

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИСЗФ СО РАН
А.П. Потехин
«*28*» *августа* 2014 г.



Рабочая программа учебной дисциплины

Радиофизические методы мониторинга неоднородных сред

Направление подготовки

03.06.01 «Физика и астрономия»

Направленность (профиль)

Радиофизика

Квалификация (степень)

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная, заочная

Иркутск 2014

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения.....	3
II. Характеристика рабочей программы.....	3
2.1. Вид деятельности.....	3
2.2. Задачи деятельности.....	4
2.3. Перечень компетенций.....	4
2.4. Перечень умений и знаний.....	5
III. Цель и задачи освоения программы дисциплины.....	5
3.1. Цель.....	5
3.2. Задачи.....	5
IV. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	6
V. Основная структура дисциплины.....	7
VI. Содержание дисциплины.....	7
6.1. Краткое описание содержания теоретической части разделов и тем дисциплины	7
6.2. Тематика заданий для самостоятельной работы	9
VII. Применяемые образовательные технологии.....	10
VIII. Методы и технологии контроля уровня подготовки по дисциплине....	10
8.1. Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольноизмерительных технологий и средств	10
8.2. Критерии оценки уровня освоения учебной программы (рейтинг).....	10
8.3. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации по дисциплине	10
IX. Рекомендуемое информационное обеспечение дисциплины.....	13
9.1. Основная учебная литература.....	13
9.2. Дополнительная учебная и справочная литература.....	14
9.3. Ресурсы сети Интернет.....	14
9.4. Рекомендуемые специализированные программные средства.....	15
9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.11.2013 г. № 1250 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» и на основании письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.06.2011 г. «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования» на основе программы, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации по физике при участии ИЗМИРАН и ИСЗФ СО РАН.

Рабочая программа «Радиофизические методы мониторинга неоднородных сред» входит в состав рабочих программ учебных дисциплин по профилю «Радиофизика» и представлена на сайте ИСЗФ СО РАН в разделе «Аспирантура» в открытом доступе для аспирантов и сотрудников Института.

II. ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Вид деятельности

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской деятельности аспиранта. Область профессиональной деятельности включает: совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности в области науки, направленных на решение радиофизических задач.

2.2. Задачи деятельности

Задачами профессиональной деятельности аспиранта является теоретическая подготовка аспирантов к решению научных задач; изучение процессов в ионосфере; изучение радиофизических методов мониторинга неоднородных сред.

2.3. Перечень компетенций

Освоение программы настоящей дисциплины позволит сформировать у обучающегося следующие компетенции:

приобретение новых знаний и умений в теоретических и методических вопросах радиофизики, знакомство с самыми современными их технологиями;

самостоятельное принятие решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовность работать над междисциплинарными проектами способностью находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные средства, включая геоинформационные технологии;

способность применять знания о современных методах радиофизических исследований;

способность планировать и проводить радиофизические научные исследования, оценивать их результаты;

способность профессионально эксплуатировать современное радиофизическое оборудование, оргтехнику и средства измерения; способностью выбирать методы их применения;

способность решать прямые и обратные (некорректные) задачи радиофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания геофизических процессов.

2.4. Перечень умений и знаний

В процессе изучения курса «Радиофизические методы мониторинга неоднородных сред» аспирант должен приобрести знания и умения, необходимые для его дальнейшего профессионального становления, а именно:

Знать:

современные методы решения обратных задач дистанционного зондирования окружающей среды электромагнитными сигналами радиодиапазона.

Владеть:

умением работать на радиофизических инструментах, обеспечивающих сбор необходимой информации;

составлением научных отчетов по проведенным исследованиям и написанию статей.

Уметь:

применять необходимые методы для восстановления параметров неоднородной структуры среды по характеристикам зондирующего сигнала и предсказывать возможные радиофизические эффекты неоднородностей среды в каналах передачи информации.

III. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Цель

Целью курса «Радиофизические методы мониторинга неоднородных сред» является получение фундаментальных знаний и возможности их использования в процессе дальнейшего обучения, при прохождении учебных практик, написания научных работ, в своей научной деятельности.

3.2. Задачи

Задачей курса «Радиофизические методы мониторинга неоднородных сред» является:

изучение аспирантами современных методов решения задач дистанционного зондирования окружающей среды;

развитие у аспирантов навыков построения радиофизических моделей различных неоднородных сред;

приобретение аспирантами практического опыта по использованию универсального радиофизического метода для решения обратных задач в различных разделах физики;

сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в сфере радиофизики;

подготовка научно-технических отчётов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

освоение новых теорий и моделей;

математическое моделирование процессов и объектов;

проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований;

обработка полученных результатов на современном уровне и их анализ.

IV. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Курс входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули» основной образовательной программы по профилю подготовки «Радиофизика» направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Для изучения дисциплины, необходимы знания и умения из дисциплин: «Математика», «Физика», «Теория поля», «Информатика».

Знания и умения, приобретаемые аспирантами после изучения дисциплины, будут использоваться для решения научных задач на этапе обработки полученного гелиофизического материала.

V. ОСНОВНАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Лекции	Практика	Самостоятельная работа
1	Введение. Особенности радиозондирования окружающей среды в различных частотных диапазонах	10	4	–	20
2	Методы радиомониторинга приземного слоя атмосферы	10	4	–	20
3	Современные методы радиозондирования верхней атмосферы	30	4	–	20
4	Методы радиомониторинга космической плазмы	20	4	–	20
5	Методы подповерхностного радиозондирования	20	4	-	20
6	Методы контроля состояния гео и гелиосферы по данным оптических и радиоизмерений характеристик космических лучей	54	4	-	20
Итого:		144	24	-	120

VI. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Краткое описание содержания теоретической части разделов и тем дисциплины

Тема 1. Дистанционное электромагнитное зондирование как эффективный метод мониторинга окружающей среды. Особенности радиозондирования неоднородных сред в различных частотных диапазонах.

Тема 2. Методы радиозондирования приземного слоя атмосферы. Диагностика регулярной составляющей показателя преломления тропосферы по средним характеристикам радиосигнала. Восстановление тропосферной турбулентности по статистическим характеристикам рассеянного

радиосигнала. Особенности просвечивания тропосферы радиоволнами оптического диапазона. Преимущества и недостатки лазерной диагностики флуктуации показателя преломления нижней атмосферы.

Тема 3. Современные методы радиозондирования верхней атмосферы. Методы зондирования ионосферной плазмы радиосигналами декаметрового диапазона. Использование цифровых ионозондов для определения параметров ионосферы при вертикальном зондировании. Современные теоретические представления метода наклонного зондирования верхней атмосферы. Особенности и возможности метода возвратно-наклонного зондирования ионосферы. Преимущества и недостатки транзиосферного зондирования околоземной плазмы с низкоорбитальных и геостационарных искусственных спутников Земли. Декаметровое транзиосферное зондирование с космических станций. Метод диагностики ионосферы, основанный на эффекте фарадеевского вращения плоскостиполяризации. Принципиальные возможности спутниковой (лучевой, дифракционной и статистической) томографии ионосферы. Современные возможности глобальных спутниковых навигационных систем для мониторинга ионосферы. Метод радиомерцаний в исследованиях ионосферных неоднородностей. Методы обратного рассеяния радиоволн. Метеорное рассеяние и отражение радиоволн. Ракурсное рассеяние и диагностика неустойчивостей плазмы. Метод частичных отражений. Метод некогерентного рассеяния радиоволн: основные принципы и измеряемые параметры ионосферной плазмы. Методы обращения ионограмм внешнего зондирования верхней атмосферы. Методы диагностики и контроля электромагнитного фона околоземного пространства в низкочастотном и высокочастотном радиодиапазонах.

Тема 4. Современные методы радиомониторинга космической плазмы. Особенности радиозондирования околосолнечной и межпланетной среды когерентными сигналами с космических аппаратов. Методы диагностики

неоднородной структуры космической плазмы по характеристикам радиоизлучения пульсаров и квазаров. Современные возможности радиометрического и радиолокационного методов исследования атмосфер и поверхностей планет. Гравитационное линзирование электромагнитных волн как метод восстановления структурных особенностей гравитационного потенциала космического пространства.

Тема 5. Современные теоретические представления методов подповерхностного радиозондирования. Возможности подповерхностного радара для восстановления неоднородностей земной коры и других планет.

Тема 6. Методы контроля гео- и гелиофизической обстановки по данным наземных оптических и радиоизмерений характеристик космических лучей. Представления о корреляционных связях потоков космических лучей и состояния метеопогоды. Представления о корреляционных связях потоков космических лучей и фоновой гелиофизической обстановки. Особенности потоков космических лучей в условиях возмущенной гелиосферы. Методы контроля состояния гео- и гелиосферы с использованием данных измерений характеристик космических лучей на базе диагностических средств космического базирования.

6.2. Тематика заданий для самостоятельной работы

Обнаружение и контроль космического «мусора» радиофизическими методами.

Возможности управления космической погодой радиофизическими средствами.

Методы радиомониторинга астероидной опасности.

Спутниковый контроль магнитосферных возмущений

Возможности декаметровых радаров для мониторинга высокоширотной ионосферы.

VII. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данной программы применяются образовательные технологии, описанные в Таблице 2.

Таблица 2 - Применяемые образовательные технологии

Технологии	Виды занятий		
	Лекции	Практ.з.	СРС
Слайд-материалы	+	-	-
Работа в команде	-	-	-
Исследовательский метод	+	-	+
Другие методы	-	-	-

VIII. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольноизмерительных технологий и средств

- Проверка наличия конспектов лекций по дисциплине.
- Экзамен по дисциплине.

8.2. Критерии оценки уровня освоения учебной программы (рейтинг)

Критериями оценки освоения программы являются:

1. Наличие конспектов лекций по дисциплине (наличие предоставляет допуск к экзамену).
2. Сдача экзамена по дисциплине.

8.3. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации по дисциплине

Вопросы для проведения экзамена:

1. Особенности радиозондирования окружающей среды в различных частотных диапазонах.
2. Методы радиозондирования приземного слоя атмосферы.

3. Методы восстановления регулярной составляющей показателя преломления тропосферы по средним характеристикам радиосигнала.
4. Диагностика тропосферной турбулентности по статистическим характеристикам рассеянного радиосигнала.
5. Методы зондирования ионосферной плазмы радиосигналами декаметрового диапазона.
6. Цифровые ионозонды. Использование цифровых ионозондов для определения параметров ионосферы при вертикальном зондировании.
7. Современные теоретические представления метода наклонного зондирования верхней атмосферы.
8. Особенности и возможности метода возвратно-наклонного зондирования ионосферы.
9. Преимущества и недостатки транзионосферного зондирования околоземной плазмы с низкоорбитальных и геостационарных искусственных спутников Земли.
10. Декаметровое транзионосферное зондирование с космических станций.
11. Метод диагностики ионосферы, основанный на эффекте фарадеевского вращения плоскости поляризации.
12. Принципиальные возможности спутниковой (лучевой, дифракционной и статистической) томографии ионосферы.
13. Современные возможности глобальных спутниковых навигационных систем для мониторинга ионосферы.
14. Метод радиомерцаний в исследованиях ионосферных неоднородностей.
15. Методы обратного рассеяния радиоволн.
16. Метеорное рассеяние и отражение радиоволн.
17. Ракурсное рассеяние, радиоаврора и диагностика неустойчивостей плазмы.
18. Метод частичных отражений.

19. Метод некогерентного рассеяния радиоволн: основные принципы и измеряемые параметры ионосферной плазмы.

20. Методы обращения ионограмм внешнего зондирования верхней атмосферы.

21. Методы диагностики и контроля электромагнитного фона околоземного пространства в низкочастотном и высокочастотном радиодиапазонах.

22. Особенности радиозондирования околосолнечной и межпланетной среды когерентными сигналами с космических аппаратов.

23. Методы диагностики неоднородной структуры космической плазмы по характеристикам радиоизлучения пульсаров и квазаров.

24. Современные возможности радиометрического и радиолокационного методов исследования атмосфер и поверхностей планет.

25. Гравитационное линзирование электромагнитных волн как метод восстановления структурных особенностей гравитационного потенциала космического пространства.

26. Современные теоретические представления методов подповерхностного радиозондирования. Возможности подповерхностного радара для восстановления неоднородностей земной коры и других планет.

27. Методы контроля гео и гелиофизической обстановки по данным наземных оптических и радиоизмерений характеристик космических лучей.

28. Представления о корреляционных связях потоков космических лучей, состояния метеопогоды и фоновой гелиофизической обстановки.

29. Особенности потоков космических лучей в условиях возмущенной гелиосферы.

30. Методы контроля состояния гео и гелиосферы с использованием данных измерений характеристик космических лучей на базе диагностических средств космического базирования.

IX. РЕКОМЕНДУЕМОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Основная учебная литература

Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры. – М.: Физматлит, 2001.

Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. М.: Наука, 1990.

Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Основы теории колебаний и волн. М.: Наука, 1987.

Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1981.

Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М.: Наука, 1981.

Цейтлин Н. М. Антенная техника и радиоастрономия. М.: Радио и связь, 1976.

Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.

Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989.

Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981.

Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1988.

Заславский Г.М., Сагдеев Р.З. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. М.: Наука, 1988.

Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974.

Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 1: Случайные процессы. М.: Наука, 1976.

Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 2: Случайные поля. М.: Наука, 1978.

Бахрах Л.Д., Кременецкий С.Д. Синтез излучающих систем. М.: Радио и связь, 1974.

Букингом М. Шумы в электронных приборах и ситемах. М.: Мир, 1986.

Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Радио и связь, 1989.

Ландау Л. В., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Т. V, Ч. 1. М.: Наука, 1999.

Фейнберг Е. Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. М.: Наука, 1999.

9.2. Дополнительная учебная и справочная литература

Девис К. Радиоволны в ионосфере. М.: МИР, 1973.

Брюнелли В.Е., Кочкин Н.И. Метод некогерентного рассеяния радиоволн. Ленинград: Наука, 1979.

Куницын В.Е., Терещенко Е.Д. Томография ионосферы. М., 1991.

Беликович В. В., Бенедиктов Е. А., Толмачева А. В., Бахметьева И. В. Исследования ионосферы с помощью искусственных периодических неоднородностей. Н. Новгород, Изд-во ИПФ РАН, 1999.

Яковлев О. И. Космическая радиофизика. М.: Научная книга, 1998.

Якубов В. П. Доплеровская сверхбольшебазовая интерферометрия. Томск, Изд-во «Водолей», 1997.

9.3. Ресурсы сети Интернет

Ресурсами по рабочей программе являются:

научная библиотека eLIBRARY.RU, более 20 полнотекстовых версий журналов по тематике курса;

информационная система доступа к российским журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://vinitit.ru>);

хранилище электронных копий всех издаваемых компанией Springer журналов <http://www.springerlink.com/>;
научная библиотека ИСЗФ СО РАН.

9.4. Рекомендуемые специализированные программные средства

Наряду стандартных офисных программ (MSExcel), расчеты производятся в программе математико-статистического моделирования IDL.

9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийное оборудование.

Компьютеры отдела 1.00 ИСЗФ СО РАН.

Составители:

старший научный сотрудник, к. ф.-м. н.



В.И. Поляков

ученый секретарь, к.ф.-м.н.



И.И. Салахутдинова

Согласовано:

зам. директора по научной работе, д.ф.-м.н.



В.И. Куркин

вед.н.с., к.ф.-м.н.



Н.В. Ильин

Одобрено Ученым советом ИСЗФ СО РАН (Протокол № 9 от 27 августа 2014 г.).