

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор передовой инженерной
школы радиолокации,
радионавигации и программной
инженерии**

М.А. Кудров

| | |
|----------------------------|---|
| | Рабочая программа дисциплины (модуля) |
| по дисциплине: | Радиолокация |
| по направлению: | Информатика и вычислительная техника |
| профиль подготовки: | Программная инженерия |
| | передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии |
| | кафедра технологий проектирования сложных технических систем |
| курс: | 3 |
| квалификация: | бакалавр |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: А.В. Трифонов

Программа обсуждена на заседании кафедры технологий проектирования сложных технических систем
11.03.2024

Аннотация

Дисциплина "Радиолокация" призвана сформировать знания теоретических основ радиолокации, базирующихся на понимании основных принципов использования радиоволн и обработки радиолокационных сигналов для решения основных задач радиолокации. Сформированные знания должны обеспечивать способность обучающихся самостоятельно (с помощью литературы и др. средств) изучать принципы построения радиолокационных устройств.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- сформировать знания теоретических основ радиолокации, базирующихся на понимании основных принципов использования радиоволн и обработки радиолокационных сигналов для решения основных задач радиолокации. Сформированные знания должны обеспечивать способность обучающихся самостоятельно (с помощью литературы и др. средств) изучать принципы построения радиолокационных устройств.

Задачи дисциплины

изучить:

- виды и задачи радиолокации, а также основную терминологию;
- радиолокационные сигналы, их виды, принцип неопределенности и основы теории их разрешения;
- явление вторичного излучения радиоволн и понятие эффективной поверхности рассеивания;
- основы теории обнаружения радиолокационных сигналов;
- основное уравнение радиолокации и влияние различных факторов на дальность действия радиолокационных систем;
- основы теории радиолокационных измерений;
- теоретические основы построения измерителей скорости, дальности и угловых координат;
- общие сведения о распознавании радиолокационных целей.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности |
| ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты) | ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- задачи радиолокации, виды радиолокации, а также основную терминологию, принятую в радиолокации;
- основные тактико-технические характеристики радиолокационных систем;
- виды радиолокационных сигналов, их автокорреляционные функции и спектральное представление;
- принцип неопределенности и понятие ее функции, а также основы совместного разрешения сигналов по одному или нескольким параметрам;
- явление вторичного излучения радиоволн и понятие эффективной поверхности рассеивания.

уметь:

- выделять основные подходы теории обнаружения радиолокационных сигналов, показатели качества и основные критерии обнаружения;
- определять принципы обнаружения сигналов с детерминированными и случайными параметрами, понятие "оптимальный фильтр";
- определять принципы корреляционной, фильтровой и корреляционно-фильтровой обработки сигналов, а также принципы построения оптимальных приемников обработки основных видов сигналов;
- выводить уравнение радиолокации и влияние различных факторов на дальность действия радиолокационных систем.

владеть:

- методами оценивания потенциальной точности радиолокационных измерений, а также потенциальную точность измерения дальности, скорости и угловых координат;
- принципами построения дискриминаторов дальности, скорости и угловых координат;
- принципами измерения дальности и скорости в радиолокационных системах с высокой и низкой частотами повторения импульсов;
- общими сведениями о распознавании радиолокационных целей.

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 | Виды и задачи радиолокации | 5 | 5 | | 10 |
| 2 | Радиолокационные сигналы | 6 | 5 | | 10 |
| 3 | Вторичное излучение радиоволн | 6 | 5 | | 10 |
| 4 | Основы теории обнаружения радиолокационных сигналов | 4 | 5 | | 5 |
| 5 | Дальность действия РЛС | 4 | 5 | | 5 |
| 6 | Основы теории радиолокационных измерений | 5 | 5 | | 5 |
| Итого часов | | 30 | 30 | | 45 |
| Подготовка к экзамену | | 30 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 135 час., 3 зач.ед. | | | |

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

Семестр: 6 (Весенний)

1. Виды и задачи радиолокации

Радиолокация как отрасль радиоэлектроники. Краткие сведения из истории развития радиолокации. Основные понятия и терминология в радиолокации. Задачи радиолокации и физические явления, используемые в радиолокации. Виды радиолокации. Основные тактико-технические характеристики РЛС. Обобщенная структурная схема РЛС.

2. Радиолокационные сигналы

Зондирующий сигнал. Обобщенная математическая модель зондирующего сигнала. Виды зондирующих сигналов. Автокорреляционная функция и комплексный спектр зондирующего сигнала. Аналитический сигнал. Теорема Винера-Хинчина применительно к радиолокационным сигналам. Простые импульсные радиолокационные сигналы. Простой одиночный радиолокационный импульс. Автокорреляционная функция и спектр простого РЛИ. Импульсная мощность и энергия радиолокационного импульса.

3. Вторичное излучение радиоволн

Явление вторичного излучения радиоволн. Явление вторичного излучения. Виды вторичного излучения (зеркальное, диффузное и резонансное). Радиолокационная цель. Классификация радиолокационных целей. Сложные и простые радиолокационные цели. Сосредоточенные и распределенные цели. Эффективная поверхность рассеивания (ЭПР).

4. Основы теории обнаружения радиолокационных сигналов

Статистические характеристики помех и шумов. Математическая модель флюктуационной помехи. Аддитивная и мультипликативная помехи. Статистика флюктуационной помехи. Белый и квазيبелый шум. Плотность распределения вероятности значений отраженного от цели сигнала.

5. Дальность действия РЛС

Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Основное уравнение радиолокации. Энергетический потенциал РЛС. Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Влияние направленных свойств антенны и длины волны на дальность действия РЛС. Влияние на дальность действия энергетического потенциала. Суммарные потери, учитываемые при расчетах дальности действия РЛС.

6. Основы теории радиолокационных измерений

Методика решения задачи радиолокационного измерения параметров сигналов. Задачи радиолокационных измерений. Качественные показатели и критерии оптимального измерения параметров. Правило оптимального измерения.

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

Необходимое оборудование для лекций: учебная аудитория, компьютер (ноутбук) и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Теоретические основы радиолокации [Текст] / В. Е. Дулевич [и др.] ; под ред. В. Е. Дулевича - М. Сов. радио, 1964

Дополнительная литература

1. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех [Текст] / Я. Д. Ширман, В. Н. Манжос, - М., Радио и связь, 1981

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

Не используются

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

Для контроля и коррекции знаний, обучающиеся могут использовать компьютерное тестирование.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

Рекомендуется успешно осуществлять защиту лабораторных работ, так как это упрощает итоговую аттестацию по предмету.

Для подготовки к итоговой аттестации по предмету лучше всего пользоваться материалами для подготовки к лабораторным работам и отчеты к лабораторным работам, защищенным в ходе учебного семестра.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|---|--|
| по направлению: | Информатика и вычислительная техника |
| профиль подготовки: | Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра технологий проектирования сложных технических систем |
| курс: | 3 |
| квалификация: | бакалавр |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Экзамен | |
| Разработчик: | А.В. Трифонов |

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности |
| ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты) | ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Радиолокация» обучающийся должен:

знать:

- задачи радиолокации, виды радиолокации, а также основную терминологию, принятую в радиолокации;
- основные тактико-технические характеристики радиолокационных систем;
- виды радиолокационных сигналов, их автокорреляционные функции и спектральное представление;
- принцип неопределенности и понятие ее функции, а также основы совместного разрешения сигналов по одному или нескольким параметрам;
- явление вторичного излучения радиоволн и понятие эффективной поверхности рассеивания.

уметь:

- выделять основные подходы теории обнаружения радиолокационных сигналов, показатели качества и основные критерии обнаружения;
- определять принципы обнаружения сигналов с детерминированными и случайными параметрами, понятие "оптимальный фильтр";
- определять принципы корреляционной, фильтровой и корреляционно-фильтровой обработки сигналов, а также принципы построения оптимальных приемников обработки основных видов сигналов;
- выводить уравнение радиолокации и влияние различных факторов на дальность действия радиолокационных систем.

владеть:

- методами оценивания потенциальной точности радиолокационных измерений, а также потенциальную точность измерения дальности, скорости и угловых координат;
- принципами построения дискриминаторов дальности, скорости и угловых координат;
- принципами измерения дальности и скорости в радиолокационных системах с высокой и низкой частотами повторения импульсов;
- общими сведениями о распознавании радиолокационных целей.

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

1. Виды и задачи радиолокации, а также физические явления, используемые в радиолокации.
2. Основные тактико-технические характеристики РЛС.
3. Обобщенная математическая модель зондирующего сигнала. Виды зондирующих сигналов.
4. Понятие автокорреляционной функции и комплексного спектра зондирующего сигнала.
5. Аналитический сигнал. Теорема Винера-Хинчина применительно к радиолокационным сигналам.
6. Автокорреляционная функция и спектр простого РЛИ. Импульсная мощность и энергия радиолокационного импульса.
7. Сложные широкополосные радиолокационные сигналы. База и коэффициент сжатия.

8. Радиопульс с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Автокорреляционная функция и спектр радиопульса с ЛЧМ. База и коэффициент сжатия радиопульса с ЛЧМ.
9. Автокорреляционная функция и спектр радиопульса с КФМ. База и коэффициент сжатия радиопульса с КФМ.
10. m-последовательности КФМ.
11. Бесконечная периодическая последовательность простых радиолокационных импульсов (РЛИ) и ее спектр. Скважность.
12. Пачки простых радиопульсов квазипрерывного излучения, автокорреляционная функция и спектр пачки.
13. Функция неопределенности простого радиопульса.
14. Функция неопределенности пачки простых радиопульсов.
15. Функция неопределенности сигнала с ЛЧМ.
16. Функция неопределенности сигнала с КФМ.
17. Виды вторичного радиолокационного излучения.
18. Классификация радиолокационных целей.
19. Эффективная поверхность рассеивания (ЭПР). Зависимость ЭПР от длины волны и расстояний между излучателями.

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

1. ЭПР линейного вибратора.
2. ЭПР шара и выпуклой поверхности.
3. ЭПР металлической пластины.
4. Диаграмма обратного вторичного излучения.
5. Показатели качества обнаружения радиолокационного сигнала. Критерий Байеса.
6. Критерий Байеса и отношение правдоподобия в теории обнаружения радиолокационных сигналов.
7. Достаточная статистика, Правило оптимального обнаружения. Решающая функция.
8. Критерий идеального наблюдателя.
9. Критерий максимального правдоподобия.
10. Минимаксный критерий.
11. Критерий Неймана-Пирсона.
12. Критерий последовательного наблюдения (критерий Вальда).
13. Отношение правдоподобия и корреляционный интеграл.
14. Вероятность правильного обнаружения и ложной тревоги для корреляционного интеграла.
15. Оптимальный фильтр. Импульсная и комплексная частотная характеристики оптимального фильтра.
16. Обнаружение сигнала с полностью известными параметрами.
17. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.
18. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой и амплитудой.
19. Корреляционная обработка радиолокационных сигналов. Корреляционный приемник.
20. Фильтровая обработка радиолокационных сигналов. Фильтровой приемник.
21. Корреляционно-фильтровая обработка радиолокационных сигналов. Корреляционно-фильтровой приемник."
22. Основное уравнение радиолокации. Энергетический потенциал РЛС. Дальность действия РЛС в свободном пространстве.
23. Дальность действия РЛС в условиях влияния кривизны Земли, отражений от поверхности и рефракции.
24. Изодалии и изодопы. Отражения от подстилающей поверхности в бортовых РЛС.
25. задачи и качественные показатели оптимальных измерений.
26. Методы оценивания потенциальной точности измерений.
27. Потенциальная точность измерений дальности и скорости.
28. Потенциальная точность оценивания угловых координат.

Билет 1

1. Следящие радиолокационные измерители дальности. Временные дискриминаторы.
2. Следящие радиолокационные измерители скорости. Дискриминаторы скорости.

Билет 2

1. Моноимпульсные угловые дискриминаторы.
2. Пространственный сигнал и пространственный оптимальный фильтр.

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется обучающемуся, если показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания предмета и в ходе беседы он верно и детально ответил на четыре (4) произвольных вопроса из выше приведенного перечня. Детальный ответ предполагает верные ответы на все уточняющие вопросы. Подготовка и защита инициативной курсовой работы является преимуществом.

Оценка «отлично (9)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно, но не исчерпывающее детально ответил на четыре (4) произвольных вопроса из выше приведенного перечня (мог не ответить на некоторые уточняющие вопросы). Подготовка и защита инициативной курсовой работы является преимуществом.

Оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно, но не исчерпывающее детально ответил на четыре (4) произвольных вопроса из выше приведенного перечня (не ответил на уточняющие вопросы).

Оценка «хорошо (7)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно и достаточно детально ответил на три (3) произвольных вопроса из выше приведенного перечня. Детальный ответ предполагает верные ответы на все уточняющие вопросы. Подготовка и защита инициативной курсовой работы является преимуществом.

Оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно, но не исчерпывающее детально ответил на три (3) произвольных вопроса из выше приведенного перечня (не ответил на некоторые уточняющие вопросы). Подготовка и защита инициативной курсовой работы является преимуществом.

Оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно и достаточно детально ответил на два (2) произвольных вопроса из выше приведенного перечня. Детальный ответ предполагает верные ответы на все уточняющие вопросы.

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно и достаточно детально ответил на один (1) произвольный вопрос из выше приведенного перечня. Детальный ответ предполагает верные ответы на все уточняющие вопросы. Подготовка и защита инициативной курсовой работы является преимуществом.

Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он верно, но не исчерпывающее детально ответил на один (1) произвольный вопрос из выше приведенного перечня (не ответил на уточняющие вопросы).

Оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он не смог ответить ни на один произвольный вопрос из выше приведенного перечня, но смог ответить на наводящие вопросы и вопросы с «подсказками».

Оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, если в ходе беседы он не смог ответить ни на один произвольный вопрос из выше приведенного перечня, а так же ни на один наводящий вопрос.

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

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также собственными конспектами занятий по предмету.

Экзамен проводится по итогам текущей активности в ходе занятий, защиты инициативной курсовой работы, и путем организации специального опроса, проводимого в простой устной форме, в виде беседы преподавателя и студента.