

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

Компенсация активных помех
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических устройств**
Учебный план 11.05.01_20_00.plx
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Квалификация **инженер**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25		0,25	
Итого ауд.	48,25	48	48,25	48
Контактная работа	48,25	48	48,25	48
Сам. работа	51		51	
Часы на контроль	8,75		8,75	
Итого	108	48	108	48

г. Рязань

Программу составил(и):

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

Рабочая программа дисциплины

Компенсация активных помех

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

утвержденного учёным советом вуза от 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических устройств

Протокол от 28.05.2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Паршин Юрий Николаевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов к разработке радиоэлектронных систем и устройств пространственно-временной компенсации помех различного происхождения.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Помехозащита радиоэлектронных систем	
2.1.2	Системы и комплексы радиоэлектронных разведок	
2.1.3	Радиолокационные объекты и отражения	
2.1.4	Адаптация РЭС в условиях РЭБ	
2.1.5	Статистическая теория радиосистем	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Преддипломная практика	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен применять методы проектирования, разработки и сопровождения перспективных РТС и РЭС РКТ и систем РЭБ	
ПК-2.1. Выполняет разработку программ и методик испытаний РТС и РЭС РЭБ	
Знать методы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, методы создания алгоритмов пространственной обработки сигналов в структурной схеме системы РЭБ, методы защиты радиоэлектронных систем от помех Уметь использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии, разрабатывать структурную схему системы РЭБ для заданных технических и тактических требований, разрабатывать алгоритмы защиты радиоэлектронных систем от помех Владеть навыками применения методов сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, способностью разрабатывать структурную схему системы РЭБ для заданных технических и тактических требований, способностью разрабатывать методы защиты радиоэлектронных систем от помех	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, методы создания алгоритмов пространственной обработки сигналов в структурной схеме системы РЭБ, методы защиты радиоэлектронных систем от помех
3.2	Уметь:
3.2.1	использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии, разрабатывать структурную схему системы РЭБ для заданных технических и тактических требований, разрабатывать алгоритмы защиты радиоэлектронных систем от помех
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками применения методов сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, способностью разрабатывать структурную схему системы РЭБ для заданных технических и тактических требований, способностью разрабатывать методы защиты радиоэлектронных систем от помех

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 и компенсация помех					
1.1	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех /Тема/	10	0			
1.2	Основные задачи обработки сигналов. Модели сигналов и помех /Лек/	10	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1,2Л2.1 Л2.2 Л2.3	

1.3	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов /Тема/	10	0			
1.4	Пространственная и временная структуры сигналов. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов /Лек/	10	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3	
1.5	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов /Тема/	10	0			
1.6	Методы цифровой обработки пространственно-временных сигналов /Лек/	10	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3	
1.7	Оптимальная пространственная обработка сигналов /Лаб/	10	4	ПК-2.1-В	Л3.1	
Раздел 2. Пространственная обработка сигналов и компенсация помех						
2.1	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов /Тема/	10	0			
2.2	Аналоговая обработка сигналов. Оценочно-корреляционная и оценочно-корреляционно-компенсационная обработка сигналов /Лек/	10	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3	
2.3	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех /Тема/	10	0			
2.4	Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Искажения сигналов в компенсаторах помех /Лек/	10	4		Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3	
2.5	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов /Тема/	10	0			
2.6	Пространственная обработка сигналов. Квазиоптимальная пространственная обработка сигналов /Лек/	10	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	
2.7	Пространственное кодирование и декодирование сигналов /Лаб/	10	4	ПК-2.1-В	Л3.1	
Раздел 3. Адаптивная компенсация помех						
3.1	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов и компенсации помех /Тема/	10	0			
3.2	Методы преодоления статистической априорной неопределенности. Адаптивные алгоритмы обработки сигналов и компенсации помех /Лек/	10	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	
3.3	Адаптивная пространственная компенсация помех с амплитудно-фазовым управлением /Лаб/	10	4	ПК-2.1-В	Л3.1	
3.4	Градиентные алгоритмы адаптации. Алгоритм минимизации среднего квадрата ошибки /Тема/	10	0			
3.5	Градиентные алгоритмы адаптации. Алгоритм минимизации среднего квадрата ошибки /Лек/	10	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3	
3.6	Адаптивная компенсация помех с фазовым управлением /Лаб/	10	4	ПК-2.1-В	Л3.1	
3.7	Непосредственное обращение выборочной ковариационной матрицы. Рекуррентные методы обработки сигналов в антенных решетках. Каскадные предпроцессоры. Алгоритмы случайного поиска /Тема/	10	0			

3.8	Непосредственное обращение выборочной ковариационной матрицы. Рекуррентные методы обработки сигналов в антенных решетках. Каскадные предпроцессоры. Алгоритмы случайного поиска /Лек/	10	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3	
-----	---	----	---	----------------------	-----------------------	--

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
Л1.2	Паршин Ю.Н.	Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: КУРС, 2022,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3188
Л1.3	Паршин Ю.Н.	Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: КУРС, 2023,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3632

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	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
Л2.2	Пистолькорс А.А., Литвинов О.С.	Введение в теорию адаптивных антенн	М.:Наука, 1991, 200с.	5-02-000128-7, 1
Л2.3	Уидроу Б., Стирнз С.	Адаптивная обработка сигналов	М.:Радио и связь, 1989, 440с.	5-256-00180-9, 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

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
MATLAB R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252
Интерпретатор Python	Свободное ПО

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

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

01.10.23 09:02 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Кошелев Виталий
Иванович, Заведующий кафедрой РТС

02.10.23 17:23 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

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

03.10.23 08:11 (MSK)

Простая подпись