
86-100 баллов	«отлично»

Преподаватель имеет право выставить экзаменационную оценку (с согласия студента) без процедуры сдачи экзамена, если сумма баллов, набранная студентом за текущую работу составит более 70 баллов. В этом случае к набранному студентом количеству баллов за текущую работу автоматически добавляется 20 баллов и выставляется соответствующая академическая оценка.

Критерии	Оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовлетв.
Знание	Всесторонние глубокие знания <b>(10 -11 баллов)</b>	Знание материала в пределах программы <b>(7 -9 баллов)</b>	Отмечены пробелы в усвоении программного материала <b>(4 -6 баллов)</b>	Не знает основное содержание дисциплины <b>(0-3 балла)</b>
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры, дополнительные вопросы не требуются <b>(8 -10 баллов)</b>	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы <b>(6 -8 баллов)</b>	Суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводит, ответы на дополнительные вопросы неуверенные <b>(4 -6 баллов)</b>	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы <b>(0-3 балла)</b>
Применение проф. терминологии	Дает емкие определения основных понятий, корректно использует профессиональную терминологию <b>(3-5 баллов)</b>	Допускает неточности в определении понятий, не в полном объеме использует профессиональную терминологию <b>(2-3 балла)</b>	Путает понятия, редко использует профессиональную терминологию <b>(1-2 балла)</b>	Затрудняется в определении основных понятий дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию <b>(0-2 балла)</b>
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения <b>(3-4 балла)</b>	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки <b>(2-3 балла)</b>	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала <b>(1-2 балла)</b>	Косноязычная речь искажает смысл ответа <b>(0-1 балл)</b>

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Прямые и обратные задачи радиофизического мониторинга околоземной среды в естественных и искусственно-возмущенных условиях.
2. Радиомониторинг нижней атмосферы Земли. Электрические свойства и характеристики атмосферы и их математические модели.
3. Регулярные и турбулентные неоднородности показателя преломления тропосферы и методы их диагностики.
4. Оптическое зондирование атмосферной турбулентности. Определение спектра пульсаций показателя преломления атмосферы и скорости ветра.
5. Лидарные способы исследования атмосферной турбулентности.
6. Методы диагностики и контроля состояния ионосферы.

7. Понятие высотно-частотной характеристики ионосферы. Действующая высота отражения.
8. Определение концентрации электронов по высотно-частотным характеристикам. Интегральное уравнение Абея для определения вариаций электронной плотности.
9. Мониторинг ионосферы при наклонном распространении радиоволн.
10. Методы расчета обратного рассеяния ионосферных радиоволн на шероховатостях земной поверхности.
11. Количественная оценка вкладов рассеяния на ионосферных неоднородностях и неровностях подстилающей поверхности в структуре принятого радиосигнала.
12. Определение максимально-применимой и максимально-наблюдаемой частот наклонной радиотрассы по характеристикам односкачковых сигналов, рассеянных назад от шероховатостей подстилающей поверхности.
13. Диагностика и контроль загоризонтных возмущений электронной плотности ионосферы и взволнованной морской поверхности.
14. Радиомониторинг состояния ионосферы методом некогерентного рассеяния радиоволн (НР). Основные теоретические положения метода НР.
15. Обнаружение и контроль “космического мусора” методом НР.
16. Просвечивание ионосферы на границе частотного диапазона ее радиопрозрачности.
17. Особенности радиопросвечивания ионосферы с высот максимума электронной плотности слоя F2.
18. Возможности радиомониторинга ионосферы по характеристикам сигналов глобальных навигационных спутниковых систем.
19. Радиоволновая диагностика околоземной плазмы с использованием методов голографии и томографии.
20. Определение электронной плотности внешней ионосферы по характеристикам отраженных спутниковых радиосигналов.
21. Методы диагностики и контроля электромагнитного фона околоземного пространства.
22. Радионаблюдения эффектов сейсмической активности в околоземном пространстве.
23. Проявления мощных метеорологических явлений в характеристиках и структуре сигналов на приземных и трансionoсферных радиотрассах.
24. Радиофизические методы диагностики и контроля эффектов солнечных вспышек и магнитных бурь.
25. Радиоконтроль антропогенных воздействий на ионосферу, связанных с запусками космических аппаратов.
26. Радиоконтроль мощных воздействий радиоволн на ионосферу.
27. Радиофизический мониторинг инъекции химически активных веществ в ионосфере.

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Письменный текущий контроль.	P1	ПК1. ИДК <sub>ПК1.1</sub>
2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР	P2	
3	Письменный текущий контроль. Защита ЛР	P3	
4	Письменный текущий контроль.	P4	

Пример экзаменационного билета.



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

По курсу "Радиофизический мониторинг"

1. Метод трансионосферного зондирования ионосферы.
2. На заданной односкачковой трассе определить возмущение высоты наибольшей ионизации ионосферы по вариации угла прихода декаметровый радиоволны, отраженной от линейного слоя плазмы (со свободным участком).

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической  
комиссии факультета «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель учебно-методической комиссии Н.М. Буднев

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ПК-1:

1. Мониторинг ионосферы можно проводить, измеряя высотную-частотную характеристику декаметровых радиосигналов, которая представляет собой зависимость: А) истинной высоты отражения от угла излучения зондирующего радиосигнала, Б) кажущейся высоты отражения от частоты зондирующего радиосигнала, В) истинной высоты отражения от частоты зондирующего радиосигнала, Г) амплитуды от частоты зондирующего радиосигнала.
2. Декаметровые радиоволны отражаются на высотах: А) 10 - 40 км. Б) 500 - 1000 км. В) 80 - 400 км.
3. Показатель преломления ионосферы: А) больше 1, но меньше 10; Б) меньше 1; В) больше 10.
4. Длина радиоволны в вакууме, соответствующая частоте 100 МГц: А) 300 м., Б) 3 м., В) 30 м., Г) 30 см.
5. Концентрация свободных электронов в максимуме ионизации ионосферы: А)  $10 \text{ см}^{-3}$ , Б)  $10^{12} \text{ м}^{-3}$ , В)  $10^8 \text{ см}^{-3}$ , Г)  $10^6 \text{ м}^{-3}$ .
6. Групповая скорость распространения радиоволны в ионосфере: А) больше скорости света., Б) меньше скорости света., В) равна скорости света.
7. МПЧ на трассе наклонного зондирования это: А) минимально применимая частота, Б) максимально-применимая частота, В) мнимая применимая частота.
8. Ионограмма НЗ характеризует закономерности распространения радиоволн электромагнитного диапазона:  
А) дециметрового, Б) декаметрового, В) сантиметрового, Г) миллиметрового.
9. Исключая луч Педерсена, какова максимальная дальность скачка радиоволны при отражении от ионосферы:  
А) 10000 км. Б) 1000 км., В) 4000 км.
10. Декаметровые радиоволны распространяются в межслоевом ионосферном канале E – F2 на высотах: А) 10 – 50 км., Б) 120 - 350 км., В) 700 - 1000 км.

11. Глубокая засветка теневой зоны при односкачковом распространении декаметровых радиоволн возможна вследствие эффекта:  
А) дифракционного просачивания, Б) рассеяния на ионосферных неоднородностях, В) поворота плоскости поляризации.
12. Лучи Педерсена локализируются: А) в слое D, Б) в окрестности максимума ионосферной ионизации, В) значительно выше максимума ионосферной ионизации
13. Дифракция радиоволн вдоль поверхности Земли более эффективна в диапазоне:  
А) метровом, Б) декаметровом, В) километровом Д) миллиметровом
14. Поглощение декаметровых радиоволн в ионосфере наибольшее в слое:  
А)  $F2$ , Б)  $D$ , В)  $E$ .
15. GPS – радиопросвечивание ионосферы реализуется в диапазоне длин волн:  
А) метровом, Б) сантиметровом, В) дециметровом, Г) миллиметровом.
16. Групповое время распространения радиосигнала вокруг Земли порядка: А) 0.001 с., Б) 0.1 с., В) 10 с., Г) 1 с.
17. Более сильное поглощение радиоволн в тропосфере в диапазоне:  
А) декаметровом, Б) миллиметровом, В) километровом
18. Сверхрефракция радиоволн в тропосфере Земли чаще возникает в диапазоне длин волн: А) декаметровом, Б) сантиметровом, В) километровом.
19. Чем больше рабочая частота декаметрового радиосигнала, тем дальность зоны молчания: А) меньше, Б) больше, С) не изменяется.
20. Для коротковолновой радиосвязи в дневные часы используют: А) более низкие радиочастоты, чем в ночные часы, Б) более высокие радиочастоты, чем в ночные часы.
21. Средние радиоволны сильно поглощаются: А) ночью, Б) днем
22. Длинные радиоволны отражаются:  
А) в нижней ионосфере, Б) в верхней ионосфере, В) в тропосфере.
23. Частота, соответствующая длине радиоволны в вакууме 30 см.: А) 10 МГц., Б) 1 ГГц., В) 1 МГц., Г) 100 МГц.
24. Радиопросвечивание глубин океанов более эффективно в диапазоне:  
А) декаметровых радиоволн, Б) дециметровых радиоволн, В) сверхдлинных радиоволн.
25. Показатель преломления тропосферы:  
А) меньше 1, Б) больше 1, В) больше 10.
26. Сверхрефракция радиоволн в тропосфере возникает в случае, когда: А) индекс преломления увеличивается с высотой. Б) индекс преломления уменьшается с высотой.
27. Сверхрефракция радиоволн в тропосфере возможна, если радиус кривизны луча:  
А) больше радиуса Земли. Б) порядка радиуса Земли. В) меньше радиуса Земли.
28. В дневные часы ионизация атмосферы: А) уменьшается, Б) не изменяется, В) увеличивается.
29. Обратное рассеяние радиоволн более эффективно на неоднородностях с размерами порядка: А) длины волны, Б) много больше длины волны
30. Квадратичная формула Введенского позволяет рассчитать напряженность поля при распространении радиоволн:  
А) вдоль Земли, Б) над Землей, В) в ионосфере, Г) под водой.

Разработчик:



профессор, Афанасьев Н.Т..

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «24» февраля 2025 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*