

КАФЕДРА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (РТС)

В.П. ДЕНИСОВ

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**Учебно-методическое пособие по организации
самостоятельной работы студентов,
обучающихся по техническим направлениям**

2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра радиотехнических систем
(РТС)

Утверждаю
Зав. кафедрой РТС профессор
_____ Г.С. Шарьгин
" ____ " _____ 07 _____ 2012г.

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие по организации
самостоятельной работы студентов,
обучающихся по техническим направлениям

Разработчик:
профессор каф. РТС
_____ В.П. Денисов

УДК 621.396.96

Рецензент:
профессор каф. РТС

В.И. Тисленко

В.П. Денисов

Радиолокационные системы: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / В.П. Денисов. – Томск: ТУСУР, 2010. – 22с

Приводится программа курса, его цели и задачи. Представлены темы лабораторных занятий, а также темы практических занятий. Изложена методика проведения практических занятий и базовые вопросы, ответы на которые студенты должны подготовить для осознанного решения задач. Приводится примерный список экзаменационных вопросов.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по техническим направлениям, в том числе, по дисциплинам «Радиотехнические системы» и «Радиолокационные системы».

УДК 621.396.96

© Томск. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2012

© Денисов В.П. 2012

Оглавление

Введение.	5
1. Цели и задачи дисциплины.	7
2. Содержание дисциплины.	8
3. Учебно-методические материалы по дисциплине	12
4. Распределение времени самостоятельной работы по видам занятий.....	12
5. Самостоятельная работа при освоении лекционного материала.....	13
6. Самостоятельная работа на практических занятиях и при подготовке к ним	14
7. Самостоятельная работа на лабораторных занятиях	18
8. Рейтинговая система оценки успеваемости студентов.	20

Введение

Самостоятельная работа студентов является частью учебного процесса при подготовке квалифицированных специалистов, способных самостоятельно и творчески решать стоящие перед ними задачи. В ходе самостоятельной работы формируются важнейшие профессиональные навыки будущего специалиста, такие как: внутренняя готовность к самообразованию в профессиональной сфере, самостоятельность, инициативность и ответственность, умение работать с источниками информации.

Каждая дисциплина должна иметь методическое сопровождение по самостоятельному изучению разделов и тем, указанных в рабочей программе, по написанию рефератов, выполнению расчетно-графических и лабораторных работ. В связи с этим эффективная организация самостоятельной работы студентов требует проведения целого ряда мероприятий, создающих предпосылки и условия для реализации самостоятельной работы, а именно:

- обеспечение студентов информационными ресурсами (учебными пособиями, справочниками, банками индивидуальных заданий);
- обеспечение студентов методическими материалами (учебно-методическими практикумами, сборниками задач, указаниями по выполнению лабораторных работ);
- наличие материальных ресурсов (ПК, измерительного и технологического оборудования для выполнения заданий в рамках НИР и ГПО);
- организация консультаций преподавателей;
- возможность публичного обсуждения теоретических и практических результатов, полученных студентом самостоятельно при выполнении НИРС и ГПО (конференции, олимпиады, конкурсы).

Важным элементом в организации самостоятельной работы студентов является контроль. Контроль требует разработки преподавателем контролирующих материалов в текстовом или тестовом исполнении, а при использовании ПК - пакета прикладных программ для проверки знаний студентов. Эффективная система контроля (в т.ч. электронная система контроля), наряду с рейтинговой системой оценки знаний, позволит добиться систематической самостоятельной работы студентов над учебными материалами и повысить качество обучения.

Пособие разработано в соответствии с временными рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов (письмо Минобразования РФ от 27.11.2002 "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений").

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины, место дисциплины в учебном процессе.

Дисциплина «Радиолокационные системы» (СД.Ф.6) является одной из завершающих подготовку радиоинженера в области исследования и разработки радиотехнических систем различного назначения. Основная цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы на базе знаний и умений, полученных в предшествующих и смежных курсах, научиться по заданным тактико-техническим характеристикам радиолокационной системы рационально выбрать принцип и структуру ее построения, рассчитать технические требования к входящим в нее устройствам и наметить возможные пути их реализации. Изучение дисциплины должно привить системный подход к проектированию радиолокационных станций.

1.2. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;
- уметь определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести теоретическую оценку эффективности;
- иметь представление о построении конкретных радиолокационных систем.

1.3. Перечень обеспечивающих дисциплин.

Изучение курса «Радиолокационные системы» предполагает серьезную предварительную подготовку студентов по дисциплинам: «Антенны и устройства СВЧ», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Статистическая радиотехника и радиофизика», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Статистическая теория радиосистем», «Устройства формирования и генерирования сигналов», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Цифровые устройства и микропроцессоры».

1.4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Распределение учебного времени

	Всего часов
Лекции	64 часов
Лабораторные занятия	24 часов
Практические занятия	16 часов
Курсовой проект (ауд)	0 часов
Курсовая работа (ауд)	0 часов
Всего ауд. занятий	104 часов
Самостоятельная работа	66 часов
Общая трудоёмкость	170 часов
Экзамен <u>восьмой</u> семестр	

2. Содержание дисциплины

2.1. Наименование тем, их содержание и объемы в часах лекционных занятий - 64 час, самостоятельная работа – 66 час.

2.1.1. Принципы радиолокации и методы реализации радиолокационных устройств и систем; виды радиолокации; сигналы и помехи; физические основы радиолокации. - 4 часа.

Терминология: радиолокационное наблюдение, радиолокационная станция, радиолокационный канал. Физические основы радиолокации. Методы местоопределения в радиолокации. Линии положения, поле ошибок, рабочие зоны. Активный, полуактивный, пассивный методы радиолокации. Нелинейная радиолокация. Основные тактические и технические характеристики РЛС, их взаимосвязь. Укрупненная структурная схема РЛС. Основное уравнение радиолокации.

2.1.2 Отражение, рассеяние и переизлучение радиоволн объектами; характеристики целей - 3 часа.

Эффективная поверхность рассеяния и методы ее определения. Способы вычисления ЭПР некоторых одиночных объектов: пластины, шара, полуволнового вибратора. Искусственные отражатели. ЭПР распределенных целей. Статистические модели объектов. ЭПР некоторых реальных объектов. Способы уменьшения и увеличения ЭПР объектов.

2.1.3. Основы статистической теории радиолокации; обнаружение, разрешение и оценивание параметров сигналов; статистические критерии обнаружения и оценивания; структуры оптимальных обнаружителей - 15 часов

Прием радиолокационных сигналов как статистическая задача. Критерии оптимальности и оптимальные решающие правила. Отношение правдоподобия для сигнала с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне нормального белого шума. Отношение правдоподобия для сигнала со случайными неизмеряемыми параметрами. Модели радиосигналов в задаче обнаружения. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов. Характеристики обнаружения. Структура и качественные показатели устройств оптимальной обработки пачек когерентных радиоимпульсов. Структура и качественные показатели устройств оптимальной обработки пачек некогерентных радиоимпульсов. Расчет коэффициента различимости. Квазиоптимальные обнаружители пачек радиоимпульсов: рециркулятор, цифровой накопитель. Эффективность квазиоптимальных обнаружителей. Измерение информативных параметров радиолокационных сигналов как статистическая задача. Понятие о потенциальной точности. Максимально правдоподобные оценки неэнергетических параметров сигнала со случайной начальной фазой. Дисперсия оценки. Максимально правдоподобная оценка временного положения радиоимпульса, принимаемого на фоне нормального белого шума и ее дисперсия.

2.1.4. Дальность радиолокационного наблюдения – 3 часа

Основные факторы, влияющие на дальность действия радиосистем. Влияние отражений от земли, зоны обнаружения (диаграмма видимости). Влияние преломления, поглощения и рассеяния радиоволн в атмосфере на дальность действия РЛС. Выбор длины волны для РЛС различного радиуса действия. Обобщенное уравнение радиолокации.

Загоризонтные РЛС коротковолнового диапазона.

2.1.5. Радиодальномеры. Радиопеленгаторы и измерители скорости - 20 часов

Импульсный метод измерения дальности. Обобщенная структурная схема импульсного дальномера. Пределы измерения, точность, разрешающая способность. Применение в импульсных дальномерах сигналов сложной формы. ЛЧМ-импульсы и их сжатие. Дисперсионные линии задержки. Фазокодированные (ФКМ) сигналы и их автокорреляционные функции. Генерирование и оптимальный прием ФКМ сигналов. Применение в РЛ сверхширокополосных сигналов. Подповерхностная радиолокация.

Автоматическое сопровождение по дальности в непрерывном режиме и в режиме обзора по угловой координате. Динамическая и флуктуационная ошибки. Цифровые схемы импульсных дальномеров.

Фазовые дальномерные системы. Простейшая схема и основное уравнение фазового дальномера. Измерение фазы на несущей частоте и частоте модуляции. Многоканальные системы. Устранение неоднозначности. Измерение радиальной скорости.

Частотный метод измерения дальности. Принцип действия и основное уравнение. Постоянная ошибка системы. Влияние движения объекта. Частотный дальномер с синусоидальной модуляцией. Особенности построения дальномера при измерении дальности многих объектов. Последовательный и параллельный частотный анализ. Цифровой анализ.

Обзор пространства. Последовательный (одноканальный) обзор. Время обзора и скорость обзора. Виды равномерного последовательного обзора: круговой, секторный, обзора. Параллельный и комбинированный методы обзора. Программированный обзор. Использование антенных решеток.

Потенциальная точность и угловая разрешающая способность.

Обзорные и следящие пеленгаторы. Одноканальные и многоканальные (моноимпульсные) пеленгаторы. Обзорные многобазовые пеленгаторы. Точность пеленгования. Применение метода максимального правдоподобия для оценки пеленга.

Автоматическое сопровождение целей в амплитудных пеленгаторах в режиме обзора. Моноимпульсные следящие пеленгаторы. Принципы

построения, классификация, точность и разрешающая способность, примеры построения систем.

2.1.6. Устройства разрешения и оценивания сигналов; сложные энергоемкие сигналы и их характеристики; функции и диаграммы неопределенности

Разрешающая способность по дальности и скорости. Функция неопределенности прямоугольного радиоимпульса. Сложные широкополосные сигналы.

Использование в радиолокации поляризационных свойств электромагнитного поля.

2.1.7. Селекция и распознавание объектов – 4 часа.

Принципы СДЦ. СДЦ на основе эффекта Доплера. Когерентный метод непрерывного излучения. Когерентно-импульсные РЛС. СДЦ с внешней когерентностью. Методы создания когерентных напряжений. Компенсирующие устройства. Слепые скорости. Требования к узлам устройства СДЦ. Аналоговые и цифровые устройства СДЦ. Эффективность систем СДЦ с череспериодной компенсацией.

2.1.8. Пассивная радиолокация - 4 часа

Сущность и области применения пассивной РЛ. Радиотеплолокация и радиотехническая разведка.

Характеристики теплового радиоизлучения объектов. Основные схемы радиометров и их чувствительность к слабым сигналам. Обнаружение радиотепловых сигналов и дальность действия радиотеплолокаторов.

2.1.9. Борьба с активными и пассивными помехами – 5 часов.

Понятие о радиоэлектронной войне.

Активные помехи РЛС. Дальность радиолокационного наблюдения при активных помехах. Методы защиты от активных помех.

Цели, методы и технические средства радиотехнической разведки. Поиск сигналов по несущей частоте и углу прихода. Особенности построения пеленгаторов. Анализ сигналов.

2.1.10. Пространственно-временная обработка сигналов; радиолокаторы с синтезированной апертурой - 4 часа.

РЛС бокового обзора с синтезированными антеннами (РСА). Фокусированные и нефокусированные антенны. Использование эффекта Доплера для построения РСА. Оптические и цифровые средства обработки сигналов в РСА.

2.1.11. Особенности эксплуатации радиолокационных систем - 2 часа.

Современное состояние и основные направления развития радиолокации. Особенности эксплуатации радиолокационных систем.

3. Учебно-методические материалы по дисциплине

3.1. Основная литература

1. Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2006 г., 252 с. (50 экз. в библ. ТУСУР).
2. Бакулов П.А. Радиолокационные системы (учебник для вузов). – М.: радиотехника, 2004 г., 319 стр., 21 экз. в библиотеке ТУСУР.

3.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы. Учебник для вузов. Под ред. Ю.М.Казаринова. М.: Сов. радио, 1968 г., 496 стр. (126 экз. в библ. ТУСУР).
2. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е.Дулевича. М.: Сов. радио, 1978 608 стр. (82 экз. в библиотеке ТУСУР)
3. Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник задачник по радиолокации. М.: Сов. радио, 1977, 315 стр. (40 экз. в библ. ТУСУР).

4. Распределение времени самостоятельной работы по видам занятий

Самостоятельная работа студентов предполагает углубленное изучение теоретического материала в процессе подготовки к практическим занятиям, решение задач, заданных на дом, изучение теоретического материала в порядке подготовки к лабораторным работам, а также самостоятельное освоение некоторых теоретических вопросов при подготовке к сдаче экзамена.

№ п/п	Наименование работ	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Подготовка к практическим занятиям	16	Проверка решаемых задач
2.	Подготовка к лабораторным работам	18	Опрос и допуск к работам. Защита отчетов.
3.	Освоение лекционного материала	32	Выборочный опрос на практических занятиях.

5. Самостоятельная работа при освоении лекционного материала

Студентам рекомендуется просматривать предыдущий лекционный материал перед посещением лекции: Понимание нового материала возможно только в том случае, если для этого есть база, заложенная на предыдущих занятиях. Как правило, достаточно просмотреть конспект предыдущей лекции (нескольких лекций) и разобраться с неясными вопросами по одной из книг рекомендуемого перечня. Объем самостоятельной работы студентов в целом по разделу рассчитывался из условия, что на два часа лекций требуется один час самостоятельной подготовки. Однако есть разделы курса, где для качественного усвоения материала желательно привлечение дополнительной литературы. К таким темам, относятся следующие.

1) Цифровой анализ спектра сигналов в дальномерах с частотной модуляцией зондирующего сигнала (раздел 2.1.5 программы).

Рекомендуемая литература.

Мартынов В.А., Селихов Ю.И. Панорамные приемники и анализаторы спектра. – М.: Советское радио, 1980

Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Изд-во Техносфера, 2006. – 856 с.

2) Использование в радиолокации поляризационных свойств электромагнитного поля (раздел 2.1.6 программы)

Рекомендуемая литература

Теоретические основы радиолокации. /Под ред. В.Е. Дулевича. – М.: Сов. радио, 1978.- 607с.

Канарейкин Д.Б., Павлов В.А., Потехин В.А. Поляризация радиолокационных сигналов. - М.: Сов. радио, 1966

3) Разрешающая способность по дальности и скорости. Функции и диаграммы неопределенности (раздел программы 2.1.6).

Рекомендуемая литература.

Современная радиолокация. Анализ расчет и проектирование систем. Перевод с английского под ред Ю.Б. Кобзарева. – М.: Сов. радио, 1969,- 704 с.

- 4) Оптические и цифровые средства обработки сигналов в радиолокаторах с синтезированной антенной (раздел 2.1.10 программы).

Рекомендуемая литература.

Радиолокационные станции бокового обзора. / Под ред. А.П. Реутова. – М.: Сов радио, 1970. – 360с.

Радиолокационные станции воздушной разведки. / Под ред. Г.С. Кондратенкова. - М.: Воениздат, 1983. – 152с.

Перечисленные темы и литературные источники ни в коей мере не ограничивают инициативу студентов в выборе тем и литературы для углубленного изучения предмета.

6. Самостоятельная работа на практических занятиях и при подготовке к ним

Темы и объем практических занятий представлены в нижеследующей таблице.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час)
1	2.1.1.	Физические основы радиолокации	2
2	2.1.1.	Дальность действия РЛС в свободном пространстве	2
3	2.1.2.	Радиолокационные цели и их характеристики	2
4	2.1.3.	Обнаружение радиолокационных сигналов	2
5	2.1.4.	Влияние земли и атмосферы на дальность действия РЛС	2
6	2.1.5.	Импульсные дальномеры	2
7	2.1.6.	Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости	2
8	2.1.5	Обзор пространства в радиолокации	2

По курсу «Радиолокационные системы» принята следующая методика проведения практических занятий.

Тема занятия объявляется студентам за одну – две недели до даты его проведения. Студенты готовятся к занятию по лекциям и источникам, указанным в списке основной и дополнительной литературы.

На практических занятиях студентам предлагается решить пять – шесть задач из задачника [3] списка дополнительной литературы (Васин В.В., Степанов Б.М. «Справочник – задачник по радиолокации»). Задачи и их количество подбираются с таким расчетом, чтобы студент, подготовившийся к занятию, успел их решить в часы практики. Задачи решаются индивидуально. У доски разбираются только вопросы, вызывающие затруднения у большинства

студентов. Преподаватель проверяет решение задач в ходе занятия индивидуально у каждого студента, обращая внимание на понимание студентом сути задачи и знания принципиальных основ ее решения. Совпадение или несовпадение результата решения с ответом имеет второстепенное значение. Если студент не успел решить все предложенные задачи в течение практического занятия, он должен дорешать их дома и представить преподавателю для проверки на следующем занятии. Студентам, решившим все задачи по данной теме, она (тема) засчитывается как выполненная. Студентам, имеющим долги по задачам к началу экзаменационной сессии, предлагается задача на экзамене в добавление к экзаменационному билету, содержащему два теоретических вопроса.

Решение типовых задач у доски не предусмотрено. Во-первых потому, что материал по каждой теме обширен и решение «типовых» задач забрало бы все время практики. Во-вторых потому, что при решении задач «по образцу» студент тратил бы время не на освоение предмета «Радиолокационные системы» а главным образом на вычисления.

Решение многих типовых задач по радиолокации можно найти в книге «Сборник задач по курсу «Радиолокационные системы»» /Под ред. П.А. Бакулева, А.А. Сосновского, издательство «Радиотехника», М., 2007г.

Практическое занятие начинается с опроса студентов по заданной теме. Студентам задаются вопросы, которые являются ключевыми по теме. Вызванный студент отвечает на вопрос у доски или с места. В процессе обсуждения ответа преподаватель обращает внимание студентов на принципиальные моменты темы, необходимые для решения задач.

Ниже приводится примерный перечень вопросов, задаваемых студентам.

Занятие 1. Тема «Физические основы радиолокации»

На первом занятии проводится входной контроль.

Студентам предлагается в письменной форме ответить на ряд вопросов из предшествующих курсов. Преподаватель использует ответы для знакомства с аудиторией и планирования последующей работы с ней.

В 2012 г. студентам были предложены следующие контрольные вопросы.

1. Какая электрическая цепь называется линейной?
2. Какими функциями полностью описывается линейная цепь с постоянными параметрами?
3. Что такое коэффициент усиления антенны?
4. Как зависит ширина диаграммы зеркальной антенны от ее размеров?
5. Что такое коэффициент шума приемника?
6. Что такое стационарный случайный процесс?
7. Что такое нормальный белый шум?
8. Что такое потенциальная точность измерения?
9. Что такое рефракция?

10. На какой, приблизительно, высоте над землей находится ионосфера?

11. Что такое согласованный фильтр?

12. Какие критерии оптимальности в задаче обнаружения сигналов Вам известны?

13. Что такое плотность распределения вероятностей?

Затем задаются вопросы по теме занятия.

- Что является физической основой радиотехнических методов измерения дальности до объекта наблюдения?

- Какой параметр принимаемой радиоволны несет информацию об ее «угле прихода»?

- Что такое «пеленгование», какие существуют методы пеленгования?

- Что является физической основой измерения радиальной скорости объекта наблюдения?

- Какие факторы ограничивают дальность радиолокационного наблюдения?

- Каков диапазон длин волн, используемых в радиолокации? Чем он определяется?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из первой главы «Справочника –задачника».

Занятие 2. Тема « Дальность действия РЛС в свободном пространстве»

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое дальность действия РЛС?

-Напишите основное уравнение радиолокации и поясните входящие в него величины.

- Какие факторы, не учтенные в основном уравнении радиолокации, влияют на дальность действия РЛС у поверхности земли?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из пятой главы «Справочника – задачника».

Занятие 3. Тема «Радиолокационные цели и их характеристики»

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое эффективная поверхность рассеяния (ЭПР) радиолокационной цели?

- Как можно измерить ЭПР какого-либо заданного объекта?

- Что такое флуктуации радиолокационных целей и каковы причины их появления?

- Каким законом можно аппроксимировать плотность распределения вероятностей ЭПР реальных целей?

- Как найти ЭПР отражений от земной поверхности?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из второй главы «Справочника – задачника».

Занятие 4. Тема «Обнаружение радиолокационных сигналов».

Студентам задаются следующие вопросы

- Какие критерии оптимальности правил принятия решения о наличии или отсутствии сигнала Вам известны?
- В чем заключаются соответствующие правила принятия решения?
- Начертите структурную схему оптимального обнаружителя радиоимпульса с полностью известными параметрам, принимаемого на фоне нормального белого шума..
- От каких параметров сигнала, помехи и схемы зависят вероятность правильного обнаружения и ложной тревоги?
- Почему вероятность ложной тревоги обычно выбирают очень малой?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из четвертой главы «Справочника – задачника».

Занятие 5. Тема «Влияние земли и атмосферы на дальность действия РЛС».

Студентам задаются следующие вопросы

- Каковы физические причины поглощения радиоволн в атмосфере?
- Как коэффициент поглощения зависит от длины волны?
- Что такое диаграмма видимости РЛС ?
- Начертить примерный вид диаграммы видимости. Объяснить физическую природу ее лепестковой структуры.

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из пятой главы «Справочника – задачника». В процессе решения одной из задач студентам предлагается вывести формулу для дальности действия пассивного локатора, работающего в поглощающей атмосфере.

Занятие 6. Тема «Импульсные дальномеры»

Студентам задаются следующие вопросы

- Начертить на доске структурную схему импульсного дальномера с индикацией на электронно-лучевой трубке и пояснить его работу с помощью эпюр напряжений.
- Перечислить источники погрешностей измерения дальности.
- Что такое коэффициент ухудшения потенциальной точности?
- Каковы пути уменьшения погрешности измерения дальности за счет несовершенства индикатора?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из седьмой главы «Справочника – задачника».

В добавление к условиям задач, приведенных в «Справочнике – задачнике», студенты должны начертить структурные схемы дальномеров, соответствующих решению, и эпюры напряжений в характерных точках схемы с указанием периодов повторения и длительности импульсов.

Занятие 7. Тема «Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости»

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое разрешающая способность по дальности?
- Что такое разрешающая способность по дальности и радиальной скорости?
- Что такое потенциальная разрешающая способность?
- Почему реальная разрешающая способность по дальности отличается от потенциальной? Что такое коэффициент ухудшения разрешающей способности?
- Как связана разрешающая способность с функцией неопределенности?
- Как строится аппаратура для оптимального разрешения по дальности и радиальной скорости?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из шестой главы «Справочника – задачника».

Занятие 8. Тема «Обзор пространства в радиолокации».

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое радиолокационный обзор пространства?
- Почему обычно обзор пространства рассматривается только по угловым координатам ?
- Какие способы обзора пространства существуют?
- Что такое коэффициент обзора?
- Начертите укрупненную структурную схему РЛС кругового обзора и поясните ее работу с помощью эпюр напряжений в характерных точках.

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из шестой главы «Справочника – задачника».

7. Самостоятельная работа на лабораторных занятиях

Основными целями выполнения лабораторных работ являются:

- приобретение студентами практических навыков в работе с реальной радиолокационной аппаратурой;
- приобретение студентами практических навыков в работе с радиоизмерительными приборами;
- углубленное освоение студентами некоторых важных теоретических положений изучаемой дисциплины «Радиолокационные системы».

При выполнении лабораторных работ студент должен продемонстрировать знание соответствующего теоретического материала и знакомство с учебно-методической литературой по заданной теме.

Студенты выполняют лабораторные работы «бригадами» как правило по два – три человека. Студентам сообщается тема очередной работы за одну-две недели до даты ее проведения. Студенты готовятся к работе, используя

соответствующие учебно-методические пособия а также, в случае необходимости, основную и дополнительную литературу. Перед включением аппаратуры и проведением измерений преподаватель проверяет готовность студентов, и разрешает приступить к работе на макетах, когда студенты к этому действительно готовы. После проведения измерений студенты знакомят преподавателя с их результатами, и заканчивают измерения, когда преподаватель отметит, что их объем и качество достаточно убедительны для написания отчетов.

Требования к отчетам изложены в методических указаниях к выполнению соответствующих работ.

Список лабораторных работ:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	2.1.3.	Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора	4
4	2.1.5.	Исследование самолетного высотомера РВ-20	4
3	2.1.5.	Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы	4
4	2.1.5.	Исследование самолетного радиолокатора «Гроза»	4
5	2.1.5.	Исследование автоматического УКВ пеленгатора АРП-6Д	4
6	2.1.9.	Исследование многошкального фазового радиопеленгатора	4

Перечень методических указаний по лабораторным работам

1. Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум. Томск. ТУСУР, 2007 г., 167 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1196>
2. Савин А.А., Мещеряков А.А., Дудко Б.П. Радионавигационные системы. Лабораторный практикум. Томск, изд-во ТУСУР, 2012, 116 стр. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1187>
3. Денисов В.П., Сластион В.В. Исследование многоканального фазового радиопеленгатора. Руководство к лабораторной работе. Томск, ТУСУР, 1997 г., 23 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1214>

8. Рейтинговая система оценки успеваемости студентов

4.1. Методика текущего контроля освоения дисциплины

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на бально-рейтинговой системы оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга (раздел 8) и **итоговый** контроль.

Формирование пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма _ баллов, _ набранная _ к _ КТx) * 5}{Требуемая _ сумма _ баллов _ по _ балльной _ раскладке}.$$

Итоговый контроль освоения дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, решение задач, сдача контрольных работ.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 25 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 50 баллов. Экзаменационная составляющая менее 20 баллов – несдача экзамена, требует повторной пересдачи в установленном порядке.

Формирование итоговой суммы баллов осуществляется путем суммирования семестровой (до 50 баллов) и экзаменационной составляющих (до 50 баллов).

8.2. Таблица распределения баллов в течение семестра

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	2	2	2	6
Решение задач и контрольные работы на практических занятиях	8	8	8	24
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		10	10	20
Итого максимум за период:	10	20	20	50
Сдача экзамена (максимум)				50
Нарастающим итогом	10	30	50	100

8.3. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

8.4. Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов (учитывает успешно сданный экзамен)	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	90-100	A (отлично)
4 (хорошо)	85-89	B (очень хорошо)
	75-84	C (хорошо)
	70-74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	65-69	E(посредственно)
	60-64	
2(неудовлетворительно)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины (успешной сдачи экзамена)