

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнических устройств»

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМиА

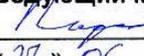
 / О.А. Бодров
«27» 06 2019 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В.Корячко
«27» 06 2019 г

Заведующий кафедрой РТУ

 / Ю.Н. Паршин
«27» 06 2019 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 «Фрактальные методы в радиотехнике»

Направление подготовки
11.04.01 «Радиотехника»

Программа магистратуры
Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Уровень подготовки
Магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная

Рязань 2019 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» профиль «Радионавигационные системы и комплексы», утвержденного 9 февраля 2018 г.

Разработчик

доцент кафедры радиотехнических устройств Паршин Александр Юрьевич

(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» мая 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой радиотехнических устройств Паршин Юрий Николаевич

(подпись)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета.

Целью дисциплины «Фрактальные процессы в радиотехнике» является получение студентами базовых знаний в области теоретических и практических методов формирования радиолокационного изображения в РЛС с синтезированной апертурой, ознакомление с основами текстурного анализа сигналов и изображений, а также подготовка обучающихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника».

Обучение студентов по курсу «Фрактальные процессы в радиотехнике» направлено на углубленное получение знаний по разделам таких дисциплин, входящих в основной учебный план обучения, как "Распознавание в радиолокации", "РЛС с синтезированной апертурой".

Задачами дисциплины являются:

- изучение фрактальных параметров объектов и отраженных от них сигналов;
- изучение специальных видов обработки на основе фрактальных свойств объектов;
- изучение методов и алгоритмов первичной и вторичной обработки радиолокационных изображений;
- изучение методов оценивания фрактальных параметров объектов на изображениях РСА.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций в соответствии с учебным планом.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
25 Ракетно-космическая промышленность	научно - исследовательский	моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	Аппаратура бортовых космических систем
	проектный	проектирование радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов с учетом заданных требований;	Аппаратура бортовых космических систем
	технологический	разработка технологической документации на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы	Аппаратура бортовых космических систем

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина Б1.В.05 «Фрактальные процессы в радиотехнике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) магистратуры «Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах» направления 11.04.01 «Радиотехника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Статистическая теория РТС», изучаемых в программе бакалавриата.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основные фрактальные параметры и признаки объектов, основные подходы к разработке алгоритмов обработки сигналов и изображений;

уметь:

– выполнять разработку и построение структурных схем антенн с синтезированием апертуры, выполнять разработку и построение алгоритмов оценки фрактальных параметров при помощи стандартных пакетов прикладных программ;

владеть:

– математическим аппаратом расчета и построения структуры радиолокационного канала распространения зондирующего сигнала, методами разработки алгоритмов оценки фрактальных параметров и обнаружения объектов с их помощью.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Основы теории беспроводных интерфейсов»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные		ПК-2 Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные	ИД-1 _{ПК-2} Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем ИД-2 _{ПК-2} Умеет	25.027 Специалист по разработке аппаратуры бортовых космических систем

пакеты прикладных программ		пакеты прикладных программ	формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем ИД-3 _{ПК-2} Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники	
----------------------------	--	----------------------------	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц (ЗЕ).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1			
Аудиторные занятия (всего)	32	32			
В том числе:					
Лекции	16	16			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические занятия (ПЗ)	16	16			
Семинары (С)					
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)					
<i>Другие виды аудиторной работы</i>					
Самостоятельная работа (всего)	76	76			
В том числе:					
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Расчетные задания					

Реферат					
Другие виды самостоятельной работы	76	76			
Контроль					
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	зачет	Зачет			
Общая трудоемкость час	108	108			
Зачетные Единицы Трудоемкости	3	3			
Контактная работа (по учебным занятиям)	32	32			

4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	семинары, практические занятия	
Семестр 1						
	Всего	108	32	16	16	76
1	Введение. Фрактальные свойства объектов искусственной и естественной природы. Свойства радиолокационных станций с синтезированной апертурой антенны. Свойства сигналов, отраженных от фрактальных объектов. Режимы обзора РСА.	24	8	4	4	16
2	Функция неопределенности прямолинейной синтезированной апертуры. Принцип синтеза апертуры антенны. Геометрические соотношения при синтезе апертуры.	24	8	4	4	16
3	Энергетические параметры сигналов, отраженных от фрактальных объектов. Алгоритмы синтеза РЛИ в РСА. Модуляция зондирующего сигнала. Алгоритмы обработки сигналов РСА землеобзо-	24	8	4	4	16

	ра.					
4	Системы обработки фрактальных сигналов в РСА. Алгоритм автофокусировки систем при облучении фрактальных объектов. Алгоритмы обработки радиолокационных изображений фрактальных объектов.	27	8	4	4	19
5	Экзамены и консультации	9				9

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Фрактальные свойства объектов и сигналов. Введение. Определение, назначение и функции радиолокационных систем с синтезированием апертуры антенны. Фрактальные параметры объектов и отраженных от них сигналов при облучении радиолокационной станцией. Аппаратура РЛС. Параметры среды распространения радиоволн. Математическое описание разрешающей способности РЛС и расчет диаграммы направленности. Режимы пространственного обзора космических РСА. Алгоритмы формирования полосы обзора.

Тема 2. Математические методы моделирования сигналов. Математическое описание и расчет неопределенности прямолинейной синтезированной апертуры. Понятие и основные принципы и методы синтезирования апертуры антенны. Фазовые и амплитудные соотношения сигналов. Поля в ближней и дальней зоне. Понятие радиометрического разрешения и методы его повышения. Статистические характеристики траекторного сигнала. Изменения фазы в принимаемом сигнале.

Тема 3. Энергетические параметры сигналов. Энергетика РСА, требуемая мощность системы. Структурная схема формирования траекторного сигнала. Синтез радиолокационных изображений. Виды модулирующих сигналов в РСА. Методы модуляции. Антенные системы, применяемые в РСА. Алгоритмы обработки сигналов и формирования радиолокационных изображений в комплексном виде.

Тема 4. Алгоритмы обработки фрактальных сигналов и объектов. Оптические и цифровые системы обработки сигналов в РСА. Методы автофокусировки. Основные характеристики РЛС с синтезированной апертурой, применяемых при зондировании Земли. Текстурированная обработка изображений. Выбор текстурных признаков для обработки. Основные понятия о фрактальных характеристиках сигналов и изображений. Фрактальное обнаружение и выделение границ объектов. Максимально правдоподобный алгоритм оценивания параметров фрактальных объектов. Комплексирование энергетических и фрактальных характеристик объектов. Методы выделения границ объектов.

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Фрактальные свойства объектов искусственной и естественной природы.	2	ПК-2	зачет
2	Свойства радиолокационных станций с синтезированной апертурой антенны.	2	ПК-2	зачет

	Свойства сигналов, отраженных от фрактальных объектов. Режимы обзора РСА.			
3	Функция неопределенности прямолинейной синтезированной апертуры. Принцип синтеза апертуры антенны.	2	ПК-2	зачет
4	Геометрические соотношения при синтезе апертуры.	2	ПК-2	зачет
5	Энергетические параметры сигналов, отраженных от фрактальных объектов. Алгоритмы синтеза РЛИ в РСА.	2	ПК-2	зачет
6	Модуляция зондирующего сигнала. Алгоритмы обработки сигналов РСА землеобзора.	2	ПК-2	зачет
7	Системы обработки фрактальных сигналов в РСА. Алгоритм автофокусировки систем при облучении фрактальных объектов..	2	ПК-2	зачет
8	Алгоритмы обработки радиолокационных изображений фрактальных объектов	2	ПК-2	зачет

4.3.2 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Введение. Фрактальные свойства объектов искусственной и естественной природы.	2	ПК-2	зачет
2	Свойства радиолокационных станций с синтезированной апертурой антенны. Свойства сигналов, отраженных от фрактальных объектов. Режимы обзора РСА.	2	ПК-2	зачет
3	Функция неопределенности прямолинейной синтезированной апертуры. Принцип синтеза апертуры антенны.	2	ПК-2	зачет
4	Геометрические соотношения при синтезе апертуры.	2	ПК-2	зачет
5	Энергетические параметры сигналов, отраженных от фрактальных объектов. Алгоритмы синтеза РЛИ в РСА.	2	ПК-2	зачет
6	Модуляция зондирующего сигнала. Алгоритмы обработки сигналов РСА землеобзора.	2	ПК-2	зачет
7	Системы обработки фрактальных	2	ПК-2	зачет

	сигналов в РСА. Алгоритм автофокусировки систем при облучении фрактальных объектов.			
8	Алгоритмы обработки радиолокационных изображений фрактальных объектов	2	ПК-2	зачет

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Фрактальные процессы в радиотехнике»).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Рекомендуемая литература

Основная учебная литература:

1. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли. Учебное пособие для вузов / Под ред. Г.С. Кондратенкова – М.: Радиотехника, 2005.
2. Верба В. С., Неронский Л. Б., Осипов И.Г., Турук В. Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Под редакцией В. С. Вербы. – М.: Радиотехника, 2010.
3. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Состояние и тенденции развития – М.: Радиотехника, 2008.
4. Верба В.С. Обнаружение наземных объектов. Радиолокационные системы обнаружения и наведения воздушного базирования. – М.: Радиотехника, 2007.
5. Паршин А.Ю., Паршин Ю.Н. Текстурный анализ сигналов и изображений РЛС с синтезированной апертурой. Учебное пособие – Рязань, 2014.

Дополнительная учебная литература:

1. Антипов В.Н., Горяинов В.Т., Кулин А.Н. и др. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры. - М.: Радио и связь, 1988. 304 с.
2. Реутов А.П., Михайлов Б.А., Кондратенков Г.С., Бойко Б.В. Радиолокационные станции бокового обзора. – М.: Советское радио, 1970.
3. Буренин Н.И. Радиолокационные станции с синтезированной антенной. - М: Советское радио, 1972, - 160 с.
4. Радиолокационные станции обзора Земли / Кондратенков Г.И., Потехин В.А. Реутов А.П., Феоктистов Ю.А., под ред. Кондратенкова Г.С. - М: Радио и связь, 1983, - 272 с.
5. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны / Антипов В.Н., Горяинов В.Т. и др.: под ред. Горяинова В.Т. - М.: Радио и связь, 1988, - 304 с.
6. Радиолокационные системы многофункциональных самолетов. Т. 1 / Под ред. Канашенкова А.И., Меркулова В.И. М.: Радиотехника, 2006.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

- 1 Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

2 Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для выполнения теоретического зачета обучающимися используется тестовое задание в системе дистанционного тестирования РГРТУ «Академия» (<http://distance.rrtu/>):

1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0);
3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3);
4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
5. MATLAB, Simulink, Fuzzy Logic Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №365617 с 29.08.2008 – бессрочно).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области программирования на любом из языков программирования высокого уровня и навыки разработки программного обеспечения с помощью интегрированных программных сред (IDE).

Перед началом проведения лабораторных работ необходимо ознакомиться с методическими указаниями к лабораторным работам. Обязательное условие успешного усвоения курса – большой объём самостоятельно проделанной работы.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю в ходе подготовки к практическому занятию и теоретическому зачету.

Изучение методических указаний к лабораторной работе – 2 часа перед выполнением лабораторной работы и в ходе разработки проекта и 2 часа для оформления отчета, отладки проекта и подготовки к сдаче работы.

Для освоения программирования на объектно-ориентированном языке C++ в инструментальной среде Qt Creator желательно установить ее на домашнем компьютере. Для установки программного обеспечения используйте официальные репозитории [10.1, 10.2].

Перед выполнением практического занятия и лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием. Желательно заранее выполнить подготовку проекта в инструментальной среде, чтобы на практическом или лабораторном занятии осталось время для сдачи работы.

Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Таким образом вы сможете сэкономить свое время и время преподавателя.

Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с разработкой программ на объектно-ориентированном языке, использованием языковых конструкций, принципов ООП, освоением инструментальной

среды, вы можете получить в сети Интернет, посещая соответствующие информационные ресурсы.

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;
- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний в области объектно-ориентированного программирования;
- получению навыков проектирования и разработки программ в инструментальной среде объектно-ориентированного программирования.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, практических и лабораторных занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины «Объектный анализ и объектно-ориентированное программирование»;
- выполнение практического или лабораторного задания: составление проекта программы для очередного практического или лабораторного занятия;
- выполнение домашнего задания: тестирование и отладка программы; подготовка к защите практического или лабораторного задания, оформление отчета.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;
- 2) для проведения практических занятий необходим класс персональных компьютеров с установленными операционными системами Microsoft Windows XP (или выше) или Linux и установленным лицензионным программным обеспечением MATLAB;
- 3) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составил

к.т.н., доц. кафедры РТУ

Паршин А.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТУ (протокол №10 от «30» мая 2019 г.)