

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Е.А. Белянко

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Информатика сигналов и волн
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра информационных систем
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.М. Старостенко, канд. техн. наук, старший преподаватель

Программа обсуждена на заседании кафедры информационных систем 29.04.2021

Аннотация

Курс дает представление о структуре, принципах построения и функционирования активных и пассивных радиолокационных систем, о цифровой обработке сигналов, используемой в современных радиолокационных станциях (РЛС). На лекциях будут рассмотрены наиболее важные процессы для функционирования РЛС, включая распространение и отражение электромагнитного излучения, уравнение радиолокации, формы сигналов, антенные решетки, доплеровскую обработку, теорию обнаружения, слежения и радиопортретирования. Слушатели курса приобретут практический опыт реализации методов цифровой обработки сигналов и расчета характеристик РЛС. Студенты ознакомятся с современными методами обзора пространства, измерения параметров движения и распознавания целей, которые могут пригодиться в разрабатываемых базовым предприятием проектах.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- освоение студентами базовых знаний о работе РЛС и принципов цифровой обработки сигналов для оптического и радио диапазона длин волн, а также принципов построения современных систем обнаружения.

Задачи дисциплины

- изучение основных алгоритмов используемых при приеме сигналов;
- изучение методов выделения сигналов на фоне шумов и помех;
- изучение влияния окружающей среды на передачу сигналов в радио и оптическом диапазонах;
- обзор математических методов, используемых при цифровой обработке сигналов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные процессы необходимые для функционирования современных РЛС;
- математические методы и алгоритмы, используемые при приеме сигналов;
- основные виды сигналов, используемых в радиолокации и связи.

уметь:

- применять методы оптимальной обработки сигналов в различных ситуациях;
- применять алгоритмы цифровой обработки сигналов и расчета характеристик РЛС;
- оценивать и устранять влияние окружающей среды на сигналы РЛС и оптико-электронных средств.

владеть:

- основами математических методов цифровой обработки сигналов;
- принципами приема сигналов в современных РЛС;
- методами оптимальной обработки сигналов РЛС.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Обзор математических методов обработки непрерывных сигналов свойства преобразования Фурье	3			3
2	Преобразование Фурье дискретных сигналов	3			3
3	Обработка радиолокационных сигналов во временном и спектральном пространствах	8			8
4	Выделение сигнала на фоне помех	6			6
5	Основные виды сигналов, используемых в радиолокации и связи	4			4
6	Рассеяние волн	3			3
7	Распространение волн в неоднородных средах	3			3
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

1. Обзор математических методов обработки непрерывных сигналов свойства преобразования Фурье

Обзор свойств преобразования Фурье (ПФ). Преобразование Фурье и линейные системы. Спектры некоторых неинтегрируемых функций. Спектры модулированных гармонических сигналов. Теоремы запаздывания, свертки и сдвига, равенство Парсеваля, соотношение неопределенности. Многомерное ПФ.

2. Преобразование Фурье дискретных сигналов

Дискретизация и восстановление сигналов. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Двумерное ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.

3. Обработка радиолокационных сигналов во временном и спектральном пространствах

Фильтровая и корреляционно-фильтровая обработки. Сжатие сигнала. Алгоритм быстрой свертки. Оконное ПФ как метод описания сигналов с изменяющимися спектрами. Вейвлеты. Идея кратномасштабного анализа. Правила построения семейств вейвлетов. Примеры вейвлетов Хаара, Добеши. Применения вейвлетов для анализа и обработки сигналов.

4. Выделение сигнала на фоне помех

Цифровые селектирующие фильтры. Методы реализации цифровых фильтров. Оптимальные фильтры для выделения регулярных сигналов. Прием сигналов с неизвестными параметрами. Функция неопределенности сигнала по задержке и частоте.

5. Основные виды сигналов, используемых в радиолокации и связи

Импульсные, ЛЧМ и ФКМ сигналы. Коды Баркера и М-последовательности. Составные (пачечные) сигналы. Их свойства. Факторы, влияющие на точность определения координат дальности и скорости.

6. Рассеяние волн

Общая постановка задачи. Понятия матрицы рассеяния, сечения рассеяния эффективной площади рассеяния. Приближение Релея. Квазиоптическое приближение и представление о методах его уточнения. Представление сложных рассеивателей в виде совокупности независимых центров рассеяния (блестящих точек). Функция корреляции поля, рассеянного совокупностью некогерентных "блестящих точек".

7. Распространение волн в неоднородных средах

Поглощение и рассеяние. Показатель преломления атмосферы. Рефракция и запаздывание сигнала в атмосфере. Изменение поляризации волн в ионосфере. Влияние атмосферной и ионосферной турбулентности

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Стандартная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Теоретические основы радиолокации [Текст] / Я. Д. Ширман [и др.] ; под. ред. Я. Д. Ширмана - М.: Сов. радио, 1970
2. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию [Текст] / Р. А. Монзинго, Т. У. Миллер, - М., Радио и связь, 1986

3. Дискретное преобразование Фурье в цифровом спектральном анализе [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Романюк ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Фед. агентство по образованию, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т .— М. : МФТИ, 2007 .— 120 с.

Дополнительная литература

1. Обработка сигналов в радиотехнических системах ближней навигации [Текст]/Г. А. Пахолков, Г. А. Збрицкая, Ю. Т. Криворучко [и др.], -М., Радио и связь, 1992
2. М. И.Сколник Справочник по радиолокации в 2-х кн. Кн.1— М : Техносфера, 2015.
3. М. И.Сколник Справочник по радиолокации в 2-х кн. Кн.2 — М : Техносфера, 2015.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека физтеха
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «российское образование»

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Мультимедийные технологии, презентации PowerPoint.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ, а также индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра информационных систем
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	А.М. Старостенко, канд. техн. наук, старший преподаватель

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Информатика сигналов и волн» обучающийся должен:

знать:

- основные процессы необходимые для функционирования современных РЛС;
- математические методы и алгоритмы, используемые при приеме сигналов;
- основные виды сигналов, используемых в радиолокации и связи.

уметь:

- применять методы оптимальной обработки сигналов в различных ситуациях;
- применять алгоритмы цифровой обработки сигналов и расчета характеристик РЛС;
- оценивать и устранять влияние окружающей среды на сигналы РЛС и оптико-электронных средств.

владеть:

- основами математических методов цифровой обработки сигналов;
- принципами приема сигналов в современных РЛС;
- методами оптимальной обработки сигналов РЛС.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Вопросы и темы для подготовки к контрольным работам:

1. Уравнение радиолокации.
2. Понятия матрицы рассеяния и эффективной площади рассеяния.

3. Оптимальный фильтр для выделения сигнала в цветном шуме.
4. Понятие ЛЧМ сигнала и его свойства.
5. Чем определяется поглощение волн в радио и оптическом диапазоне?
6. Основные виды влияния атмосферы на сигналы в радио и оптическом диапазоне?

За каждое задание студент получает оценку в соответствии с таблицей критерия оценивания.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена:

1. Применение ДПФ в качестве полосового фильтра.
2. Основные принципы выделения сигналов на фоне шумов и помех.
3. Прием сигналов с неизвестными параметрами.
4. Вейвлет-анализ.
5. Понятия матрицы рассеяния и эффективной площади рассеяния.
6. Сигналы, применяемые в радиолокации.
7. Оконное ПФ. Оконные функции и их свойства.
8. Основные виды сигналов, используемых в радиолокации.

Примеры билетов для проведения экзамена:

Билет 1.

1. Применение ДПФ в качестве полосового фильтра.
2. Основные виды сигналов, используемых в радиолокации.

Билет 2.

1. Основные принципы выделения сигналов на фоне шумов и помех.
2. Оконное ПФ. Оконные функции и их свойства.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Экзамен проводится в устной форме.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 1 час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамен обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.