

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)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 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  
2021

# 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 вариативной части обязательных дисциплин учебного плана (Б1.В.ОД.22).

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 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 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции**

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

– способен использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач (ОПК-8);

– 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);

– способен разрабатывать программы и их отдельные блоки, выполнять их отладку и настройку для решения задач в области радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения (ПК-1.5).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

– методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах;

– 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;

– языки программирования, принципы разработки тестовых программ, использующих набор тестовых векторов, программ для автоматизированного измерительного оборудования.

**уметь:**

– пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов;

– 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;

– выполнять совместную отладку аппаратного и программного обеспечения, программировать в современных операционных средах, использовать основные алгоритмы и реализовывать их в современных библиотеках программ.

**владеть:**

– средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ;

– навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных систем и комплексов с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

– навыками настройки современных операционных систем и процессорных архитектур для выполнения программного обеспечения.

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия ( <b>B17</b> )	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.

		<p>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.</p>
	<p>- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b></p>	<p>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.</p>
	<p>- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- 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.</li> </ul>

	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20);</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>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.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- 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.</p>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p>	<p>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 уровне пользователям.</p>
<p><b>УГНС 11.00.00</b> <b>«Электроника, радиотехника и системы связи»:</b></p>	<p>- формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27);</p> <p>- формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)</p>	<p>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;</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при</p>

		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 учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя форма)	Аттестация раздела (неделя форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Самост. работа			
А семестр									
1	Раздел 1	1-4	4	-	9	7	ПР2-3	Т1-4	10
3	Раздел 2	5-9	5	-	9	7	ПР4-8	КР1-9	15
4	Раздел 3	10-13	4	-	9	7	ПР6-12	Т2-13	10
5	Раздел 4	14-18	5	-	9	6	ПР8-17	КР2-18, РГР	15
Итого			18		36	27			50
Экзамен			27						50
Итого за семестр									100

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

## **4.1 Содержание лекций**

### **А семестр**

#### **Раздел 1**

Тема 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**

Тема 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**

Тема 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**

Тема 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**

### **А семестр**

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

### **4.2.2 Самостоятельная работа студентов**

#### **А семестр**

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 36 часов. Самостоятельная работа состоит из двух частей.

1. Самостоятельное изучение теоретического курса –30 часов. Самостоятельное изучение теоретического курса включает самостоятельную проработку студентами некоторых тем разделов. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к зачету.

## 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

### Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>А семестр</b>			
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
KP1	Контрольная работа №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
KP2	Контрольная работа №2		

ПР2	Практическое занятие №2	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Вопросы к практическим занятиям
ПР4	Практическое занятие №4		
ПР6	Практическое занятие №6		
ПР8	Практическое занятие №8		

### Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-8	31, 32, 33	У1, У2, У3	В1, В2, В3	А семестр: ПР2, ПР4, ПР6, ПР8, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
ПК-8	31, 32, 33	У1, У2, У3	В1, В2, В3	А семестр: ПР2, ПР4, ПР6, ПР8, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР
ПК-1.5	31, 32, 33	У1, У2, У3	В1, В2, В3	А семестр: ПР2, ПР4, ПР6, ПР8, Т1, Т2, КР1, КР2, РГР

### Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>А семестр</b>						
Раздел 1.	Тема 1. Статистический синтез оптимальной фильтрации сигналов. Общие положения теории фильтрации сигналов. Сглаживание, интерполяция, экстраполяция. Статистический синтез оптимальной фильтрации реализаций	ОПК-8, ПК-8, ПК-1.5	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	ПР2	Т1	Экзамен

	случайного процесса. Фильтрация стационарных случайных сигналов на фоне стационарных помех. Прогнозирование случайных процессов. Экстраполирование и интерполирование случайных сигналов на фоне помех.					
Раздел 2.	Тема 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.	ОПК-8, ПК-8, ПК-1.5	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	ПР4	КР1	
Раздел 3.	Тема 3. Математический синтез при проектировании 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	ОПК-8, ПК-8, ПК-1.5	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	ПР6	Т2	

	управление. Теорема разделения. Постановка и решение задачи синтеза оптимального детерминированного управления. Особенности постановки и решения задачи для дискретного времени.					
Раздел 4.	Тема 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.	ОПК-8, ПК-8, ПК-1.5	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	ПР8	КР2	

### Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
КР1	Контрольная	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе,	10	10 – 6

	работа №1	последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.		
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
РГР	Расчетно-графическая работа	выставляется студенту, если 90-100% работы выполнено правильно	15-14	15-9
		выставляется студенту, если 80-89% работы выполнено правильно	13-11	
		выставляется студенту, если 60-79% работы выполнено правильно	10-9	
		при выполнении студентом менее, чем 60% задания работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<9	

Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		<b>40-50</b>
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	<b>50-30</b>
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

### Шкала оценки лабораторных работ

5 баллов – все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод, работа оформлена аккуратно;  
4 балла - все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, сделан ошибочный вывод, работа оформлена аккуратно;

3 балла – работа оформлена небрежно, рисунки и схемы не отражают сути происходящих явлений, либо вообще отсутствуют, но при этом все расчеты произведены верно, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод;

2 балла – указаны нужные формулы, расчеты произведены верно, но вывод и изображения отсутствуют;

1 балл – нужные формулы указаны, но расчет произведен не правильно, вывод и рисунки либо отсутствуют, либо не верны.

5 баллов	Отлично	Тема освоена полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы.
4 балла	Хорошо	Теоретическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно.

3 балла	Удовлетворительно	Теоретическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы.
Меньше 3 баллов	Неудовлетворительно	Очень слабые знания, недостаточные для понимания темы, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» –	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного



<i>F</i>		материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
----------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Вопросы к экзамену

- 1 Модели радиосигналов в РТС.
- 2 Помехи, статистические характеристики помех.
- 3 Критерии оптимальности при обнаружении и различении сигналов.
- 4 Синтез обнаружителя сигнала со случайной фазой и его качественные показатели.
- 5 Синтез обнаружителя сигнала со случайной фазой и его качественные показатели.
- 6 Согласованная фильтрация сигнала.
- 7 Синтез обнаружителя сигнала со случайной фазой и его качественные показатели.
- 8 Структура обнаружителей сигналов в виде пачек и их качественные показатели.
- 9 Постановка и решение задачи оптимального измерения параметров сигналов (до принципа максимума правдоподобия).
- 10 Оценка начальной фазы, частоты и временного положения сигналов.
- 11 Понятие о простых, сложных сигналах и эффекте сжатия. Особенности сложных сигналов.
- 12 В чем состоит смысл неравенства Рао -Крамера в теории оценки параметров ?
- 13 Функции неопределенности простого сигнала и сигнала с ЛЧМ.
- 14 Дискретные сигналы и примеры кодов для их получения.
- 15 Характеристики сигнала с ЛЧМ.
- 16 Линейные рекуррентные последовательности и их свойства.
- 17 Какой вид имеет функциональная схема фильтра согласованного с одиночным прямоугольным видеоимпульсом ?
- 18 Основные характеристики согласованных фильтров.
- 19 Функциональная схема некогерентного приемника различения сигналов с неизвестной начальной фазой. Помехоустойчивость при различных видах манипуляции сигнала.

- 20 Синтез обнаружителя полностью известного сигнала и его качественные показатели.
- 21 Согласованная фильтрация сигнала.
- 22 Синтез когерентного приемника различения сигналов и его качественные показатели

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Аминев А. В. Измерения в телекоммуникационных системах: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. В. Аминев, А. В. Блохин; под общей редакцией А. В. Блохина. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 223 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/493360>.
2. Романюк В. А. Основы радиосвязи: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. А. Романюк. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 288 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488638>.
3. Хамадулин Э. Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Э. Ф. Хамадулин. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 365 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488633>.
4. Червяков Г. Г. Электронная техника: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 250 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/494863>.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Марков Ю. В. Устройства приема и обработки сигналов: проектирование: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Ю. В. Марков, А. С. Боков; под научной редакцией Н. П. Никитина. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. —

109 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492215>.

2. Нефедов В. И. Общая теория связи: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. И. Нефедов, А. С. Сигов; под редакцией В. И. Нефедова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 495 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489230>.

### 7.3 Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7	StudFiles (Файловый архив студентов)	<a href="https://studfile.net/preview/960265/">https://studfile.net/preview/960265/</a>
8	Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам.	<a href="http://www.gaw.ru/">http://www.gaw.ru/</a>
9	Автор Микушин А. В. All rights reserved.	<a href="https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php">https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php</a>
10	SCI-ARTICL Публикация научных статей	<a href="https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrotehnika">https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrotehnika</a>
11	Большая Энциклопедия Нефти и Газа	<a href="http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html">http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html</a>
12	ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных)	<a href="https://istina.msu.ru/journals/96319/">https://istina.msu.ru/journals/96319/</a>
13	Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»	<a href="http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57">http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57</a>
14	KMSOFT (Научные статьи)	<a href="http://kmssoft.ru/lc/C012">http://kmssoft.ru/lc/C012</a>

#### **7.4 Периодические издания**

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7719](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28889](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРОУДОВАНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9796](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8742](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32094](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094) – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28006](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

#### **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>