

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

Пространственно-временная 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	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	8	9	8	9
Иная контактная работа	0,35		0,35	
Консультирование перед экзаменом и практикой	2		2	
Итого ауд.	50,35	49	50,35	49
Контактная работа	50,35	49	50,35	49
Сам. работа	85		85	
Часы на контроль	44,65		44,65	
Итого	180	49	180	49

г. Рязань

Программу составил(и):

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

Рабочая программа дисциплины

Пространственно-временная 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. № 11

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 различного происхождения на фоне помех

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	основы статистической радиотехники
2.1.2	радиотехнические цепи и сигналы
2.1.3	радиотехнические системы
2.1.4	основы антенной техники
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Компьютерные технологии в науке и образовании
2.2.2	Методы и алгоритмы пространственно- временной обработки сигналов
2.2.3	Радиооборудование БПЛА
2.2.4	Адаптивная пространственная обработка сигналов
2.2.5	Алгоритмы функционирования систем обнаружения сигналов радиолокационных станций летательных аппаратов (РЛС ЛА)
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Преддипломная практика
2.2.10	Производственная практика
2.2.11	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-2.2. Представляет и аргументировано защищает результаты выполненной работы	
Знать методы и алгоритмы пространственной обработки сигналов	
Уметь использовать результаты изучения методов и алгоритмов пространственной обработки сигналов в радиотехнике	
Владеть навыками применения методов и алгоритмов пространственной обработки сигналов в радиотехнике	

ОПК-3: Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	
ОПК-3.1. Приобретает и использует новую информацию в своей предметной области	
Знать методы создания алгоритмов пространственной обработки сигналов	
Уметь самостоятельно применять методы и алгоритмы пространственной обработки сигналов в практической деятельности	
Владеть навыками самостоятельного практического использования методов и алгоритмов пространственной обработки сигналов в радиотехнике	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы и алгоритмы пространственной обработки сигналов
3.1.2	методы создания алгоритмов пространственной обработки сигналов
3.2	Уметь:
3.2.1	использовать результаты изучения методов и алгоритмов пространственной обработки сигналов в радиотехнике
3.2.2	самостоятельно применять методы и алгоритмы пространственной обработки сигналов в практической деятельности
3.3	Владеть:

3.3.1	применения методов и алгоритмов пространственной обработки сигналов в радиотехнике
3.3.2	самостоятельного практического использования методов и алгоритмов пространственной обработки сигналов в радиотехнике
3.3.3	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Оптимальная обработка сигналов					
1.1	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех /Тема/	1	0			
1.2	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех /Лек/	1	2	ОПК-2.2-3	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.8	
1.3	Оптимальная пространственная обработка сигналов /Лаб/	1	4	ОПК-2.2-В	Л3.1	
1.4	Модели сигналов и помех /Пр/	1	2	ОПК-2.2-У	Л3.3	
1.5	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно -временных сигналов /Тема/	1	0			
1.6	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно -временных сигналов /Лек/	1	4	ОПК-2.2-3	Л1.1Л2.4 Л2.5 Л2.6	
1.7	Оптимальная обработка сигналов в антенной решетке /Пр/	1	2	ОПК-2.2-У	Л3.3	
1.8	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов /Тема/	1	0			
1.9	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов /Лек/	1	2	ОПК-2.2-3	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8	
1.10	Обработка сигналов по критерию минимума квадрата ошибки /Лаб/	1	4	ОПК-2.2-В	Л3.1 Л3.2	
	Раздел 2. Пространственная обработка сигналов					
2.1	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов /Тема/	1	0			
2.2	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов /Лек/	1	4	ОПК-3.1-3	Л1.1Л2.4 Л2.5 Л2.7	
2.3	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов /Тема/	1	0			
2.4	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов /Лек/	1	4	ОПК-2.2-3	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6	
2.5	Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов /Пр/	1	1	ОПК-3.1-У	Л3.3	
2.6	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех /Тема/	1	0			
2.7	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех /Лек/	1	2	ОПК-3.1-3	Л1.1	
	Раздел 3. Пространственное кодирование и декодирование					

3.1	Пространственная обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка многомерных сигналов /Тема/	1	0			
3.2	Пространственная обработка при частично заданной структуре. Оценочно-корреляционно-компенсационная обработка мно-гомерных сигналов /Лек/	1	2	ОПК-3.1-3	Л1.1	
3.3	Оптимальная фильтрация случайных процессов /Пр/	1	2	ОПК-3.1-В	Л3.3	
3.4	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы об- работки сигналов /Тема/	1	0			
3.5	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы об- работки сигналов /Лек/	1	2	ОПК-3.1-3	Л1.1Л2.5 Л2.6	
3.6	Адаптивная пространственная обработка сигналов /Лаб/	1	4	ОПК-3.1-В	Л3.2	
3.7	Адаптивные алгоритмы обработки сигналов /Пр/	1	2	ОПК-3.1-У	Л3.3	
3.8	Пространственное кодирование и декодирование сигналов /Тема/	1	0			
3.9	Пространственное кодирование и декодирование сигналов /Лек/	1	2	ОПК-3.1-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.8	
3.10	Пространственное кодирование и декодирование сигналов /Лаб/	1	4	ОПК-3.1-В	Л3.2	

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 : Учебное пособие	Рязань: КУРС, 2023,	, https://elibr.sre.ru/ebs/download/3632

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Баланис К. А., Юдинцев К. В., Попов В. В., Парнес М. Д.	Введение в смарт-антенны	Москва: Техносфера, 2012, 200 с.	978-5-94836-312-7, http://www.iprbookshop.ru/16972.html
Л2.2	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

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.3	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
Л2.4	Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б.	Технология ММО: принципы и алгоритмы	Москва: Горячая линия-Телеком, 2016, 244 с.	978-5-9912-0457-6, https://e.lanbook.com/book/111007
Л2.5	Пистолькорс А.А., Литвинов О.С.	Введение в теорию адаптивных антенн	М.:Наука, 1991, 200с.	5-02-000128-7, 1
Л2.6	Уидроу Б., Стирнз С.	Адаптивная обработка сигналов	М.:Радио и связь, 1989, 440с.	5-256-00180-9, 1
Л2.7	Под ред.Федорова И.Б.	Информационные технологии в радиотехнических системах : Учеб.пособие	М.:Изд-во МГТУ, 2004, 765с.	5-7038-2568-7, 1
Л2.8	Паршин Ю.Н.	Компенсация помех в бортовых РЛС : Учеб.пособие	Рязань, 2007, 72с.	, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Паршин Ю.Н.	Пространственные формирование и обработка сигналов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/675
Л3.2	Паршин Ю.Н.	Пространственные формирование и обработка сигналов : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2017, 56с.	, 1
Л3.3	Паршин Ю.Н., Грачев М.В.	Пространственно-временная обработка сигналов: метод. указания : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2023,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3735

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 R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252

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	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
3	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

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: 11.05.01_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, неумотительного 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** 15:03 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Паршин Юрий
Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ**02.10.23** 15:03 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе**02.10.23** 15:07 (MSK)

Простая подпись