

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию образования

_____ Е.В. Сапир

" ____ " _____ 2012

**Рабочая программа дисциплины
послевузовского профессионального образования
(аспирантура)
Современные проблемы и перспективы развития радиофизики**

по специальности научных работников

01.04.03 Радиофизика

Ярославль 2012

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные проблемы и перспективы развития радиофизики» в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются:

- знакомство с актуальными проблемами радиофизики;
- формирование у аспирантов научного представления о перспективах развития радиофизики как науки.

2. Место дисциплины в структуре ООП послевузовского профессионального образования (аспирантура)

Данная дисциплина относится к разделу обязательные дисциплины (подраздел специальные дисциплины отрасли науки и научной специальности) образовательной составляющей образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 01.04.03 Радиофизика.

Дисциплина «Современные проблемы и перспективы развития радиофизики» имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с другими частями ООП, а именно с курсами по выбору и педагогической практикой.

Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам специалитета или бакалавриата – магистратуры (в объёме обязательных дисциплин). Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для всех шести дисциплин по выбору.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- структуру и направления развития современной радиофизики как фундаментальной науки;
- особенности радиофизических методов исследования;
- области применения радиофизических методов на практике и в смежных областях науки;
- особенности применения радиофизических методов в фундаментальных областях физики и естествознания: в спектроскопии, астрономии, космологии и т.п.;
- современные проблемы радиофизики в различных областях физики, а также радиофизические методы их решения;
- основные достижения радиофизики, а также новые радиофизические задачи, поставленные в последние годы.

Уметь:

- использовать достижения науки в своей профессиональной деятельности, профессионально оформлять и представлять результаты исследований;
- указать возможные области применения современных радиофизических методов исследования физических объектов;
- определять место и уровень значимости конкретной научной проблемы в рамках общего пути развития радиофизической науки.

Владеть:

- современной терминологией в области радиофизики;
- современными методами решения радиофизических задач.

4. Структура и содержание дисциплины «Современные проблемы и перспективы развития радиофизики»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Курс	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах) Форма обуч.: очная/заочная					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации
				Лекций	Лабораторных	Практических	Сам. работа	Контроль сам. работы	
1	Тема 1. Современное состояние радиофизики как науки	1	1	1			14		Домашняя работа 1, 2 нед
2	Тема 2. Основные направления и перспективы развития радиофизики	1	2	1/0			14/15		
3	Тема 3. Проблемы и методы радиоспектроскопии	1	3				15		Домашняя работа 2, 5 нед
4	Тема 4. Проблемы и методы радиооптики	1	4-5	1			20		
5	Тема 5. Радиоинтроскопия и дистанционное зондирование	1	5	1/0			14/15		
6	Тема 6. Проблемы наблюдательной и локационной радиоастрономии	1	6	1			17		Домашняя работа 3, 8 нед
7	Тема 7. Радиофизика и проблема обнаружения гравитационно-волнового излучения	1	7				17		
8	Тема 8. Проблема обнаружения внесолнечных планет	1	8				17		
9	Тема 9. Материалы СВЧ-радиофизики	1	9-10	1			20		
10	Тема 10. Электроника СВЧ и нанoeлектроника	1	11				20		Домашняя работа 4, 10 нед
11	Тема 11. Современные проблемы генерации, передачи и приёма электромагнитных колебаний	1	11-12	1			20		
12	Тема 12. Вопросы распространения электромагнитных волн	1	12-13	1			20		
13	Тема 13. Фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов	1	14	1			17		Домашняя работа 6, 15 нед

14	Тема 14. Биомедицинская радиофизика	1	15	1		17		реферат по курсу, 15 нед
	Всего	1		10/ 8		242/ 244		зачёт

Содержание дисциплины

Тема 1. Современное состояние радиофизики как науки.

Основные отрасли современной радиофизики. Радиофизические методы. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Детерминированные, статистические и имитационные радиофизические модели. Особенности постановки радиофизических задач. Отличие радиофизических от радиотехнических методов.

Тема 2. Основные направления и перспективы развития радиофизики.

Основные направления развития радиофизики. Современные проблемы радиофизики. Радиофизика и смежные науки. Перспективы радиофизики по областям.

Тема 3. Проблемы и методы радиоспектроскопии.

Особенности радиоспектроскопических методов исследования по сравнению с оптической спектроскопией. Радиоспектроскопия газов. Колебательные и вращательные спектры молекул. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Методы импульсной Фурье-спектроскопии. Применение радиоспектроскопии в физике, химии, биологии и медицине.

Тема 4. Проблемы и методы радиооптики.

Понятие радиооптики. Отличие радиооптических методов от оптических. Преобразование сигнала в радиооптических системах. Радиооптические фильтрация, вычисление спектра и другие операции. Оптические процессоры. Преобразование радиосигналов в оптический диапазон. Масштабные преобразования радио- и оптических изображений. Фокусировка сигналов в радиооптических системах.

Тема 5. Радиointроскопия и дистанционное зондирование.

Современные задачи интроскопии и методы получения радиоизображений. Радиовидение. Методы радиоголографии. Методы радиотомографии. Современные методы подповерхностного зондирования. Особенности выбора модели распространения электромагнитных волн для обработки сигналов радиовидения. Применение методов радиоголографии для контроля радиотелескопов. Микроволновая микроскопия. Дистанционное зондирование земной поверхности, морской акватории, атмосферы, леса. Зондирование из космоса.

Тема 6. Проблемы наблюдательной и локационной радиоастрономии.

Основные радиоастрономические открытия. Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Характеристики космического радиоизлучения. Радиоизлучение Солнца и планет Солнечной системы. Галактические и внегалактические источники радиоизлучения. Методы приема космического радиоизлучения. Методы радиоспектроскопии в радиоастрономии. Виды космического излучения и поглощения в спектральных радиолиниях.

Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне. Критерии выбора направления передачи, формы и диапазона частот сигнала, содержания передаваемой информации. Современные проекты передачи сигналов для ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ. Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов. Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.

Тема 7. Радиофизика и проблема обнаружения гравитационно-волнового излучения.

Современные детекторы гравитационных волн. Твердотельные резонансные детекторы. Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические гравитационные детекторы.

Комбинированные лазерно-твердотельные системы. Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно-гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием высокочастотных резонаторов СВЧ. Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн (LIGO, VIRGO, LISA, DULKYN и др).

Тема 8. Проблема обнаружения внесолнечных планет.

Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет для современной космологии и естествознания в целом. Методы обнаружения внесолнечных планет. Физические ограничения методов обнаружения. Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых экзопланет.

Тема 9. Материалы СВЧ-радиофизики.

Современные материалы СВЧ-радиофизики. Радиопоглощающие материалы, физические принципы синтеза материалов с заданными поглощающими и отражающими свойствами. Бета-материалы и их использование.

Тема 10. Электроника СВЧ и наноэлектроника.

Современные проблемы электроники СВЧ. Методы исследования динамических характеристик электронных приборов. Методы исследования воздействия импульсных помех на электронные приборы. Процессы, происходящие в транзисторах, при воздействии сверхкоротких импульсов. Защита от импульсных помех сверхкороткой длительности.

Тема 11. Современные проблемы генерации, передачи и приёма электромагнитных колебаний.

Современные требования к сигналам и устройствам, их порождающим. Понятие о сверхширокополосных сигналах. Физические принципы распространения и преобразования сверхширокополосных сигналов. Сверхширокополосные антенны. Импульсное возбуждение антенн. Особенности прохождения импульсных сигналов через различные среды.

Тема 12. Вопросы распространения электромагнитных волн.

Современные задачи распространения электромагнитных волн и методы их решения. Электромагнитные волны в нестационарных средах, в плазме. Распространение электромагнитных волн в городской застройке, в лесу. Проблемы медицинского применения электромагнитных волн. Особенности воздействия радиосигналов различных типов и частот на биологические организмы. Преобразование сигналов биологическими организмами, возможность использования этих эффектов для медицинских исследований.

Тема 13. Фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов.

Понятие фрактала. Фрактальные методы моделирования поверхностей объектов, в том числе подстилающих поверхностей, горных рельефов. Фрактальные свойства радиосигналов, в том числе речевых и телевизионных. Методы фрактальной обработки сигналов. Современные методы обработки речевых сигналов, изображений. Особенности обработки информации различного назначения, в том числе медицинской информации.

Тема 14. Биомедицинская радиофизика.

Основные модели взаимодействия электромагнитного поля с живыми организмами. Прогноз поведения живой системы под воздействием электромагнитного поля. Эффекты воздействия полей. Проблемы электромагнитной безопасности радиопередающих устройств. Понятие электромагнитного загрязнения. Современные методы защиты от вредного воздействия электромагнитных полей.

5. Образовательные технологии

В преподавании курса используются активные и интерактивные технологии (проблемные лекции, дискуссии, анализ конкретных ситуаций, творческие задания) проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

Во время лекций используются мультимедийные презентации, иллюстрации, таблицы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа включает:

- поиск и анализ информации по теме;
- выполнение домашних заданий (по темам 1-2 общего для всех, по остальным темам – по выбору аспиранта);
- выполнение творческих заданий;
- написание одного реферата на заданную тему «Современное состояние и перспективы развития в выбранной мной области радиофизики», реферат должен быть сдан к концу курса.

Текущий контроль успеваемости производится на основании оценки выполнения домашних и творческих заданий. **Промежуточная аттестация** (зачет) дает возможность выявить уровень профессиональной подготовки аспиранта по данной дисциплине.

Домашняя работа №1

1. Ознакомиться с программами международной научно-технической конференции «Радиолокация. Навигация. Связь» (RLNC, г. Воронеж) за последние годы.
2. Выделить радиофизические направления и секции в тематике этой конференции.
3. По программе за последний год выделить спектр обсуждаемых проблем, находящихся на переднем крае радиофизики как науки.
4. По программам за несколько лет проследить изменение тематики.
5. Составить диаграммы использования различных методов и моделей в радиофизике: активных и пассивных методов; детерминированных, статистических и имитационных моделей.

Домашняя работа №2 (выбор)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: радиоспектроскопии (тема 3), радиооптики (тема 4) или радиоинтроскопии и дистанционного зондирования (тема 5).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера.
4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).
5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

Домашняя работа №3 (выбор)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: наблюдательная и локационная астрономия (тема 6), радиогравиметрия (тема 7) или радиопоиск внесолнечных планет (тема 8).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера.
4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).
5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

Домашняя работа №4 (выбор)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: материалы СВЧ-радиофизики (тема 9) или электроника СВЧ и наноэлектроника (тема 10).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.
3. Выбрать материал (или прибор) и кратко описать процессы, происходящие в нём.
4. Для выбранного материала (или прибора) сформулировать постановку задачи применения его в конкретных условиях.
5. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения) и методы экспериментального исследования характеристик материала (или прибора).

Домашняя работа №5 (выбор)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: распространение электромагнитных волн (тема 12) или генерация, передача и приём электромагнитных колебаний (тема 11).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера.
4. Описать модель сигнала и его распространения (тема 12) или генерации и приёма (тема 11).
5. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

Домашняя работа №6 (выбор)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов (тема 13) или биомедицинская радиофизика (тема 14).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и описать модель объекта или сигнала (или живого организма для темы 14) для конкретного примера.

4. Указать методы исследования фрактальных свойств (для темы 13) или эффектов взаимодействия (для темы 14), применимые к сформулированной модели (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием).

5. Указать ограничения на применимость, недостатки существующих методов в выбранной области и допущения, которые делаются при формулировке и решении таких задач.

Вопросы к зачёту

Основные отрасли современной радиофизики. Особенности постановки радиофизических задач.

1. Радиофизические методы. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Отличие радиофизических от радиотехнических методов.
2. Детерминированные, статистические и имитационные радиофизические модели.
3. Современные проблемы радиофизики.
4. Основные направления развития современной радиофизики.
5. Радиофизика и смежные науки. Перспективы радиофизики по областям.
6. Особенности радиоспектроскопических методов исследования по сравнению с оптической спектроскопией. Радиоспектроскопия газов. Колебательные и вращательные спектры молекул. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел.
7. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Методы импульсной Фурье-спектроскопии. Применение радиоспектроскопии в физике, химии, биологии и медицине.
8. Понятие радиооптики. Отличие радиооптических методов от оптических. Преобразование сигнала в радиооптических системах. Радиооптические фильтрация, вычисление спектра и другие операции.
9. Оптические процессоры. Преобразование радиосигналов в оптический диапазон. Масштабные преобразования радио- и оптических изображений. Фокусировка сигналов в радиооптических системах.
10. Современные задачи интроскопии и методы получения радиоизображений. Радиовидение. Методы радиоголографии. Методы радиотомографии.
11. Современные методы подповерхностного зондирования. Особенности выбора модели распространения электромагнитных волн для обработки сигналов радиовидения. Применение методов радиоголографии для контроля радиотелескопов.
12. Микроволновая микроскопия. Дистанционное зондирование земной поверхности, морской акватории, атмосферы, леса. Зондирование из космоса.
13. Основные радиоастрономические открытия. Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Характеристики космического радиоизлучения. Радиоизлучение Солнца и планет Солнечной системы. Галактические и внегалактические источники радиоизлучения.
14. Методы приема космического радиоизлучения. Методы радиоспектроскопии в радиоастрономии. Виды космического излучения и поглощения в спектральных радиополосах.
15. Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне. Критерии выбора направления передачи, формы и диапазона частот сигнала, содержания передаваемой информации. Современные проекты передачи сигналов для ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ.

16. Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов. Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.
17. Современные детекторы гравитационных волн. Твердотельные резонансные детекторы. Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические гравитационные детекторы.
18. Комбинированные лазерно-твердотельные системы. Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно-гетеродинные гравитационные антенны.
19. Антенны с использованием высокодобротных резонаторов СВЧ. Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн (LIGO, VIRGO, LISA, DULKYN и др).
20. Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет для современной космологии и естествознания в целом. Методы обнаружения внесолнечных планет. Физические ограничения методов обнаружения.
21. Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых экзопланет.
22. Современные материалы СВЧ-радиофизики. Радиопоглощающие материалы, физические принципы синтеза материалов с заданными поглощающими и отражающими свойствами. Бета-материалы и их использование.
23. Современные проблемы электроники СВЧ. Методы исследования динамических характеристик электронных приборов. Методы исследования воздействия импульсных помех на электронные приборы. Процессы, происходящие в транзисторах, при воздействии сверхкоротких импульсов. Защита от импульсных помех сверхкороткой длительности.
24. Современные требования к сигналам и устройствам, их порождающим. Понятие о сверхширокополосных сигналах. Физические принципы распространения и преобразования сверхширокополосных сигналов. Сверхширокополосные антенны. Импульсное возбуждение антенн.
25. Особенности прохождения импульсных сигналов через различные среды.
26. Современные проблемы распространения электромагнитных волн и методы их решения. Электромагнитные волны в нестационарных средах, в плазме. Распространение электромагнитных волн в городской застройке, в лесу.
27. Понятие фрактала. Фрактальные методы моделирования поверхностей объектов, в том числе подстилающих поверхностей, горных рельефов. Фрактальные свойства радиосигналов, в том числе речевых и телевизионных.
28. Методы фрактальной обработки сигналов. Современные методы обработки речевых сигналов, изображений. Особенности обработки информации различного назначения, в том числе медицинской информации.
29. Основные модели взаимодействия электромагнитного поля с живыми организмами. Проблемы медицинского применения электромагнитных волн. Особенности воздействия радиосигналов различных типов и частот на биологические организмы. Преобразование сигналов биологическими организмами, возможность использования этих эффектов для медицинских исследований.
30. Прогноз поведения живой системы под воздействием электромагнитного поля. Эффекты воздействия полей. Проблемы электромагнитной безопасности радиопередающих устройств. Понятие электромагнитного загрязнения. Современные методы защиты от вредного воздействия электромагнитных полей.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. – М. : Логос, 2002.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2004.

б) дополнительная литература

3. Рудницкий Г.М. Конспект лекций по курсу “Радиоастрономия”. – Нижний Архыз: Изд. CYGNUS, 2001.
4. Моделирование и анализ информационных систем: сб. науч. тр. / Яросл.гос.ун-т. - Ярославль. -Т. 13, № 2. - 2006.
5. Локшин Г.Р. Волны. Дифракция. Пространственная фильтрация. – М.: МФТИ, 2006.
6. Наумов К.П., Ушаков В.Н. Акустооптические сигнальные процессоры. – М.: Сайнс-Пресс, 2002.
7. Ушаков В.Н. Акустооптические процессоры корреляционного типа. – М.: Радиотехника, 2007.
8. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Радиотехника, 2005.
9. Воронин Е.Н., Воронин И.Н. Радио- и акустическая селективная голография. – М.: МАКС-Пресс, 2006.
10. Радиотомографическое направление исследований гидродинамических явлений в толще жидкости / Бояринцев В. И. и др. – М: ИПМ РАН, 2006.
11. Янковский К.П. Подповерхностное радиолокационное зондирование с наземных и авиационных платформ. – М.: ИКИ РАН, 2002.
12. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учеб. пособие – М.: Логос, 2001.
13. Шевель Д.М. Электромагнитная безопасность. – Киев: ВЕК+, Киев: НТИ, 2002.
14. Кольцов Ю.В. Методы и средства анализа и формирования сверхширокополосных сигналов. – М.: Радиотехника, 2004.
15. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. – М.: Сов.радио, 1976.
16. Дубинский Б.А., Слыш В.И. Радиоастрономия. – М: Сов.радио, 1973.
17. Russian SETI (<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>).
18. Проблема поиска внеземных цивилизаций. – М.: Наука, 1981.
19. Брагинский В.Б. Гравитационно-волновая астрономия. Новые методы измерения // Успехи физических наук. 2000. Т.170. N7.
20. Грищук Л.П. и др. Гравитационно-волновая астрономия: в ожидании первого зарегистрированного источника. // Успехи физических наук. 2001. Т.171. N 1.
21. Тарасов А. М. Радиопоглощающие материалы и основные принципы формулировки эффекта Джозефсона / Тарасов А. М. - Препр. - Жуковский: Летно-исслед. ин-т, 1995.
22. Родионов, Николай Николаевич. Принципы конструирования и разработка диэлектрического материала с улучшенными свойствами для радиопрозрачных конструкций мощных антенных устройств СВЧ диапазона: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.02 / Самарский гос. техн. ун-т. – М., 1997.
23. Малый С. В. Влияние фрактальной кластеризации на радиопоглощающие свойства композиционных материалов / Материалы 17-ый междунар. Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», СевНТУ, 10-14 сент. 2007 г. – Севастополь: Изд-во «Вебер», 2007, с. 525 – 526.

24. Гринев А.Ю., Темченко В.С. Дифракционные явления в устройствах функциональной электроники на радиооптических принципах. – М.: Изд-во МАИ, 1992.
25. Соколовский И.И, Покровский Ю.А. Прикладная радиооптика: Теория и методы резонансной угловой фильтрации. - Киев: Наук. думка, 1986.
26. Минин Олег Владиленович. Исследование и разработка дифракционных радиооптических элементов для систем построения изображений когерентно-оптического типа: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.11.07, 05.12.07 / Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2004.
27. Покровский Ю.А. Расчет и конструирование радиооптических устройств. – Тула: ТПИ, 1983.
28. Бродская Р.Л., Виноградов Е.А., Голованов В.И. и др. Обнаружение пространственной периодичности в структуре горных пород методами дифракции и радиовидения. – М., 1991.
29. П. К. Ощепков и др. Радиовидение наземных объектов в сложных метеоусловиях / Под ред. В. А. Павельева. – М.: Радиотехника, 2007.
30. Гиголо Антон Иосифович. Диагностика подповерхностных объектов, зондируемых сверхширокополосными сигналами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.12.07 / Моск. гос. авиац. ин-т. – М., 2004.
31. Караев В.Ю., Каневский М.Б., Баландина Г.Н. Численное моделирование поверхностного волнения и дистанционное зондирование. – Н. Новгород: Ин-т прикладной физики РАН, 2000.
32. Трифонова Т. А., Краснощеков А.Н., Мищенко Н.В. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. – М.: Акад. Проект, 2005
33. Солодовников Г.К., Синельников В. М., Крохмальников Е. Б. Дистанционное зондирование ионосферы Земли с использованием радиомаяков космических аппаратов. – М.: Наука, 1988.
34. Дистанционное зондирование Земли в районах сложных экологических ситуаций / Подгот. В. Л. Василевский и др. – М.: ЦНИИГАИК, 1993.
35. Пантелеев В. И., Бордаков Е. В. Полупроводниковые приборы на основе соединений A^3B^5 : Учеб. пособие. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2002.
36. В.Б. Авдеев и др. Моделирование малогабаритных сверхширокополосных антенн /Под ред. В. Б. Авдеева и А. В. Ашихмина. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005.
37. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации: топология выборки. – М.: Унив. кн., 2005 (ГУП ИПК Ульян. Дом печати).

Также рекомендуется использование материалов журналов, рекомендованных для данного направления:

- «Антенны»;
- «ВИНИТИ. Реферативный журнал «Радиотехника»»;
- «Известия вузов (серия «Радиофизика»)»;
- «Радиотехника»;
- «Радиотехника и электроника»;
- «Успехи физических наук»;
- «Вестник Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. Серия «Физика. Радиотехника. Связь»».

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети Internet:

- электронная библиотека elibrary.ru;
- открытый международный архив электронных препринтов arXiv.org;
- базы патентов, открытый поиск wipo.int;
- базы данных ВИНТИ viniti.msk.su;
- информационно-поисковая система РГБ rsl.ru;
- информационно-поисковая система и базы данных Международного центра научной и технической информации icsti.su.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийное оборудование.

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (приказ Минобрнауки от 16.03.2011 г. № 1365) с учетом рекомендаций, изложенных в письме Минобрнауки от 22.06.2011 г. № ИБ – 733/12.

Программа одобрена на
заседании кафедры радиофизики

16.10.2012 (протокол № 2)

Заведующий кафедрой

Артёмов К.С., к.ф.-м.н., доцент

Автор

Артёмова Т.К., к.ф.-м.н., доцент