

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора

Т.В.Труфанова

« 25 » июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«СТАТИСТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
РАДИОСВЯЗИ»**

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2025

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины состоит в изучении принципов и методов статистического синтеза оптимальных устройств радиосигналов при наличии помех в системах радиосвязи, радиолокации и радионавигации.

Задачи дисциплины – является получение знаний по методам анализа и статистического синтеза устройств поиска и обнаружения радиосигналов, а также измерения их параметров:

1. Принципам различения и разрешения радиосигналов;
2. Методам определения координат и параметров движения объектов на основе оптимальной обработки принятых радиосигналов;
3. Структуре оптимальных устройств обработки радиосигналов, а также по выбору и построению необходимых вероятностных моделей радиосигналов;
4. Определению структуры оптимальных устройств обработки радиосигналов и оценивания их статистические характеристики;
5. Составлению блок-схем алгоритмов решения задач анализа и статистического синтеза оптимальных способов обработки сигналов средствами вычислительной техники.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Статистический синтез оптимальных устройств радиосвязи» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, читается в А семестре.

Освоение обучающимися дисциплины «Статистический синтез оптимальных устройств радиосвязи» опираются на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- Интегральные устройства электроники;
- Проектирование и производство радиоэлектронных систем.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Статистический синтез оптимальных устройств радиосвязи», являются необходимыми при прохождении производственной (технологической) и

производственной (преддипломной) практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Изучение дисциплины «Статистический синтез оптимальных устройств радиосвязи» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций (УКЦ-3);
- способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений (ПК-8).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств (З-УКЦ-3);
- требования стандартов и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения системотехнических, схемотехнических и конструкторских задач, современную элементную базу, основы схемотехники, методы конструирования, основные технологические процессы производства, методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники (З-ПК-8);

—

уметь:

— эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств (У-УКЦ-3);

— осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, проводить расчеты характеристик радиоэлектронных систем и комплексов и технико-экономическое обоснование принимаемых решений (У-ПК-8);

владеть:

— методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств (В-УКЦ-3);

— навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных систем и комплексов с применением современных САПР и пакетов прикладных программ (В-ПК-8).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в

		реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:

	- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»: - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27); - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов; 2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины в А семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел учебно й дисцип -лины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успевае- мости (неделя форма)	Аттестаци я раздела (неделя форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Самост. работа			
А семестр									
1	Раздел 1	1-4	6	-	6	7	УО1-3	Т1-4	10
3	Раздел 2	5-9	8	-	6	7	УО2-8	КР1-9	15
4	Раздел 3	10-13	6	-	6	7	УО3-12	Т2-13	10
5	Раздел 4	14-18	6	-	10	6	УО4-17	КР2-18	15
Итого			26	-	28	27			50
Экзамен			27						50
Итого за семестр									100

УО – устный опрос; Т – тест; КР- контрольные работы.

4.1 Содержание лекций

Раздел 1 Статистический синтез оптимальной фильтрации сигналов.

Общие положения теории фильтрации сигналов. Сглаживание, интерполяция, экстраполяция. Статистический синтез оптимальной фильтрации реализаций случайного процесса. Фильтрация стационарных случайных сигналов на фоне

стационарных помех. Прогнозирование случайных процессов. Экстраполирование и интерполирование случайных сигналов на фоне помех.

Раздел 2 Структуры обнаружения на согласованных фильтрах.

Обнаружение пакетов радиоимпульсов. Синтез структур. Структуры обнаружителей когерентного и некогерентного пакетов радиоимпульсов. Характеристики обнаружителя. Обнаружение случайного сигнала. Синтез структуры и характеристики обнаружения.

Раздел 3 Математический синтез при проектировании радиоэлектронных систем и комплексов управления (РЭСиКУ). Критерии качества функционирования систем управления.

Роль математического синтеза при проектировании РЭСиКУ. Методы математического синтеза РЭСиКУ. Синтез РЭСиКУ с помощью современной теории оптимального управления. Постановка задачи синтеза. Локальное и терминальное управление. Теорема разделения. Постановка и решение задачи синтеза оптимального детерминированного управления. Особенности постановки и решения задачи для дискретного времени.

Раздел 4 Оборудование, системы и устройства радиосвязи.

Частотный диапазон и длина волны. Область распространения сигнала. Мощность приемного и передающего оборудования. Скорость передачи информации. Различные технические особенности.

4.2 Тематический план практических работ

1. Синтез и анализ возможностей фильтра. Обнаружение пакетов радиоимпульсов оптимальных устройствах.
2. Построение профиля пролета РРЛ. Расчет энергетических соотношений. Построение диаграммы уровней.
3. Синтез структуры и характеристики обнаружения в оптимальных устройствах статистического синтеза.

4. Синтез структурной схемы и ее потенциальные характеристики в оптимальных устройствах. Понятие о синтезе сигналов и фильтров, оптимальных по критериям разрешающей способности в устройствах.
5. Расчет параметров неустойчивости связи.
6. Расчет наземных радиолиний, систем радиосвязи и радиодоступа в устройствах.
7. Цепи фильтрации и согласования в тракте усиления мощности передатчика. Порядок разработки выходной фильтрующей системы передатчика и цепей междукаскадной связи тракта усиления мощности в устройствах.
8. Расчет запаса на замирания в ЦФ стволе.
9. Способы построения современных синтезаторов частот. Выбор и обоснование способов синтеза всех необходимых для передатчика частот. Выбор элементной базы синтезаторов частот

4.3 Самостоятельная работа студентов

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 27 часов. Самостоятельное изучение теоретического курса включает самостоятельную проработку студентами некоторых тем разделов. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к экзамену.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные

моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Аминев, А. В. Измерения в телекоммуникационных системах : учебник для вузов / А. В. Аминев, А. В. Блохин ; под общей редакцией А. В. Блохина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05138-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/563951>
2. Романюк, В. А. Основы радиосвязи : учебник для вузов / В. А. Романюк. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 288 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00675-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559649>
3. Хамадулин, Э. Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах : учебник для вузов / Э. Ф. Хамадулин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15706-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/598385>

7.2 Дополнительная литература

1. Марков, Ю. В. Устройства приема и обработки сигналов: проектирование : учебник для вузов / Ю. В. Марков, А. С. Боков ; под научной редакцией Н. П. Никитина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 109 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17164-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562908>
2. Нефедов, В. И. Общая теория связи : учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 592 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19215-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583145>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет электрических машин и аппаратов для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Epson;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6"

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Комплект учебного оборудования «Основы электрических машин и электропривода» - 3 шт.;

Комплект учебного оборудования «Электрические аппараты» - 3 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы- 4 шт.,

Стол� ученические - 12 шт.,

Стулья ученические - 24 шт.