

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»

Проректор по учебно-методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«09» сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

ФТД.03 Радиотехнические системы специального назначения

Направление подготовки: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы и комплексы**
Форма обучения: очная
Курс – 4
Семестр – 7
Всего зачетных единиц – 2; часов – 72
Форма отчетности: зачет – 7 семестр

Программу разработал: кандидат технических наук, профессор В. А. Соловьев

Одобрена на заседании кафедры
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Смоленск
2021

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Радиотехнические системы специального назначения» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы) и является факультативной дисциплиной.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с повсеместным распространением радиотехнических устройств, построенных по аналого-цифровому принципу, в которых сложные алгоритмы функционирования реализуются с помощью специальных вычислительных устройств. В процессе изучения данной дисциплины студенты знакомятся с практическими разработками ООО «Смоленский научно-инновационный центр радиоэлектронных систем «Завант».

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении таких дисциплин, как «Основы электроники и схемотехники»; «Цифровая обработка сигналов»; «Цифровые устройства и микропроцессоры»; «Основы теории радиотехнических цепей и сигналов»; «Основы теории радиосистем передачи информации, управления и радиоэлектронной борьбы».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, будут полезными при прохождении производственной (технологической (проектно-технологической)) практики, преддипломной практики, а также выполнении выпускной квалификационной работы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции	Индикаторы достижения
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Знать: принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем Уметь: проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем Владеть: навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем

3. Содержание дисциплины

Классификация радиотехнических систем наблюдения за полётами малоразмерных летательных аппаратов. Условия функционирования радиотехнических систем специального назначения. Назначение, состав и задачи, решаемые радиотехническими системами специального назначения. Функционально необходимые элементы специальных систем. Алгоритмы функционирования радиотехнических систем специального назначения. Беспилотные летательные аппараты, конструкции, принцип функционирования и параметры.

Активные устройства обнаружения малоразмерных воздушных объектов. Обобщённая структура и принцип функционирования мобильного радиолокатора. Радиолокатор «Фасет». Структурная схема и параметры. Активная цилиндрическая фазированная антенная решётка и её элементы. Центральный вычислитель и алгоритм его работы. Исследование математической модели процесса обнаружения малоразмерного объекта радиолокатором «Фасет». Исследование математической модели процесса сопровождения объекта. Развёртывание радиолокатора в районе использования и приведение в рабочее состояние. Оценка точности измерения координат воздушного объекта по результатам эксперимента. Радиолокатор «Кристалл». Устройство, принцип функционирования и параметры. Развёртывание и приведение радиолокатора «Кристалл» в рабочее положение. Исследование математической модели процесса обнаружения малоразмерного объекта радиолокатором «Кристалл». Оценка точности измерения координат воздушного объекта радиолокатором «Кристалл».

Пассивные устройства обнаружения и нейтрализации управляемых воздушных объектов. Пассивный обнаружитель «Последний рубеж». Исследование математической модели обнаружителя «Последний рубеж».

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Классификация радиотехнических систем наблюдения за полётами малоразмерных летательных аппаратов	8	4	–	4
1.1	Назначение, состав и задачи, решаемые радиотехническими системами специального назначения	4	2	–	2
1.2	Беспилотные летательные аппараты, конструкции, принцип функционирования и параметры	4	2	–	2
2	Активные устройства обнаружения малоразмерных воздушных объектов	54	10	28	16
2.1	Обобщённая структура и принцип функционирования мобильного радиолокатора	4	2	–	2
2.2.	Радиолокатор «Фасет».	30	6	16	8
2.3.	Радиолокатор «Кристалл». Устройство, принцип функционирования и параметры	20	2	12	6
3.	Пассивные устройства обнаружения и нейтрализации управляемых воздушных объектов	14	2	4	4
3.1	Пассивный обнаружитель «Последний рубеж»	14	2	4	4
ИТОГО		72	16	32	24

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция № 1. *Назначение, состав и задачи, решаемые радиотехническими системами специального назначения.* Условия функционирования радиотехнических систем специального назначения. Назначение, состав и задачи, решаемые радиотехническими системами специального назначения. Функционально необходимые элементы специальных систем. Алгоритмы функционирования радиотехнических систем специального назначения.

Лекция № 2. *Беспилотные летательные аппараты, конструкции, принцип функционирования и параметры.* Алгоритмы функционирования радиотехнических систем специального назначения. Беспилотные летательные аппараты. Примеры конструкций современных беспилотных летательных аппаратов. Принцип функционирования беспилотных летательных аппаратов. Параметры современных беспилотных летательных аппаратов.

Лекция № 3. *Обобщённая структура и принцип функционирования мобильного радиолокатора.* Назначение мобильного радиолокатора. Структура (обобщенная) мобильного радиолокатора. Принцип функционирования мобильного радиолокатора.

Лекция № 4. *Радиолокатор «Фасет». Структурная схема и параметры.* Радиолокатор «Фасет» - разработка ООО «Завант». Структурная схема радиолокатора. Параметры радиолокатора.

Лекция № 5. *Активная цилиндрическая фазированная антенная решётка и её элементы.* Назначение активной цилиндрической фазированной антенной решетки. Принцип действия. Особенности построения ФАР, основные элементы ФАР. Перспективы развития ФАР.

Лекция № 6 *Центральный вычислитель и алгоритм его работы.* Назначение центрального вычислителя. Конструкция центрального вычислителя. Алгоритм работы центрального вычислителя.

Лекция № 7. *Радиолокатор «Кристалл». Устройство, принцип функционирования и параметры.* Радиолокатор «Кристалл» – разработка ООО «Завант». Структурная схема радиолокатора. Параметры радиолокатора.

Лекция № 8. *Пассивный обнаружитель «Последний рубеж».* Пассивный обнаружитель «Последний рубеж» – разработка ООО «Завант». Структурная схема обнаружителя. Параметры обнаружителя.

Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

Лабораторная работа №1. *Радиолокатор «Фасет» (16 часов)*

Оборудование: Радиолокатор «Фасет» - разработка ООО «Завант».

Задания:

1. Исследование математической модели процесса обнаружения малоразмерного объекта радиолокатором «Фасет».
2. Исследование математической модели процесса сопровождения объекта.
3. Развёртывание радиолокатора в районе использования и приведение в рабочее состояние.
4. Оценка точности измерения координат воздушного объекта по результатам эксперимента.

Лабораторная работа №2. *Радиолокатор «Кристалл» (12 часов)*

Оборудование: Радиолокатор «Кристалл» - разработка ООО «Завант».

Задания:

1. Развёртывание и приведение радиолокатора «Кристалл» в рабочее положение.
2. Исследование математической модели процесса обнаружения малоразмерного объекта радиолокатором «Кристалл».
3. Оценка точности измерения координат воздушного объекта радиолокатором «Кристалл».

Лабораторная работа №3. *Обнаружитель «Последний рубеж»*

Оборудование: обнаружитель «Последний рубеж» - разработка ООО «Завант».

Задания:

1. Исследование математической модели обнаружителя «Последний рубеж».

Самостоятельная работа

1. Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса в соответствии с заданием на самостоятельную работу. Часть теоретических вопросов курса выносятся на самостоятельное изучение студентами. При самостоятельном изучении вопроса студент должен познакомиться с содержанием соответствующей темы по одному из учебников, указанных в списке основной литературы, при необходимости могут использоваться источники из списка дополнительной литературы, а также рекомендованные ресурсы сети «Интернет». По каждому вопросу необходимо составить конспект, по возможности включающий следующие пункты:

- краткая история открытия явления, закона, изобретения;
- основные физические законы и теории, на которых основывается объяснение данного явления;
- математическая модель описываемого явления и выводы из нее;
- экспериментальная проверка справедливости теории, модели и выводов из нее;
- практическое применение описываемого явления, процесса.

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение

1. Типовые беспилотные летательные аппараты (микро- и мини-БПЛА, лёгкие и тяжёлые БПЛА).
2. Конформные активные антенные решётки.
3. Характеристики спутниковых систем навигации.

2. Подготовка к лабораторным занятиям включает в себя изучение методики проведения исследования на предстоящем занятии в соответствии с заданием на лабораторное занятие, используемых математических моделей и теоретических вопросов по теме предстоящего исследования, подготовку ответов на теоретические вопросы к лабораторным занятиям и самостоятельное решение задач по теме занятия (приведены в планах практических занятий).

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1. Подготовка конспекта по вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение (перечень вопросов курса, выносимых на самостоятельное изучение, приведен в разделе «Самостоятельная работа»).

Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

2. Выполнение и защита лабораторной работы (задания к лабораторным занятиям и вопросы для защиты приведены в планах лабораторных занятий)

Критерии оценивания лабораторной работы

По результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «зачтено»** при выполнении следующих условий:

- 1) самостоятельное выполнение эксперимента и получение корректных экспериментальных данных;
- 2) наличие самостоятельно подготовленного отчета по установленной форме, в котором отражены результаты измерений и вычислений, в том числе погрешностей (при необходимости), а также представлены графики в соответствии с заданиями к лабораторной работе;
- 3) правильные ответы на все контрольные вопросы к данной лабораторной работе.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов по результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «не зачтено»**.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Назначение, состав и задачи, решаемые радиотехническими системами специального назначения.
2. Классификация средств, входящих в состав радиотехнических систем специального назначения. Их роль и место в составе системы.
3. Классификация воздушных объектов, являющихся целями для радиотехнических систем специального назначения.
4. Обобщённая структура и принцип функционирования мобильного радиолокатора, входящего в состав радиотехнических систем специального назначения.
5. Радиолокатор «Фасет». Структурная схема и параметры.
6. Активная цилиндрическая фазированная антенная решётка, особенности её функционирования.
7. Работа приёмопередающего модуля активной антенной решётки радиолокатора «Фасет».
8. Работа кольцевого вычислителя радиолокатора «Фасет» по структурной схеме.
9. Работа центрального вычислителя радиолокатора «Фасет» по структурной схеме.
10. Алгоритм определения дальности и скорости в радиолокаторе «Фасет».
11. Алгоритм вычисления угловых координат объекта в радиолокаторе «Фасет».
12. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения азимута в процессе залёта и погрешность его определения радиолокатором «Фасет».
13. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения угла места в процессе залёта и погрешность его определения радиолокатором «Фасет».
14. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения измеренной дальности до объекта в процессе залёта и погрешность её определения радиолокатором «Фасет».
15. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения измеренной скорости объекта в процессе залёта и погрешность её определения радиолокатором «Фасет».
16. Алгоритм определения дальности и скорости в радиолокаторе «Кристалл».
17. Алгоритм вычисления угловых координат объекта в радиолокаторе «Кристалл».
18. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения азимута в процессе залёта и погрешность его определения радиолокатором «Кристалл».
19. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения угла места в процессе залёта и погрешность его определения радиолокатором «Кристалл».
20. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения измеренной дальности до объекта в процессе залёта и погрешность её определения радиолокатором «Кристалл».
21. По сохранённым записям данных, полученных при сопровождении воздушного объекта, построить график изменения измеренной скорости объекта в процессе залёта и погрешность её определения радиолокатором «Кристалл».
22. Работа радиолокатора «Кристалл» в режиме передачи по структурной схеме.
23. Работа радиолокатора «Кристалл» в режиме приёма по структурной схеме.
24. Работа обнаружителя «Последний рубеж» по структурной схеме в режиме обнаружения.

25. Работа обнаружителя «Последний рубеж» по структурной схеме в режиме подавления объекта.

6.3. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Критерии выставления зачета:

Отметка «зачтено» выставляется студенту, который в течение семестра:

1. Посещал лекционные и лабораторные занятия (при наличии пропусков занятий – предоставил преподавателю все выполненные задания по теме занятия).
2. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам работы на лабораторных занятиях.
3. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам выполнения заданий для самостоятельной работы.

Зачет выставляется студенту при выполнении всех указанных критериев.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Данилов С. Н. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: учебное пособие / С. Н. Данилов, А. В. Иванов. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. – 89 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85976.html>.

2. Шпенст В. А. Радиолокационные системы и комплексы: учебник / В. А. Шпенст. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016. – 399 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/78141.html>.

3. Семенихина Д. В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. Радиоэлектронная разведка и радиоэлектронное противодействие: учебное пособие / Д. В. Семенихина, Ю. В. Юханов, Т. Ю. Привалова. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. – 252 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68576.html>.

7.2. Дополнительная литература

1. Радиолокационные системы: учебное пособие / В. В. Ахияров, С. И. Нефедов, А. И. Николаев [и др.]; под редакцией А. И. Николаева. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. – 352 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/94094.html>

2. Перунов Ю. М. Радиоэлектронная борьба в информационных каналах: монография / Ю. М. Перунов, А. И. Куприянов. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 452 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115166.html>.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт <http://zavant.ru/> - ООО «Смоленский научно-инновационный центр радиоэлектронных систем «Завант»».

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, мультимедиапроектором, ноутбуком, колонками, интерактивной доской.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации,

курсового проектирования, оснащенная стандартной учебной мебелью, компьютерами, интерактивной доской, мультимедийным проектором.

Оборудование: портативные радиолокаторы «Фасет» и «Кристалл».

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», а также доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022