

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА  
Кафедра радиотехнических систем

СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры  
и аспирантуры

\_\_\_\_\_ О.А. Бодров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД

\_\_\_\_\_ А.В. Корячко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель ОПОП  
зав. кафедрой РТС

\_\_\_\_\_ В.И. Кошелев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**К.М.01.ДВ.02.02 «Методы пространственного мультиплексирования радиолокационных систем»**

Направление подготовки – 11.06.01

«Электроника, радиотехника и системы связи»

ОПОП– «Радиолокация и радионавигация»

Квалификация выпускника – Исследователь, преподаватель-исследователь

Форма обучения – очная, заочная

Рязань 2020

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

Целью преподавания дисциплины «Методы пространственного мультиплексирования радиолокационных систем» является подготовка специалистов к разработке радиолокационных систем, а также устройств формирования и обработки сигналов на фоне помех.

Задачами дисциплины является ознакомить студентов с различными аспектами формирования и обработки радиолокационных сигналов: пространственной обработки, пространственному кодированию, пространственному мультиплексированию, формирования и обработки сигналов в условиях статистической априорной неопределенности.

Предметом изучения дисциплины «Методы пространственного мультиплексирования радиолокационных систем» являются методы и алгоритмы пространственного мультиплексирования радиолокационных систем в условиях помех при широком использовании антенных решеток и многоантенных систем.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способностью понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию, современную научную, техническую и патентную литературу и пополнять научные знания в области радиолокации и радионавигации	<p><u>Знать:</u> современные тенденции развития радиолокационных систем.</p> <p><u>Уметь:</u> понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками информационного поиска сведений в современной научной, технической и патентной литературе и пополнения научных знаний в области радиолокации и радионавигации.</p>
ПК-2	способностью синтезировать алгоритмы оптимальной обработки и защиты от естественных и преднамеренных помех радиолокационных, радионавигационных систем и анализировать качество их работы	<p><u>Знать:</u> основные приемы синтеза алгоритмов оптимальной обработки.</p> <p><u>Уметь:</u> синтезировать алгоритмы оптимальной обработки и защиты от естественных и преднамеренных помех.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками применения методов и алгоритмов подавления помех радиолокационных, радионавигационных систем и анализа качества их работы.</p>
ПК-3	готовностью провести всесторонний анализ, исследование и испытания устройств радиолокации и радионавигации, а также алгоритмов их функционирования с использованием современных методов математического, статистического и компьютерного моделирования, а также натурального эксперимента	<p><u>Знать:</u> методы всестороннего анализа, исследования и испытания устройств радиолокации и радионавигации</p> <p><u>Уметь:</u> проводить всесторонний анализ, исследование и испытания устройств радиолокации и радионавигации, а также алгоритмов их функционирования.</p> <p><u>Владеть:</u> современными методами математического, статистического и компьютерного моделирования, а также натурального эксперимента.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина (модуль) относится к вариативной части ОПОП. Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) 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 зачетные единицы (ЗЕ), 108 часов.

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	38,35	12
Лекции	24	6
Практические занятия	14,35	6
Самостоятельная работа обучающихся, в том числе		96
Экзамены и консультации	53,65	10
Самостоятельные занятия	16	86
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Экзамен	Экзамен

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции и	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7	8
		108	38,35	24	0	14,35	16
1	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех	4,35	2,35	2	0	0,35	2
2	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	6	4	3	0	1	2
3	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов и пространственного мультиплексирования	5	3	2	0	1	2

4	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов.	6	4	2	0	2	2
5	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех	5	5	3	0	2	2
6	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов. Пространственное мультиплексирование радиолокационных систем	7	5	3	0	2	2
7	Пространственная обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных сигналов	7	5	3	0	2	2
8	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов	7	5	3	0	2	2
9	Пространственное кодирование, декодирование и мультиплексирование радиолокационных систем и сигналов	7	5	3	0	2	2
	Экзамен	<b>53,65</b>					

#### 4.2. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для заочной формы обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7	8
		108	12	6	0	6	86
1	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех	10,2	1,2	0,6	0	0,6	9
2	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	10,2	1,2	0,6	0	0,6	9

3	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов и пространственного мультиплексирования	10,2	1,2	0,6	0	0,6	9
4	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов.	10,4	1,4	0,7	0	0,7	9
5	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
6	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов. Пространственное мультиплексирование радиолокационных систем	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
7	Пространственная обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных сигналов	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
8	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
9	Пространственное кодирование, декодирование и мультиплексирование радиолокационных систем и сигналов	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
	Экзамен	<b>10</b>					

#### 4.3 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№	Раздел дисциплины (модуля)	Содержание раздела
1	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех	Место обработки сигналов в общей структуре информационной радиосистемы. Формулировка основных задач обработки сигналов: обнаружение, различение сигналов, оценивание параметров, фильтрация случайных сигналов, разрешение сигналов, Распознавание образов. Модели сигналов и помех. Узкополосные в радиотехническом смысле радиосигналы.
2	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	Свойства раскрывов. Функция раскрыва. Виды направленности антенн. Временная структуры сигналов. Комплексная огибающая, формирование квадратурных составляющих. Дискретное представление сигналов. Корреляционные свойства временных сигналов. Структура импульсных сигналов. Пространственно-временная

		структура сигналов. Узкополосность в пространственном смысле. Активные шумовые помехи. Пассивные помехи. Статистические характеристики гауссовских сигналов и помех. Дискретная обработка пространственно-временных сигналов. Преобразование сигналов в цифровую форму. Дискретные во времени сигналы.
3	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов и пространственного мультиплексирования	Отношение правдоподобия для гауссовской помехи и детерминированного полезного сигнала. Отношение правдоподобия для гауссовских сигнала и помехи. Отношение правдоподобия в спектральном базисе. Примеры. Методы оптимальной обработки дискретных сигналов. Метод выбеливания. Метод ортогональных преобразований.
4	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов.	Аналоговая обработка сигналов. Метод выбеливания. Метод разложения Карунена-Лоэва. Оценочно-корреляционная (ОК) и оценочно-корреляционно-компенсационная (ОКК) обработка сигналов. Варианты реализации ОК алгоритма обработки.
5	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Винеровская фильтрация: синтез нереализуемого и реализуемого фильтров. Оптимальная линейная фильтрация марковских процессов. Примеры. Оптимальная нелинейная фильтрация марковских процессов. Примеры нелинейной фильтрации. Искажения сигналов в компенсаторе фазомодулированной помехи. Энергетическое подавление сигнала. Метод эквивалентного фильтра.
6	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов. Пространственное мультиплексирование радиолокационных систем	Пространственная обработка сигналов. Отношение правдоподобия для пространственной обработке. Разделение обработки на пространственную и временную. Структуры пространственно-временной обработки. Эффективность пространственной обработки. Примеры пространственной обработки. Пространственная обработка при частично заданной пространственной структуре.
7	Пространственная обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных сигналов	Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных сигналов. Модели многомерных сигналов. Отношение правдоподобия для многомерных сигналов. Пространственно-временная фильтрация пространственно сосредоточенной помехи. Пространственно-временная компенсация помех с разделением обработки на пространственную и временную.
8	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Виды априорной неопределенности. Метод адаптации. Метод подобия и инвариантности. Метод непараметрических статистик. Робастные методы обработки сигналов. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов. Примеры алгоритмов адаптивной обработки. Оценочно-корреляционная адаптивная обработка. Адаптивная фильтрация случайных сигналов и помех. Примеры адаптивных ОК алгоритмов.

9	Пространственное кодирование, декодирование и мультиплексирование радиолокационных систем и сигналов	Пространственное кодирование сигналов. Модель ММО канала. Пропускная способность ММО канала. Эргодическая пропускная способность. Пространственное кодирование и декодирование методом BLAST. Пространственно-временное блочное кодирование (Alamouti). Формирование каналов в пространстве собственных лучей. Распределение мощности при передаче в пространстве лучей.
---	--	--

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

1. Информационные технологии в радиотехнических системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / под. ред. И. Б. Федорова. — Электрон. дан. — Москва : , 2011. — 846 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106284>. — Загл. с экрана
2. Адаптивные антенные решетки. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Григорьев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65764.html>
3. Адаптивные антенные решетки. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Григорьев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 121 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65765.html>
4. Баланис К.А. Введение в смарт-антенны [Электронный ресурс] / К.А. Баланис. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 200 с. — 978-5-94836-312-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16972.html>
5. Паршин, Ю.Н. Пространственное формирование и обработка сигналов : метод. указ. к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2017. - 56с. - Библиогр.: с.55-56 (9 назв.). - Б/ц.
6. Паршин, Ю.Н. Компенсация помех в бортовых РЛС : Учеб.пособие / РГРТУ. - Рязань, 2007. - 72с. - Библиогр.:с.69-70 (22 назв.).

### 6. Планы практических занятий

#### 1. Модели сигналов и помех

Детерминированные и статистические модели сигналов. Пространственные модели сигналов. Непрерывные и дискретные модели сигналов.

#### 2. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов

Алгоритмы обработки сигналов при различных описаниях сигналов и помех. Структурные схемы устройств, реализующих алгоритмы обработки сигналов.

#### 3. Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов

Отношение правдоподобия для гауссовской помехи и детерминированного полезного сигнала. Отношение правдоподобия для гауссовских сигнала и помехи. Отношение правдоподобия в спектральном базисе. Примеры. Методы оптимальной обработки дискретных сигналов. Метод выбеливания. Метод ортогональных преобразований

#### 4. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов

Алгоритмы оценочно-корреляционной и оценочно-корреляционно-компенсационной обработки сигналов. Структурные схемы устройств, реализующих алгоритмы пространственной и пространственно-временной обработки сигналов.

#### 5. Оптимальная фильтрация случайных сигналов

Линейная и нелинейная фильтрация сигналов на фоне помех. Алгоритмы и устройства винеровской фильтрации. Алгоритмы и устройства марковской фильтрации.

#### 6. Разделение обработки на пространственную и временную. Структуры простран-

ственно-временной обработки. Эффективность пространственной обработки. Примеры пространственной обработки. Пространственная обработка при частично заданной пространственной структуре.

7. Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов

Метод адаптации. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов. Примеры алгоритмов адаптивной обработки. Оценочно-корреляционная адаптивная обработка. Адаптивная фильтрация случайных сигналов и помех. Примеры адаптивных ОК алгоритмов

8. Пространственное кодирование и декодирование сигналов

Пространственное кодирование сигналов. Модель ММО канала. Пропускная способность ММО канала. Эргодическая пропускная способность. Пространственное кодирование и декодирование методом BLAST. Пространственно-временное блочное кодирование (Alamouti). Формирование каналов в пространстве собственных лучей. Распределение мощности при передаче в пространстве лучей.

**7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

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

**Основная учебная литература:**

1. Информационные технологии в радиотехнических системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / под. ред. И. Б. Федорова. — Электрон. дан. — Москва : , 2011. — 846 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106284>. — Загл. с экрана

2. Адаптивные антенные решетки. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Григорьев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65764.html>

3. Адаптивные антенные решетки. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Григорьев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 121 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65765.html>

4. Баланис К.А. Введение в смарт-антенны [Электронный ресурс] / К.А. Баланис. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 200 с. — 978-5-94836-312-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16972.html>

5. Паршин, Ю.Н. Пространственное формирование и обработка сигналов : метод. указ. к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2017. - 56с. - Библиогр.: с.55-56 (9 назв.). - Б/ц.

6. Паршин, Ю.Н. Компенсация помех в бортовых РЛС : Учеб.пособие / РГРТУ. - Рязань, 2007. - 72с. - Библиогр.:с.69-70 (22 назв.).

**Дополнительная учебная литература:**

1. Монзинго Р.А, Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию: пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986. - 448 с.

2. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1989. - 440 с.

3. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. - М.: Радио и связь, 1983. - 320 с.

4. Бакулин, М.Г., Варукина В.В., Крейнделин В.Б. Технология ММО: принципы и алгоритмы. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014. - 244с. - Библиогр.: с.225-240 (200 назв.). - ISBN 978-5-9912-0457-6 : 462-00.



5. Введение в теорию адаптивных антенн / А.А. Пистолькорс, О.С. Литвинов. - М.: Наука, 1991. – 200 с.

## **9. Перечень ресурсов информационно– телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения 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/>.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **10.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

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

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

### **10.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой по в библиотеке.

### **10.3. Рекомендации по работе с литературой**

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по педагогике высшей школы. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме.

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области статистической теории радиосистем. Желательно начальное знакомство с основами программного пакета MatLab. Обязательное условие успешного усвоения курса – запланированный самостоятельно проделанной работы.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При реализации программы аспирантуры применяются элементы электронного обучения, под которым понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий,

технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников.

При проведении занятий по дисциплине используются следующие элементы электронного обучения:

- 1) удаленные информационные коммуникации между аспирантами и преподавателем, ведущим лекционные и практические занятия, посредством электронной почты, позволяющие осуществлять оперативный контроль графика выполнения и содержания контрольных заданий, решение организационных вопросов, удаленное консультирование;
- 2) поиск актуальной научной, статистической и общественно-политической информации для выполнения самостоятельной работы и контрольных заданий;
- 3) доступ к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам.

В учебном процессе применяются следующие информационные технологии:

- 1) чтение лекций с использованием презентаций;
- 2) выполнение студентами заданий с использованием лицензионного или свободно распространяемого программного обеспечения, установленного на рабочих местах студента в компьютерных классах и в помещениях для самостоятельной работы, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях.

#### **11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения**

1. Операционная система Windows.
2. Пакет офисных программ Microsoft Office.
3. Пакет прикладных программ MatLab/

#### **11.3 Перечень профессиональных баз данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационных справочных систем**

1. Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru>. – Режим доступа: свободный доступ.
2. Справочная правовая система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/online/>. – Режим доступа: свободный доступ (будние дни – 20.00-24.00, выходные и праздничные дни – круглосуточно);
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: доступ по паролю.
4. Реферативная база данных Web of Science (WoS) [Электронный ресурс]. – URL: [https://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=G\\_eneralSearch&SID=C4cfXSE5AT2U5WhFAGI&preferencesSaved=](https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=G_eneralSearch&SID=C4cfXSE5AT2U5WhFAGI&preferencesSaved=). – Режим доступа: доступ по паролю.
5. Реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri>. – Режим доступа: доступ по паролю.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;
- 2) классы для проведения практических занятий;
- 3) дисплейный класс, оснащенный ПЭВМ с инсталлированными операционными системами Microsoft Windows XP (или выше) и программой MatLab, для проведения практических занятий в виртуальной среде MatLab.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образова-

тельным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи», квалификация выпускника – исследователь, преподаватель-исследователь, форма обучения – очная, заочная.

Программу составил  
д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехнических устройств (протокол № 10 от 16.06.2020).

Заведующий кафедрой  
радиотехнических устройств  
д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин