

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.02.01 «Методы пространственной обработки радиосигналов
и компенсации помех»**

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 пространственной обработки радиосигналов и компенсации помех» 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 пространственной обработки радиосигналов и компенсации помех» 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 натурного 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 натурного 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	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7	8
		108	38,35	24	0	14,35	16
1	Основные задачи обработки радиосигналов. Модели радиосигналов и помех	4,35	2,35	2	0	0,35	2
2	Пространственная и временная структуры радиосигналов. Цифровая обработка пространственно-временных радиосигналов	6	4	3	0	1	2
3	Методы цифровой обработки пространственно-временных радиосигналов	5	3	2	0	1	2
4	Аналоговая обработка радиосигналов. Оценочно-корреляционная	6	4	2	0	2	2

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

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 радиосигналов. Модели радиосигналов и помех	10,2	1,2	0,6	0	0,6	9
2	Пространственная и временная структуры радиосигналов. Цифровая обработка пространственно-временных радиосигналов	10,2	1,2	0,6	0	0,6	9
3	Методы цифровой обработки пространственно-временных ра-	10,2	1,2	0,6	0	0,6	9

	диосигналов						
4	Аналоговая обработка радиосигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка радиосигналов.	10,4	1,4	0,7	0	0,7	9
5	Оптимальная фильтрация случайных радиосигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация радиосигналов и помех. Искажения радиосигналов в компенсаторах помех	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
6	Пространственная обработка радиосигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка радиосигналов.	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
7	Пространственная радиосигналов обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных радиосигналов	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
8	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки радиосигналов	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
9	Пространственное кодирование, декодирование и мультиплексирование радиолокационных систем и радиосигналов	11,4	1,4	0,7	0	0,7	10
	Экзамен	10					

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

№	Раздел дисциплины (модуля)	Содержание раздела
1	Основные задачи обработки радиосигналов. Модели радиосигналов 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 радиосигналов. Цифровая обработка пространственно-временных радиосигналов	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 простран-

		ственно-временных сигналов. Преобразование сигналов в цифровую форму. Дискретные во времени сигналы.
3	Методы цифровой обработки пространственно-временных радиосигналов	Отношение правдоподобия для гауссовской помехи и детерминированного радиосигнала. Отношение правдоподобия для гауссовских радиосигнала и помехи. Отношение правдоподобия в спектральном базисе. Примеры. Методы оптимальной обработки дискретных радиосигналов. Метод выбеливания. Метод ортогональных преобразований.
4	Аналоговая обработка радиосигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка радиосигналов.	Аналоговая обработка радиосигналов. Метод выбеливания. Метод разложения Карунена-Лоэва. Оценочно-корреляционная (ОК) и оценочно-корреляционно-компенсационная (ОКК) обработка радиосигналов. Варианты реализации ОК алгоритма обработки.
5	Оптимальная фильтрация случайных радиосигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация радиосигналов и помех. Искажения радиосигналов в компенсаторах помех	Оптимальная фильтрация случайных радиосигналов. Винеровская фильтрация: синтез нереализуемого и реализуемого фильтров. Оптимальная линейная фильтрация марковских процессов. Примеры. Оптимальная нелинейная фильтрация марковских процессов. Примеры нелинейной фильтрации. Искажения радиосигналов в компенсаторе фазомодулированной помехи. Энергетическое подавление радиосигнала. Метод эквивалентного фильтра.
6	Пространственная обработка радиосигналов. Квази-оптимальная пространственная обработка радиосигналов.	Пространственная обработка радиосигналов. 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 радиосигналов обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных радиосигналов	Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных радиосигналов. Модели многомерных радиосигналов. Отношение правдоподобия для многомерных радиосигналов. 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 радиосигналов	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 ра-	Пространственное кодирование радиосигналов. Модель ММО канала. Пропускная способность ММО канала. Эргодическая пропускная способность. Пространствен-

диокационных систем и радиосигналов	ное 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 радиосигналов

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

3. Методы цифровой обработки пространственно-временных радиосигналов

Отношение правдоподобия для гауссовской помехи и детерминированного полезного радиосигнала. Отношение правдоподобия для гауссовских радиосигнала 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 радиосигналов

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

5. Оптимальная фильтрация случайных сигналов

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

6. Разделение обработки на пространственную и временную. Структуры пространственно-временной обработки. Эффективность пространственной обработки. Примеры пространственной обработки. Пространственная обработка при частично заданной про-

странственной структуре.

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

Метод адаптации. Адаптивные алгоритмы обработки радиосигналов. 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 радиосигналов. 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=C4cfXSE5AT2U5WhFAGl&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 установленными 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 образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи», квалификация выпускника – исследователь, преподаватель-исследователь, форма обучения – очная.

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