

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

Электроника, радиотехника и системы связи

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для
аспирантов, обучающихся по направлению подготовки:

11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

(профиль: Радиолокация и радионавигация)

А.С. Аникин

Томск - 2019

Содержание

Введение	3
1. Общие требования	4
2. Техническое обеспечение практических работ	4
3. Цели и задачи дисциплины	4
4. Требования к результатам освоения дисциплины	6
5. Прием результатов выполнения практических заданий	7
6. Задания для практических занятий	8
7. Индивидуальное задание	10
8. Библиографический список	11
Приложение 1	13
Приложение 2	16

Введение

Практические занятия предназначены для закрепления материала, полученного аспирантами при самостоятельном изучении материалов настоящей дисциплины и получении практических навыков расчёта тактико-технических характеристик радиолокационных и радионавигационных систем, а также при изучении физических принципов определения дальности, угловых и пространственных координат, необходимых для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований.

Полученные навыки и знания могут быть полезны при проектировании систем радиолокации и радионавигации, а также для организации работы исследовательского коллектива в области радиолокации и радионавигации, а также при освоении преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

1. Общие требования

Практические занятия проводятся согласно учебному расписанию отдельно для каждой группы аспирантов. В ходе практических занятий аспирант выполняет практическое задание, полученное от преподавателя. Практические задания выполняются аспирантами индивидуально под контролем со стороны преподавателя.

Все консультации осуществляются преподавателем. Для успешного выполнения практических заданий целесообразно в учебном расписании для практических занятий выделять 2-4 академических часа.

2. Техническое обеспечение практических работ

Для выполнения практического задания аспиранту предоставляется индивидуальное рабочее место, в состав которого входят:

- персональный компьютер с операционной системой Windows 7;
- программное обеспечение MATLAB/SciLAB.

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории (лаборатории) должно удовлетворять действующим требованиям СанПиН.

3. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является:

- изучение истории, современного состояния и перспектив развития систем радиолокации и радионавигации, основ разработки структурных схем и исследования методов обработки сигналов;
- овладение аспирантами методологией теоретических и

экспериментальных исследований, культурой научного исследования в области радиолокации и радионавигации, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

- освоение аспирантами навыками организации работы исследовательского коллектива в области радиолокации и радионавигации с целью применения известных методов исследования в научно-исследовательской деятельности;
- обеспечить освоение преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

Задачи дисциплины:

- углубленно изучить физические принципы построения и функционирования радиолокационных и радионавигационных систем;
- понимать основные фундаментальные знания ограничений на тактико-технические характеристики радиолокационных и радионавигационных систем, а также знать физические и математические модели базовых устройств, входящих в эти системы;
- освоить новые методы исследования и их применение к научно-исследовательской деятельности в области радиолокации и радионавигации;
- овладеть методологией теоретических и экспериментальных исследований и культуры научного исследования и синтеза математических моделей базовых устройств радиолокационных и радионавигационных систем;
- научиться организовывать работу исследовательского коллектива в области радиолокации и радионавигации;
- освоить преподавательскую деятельность в области высшего образования.
- получение и углубление знаний по методам расчёта основных тактико-технических характеристик радиолокационных и радионавигационных устройств, а также по основам проектирования систем радиолокации и радионавигации.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов следующих компетенций:

– ОПК-1 *владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности*

– ОПК-2 *владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий*

– ОПК-3 *способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности*

– ОПК-4 *готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности*

– ОПК-5 *готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.*

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** современное состояние и перспективы развития радиолокационных и радионавигационных систем, фундаментальные основы их функционирования, основные подходы к расчёту тактико-технических характеристик систем радиолокации и радионавигации, физические основы их функционирования; методы исследования и возможности их применения для исследований физических процессов распространения электромагнитных полей применительно к тактико-техническим характеристикам радиолокационных и радионавигационных систем в условиях работы в неоднородной среде, методологию теоретических и экспериментальных исследований в области радиолокации и радионавигации.

– **уметь** аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования

алгоритмов или устройств обработки радиолокационных и радионавигационных сигналов; рассчитывать тактико-технические характеристики систем радиолокации и радионавигации; применять методы моделирования и проектирования базовых устройств, входящих в эти системы; анализировать информацию о подходах к улучшению тактико-технических характеристик; организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности; уметь вести преподавательскую деятельность по основным образовательным программам высшего образования.

– **владеть** основными методами расчёта потенциально достижимых характеристик радиолокационных и радионавигационных систем в условиях свободного пространства и при наличии неоднородностей среды распространения; физической интерпретацией и объяснением результатов обработки радиолокационных и радионавигационных сигналов; основными приемами обработки и предоставления экспериментальных данных, связанных с обработкой сигналов систем радиолокации и радионавигации; методологией теоретических и экспериментальных исследований характеристик обнаружения и измерения радиотехнических параметров, культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

5. Прием результатов выполнения практических заданий

Результаты выполнения практических заданий оформляются в виде отчета. За выполнение каждого задания преподаватель выставляет аспиранту оценку по пятибалльной системе. Оценка выполнения задания складывается с весовыми коэффициентами из 5-балльных оценок по следующим критериям:

1. **Время выполнения задания.** Фиксируется с момента получения задания до момента сдачи отчета. Измеряется в астрономических часах. Сравнивается с нормативным временем выполнения. Весовой коэффициент оценки - 30%

2. **Полнота и правильность реализации алгоритмов, предусмотренных заданием.** Экспертная оценка преподавателя.

Вклад в итоговую оценку аспиранта – 50%.

3. Аккуратность при составлении отчета. Вклад в итоговую оценку аспиранта – 20%.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- Требовать у аспиранта демонстрации выполнения алгоритмов.

- Самостоятельно производить манипуляции с программным обеспечением, не изменяя его конфигурацию.

- Требовать у аспиранта реализации алгоритмов.

Преподаватель должен объявить аспиранту поставленную ему оценку за выполнение задания, а в случае возникновения непонимания, объяснить причины ее выставления. В случае, если оценка ниже 4 баллов, аспирант имеет право повторно предъявить исправленный отчет, но не более двух раз.

При этом для вычисления оценки время, затраченное на исправление, прибавляется к общему времени выполнения задания.

Отчеты о выполнении практических заданий сохраняются преподавателем до конца учебного года.

Выставленная оценка влияет на оценку аспиранта при выставлении итоговой оценки за практические занятия.

До конца семестра аспирант должен получить оценку по всем заданиям, предусмотренным настоящими указаниями. За работы, результаты выполнения которых не были предъявлены преподавателю для оценивания, выставляется оценка 0 (нуль) баллов. Аспиранты, имеющие итоговую оценку за практические занятия ниже 3 баллов, к сдаче зачета по предмету не допускаются.

6. Задания для практических занятий

Задания выполняются последовательно. Приступать к следующему занятию аспирант имеет право, только предъявив для оценивания результат выполнения предыдущего задания.

Наименование практических занятий (семинаров) приведено ниже:

1. Изучение современного состояния и перспектив развития основных направлений систем радиолокации и

радионавигации. Классификация радиолокационных и радионавигационных систем – трудоемкость 8 часов.

2. Импульсные, частотные и фазовые методы измерения дальности. Структурные схемы дальномеров. Точность и разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости – трудоемкость 8 часов.

3. Виды обзоров пространства в радиолокации. Влияние подстилающей поверхности и атмосферы на дальность действия РЛС и точность измерения дальности, угловых координат. Влияние неоднородностей среды на технические характеристики радиолокационных и радионавигационных систем – трудоемкость 8 часов.

4. Методы определения координат в радионавигации. Понятие геометрического фактора. Точность измерения координат – трудоемкость 8 часов.

5. Организация преподавательской деятельности (виды контактной работы, организация самостоятельной работы, учебно-методическое обеспечение, педагогика и психология). Источники основных образовательных программ высшего образования в области радиолокации и радионавигации. Образовательные стандарты, профессиональные отраслевые стандарты – трудоемкость 4 часа.

6. Методы индивидуальных теоретических и экспериментальных исследований, интеграция в научное сообщество, организация работы исследовательского коллектива. Порядок выполнения научно-исследовательских работ (НИР). Результаты НИР. Научная этика. Культура научных исследований – трудоемкость 4 часа.

7. Индивидуальное задание

Для формирования основы диссертационного исследования необходим полноценный обзор литературы. Постановка вопросов к поиску литературы неразрывно связано с постановкой цели и задач диссертационного исследования, а также названия диссертации.

Аспирантам предлагается сформулировать и обсудить с научным руководителем:

- предварительное название диссертационной работы;
- цель диссертационного исследования;
- задачи диссертационного исследования.

На основании этих данных необходимо выполнить обзор литературы, включая патентный поиск. Результатом такого обзора является:

- краткое описание каждого источника и указание выводов, полученных в источнике с указанием ссылки на источник;
- анализ источников с точки зрения решаемых в диссертации задач.
- обобщение результатов обзора;
- выявление особенностей или условий решения задач, приведённых в источнике литературы;
- список литературы (источников).

После обзора литературы следует выявить необходимость дополнительных исследований (моделирования, проведения экспериментов) для достижения цели диссертационной работы.

Результатом индивидуального задания является отчёт, содержащий указанные выше требования.

8. Библиографический список

Основная литература

Монаков, А.А. Математическое моделирование радиотехнических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Монаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 148 с., <https://e.lanbook.com/book/76276>.

Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы. Учебник для вузов. Под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Сов. ра-дио. 1968 г., 496 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы (учебник для вузов). -М.: Радиотехника. 2005 г., 264 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

Обязательные учебно-методические пособия

3. Основы научно-исследовательской деятельности: Учебное пособие по дисциплине «Научно-исследовательская деятельность» для обучающихся в аспирантуре / Д. В. Озеркин, Е. М. Покровская - 2018. 187 с.: Научно-образовательный портал ТУСУР, <https://edu.tusur.ru/publications/7831>.
4. Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Е. М. Покровская - 2018. 13 с.: Научно-образовательный портал ТУСУР, <https://edu.tusur.ru/publications/7289>.
5. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов -

2018. 9 с.: Научно-образовательный портал ТУСУР,
<https://edu.tusur.ru/publications/7627>.

Приложение 1

Вопросы зачета

1. Современное состояние и перспективы развития систем радиолокации и радионавигации.
2. Классификация радиолокационных и радионавигационных систем.
3. Что такое техническая система и какие требования к ней предъявляются. Что такое радиотехническая система ? Какие виды радиотехнических систем Вы знаете ? Примеры. Чем различается радиолокация от радионавигации ?
4. В чём состоит физическая основа измерения дальности радиотехническими методами ? Как вычисляется дальность ? Из-за чего в атмосфере дальность измеряется с ошибками (считать, что шумы приёмника не влияют).
5. В чём состоит физическая основа измерения направления на цель ? Какие два принципиальных метода измерения направления на цель Вы знаете ? Как примерно выглядит устройство для измерения направления на цель ?
6. В чём состоит физическая основа измерения скорости движения цели ? Приведите математические соотношения для вычисления скорости движения цели ? В каком случае измеренная скорость движущейся цели будет равной нулю ?
7. Что такое поверхность положения ? В каком методе местоопределения они используются ? Какие поверхности положения бывают и как они выглядят ? Меняется ли принцип местоопределения от вида поверхности положения ?
8. Опишите принцип дальномерного метода местоопределения ? Какое минимальное количество приёмно-передающих позиций необходимо для реализации дальномерного метода ?
9. Опишите принцип триангуляционного метода местоопределения ? Какое минимальное количество приёмно-передающих позиций необходимо для реализации триангуляционного метода ?

10. Опишите принцип дальномерно-пеленгационного и разностно-дальномерного методов местоопределения ? Какое минимальное количество приёмно-передающих позиций необходимо для реализации этих методов ?

11. Что такое точность местоопределения и как её количественно измеряют ? На какие две большие группы можно разделить источники, снижающие точность местоопределения ? Опишите виды источников, снижающих точность местоопределения.

12. От чего зависит точность местоопределения ? Как её определяют ? В каких случаях точность местоопределения является случайной величиной ? Как в этом случае характеризуют точность местоопределения ?

13. Какие виды радиолокации Вы знаете ? Опишите их, поясняя рисунками, и назовите принципиальные отличия каждого вида.

14. Что такое радиолокационный канал ?

15. Радиотехническая разведка: назначение, задачи, классификация. Обобщённая структурная схема системы радиотехнической разведки: назначение и принцип функционирования. Типовые тактико-технические характеристики систем радиотехнической разведки.

16. Каковы особенности обнаружения сигналов в системах радиотехнической разведки ? Структурная схема обнаружителя, принцип его работы и характеристики обнаружения.

17. Методы пассивного моноимпульсного радиопеленгования источников радиоизлучения. От чего зависит точность и однозначность радиопеленгования этими методами ? Почему ?

18. Угломерный и разностно-дальномерный методы местоопределения источников радиоизлучения. От чего зависит точность местоопределения этими методами ? Почему ?

19. Какие параметры сигналов определяются в системах радиотехнической разведки? Для чего в системах радиотехнической разведки определяют параметры сигналов ? От чего зависит точность определения параметров сигналов в системах радиотехнической разведки? Почему ?

20. Способы определения несущей частоты узкополосных сигналов и ширины спектра широкополосных сигналов. От чего зависит точность измерения частоты и ширины спектра? Почему ?

21. Методы индивидуальных теоретических и экспериментальных исследований, интеграция в научное сообщество, организация работы исследовательского коллектива.

22. Порядок выполнения научно-исследовательских работ (НИР).

23. Результаты НИР.

24. Научная этика.

25. Культура научных исследований.

26. Организация преподавательской деятельности (виды контактной работы, организация самостоятельной работы, учебно-методическое обеспечение, педагогика и психология).

27. Источники основных образовательных программ высшего образования в области радиолокации и радионавигации.

28. Образовательные стандарты, профессиональные отраслевые стандарты.

Приложение 2

Тестовые задания

1. Эксперимент, в котором задействованы только математические и/или имитационные модели, носит название:

- a) физического эксперимента;
- b) математического эксперимента;
- c) технического эксперимента;
- d) вычислительного эксперимента.

2. Средства массовой коммуникации выполняют социализирующие функции:

- a) социально-нравственную;
- b) социально-эстетическую;
- c) социально-эмоциональную;
- d) рекреативную, релаксационную;
- e) коммуникативную.

3. Виды социализации, в процессе которых молодежь усваивает социальные роли:

- a) стихийная, направляемая, контролируемая;
- b) дотрудовая, трудовая, послетрудовая;
- c) полоролевая, семейно-бытовая, профессионально-трудовая, субкультурно-групповая;
- d) идентификация, индивидуализация, персонализация.

4. Самостоятельное осознанное нахождение смыслов выполняемой работы и всей жизнедеятельности в конкретной культурно-исторической (социально-экономической) ситуации - это...

- a) профессиональный выбор;
- b) профессиональный план;
- c) профессиональный отбор;
- d) профессиональное самоопределение.

5. Предельная чувствительность приёмных устройств определяется ...

- a) многолучевостью
- b) внутренними шумами

- с) шириной диаграммы направленности антенны
- д) нестабильностью генератора
- е) зондирующим сигналом
- ф) частотой зондирующего сигнала

6. Показатель, характеризующий трудность обнаружения работы радиотехнической системы и обнаружения её основных параметров сигнала, называют ...

- а) пропускной способностью
- б) разрешающей способностью
- с) надёжностью
- д) помехоустойчивостью
- е) скрытностью
- ф) помехозащищённостью

7. Метод обзора радиолокатора, его рабочие частоты, мощность излучения, вид модуляции являются ...

- а) тактическими характеристиками системы
- б) техническими характеристиками системы
- с) функциональными характеристиками системы
- д) аппаратными характеристиками системы
- е) структурными характеристиками системы
- ф) электрическими характеристиками системы

8. Зона действия, время обзора, разрешающая способность, пропускная способность являются ...

- а) тактическими характеристиками системы
- б) техническими характеристиками системы
- с) функциональными характеристиками системы
- д) аппаратными характеристиками системы
- е) структурными характеристиками системы
- ф) электрическими характеристиками системы

9. Дальность действия активного радиолокатора в свободном пространстве возрастает с ...

- а) уменьшением длины волны
- б) уменьшением эффективной поверхности антенны радиолокатора
- с) увеличением мощности шума
- д) уменьшением эффективной поверхности рассеяния цели

- e) увеличением коэффициента различимости
- f) увеличением температуры окружающей среды

10. Рассеяние радиоволны во все стороны одинаково при облучении объекта наблюдения характерно для ...

- a) смешанного переизлучения
- b) резонансного переизлучения
- c) зеркального переизлучения
- d) диффузного переизлучения

11. Отражение волны от поверхности под углом, равному по величине и противоположному по знаку, характерно для ...

- a) смешанного переизлучения
- b) резонансного переизлучения
- c) зеркального переизлучения
- d) диффузного переизлучения

12. Отражение волны от объекта, содержащего элементы с размерами, кратными половине длины волны, характерно для ...

- a) смешанного переизлучения
- b) резонансного переизлучения
- c) зеркального переизлучения
- d) диффузного переизлучения

13. Поперечное сечение цели, которая, рассеивая сигналы во все стороны равномерно, создаёт у локатора такую же плотность потока мощности, как и реальная цель называют ...

- a) площадью цели
- b) эффективным размером цели
- c) эффективной поверхностью цели
- d) эффективной площадью цели

14. При нормальном падении радиоволны на цель наибольшая ЭПР характерна для ...

- a) уголкового отражателя
- b) шара
- c) металлического квадратного листа
- d) пирамидального отражателя

15. ЭПР реальных сложных целей с множеством блестящих точек описывается ...

- a) законом Райса

- b) законом Релея
- c) экспоненциальным законом
- d) равномерным законом

16. Среднее значение ЭПР баллистической ракеты составляет примерно ...

- a) 10000 м^2
- b) 100 м^2
- c) 10 м^2
- d) $0,1 \text{ м}^2$

17. Угловые шумы цели вызваны ...

- a) флуктуациями амплитуды сигналы
- b) флуктуациями фазового фронта волны
- c) флуктуациями доплеровского смещения радиосигнала
- d) флуктуациями радиосигнала по частоте

18. Если геометрические размеры цели больше элемента объёмного разрешения РЛС, то такие цели называют ...

- a) точечными
- b) плоскими
- c) поверхностно-распределёнными
- d) объёмно-распределёнными

19. Если геометрические размеры цели больше элемента поверхностного разрешения РЛС, то такие цели называют ...

- a) точечными
- b) протяжёнными
- c) поверхностно-распределёнными
- d) объёмно-распределёнными

20. Если геометрические размеры цели меньше элемента разрешения РЛС, то такие цели называют ...

- a) точечными
- b) плоскими
- c) поверхностно-распределёнными
- d) объёмно-распределёнными