

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
 Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по УР
 А.В. Корячко

Адаптивная пространственная обработка сигналов рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических устройств**

Учебный план v11.04.01_23_00.plx
 11.04.01 Радиотехника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	24	24	24	24
Иная контактная работа	0,35		0,35	
Консультирование перед экзаменом и практикой	2		2	
Итого ауд.	44,35	42	44,35	42
Контактная работа	44,35	42	44,35	42
Сам. работа	73		73	
Часы на контроль	26,65		26,65	
Итого	144	42	144	42

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., зав. каф., Паршин Юрий Николаевич

Рабочая программа дисциплины

Адаптивная пространственная обработка сигналов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 925)

составлена на основании учебного плана:

11.04.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 27.01.2023 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических устройств

Протокол от 25.05.2023 г. № 10

Срок действия программы: 2023-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Паршин Юрий Николаевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	подготовка специалистов к разработке систем и устройств обработки сигналов в антенных решетках на фоне помех в условиях статистической априорной неопределенности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Компьютерные технологии в науке и образовании
2.1.2	Методы и алгоритмы пространственно- временной обработки сигналов
2.1.3	Научно-исследовательская работа (часть 1)
2.1.4	Учебная практика
2.1.5	Математическое моделирование РТУиС
2.1.6	Методы научных исследований
2.1.7	Методы спектрального анализа сигналов
2.1.8	Пространственно-временная обработка сигналов
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	
ОПК-2.1. Применяет современные методы исследования в процессе своей работы	
Знать методы исследования и обработки результатов Уметь Владеть навыками самостоятельно ставить задачу исследования, формировать план его реализации, осуществлять обработку результатов	
ОПК-4: Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	
ОПК-4.1. Разрабатывает и применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований в процессе работы	
Знать методы моделирования объектов и процессов Уметь выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований Владеть способностью выполнять моделирование объектов и процессов с использованием стандартных пакетов прикладных программ	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы исследования и обработки результатов, методы моделирования объектов и процессов
3.2	Уметь:
3.2.1	осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов, выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками самостоятельно ставить задачу исследования, формировать план его реализации, осуществлять обработку результатов, способностью выполнять моделирование объектов и процессов с использованием стандартных пакетов прикладных программ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Методы преодоления статистической априорной неопределенности					
1.1	Методы адаптации для преодоления статистической априорной неопределенности /Тема/	3	0			
1.2	Методы адаптации для преодоления статистической априорной неопределенности /Лек/	3	1	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.1	
1.3	Моделирование сигналов и помех в антенных решетках /Пр/	3	2	ОПК-2.1-У	Л3.4	
1.4	Неадаптивные методы преодоления статистической априорной неопределенности /Тема/	3	0			
1.5	Неадаптивные методы преодоления статистической априорной неопределенности /Лек/	3	1	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.1	
1.6	Характеристики сигналов и помех в антенных решетках /Пр/	3	2	ОПК-2.1-У	Л3.4	
1.7	Адаптивные алгоритмы обработки сигналов /Тема/	3	0			
1.8	Адаптивные алгоритмы обработки сигналов /Лек/	3	1	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.1	
1.9	Обработка сигналов и помех в антенной решетке по критерию минимума среднего квадрата ошибки /Пр/	3	2	ОПК-2.1-У	Л3.4	
1.10	Адаптивная оценочно-корреляционная обработка сигналов /Тема/	3	0			
1.11	Адаптивная оценочно-корреляционная обработка сигналов /Лек/	3	1	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.1	
1.12	Обработка сигналов в антенной решетке по критерию максимума отношения сигнал-помеха /Пр/	3	2	ОПК-2.1-У	Л3.4	
	Раздел 2. Адаптация линейных алгоритмов обработки сигналов в антенных решетках					
2.1	Оптимальные алгоритмы обработки сигналов в антенных решетках /Тема/	3	0			
2.2	Оптимальные алгоритмы обработки сигналов в антенных решетках /Лек/	3	1	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.3	Сравнительный анализ эффективности обработки сигналов в антенной решетке /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л3.4	
2.4	Адаптация методом наискорейшего спуска /Тема/	3	0			
2.5	Адаптация методом наискорейшего спуска. Дифференциальный алгоритм наискорейшего спуска /Лек/	3	1	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.6	Защите диаграммы направленности антенной решетки от искажений /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л3.4	
2.7	Градиентные алгоритмы адаптации с ограничениями /Тема/	3	0			
2.8	Градиентные алгоритмы адаптации с ограничениями /Лек/	3	3	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.9	Градиентные алгоритмы адаптации антенной решетки /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л3.4	
2.10	Методы адаптации на основе непосредственного обращения выборочной ковариационной матрицы /Тема/	3	0			

2.11	Методы адаптации на основе непосредственного обращения выборочной ковариационной матрицы /Лек/	3	1	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.12	Алгоритм адаптации методом непосредственного обращения матрицы /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л3.4	
2.13	Рекуррентные методы адаптации антенных решеток /Тема/	3	0			
2.14	Рекуррентные методы адаптации антенных решеток /Лек/	3	3	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.15	Двухрежимная адаптивная пространственная компенсация помех /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л3.4	
2.16	Каскадные предпроцессоры /Тема/	3	0			
2.17	Каскадные предпроцессоры /Лек/	3	1	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.18	Адаптивный компенсатор гауссовской помехи /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.19	Алгоритмы адаптации методом случайного поиска /Тема/	3	0			
2.20	Алгоритмы адаптации методом случайного поиска /Лек/	3	3	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.21	Алгоритм адаптации антенной решетки методом линейного случайного поиска /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.22	Фазовая адаптация антенной решетки. Адаптивная компенсация комплекса точечной и протяженной помех /Тема/	3	0			
2.23	Фазовая адаптация антенной решетки. Адаптивная компенсация комплекса точечной и протяженной помех /Лек/	3	1	ОПК-4.1-3 ОПК-4.1-В	Л2.1 Л2.2Л2.3 Л2.1 Л2.1	
2.24	Адаптивный компенсатор фазомодулированной помехи /Пр/	3	2	ОПК-4.1-У	Л3.4	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы по дисциплине приведены в отдельном приложении к рабочей программе дисциплины

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Паршин Ю.Н.	Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех : учеб. пособие	Москва: КУРС, 2021, 200с.	978-5-907228-91-7, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Уидроу Б., Стирнз С.	Адаптивная обработка сигналов	М.: Радио и связь, 1989, 440с.	5-256-00180-9, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.2	Под ред. Федорова И.Б.	Информационные технологии в радиотехнических системах : Учеб. пособие	М.:Изд-во МГТУ, 2004, 765с.	5-7038-2568-7, 1
Л2.3	Григорьев В. А., Щесняк С. С., Гулюшин В. Л., Распаев Ю. А., Лагутенко О. И., Щесняк А. С., Григорьев В. А.	Адаптивные антенные решетки. Часть 1 : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016, 181 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/65764.html
Л2.4	Григорьев В. А., Щесняк С. С., Гулюшин В. Л., Распаев Ю. А., Хворов И. А., Щесняк А. С., Григорьев В. А.	Адаптивные антенные решетки. Часть 2 : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016, 121 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/65765.html
Л2.5	Пистолькорс А.А., Литвинов О.С.	Введение в теорию адаптивных антенн	М.:Наука, 1991, 200с.	5-02-000128-7, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Паршин Ю.Н.	Адаптивная пространственная обработка сигналов: метод. указ. к практическим занятиям : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2022,	, https://elibr.ru/ebs/download/3470

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
MATLAB	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	413 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, лекционная аудитория Специализированная мебель (70 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедийный проектор (NEC) ПК: Intel Core 2 duo /2Gb – 1 шт Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	410 лабораторный корпус. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы, стеллажи для хранения учебного оборудования, контрольно-измерительная техника и инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования
3	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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.

При изучении дисциплины полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции, но применялся на лабораторном занятии, тогда лекция будет гораздо понятнее. При изучении курса легче следовать порядку изложению материала на лекции.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда, дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, используются материалы из электронной библиотечной системы и сети Интернет. Полезно использовать несколько учебников по курсу (бумажных или в форме файлов). Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько вопросов по теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «какие новые понятия введены, каков их смысл?», «где пригодятся полученные знания?».

Работа студента на лекции

Только слушать лекцию и записывать за лектором все, что он говорит, недостаточно. Необходимо запомнить определения, назначение элементов, понять принцип действия рассматриваемого элемента (устройства), его связь со входными и выходными характеристиками ЭПУ, ценность для формирования профессиональных компетенций инженера.

По окончании лекции рекомендуется взять у преподавателя презентацию лекции в виде файла для самостоятельной работы над темой.

Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

При изучении лекционного материала у студента могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю в часы индивидуальных занятий.

Выполнение лабораторных работ

Задачи лабораторного практикума:

- 1) экспериментальная проверка основных положений лабораторной работы;
- 2) освоение программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств;
- 3) изучение принципов действия макетов и измерительных приборов;
- 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Поскольку планирование лабораторных работ оторвано от планирования лекционного курса, возможен вариант выполнения лабораторной работы до изучения теоретических положений, лежащих в её основе. Поэтому методические указания к лабораторным работам содержат элементы теории, лежащие в основе проводимых экспериментов, и контрольные вопросы, на которые нужно ответить в выводах по работе и при её защите.

Прежде, чем выполнять лабораторную работу, студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета, порядке проведения измерений, а также иметь представление о том, какие расчеты необходимо будет провести.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в каждой из лабораторий. Отчет по лабораторной работе рекомендуется начать оформлять еще на этапе подготовки к ее выполнению. Чтобы сэкономить время при выполнении работы, рекомендуется заранее подготовить таблицы для записи результатов измерений.

После выполнения лабораторной работы рекомендуется согласовать полученные результаты с преподавателем, после чего провести расчеты и оценку погрешности измерений согласно методическим указаниям

При подготовке к защите лабораторной работы целесообразно пользоваться дополнительной литературой, список которой приведен в методическом описании, а также конспектом лекций. От того, насколько тщательно студент готовился к защите лабораторной работы, во многом зависит и конечный результат его обучения

УП: 11.04.01_21_00.plx стр. 10

УП: 11.05.01_20_00.plx стр. 8

В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теории изучаемого явления, комментирует полученные в ходе работы результаты.

Подготовка к сдаче зачёта

Зачёт – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины. Главная задача зачёта состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к зачёту, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме..

Студенту на зачёте нужно не только знать сведения из тех или иных разделов дисциплины, но и уметь пользоваться методами естественных и технических наук, получать новые знания и т. д.

На зачёте оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
- 5) умение приложить теорию к практике, решать задачи, правильно проводить расчеты и т. д.;

6) знакомство с историей науки;

7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Подготовку к зачёту следует начинать с определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо сверить конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены. Отсутствующие темы изучить по учебнику (бумажному или в форме файла) и материалам сети Интернет. Второй этап предусматривает системное изучение материала по предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

Планируйте подготовку с точностью до часа, учитывая сразу несколько факторов: неоднородность материала и этапов его проработки (например, на первоначальное изучение у вас уходит больше времени, чем на повторение), свои индивидуальные способности, ритмы деятельности и привычки организма. Чрезмерная физическая нагрузка наряду с общим утомлением приведет к снижению тонуса интеллектуальной деятельности. Рекомендуется делать перерывы в занятиях через каждые 50-60 минут на 10 минут. После 3-4 часов умственного труда следует сделать часовой перерыв. Для сокращения времени на включение в работу целесообразно рабочие периоды делать более длительными, разделяя весь день примерно на три части – с утра до обеда, с обеда до ужина и с ужина до сна. Каждый рабочий период дня должен заканчиваться отдыхом в виде прогулки, неустойчивого физического труда и т. п. Время и формы отдыха также поддаются планированию. Работая в сессионном режиме, студент имеет возможность увеличить время занятий с десяти (как требовалось в семестре) до тринадцати часов в сутки.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Паршин Юрий
Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ

02.10.23 17:51 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Паршин Юрий
Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ

02.10.23 17:51 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе

03.10.23 08:10 (MSK)

Простая подпись