

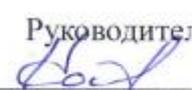
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Радиотехнические устройства»

«СОГЛАСОВАНО»
Директор ИМиА
 / Бодров О.А.
« 26 » 06 20 20 г

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор РОПиМД
 / Корячко А.В.
« 26 » 06 20 20 г

Руководитель ОПОП ВО
 / Кошелев В.И.
« 26 » 06 20 20 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.05 «ПРОСТРАНСТВЕННО ВРЕМЕННАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

Направление
11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки
Радиотехнические системы локации, навигации и радиоэлектронной борьбы

Уровень подготовки
Академическая магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 «Радиотехника», утвержденного Приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 925.

Разработчик
зав. кафедрой РТУ

Ю.Н. Паршин

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 2019 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой РТУ

Ю.Н. Паршин

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка специалистов к разработке систем и устройств обработки сигналов различного происхождения на фоне помех.

Задачи:

- ознакомить обучающихся с различными аспектами оптимальной обработки сигналов: пространственной обработки, пространственному кодированию, обработки сигналов в условиях статистической априорной неопределенности,
- освоение обучающимися навыков разработки алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов, применения языков программирования для реализации алгоритмов.

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)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно-исследовательский	Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров; разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники; анализ их результатов; разработка физических и математических моделей; компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных	Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы, эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

		исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.	
проектный	Проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка и согласование технических заданий на проектирование технических условий, 11 программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем; разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений;	Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы, эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов	

		подготовка конструкторской и технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.Д.05 «Пространственно-временная обработка сигналов» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основных профессиональных образовательных программ (далее – образовательной программы) магистратуры «Радиоэлектронные системы и устройства локации, навигации и управления», «Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах», «Радиоэлектронные системы передачи и обработки информации» направления 11.04.01 «Радиотехника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, изучаемых в средней школе.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные методы статистической радиотехники, теории радиотехнических сигналов и цепей, антенн и устройств СВЧ, информатики, изучаемых при получении высшего образования - бакалавриат;

уметь:

- производить расчеты, пользуясь методами и средствами математики, радиотехники и анализировать полученные результаты;

владеть:

- навыками, методами и приемами математики, радиотехники, информатики.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Адаптивная пространственная обработка сигналов», «Методы и алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов», «Обработка сигналов и изображений в РЛС с синтезированной апертурой», и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Предметом изучения дисциплины являются методы и алгоритмы пространственной обработки сигналов в условиях помех при широком использовании антенных решеток и многоантенных систем.

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.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
-----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

	ОПКЗ - способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	<u>Знать:</u> методы и алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов. <u>Уметь:</u> использовать результаты изучения методов и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в радиотехнике. <u>Владеть:</u> навыками применения методов и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в радиотехнике при решении инженерных задач.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка и согласование технических заданий на проектирование технических условий, программ и методик испыта-		ПКЗ - способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков	<u>Знать:</u> методы создания алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов. <u>Уметь:</u> самостоятельно применять методы и алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов в практической деятельности. <u>Владеть:</u> навыками самостоятельного практического использования методов и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в радиотехнике с использованием современных языков.	06.005 Инженер- радиоэлектронщик

ний радиоэлектронных устройств и систем; разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений; подготовка конструкторской и технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия				
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

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 4 зачетных единиц (ЗЕ).

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48
Лекции	24
Лабораторные работы	16
Практические занятия	8
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	96
Экзамены и консультации	54
Консультации в семестре	6
Самостоятельные занятия	36

Вид промежуточной аттестации обучающихся – Экзамен	
----------------------------------------------------	--

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

В структурном отношении программа представлена следующими модулями:

1 модуль. Оптимальная обработка сигналов.

2 модуль. Пространственная обработка сигналов.

3 модуль. Пространственное кодирование и декодирование.

№ 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
	1-й семестр	144	48	24	16	8	96
	1-й модуль Оптимальная обработка сигналов	56	16	8	4	4	40
1.1	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех	23	8	2	4	2	15
1.2	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	21	6	4	0	2	15
1.3	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов	12	2	2	0	0	10
	2-й модуль Пространственная обработка сигналов	48	18	8	8	2	30
2.1	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов	12	2	2	0	0	10
2.2	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех	19	9	4	4	1	10
2.3	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов.	17	7	2	4	1	10
	3-й модуль Пространственное кодирование	40	14	8	4	2	26

	и декодирование						
3.1	Пространственная обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных сигналов	11	3	2	0	1	8
3.2	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов	11	3	2	0	1	8
3.3	Пространственное кодирование и декодирование сигналов	18	8	4	4	0	10
	Экзамен						

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

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание раздела
Модуль 1. Оптимальная обработка сигналов	
1.1. 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.
1.2. Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	Свойства раскрытов. 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.
1.3. 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.
2-й модуль. Пространственная обработка сигналов	
2.1. Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-	Аналоговая обработка сигналов. Метод выбеливания. Метод разложения Карунена-Лоэва. Оценочно-корреляционная (ОК) и оценочно-корреляционно-компенсационная (ОКК) обработка сигналов. Вариан-

компенсационная обработка сигналов	ты реализации ОК алгоритма обработки.
2.2. 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.
2.3. Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов.	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.
3-й модуль. Пространственное кодирование и декодирование	
3.1. 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.
3.2. 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.
3.3. Пространственное кодирование и декодирование сигналов	Пространственное кодирование сигналов. Модель MIMO канала. Пропускная способность MIMO 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. — Ре-

- жим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106284>. — Загл. с экрана
2. Масалов, Е.В. Радиотехнические системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Масалов. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 118 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4940>. — Загл. с экрана.
3. 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>
4. Паршин, Ю.Н. Пространственные формирование и обработка сигналов : метод. указ. к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2017. - 56с. - Библиогр.: с.55-56 (9 назв.). - Б/ц.
5. Паршин, Ю.Н. Методы оптимальной обработки сигналов : метод. указ к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2008. - 52с. - Библиогр.: С.52 (8 назв.).
6. Паршин, Ю.Н. Компенсация помех в бортовых РЛС : Учеб.пособие / РГРТУ. - Рязань, 2007. - 72с. - Библиогр.:с.69-70 (22 назв.).

6.2.2. Планы практических занятий

Модуль 1. Оптимальная обработка сигналов

1.1. Модели сигналов и помех

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

1.2. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов

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

Модуль 2. Пространственная обработка сигналов

2.1. 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.

2.2. Оптимальная фильтрация случайных сигналов

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

Модуль 3. Пространственное кодирование и декодирование

3.1. Пространственная обработка при частично заданной структуре

Пространственная компенсация помех. Разработка алгоритмов пространственной компенсации помех по различным критериям оптимальности: минимум среднего квадрата ошибки, максимум отношения сигнал-помеха, максимального правдоподобия, минимум мощности помехи. Защита главного максимума диаграммы направленности антенны.

3.2. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов

Параметрическая и непараметрическая адаптация. Разработка алгоритмов адаптивной подстройки параметров устройств обработки сигналов. Динамический режим адаптации.

6.2.3. Лабораторный практикум

Модуль 1. Оптимальная обработка сигналов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	3.1	Оптимальная пространственная обработка сигналов

2-й модуль. Пространственная обработка сигналов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
2	3.2	Адаптивная пространственная компенсация помех
3	3.2	Пространственная компенсация помех с фазовым управлением

3-й модуль. Пространственное кодирование и декодирование

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
4	3.3	Пространственное кодирование и декодирование сигналов

7. 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. Масалов, Е.В. Радиотехнические системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Масалов. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 118 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4940>. — Загл. с экрана.
3. 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>
4. 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.
5. Паршин, Ю.Н. Методы оптимальной обработки сигналов : метод. указ к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2008. - 52с. - Библиогр.: С.52 (8 назв.).
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. Носов В.И. Методы повышения помехоустойчивости систем радиосвязи с использованием технологии ММО и пространственно-временной обработки сигнала [Электронный ресурс] : монография / В.И. Носов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. — 316 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40536.html>
2. Применение технологии ММО в системах радиосвязи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 32 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61526.html>
3. Захаров В.Е. Оптимальный прием и обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Захаров. — Электрон. текстовые данные. — Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2005. — 161 с. — 5-88874-595-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23895.html>
4. Рабинович Е.В. Методы и средства обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Рабинович. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 144 с. — 978-5-7782-1273-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44959.html>
5. Щетинин Ю.И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.И. Щетинин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 115 с. — 978-5-7782-1807-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44896.html>
6. Шостак А.С. Прием и обработка сигналов. Часть 1 [Электронный ресурс] : курс лекций / А.С. Шостак. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 161 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14021.html>

7. Шостак А.С. Прием и обработка сигналов. Часть 2 [Электронный ресурс] : курс лекций / А.С. Шостак. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 87 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14022.html>
8. 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.
9. Введение в теорию адаптивных антенн / А.А. Пистолькорс, О.С. Литвинов. - М.: Наука, 1991. - 200

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

8.1. 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.

8.2. 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.

8.3. 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. Методические указания при проведении лабораторных работ описаны в соответствующих методических указаниях к лабораторным работам. Обязательное условие успешного усвоения курса – большой объем самостоятельно проделанной работы.

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

Для освоения дисциплины используются:

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

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», квалификация выпускника – магистр, форма обучения – очная.

Программу составил
д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехнических устройств (протокол № 4 от 28.11.2019).

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

Ю.Н. Паршин