

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Кафедра РТ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 16.06.2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Радиотехнические системы*

**Направление подготовки**

*11.03.01 Радиотехника*

**Профиль подготовки**

*Радиотехнические средства передачи, приема  
и обработки сигналов*

| Семестр | Трудоем-<br>кость,<br>час./зач.<br>ед. | Лек-<br>ции,<br>час. | Прак-<br>тические<br>занятия,<br>час. | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>час. | Консультация,<br>час. | Конт-<br>роль,<br>час. | Всего<br>(контакт-<br>ная<br>работа),<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежу-<br>точного<br>контроля<br>(экз., зач.,<br>зач. с оц.) |
|---------|--|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|---|--------------|---|
| 7       | 144 / 4                                | 24                   | 16                                    | 16                                   | 2,4                   | 0,25                   | 58,65   | 85,35        | Зач.  |
| 8       | 108 / 3                                | 16                   | 16                                    |                                      | 3,6                   | 2,35                   | 37,95   | 43,4         | Экз.(26,65)   |
| Итого   | 252 / 7                                | 40                   | 32                                    | 16                                   | 6                     | 2,6                    | 96,6  | 128,75       | 26,65   |

Муром, 2020 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: обучение студентов принципам построения и действия радиосистем различного назначения; ознакомление студентов с основами теории и проектирования радиосистем; обучение студентов пользованию инженерными формулами зависимостей, связывающих показатели качества радиосистем, задаваемые техническим заданием, с характеристиками устройств и подсистем; ознакомление студентов с основными тактико-техническими характеристиками современных радиосистем, причинами их ограничения и предельно достижимыми значениями; ознакомление студентов с направлениями оптимизации радиосистем в процессе их проектирования, с алгоритмами оптимальных устройств и подсистем и типовыми решениями, используемыми при их технической реализации; ознакомление студентов с применением ЭВМ на этапе проектирования радиосистем и при их построении.

Основными задачами изучения дисциплины «Радиотехнические системы» являются:

- знание основных методов анализа и синтеза радиосистем различного назначения, принципов определения координат и их производных в системах локации и навигации, методов повышения помехоустойчивости радиосистем;
- умение разрабатывать структуры оптимальных и подоптимальных устройств обработки и определять характеристики их эффективности, проводить моделирование радиосистем статистическими методами с использованием ЭВМ, пользоваться современной справочной и научно-технической литературой, базами данных.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение "Радиотехнических систем" базируется на цикле физических и математических дисциплин средней общеобразовательной школы, а также "Радиотехнических цепей и сигналов", "Математике", "Информатике", «Статистической теории РТС» изучаемых студентами на предыдущих курсах. На базе изучения курса "Радиотехнические системы" студенты выполняют ВКР.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции                           |  | Наименование оценочного средства |
|--|--|--|----------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  |                                  |
| ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПК-2.2 Проводит оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем                           | Умеет проводить исследования характеристик и анализировать требования, предъявляемые к радиотехническим системам при решении различных практических задач (ПК-2.2) | Вопросы к устному опросу         |
| ПК-3 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и  | ПК-3.1 Использует принципы построения технического задания при разработке деталей, узлов и устройств радиотехнических систем | Знает принципы функционирования конкретных радиотехнических систем различного назначения (ПК-3.1)  | Вопросы к устному опросу         |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| технической<br>документации<br>стандартам,<br>техническим<br>условиям и другим<br>нормативным<br>документам |  | Владеет навыками<br>оформления проектно-<br>конструкторской<br>документации в<br>соответствии с<br>профессиональными<br>стандартами (ПК-3.1) |  |
|---|--|--|--|

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

| №<br>п/п         | Раздел (тема) дисциплины  | Семестр | Контактная работа<br>обучающихся с педагогическим<br>работником |                      |                     |                    |         |              |          | Самостоятельная работа | Форма<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>(по неделям<br>семестра),<br>форма<br>промежуточной<br>аттестации(по<br>семестрам) |
|------------------|---|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|----------|------------------------|---|
|                  |   |         | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | Контроль |                        |   |
| 1                | Классификация радиотехнических систем                               | 7       | 2   |                      |                     |                    |         |              |          | 11                     | устный опрос  |
| 2                | Физические основы радиолокации                                      | 7       | 8   | 6                    |                     |                    |         |              |          | 18                     | устный опрос  |
| 3                | Помехи радиолокационным системам                                    | 7       | 2   |                      | 8                   |                    |         |              |          | 2                      | устный опрос  |
| 4                | Методы измерения дальности, скорости и угловых координат            | 7       | 6   | 4                    | 8                   |                    |         |              |          | 9                      | устный опрос  |
| 5                | Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием апертуры | 7       | 4   | 6                    |                     |                    |         |              |          | 2                      | устный опрос  |
| 6                | Общие сведения о радионавигационных системах                        | 7       | 2   |                      |                     |                    |         |              |          | 43,35                  | устный опрос  |
| Всего за семестр |   | 144     | 24  | 16                   | 16                  |                    |         | 2,4          | 0,25     | 85,35                  | Зач.  |
| 7                | Спутниковые радионавигационные системы                              | 8       | 2   | 6                    |                     |                    |         |              |          | 10                     | устный опрос  |
| 8                | Радиотехнические системы дальней навигации                          | 8       | 2   | 2                    |                     |                    |         |              |          | 10                     | устный опрос  |
| 9                | Азимутально-дальномерные РСБН                                       | 8       | 2   |                      |                     |                    |         |              |          | 10,4                   | устный опрос  |
| 10               | Угломерные РСБН   | 8       | 4   |                      |                     |                    |         |              |          | 2,4                    | устный опрос  |
| 11               | Радиотехнические системы  | 8       | 4   |                      |                     |                    |         |              |          | 10,6                   | устный опрос  |

|                  |                                  |     |    |    |    |  |   |     |      |        |              |
|------------------|----------------------------------|-----|----|----|----|--|---|-----|------|--------|--------------|
|                  | посадки самолетов                |     |    |    |    |  |   |     |      |        |              |
| 12               | Доплеровские измерители скорости | 8   | 2  |    |    |  |   |     |      |        | устный опрос |
| Всего за семестр |                                  | 100 | 16 | 8  |    |  | + | 3,6 | 2,35 | 43,4   | Экз.(26,65)  |
| Итого            |                                  | 244 | 40 | 24 | 16 |  |   | 6   | 2,6  | 128,75 | 26,65        |

## 4.1.2. Содержание дисциплины

### 4.1.2.1. Перечень лекций

#### Семестр 7

#### Раздел 1. Классификация радиотехнических систем

##### Лекция 1.

История развития радиосистем. Виды радиотехнических систем. Радиолокационные, радионавигационные системы и радиотехнические системы передачи информации. Краткая характеристика методов и систем радиолокации, радионавигации и передачи информации. Классификация радиотехнических систем по информационному назначению (2 часа).

#### Раздел 2. Физические основы радиолокации

##### Лекция 2.

Радиотехнические методы измерения координат и их производных. Радиолокационные объекты как источники вторичного излучения (2 часа).

##### Лекция 3.

Классификация. Эффективная площадь рассеяния и ее определение. Вычисление эффективной площади рассеяния простейших объектов. ЭПР распределенных в пространстве объектов. Определение ЭПР сложной (реальной) цели (2 часа).

##### Лекция 4.

Тактические и технические характеристики радиотехнических систем. Дальность действия радиосистем. Обобщенное уравнение радиолокации. Дальность действия радиотехнической системы с учетом отражения от земной поверхности. Влияние кривизны Земли. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия радиотехнических систем (2 часа).

##### Лекция 5.

Методы поиска сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах. Методы последовательного обзора пространства (2 часа).

#### Раздел 3. Помехи радиолокационным системам

##### Лекция 6.

Многоканальный и управляемый обзор. Характеристики пространственного обзора (2 часа).

#### Раздел 4. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат

##### Лекция 7.

Виды помех. Наблюдаемость целей при воздействии помех. Борьба с пассивными помехами (2 часа).

##### Лекция 8.

Радиолокационная селекция и распознавание объектов. Поляризационная селекция. Селекция сигналов движущихся целей на основе эффекта Доплера. Некогерентный метод селекции движущихся целей. Системы с внутренней и внешней когерентностью. Слепые скорости. Эффективность систем СДЦ с череспериодной компенсацией. Аналоговая и цифровая фильтрация в системах СДЦ (2 часа).

##### Лекция 9.

Импульсный метод измерения дальности. Импульсные дальномерные и разностно-дальномерные системы. Автоматическое сопровождение по дальности. Принцип фазового измерения дальности. Разрешение неоднозначности отсчета дальности. Многочастотные фазовые системы. Частотный метод измерения дальности. Постоянные ошибки частотного метода (2 часа).

*Раздел 5. Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием апертуры*

**Лекция 10.**

Радиопеленгаторы. Амплитудные и фазовые пеленгаторы (2 часа).

**Лекция 11.**

Моноимпульсные пеленгаторы. Измерители высоты и скорости (2 часа).

*Раздел 6. Общие сведения о радионавигационных системах*

**Лекция 12.**

Структура радиолокационного канала. Основы теории синтезированных апертур. Модель РСА (2 часа).

**Семестр 8**

*Раздел 7. Спутниковые радионавигационные системы*

**Лекция 13.**

Алгоритмы обработки сигналов РСА землеобзора (2 часа).

*Раздел 8. Радиотехнические системы дальней навигации*

**Лекция 14.**

Физические основы радионавигационных измерений. Методы определения местоположения в РНС. Классификация радионавигационных устройств и систем (2 часа).

*Раздел 9. Азимутально-дальномерные РСБН*

**Лекция 15.**

Принцип местоопределения по сигналам спутниковых РНС. Спутниковые РНС первого поколения. Принцип действия и характеристики СРНС второго поколения. Особенности местоопределения. Аппаратура потребителей. Дифференциальный режим работы СРНС. Применение контрольных станций и псевдоспутников. Точностные характеристики СРНС в относительном режиме (2 часа).

*Раздел 10. Угломерные РСБН*

**Лекция 16.**

Особенности радиосистем дальней навигации. Фазовая дальномерная и фазовая разностно-дальномерная РСДН (2 часа).

**Лекция 17.**

Канал дальности РСБН. Канал азимута РСБН (2 часа).

*Раздел 11. Радиотехнические системы посадки самолетов*

**Лекция 18.**

Наземные радиопеленгаторы. Автоматические радиокомпасы (2 часа).

**Лекция 19.**

Особенности радиосистем посадки самолетов. РСР метрового диапазона. РСР сантиметрового диапазона (2 часа).

*Раздел 12. Доплеровские измерители скорости*

**Лекция 20.**

ДИС с частотно-модулированным сигналом. Особенности измерения доплеровского сдвига частоты. Основные источники погрешностей ДИС (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

**Семестр 7**

*Раздел 2. Физические основы радиолокации*

**Практическое занятие 1**

Физические основы радиолокации (2 часа).

**Практическое занятие 2**

Отражающие свойства целей (2 часа).

**Практическое занятие 3**

Обнаружение радиосигналов (2 часа).

*Раздел 4. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат*

**Практическое занятие 4**

Разрешение радиосигналов (2 часа).

### **Практическое занятие 5**

Дальность действия РЛС (2 часа).

*Раздел 5. Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием апертуры*

### **Практическое занятие 6**

Радиолокационные объекты как источники вторичного излучения (2 часа).

### **Практическое занятие 7**

Расчет технических параметров РЛС для обеспечения технических характеристик (2 часа).

### **Практическое занятие 8**

Спутниковые навигационные системы (2 часа).

## **Семестр 8**

*Раздел . Общие сведения о радионавигационных системах*

### **Практическое занятие 9**

Навигационные системы (2 часа).

### **Практическое занятие 10**

Поиск сигналов на временной оси (2 часа).

### **Практическое занятие 11**

Дальность действия радиолинии (2 часа).

### **Практическое занятие 12**

Особенности построения импульсно-доплеровских РЛС (2 часа).

*Раздел 7. Спутниковые радионавигационные системы*

### **Практическое занятие 13**

Многочастотные фазовые системы (2 часа).

### **Практическое занятие 14**

СДЦ с череспериодной компенсацией (2 часа).

### **Практическое занятие 15**

Аналоговая и цифровая фильтрация в системах СДЦ (2 часа).

*Раздел 8. Радиотехнические системы дальней навигации*

### **Практическое занятие 16**

Принцип местоопределения по сигналам спутниковых РНС (2 часа).

## **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

### **Семестр 7**

*Раздел 3. Помехи радиолокационным системам*

#### **Лабораторная 1.**

Моделирование параметрических обнаружителей сигналов в условиях гауссовских и негауссовских помех (4 часа).

#### **Лабораторная 2.**

Моделирование непараметрических обнаружителей сигналов в условиях гауссовских и негауссовских помех (4 часа).

*Раздел 4. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат*

#### **Лабораторная 3.**

Измеритель временного положения импульсного сигнала (4 часа).

#### **Лабораторная 4.**

Цифровой обнаружитель сигналов ЦОС (4 часа).

## **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Статистические характеристики отраженного сигнала;.
2. Особенности отражения сигнала от реальных целей;.
3. Методы определения ЭПР реальных объектов;.
4. ЭПР протяженных целей;.
5. Виды обзора пространства;.

6. Анализ факторов, определяющих дальность действия РЛС;
7. Точность определения местоположения объекта.
8. Рабочие зоны действия РЛС;
9. Классификация помех;
10. Наблюдаемость цели на фоне пассивной помехи;
11. Способы уменьшения наблюдаемости объектов на фоне пассивных помех;
12. Противорадиолокационная маскировка объектов;
13. Наблюдаемость цели на фоне активной помехи;
14. Критерии качества подавления пассивных помех;
15. Картографирование пассивных помех;
16. Устройства подавления активных помех;
17. Устройства борьбы с комбинированными помехами;
18. Точность измерения дальности фазовыми методами;
19. Точность измерения дальности частотным методом;
20. Точность измерения дальности импульсным методом;
21. Точность пеленгации объектов;
22. Измерители высоты;
23. Аналоговая и цифровая обработка сигналов РСА;
24. Методы измерения путевой скорости и угла сноса самолета;
25. Корреляционные методы определения путевой скорости и угла сноса;
26. Оптимальные методы обработки сигналов в оптических локационных системах;
27. Обнаружение радиотепловых сигналов;
28. Структурные схемы радиометров;
29. Алгоритмы первичной обработки радиолокационной информации;
30. Алгоритмы вторичной обработки радиолокационной информации.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

1. Курсовая работа выполняется по индивидуальным заданиям. Основным содержанием работы является проектирование и (или) исследование радиосистемы в области локации или навигации. Анализ подлежат основные параметры системы. При разработке системы (или ее частей) необходимо рассматривать пути ее технической реализации и учитывать возникающие при этом ограничения.
2. Расчет тактико – технических характеристик РЛС обзорного типа с импульсным излучением различного назначения.



Уровень базового образования: среднее профессиональное.  
Срок обучения 3г 6м.

| Семестр | Трудоем-<br>кость,<br>час./ зач.<br>ед. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>час. | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>час. | Консуль-<br>тация,<br>час. | Конт-<br>роль,час. | Всего<br>(контак-<br>тная<br>работа),<br>час. | СРС,<br>час. | Переат-<br>тестаци-<br>я | Форма<br>промежу-<br>точного<br>контроля<br>(экз., зач.,<br>зач. с оц.) |
|---------|---|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|---|--------------|--------------------------|---|
| 7       | 252 / 7                                 | 6                    | 6                                     | 6                                    | 3                          | 2,35               | 23,35   | 184          | 36                       | Экз.(8,65)  |
| Итого   | 252 / 7                                 | 6                    | 6                                     | 6                                    | 3                          | 2,35               | 23,35   | 184          | 36                       | 8,65  |

### 4.2.1. Структура дисциплины

[illegible]

|                         |  |     |   |   |   |  |   |   |      |     |              |
|-------------------------|--|-----|---|---|---|--|---|---|------|-----|--------------|
|                         | дальней навигации                          |     |   |   |   |  |   |   |      |     |              |
| 9                       | Азимутально-дальномерные РСБН              | 7   |   |   |   |  |   |   |      | 30  | устный опрос |
| 10                      | Угломерные РСБН                            | 7   |   | 2 |   |  |   |   |      | 19  | устный опрос |
| 11                      | Радиотехнические системы посадки самолетов | 7   |   |   | 4 |  |   |   |      | 26  | устный опрос |
| 12                      | Доплеровские измерители скорости           | 7   |   |   | 2 |  |   |   |      | 30  | устный опрос |
| Всего за семестр        |  | 216 | 6 | 6 | 6 |  | + | 3 | 2,35 | 184 | Экз.(8,65)   |
| Итого                   |  | 216 | 6 | 6 | 6 |  |   | 3 | 2,35 | 184 | 8,65         |
| Итого с переаттестацией |  | 252 |   |   |   |  |   |   |      |     |              |

## 4.2.2. Содержание дисциплины

### 4.2.2.1. Перечень лекций

#### Семестр 7

##### *Раздел 1. Классификация радиотехнических систем*

##### **Лекция 1.**

Принципы построения радиотехнических систем. Основные понятия и определения. Физические основы радиолокации. Радиолокационные объекты как источники вторичного излучения. Классификация. Эффективная площадь рассеяния и ее определение. Вычисление эффективной площади рассеяния простейших объектов. ЭПР распределенных в пространстве объектов. Методы и системы измерения координат и их производных (2 часа).

##### *Раздел 2. Физические основы радиолокации*

##### **Лекция 2.**

Оценка характеристик радиотехнических систем. Тактические и технические характеристики радиотехнических систем. Дальность действия радиолинии. Обобщенное уравнение радиолокации. Дальность действия радиотехнической системы с учетом отражения от земной поверхности. Влияние кривизны Земли. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия радиотехнических систем. Потенциальные характеристики измерения координат и их производных. Инструментальные погрешности и разрешающая способность при измерении координат объектов (2 часа).

##### *Раздел 3. Помехи радиолокационным системам*

##### **Лекция 3.**

Методы измерения дальности, скорости и угловых координат. Импульсный метод измерения дальности. Импульсные дальномерные и разностно-дальномерные системы. Автоматическое сопровождение по дальности. Принцип фазового измерения дальности. Разрешение неоднозначности отсчета дальности. Многочастотные фазовые системы. Частотный метод измерения дальности. Постоянные ошибки частотного метода (2 часа).

### 4.2.2.2. Перечень практических занятий

#### Семестр 7

##### *Раздел 4. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат*

##### **Практическое занятие 1.**

Методы измерения угловых координат (2 часа).

##### *Раздел 5. Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием апертуры*

##### **Практическое занятие 2.**

Дальность действия РЛС (2 часа).

##### *Раздел 10. Угломерные РСБН*

##### **Практическое занятие 3.**

Расчет технических параметров РЛС для обеспечения технических характеристик (2 часа).

### 4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

#### Семестр 7

##### *Раздел 1. Радиотехнические системы посадки самолетов*

##### **Лабораторная 1.**

Моделирование обнаружителей сигналов в условиях гауссовских и негауссовских помех (4 часа).

##### *Раздел 2. Доплеровские измерители скорости*

##### **Лабораторная 2.**

Измеритель временного положения импульсного сигнала (2 часа).

### 4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Радиолокационные, радионавигационные системы и радиотехнические системы передачи информации. Краткая характеристика методов и систем радиолокации, радионавигации и передачи информации. Классификация радиотехнических систем по информационному назначению.
2. Методы поиска сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах. Поиск сигналов на временной оси. Последовательный, параллельный и комбинированный методы поиска. Методы последовательного обзора пространства.
3. Многоканальный и управляемый обзор. Характеристики пространственного обзора. Радиолокационная селекция и распознавание объектов. Поляризационная селекция. Селекция сигналов движущихся целей на основе эффекта Доплера. Некогерентный метод селекции движущихся целей. Системы с внутренней и внешней когерентностью. Слепые скорости. Эффективность систем СДЦ с череспериодной компенсацией. Аналоговая и цифровая фильтрация в системах СДЦ.
4. Последовательный и параллельный анализ спектра. Совместное измерение дальности и скорости частотным методом. Особенности построения частотных радиовысотомеров. Особенности построения импульсно-доплеровских РЛС. Принцип измерения путевой скорости и угла сноса доплеровским методом. Однолучевая и многолучевая системы. Методы измерения угла прихода электромагнитных волн: амплитудный (максимума, минимума, равносигнальный) и фазовый. Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием апертуры.
5. Оптическая и теплолокация. Физические основы оптической локации. Рассеивающие свойства объектов и характеристики отраженных сигналов в оптическом диапазоне. Дальность действия оптических локационных систем. Основы теплолокации. Характеристики теплового излучения физических объектов. Дальность действия теплолокаторов. Методы пассивной радиолокации: измерения дальности и скорости объектов. Виды радионавигационных систем. Классификация радионавигационных систем и комплексов. Навигационные параметры и радиотехнические датчики. Требования к точности местоопределения. Целостность и непрерывность навигационного обеспечения.
6. Принцип действия и характеристики системы РСБН. Системы межсамолетной навигации на базе РСБН. Радиотехнические системы предупреждения столкновений самолетов. Радиотехнические системы посадки. Радиотехнические системы дальней навигации. Системы измерения высотно-скоростных параметров самолетов. Спутниковые радионавигационные системы. Принцип местоопределения по сигналам спутниковых РНС. Спутниковые РНС первого поколения. Принцип действия и характеристики СРНС второго поколения. Особенности местоопределения. Аппаратура потребителей. Дифференциальный режим работы СРНС. Применение контрольных станций и псевдоспутников. Точностные характеристики СРНС в относительном режиме. Системы радиопротиводействия и защиты от активных помех. Общие сведения об активных помехах. Обнаружение и анализ сигналов радиоэлектронных средств.
7. Эффективность работы системы радиопротиводействия. Поиск сигналов по частоте и направлению. Принципы радиомаскировки и радиодезинформации. Борьба с

организованными помехами (радиопротиводействие). Методы проектирования радиотехнических систем. Согласование тактических и технических характеристик РТС. Этапы проектирования – системное, схемное, конструкторское и технологическое, их задачи и основные особенности. Задачи и принципы стандартизации технической документации. Понятие о системах автоматизированного проектирования. Особенности эксплуатации радиотехнических систем различного назначения. Задачи и организация технической эксплуатации РТС. Жизненный цикл РТС. Показатели безопасности и долговечности. Надежность и ремонтпригодность. Техническое диагностирование и средства технической эксплуатации РТС. Проблемы электромагнитной совместимости радиотехнических систем.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

1. Курсовая работа выполняется по индивидуальным заданиям. Основным содержанием работы является проектирование и (или) исследование радиосистемы в области локации или навигации. Анализу подлежат основные параметры системы. При разработке системы (или ее частей) необходимо рассматривать пути ее технической реализации и учитывать возникающие при этом ограничения.

2. Расчет тактико – технических характеристик РЛС обзорного типа с импульсным излучением различного назначения.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины "Радиотехнические системы" применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Филатова, С. Г. Радиотехнические системы : учебное пособие / С. Г. Филатова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 119 с. — ISBN 978-5-7782-3518-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126521.html> - <https://www.iprbookshop.ru/126521.html>

2. Денисов, В. П. Радиотехнические системы : учебное пособие / В. П. Денисов, Б. П. Дудко. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 335 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/14024.html>. - <https://www.iprbookshop.ru/14024.html>

#### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы: Учебное пособие для вузов.- М.: Радиотехника, 2005. - 224с. - 5 экз.

2. Сборник задач по курсу «Радиолокационные системы»/Под ред. П.А. Бакулева и А.А. Сосновского. Учеб. пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2007. – 208 с. - 10 экз.

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочная социальная сеть радиотехников и электроников [www.umup.ru/](http://www.umup.ru/)

Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей [http://radiotract.ru/link\\_sprav.html](http://radiotract.ru/link_sprav.html)

Радиотехнические системы <http://rateli.ru/>

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[umup.ru](http://umup.ru)

[radiotract.ru](http://radiotract.ru)

[rateli.ru](http://rateli.ru)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лаборатория приема-передающих устройств и радиосистем

Стенды по исследованию радиопередающих устройств; стенды по исследованию радиоприемных устройств;; осциллограф НМО 1012 – 1 шт.; мультиметр НМ 8112; мультиметр UT803; генератор НМФ 2550; селективный вольтметр STV 401;; учебная система разделения каналов ЭЛБ-ИРК; учебная стойка УРПС (3 блока); учебная система ЭЛБ-ИТУ (8 блоков); учебная система ЭЛБ-ИРС (4 блока); рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” 3 шт.; коммутатор 3 COM; проектор NEC; экран настенный.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе, используя специальное программное обеспечение. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с разработкой и программной реализацией алгоритмов обработки информации. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями на курсовую работу. Обучающийся выбирает одну из указанных в перечне тем курсовых работ, исходя из своих интересов, наличия соответствующих литературных и иных источников. В ходе выполнения курсовой работы преподаватель проводит консультации обучающегося. На заключительном этапе обучающийся оформляет пояснительную записку к курсовой работе и выполняет ее защиту в присутствии комиссии из преподавателей кафедры.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.03.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов*  
Рабочую программу составил *к.т.н., доцент Жиганов С.Н.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 10 от 20.05.2020 года.

Заведующий кафедрой *РТ* \_\_\_\_\_ *Ромашов В.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 11.06.2020 года.

Председатель комиссии ФИТР \_\_\_\_\_ *Белов А.А.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Радиотехнические системы**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

1-я контрольная работа:

1. Статистические характеристики отраженного сигнала;
2. Особенности отражения сигнала от реальных целей;
3. Методы определения ЭПР реальных объектов;
4. ЭПР протяженных целей;
5. Виды обзора пространства;
6. Анализ факторов, определяющих дальность действия РЛС;
7. Точность определения местоположения объекта.
8. Рабочие зоны действия РЛС;
9. Классификация помех;
10. Наблюдаемость цели на фоне пассивной помехи;

Задача 1: Рассчитайте пороговую мощность сигнала  $P_{пор}$  для самолетной РЛС, работающей на волне 3 см в режиме обнаружения быстро перемещающихся целей на фоне отражений от земной поверхности с использованием высокой частоты повторения импульсов  $F_{п} = 200$  кГц, если  $Добз=0,9$  и  $Fобз=10-1$  обеспечиваются за один период обзора  $Тобз=1,8$  с; обзор секторный с размерами  $\pm 35^\circ$  и  $\pm 6,5^\circ$ ; разрешающая способность по азимуту и углу места  $2^\circ$ , по дальности  $R = 375$  м; максимальная дальность обнаружения  $R_{мах}=140$  км; интервал корреляции флуктуации отраженного сигнала 30 мс, шумовая температура антенны  $T_a = 174$  К коэффициент шума приемника  $кш.пр = 3,5$ ; коэффициент потерь  $L = 11,6$  дБ.

Задача 2: Рассчитайте пороговую мощность сигнала  $P_{пор}$  для самолетной когерентной РЛС дальнего обнаружения целей на фоне земной поверхности, работающей на волне 10 см с использованием высокой частоты повторения импульсов  $F_{п}=100$  кГц, если необходимо обеспечить вероятности  $Добз=0,99$  и  $Fобз=10-2$  за один обзор с  $Тобз = 5$  с. Обзор круговой в горизонтальной плоскости; сектор обзора в вертикальной плоскости  $30^\circ$ ; разрешающая способность по азимуту  $1,8^\circ$ ; по углу места  $30^\circ$ ; по дальности 300 м; максимальная дальность обнаружения цели  $R_{мах} = 340$  км; интервал корреляции флуктуации отраженного сигнала 50 мс; шумовая температура антенны  $T_a=174$  К; коэффициент шума приемника  $кш.пр = 4$ ; коэффициент потерь  $L = 11,7$  дБ.

2-я контрольная работа:

1. Способы уменьшения наблюдаемости объектов на фоне пассивных помех;
2. Противорадиолокационная маскировка объектов;
3. Наблюдаемость цели на фоне активной помехи;
4. Критерии качества подавления пассивных помех;
5. Картографирование пассивных помех;
6. Устройства подавления активных помех;
7. Устройства борьбы с комбинированными помехами;
8. Точность измерения дальности фазовыми методами;
9. Точность измерения дальности частотным методом;
10. Точность измерения дальности импульсным методом;

Задача 1: Рассчитайте пороговую мощность сигнала  $P_{пор}$  для наземной когерентной РЛС обнаружения самолетов, если необходимо обеспечить вероятности  $Добз=0,9$  и  $Fобз=10-1$  за один обзор с  $Тобз = 12$  с. Обзор в азимутальной плоскости круговой; в угломестной плоскости  $45^\circ$ ; сканирование антенны по углу места отсутствует, разрешающая способность по азимуту  $1,25^\circ$ , по дальности 4 км; максимальная дальность обнаружения  $R_{мах}= 750$  км; интервал корреляции флуктуации амплитуд отраженного сигнала 46 мс; шумовая температура антенны  $T_a = 50$  К, коэффициент шума приемника  $кш.пр = 2,7$ ; коэффициент потерь  $L = 13$  дБ.



Задача 2: Рассчитайте длительность импульса и период повторения  $T_p$  импульсной когерентной РЛС, обеспечивающей на волне 3 см дальность действия  $R_{\max} = 30$  км при разрешении по дальности 150 м. Найдите максимальное значение измеряемой радиальной скорости  $v_r \max$  одн и разрешающую способность по скорости, если обрабатывается пачка из 60 импульсов.

3-я контрольная неделя

Измерители высоты;

Аналоговая и цифровая обработка сигналов РСА;

Методы измерения путевой скорости и угла сноса самолета;

Корреляционные методы определения путевой скорости и угла сноса;

Оптимальные методы обработки сигналов в оптических локационных системах;

Обнаружение радиотепловых сигналов;

Структурные схемы радиометров;

Алгоритмы первичной обработки радиолокационной информации;

Алгоритмы вторичной обработки радиолокационной информации.

Задача 1: Определите параметры зондирующего сигнала: длину волны, длительность и период повторения  $T_p$  импульсов, а также пределы однозначного определения дальности  $R_{\max}$  одн и скорости  $v_r \max$  одн когерентно-импульсной РЛС обнаружения низколетящих целей на фоне земной поверхности, если РЛС должна обеспечивать разрешающую способность по дальности 75 м и скорости 4 м/с. Известно, что РЛС рассчитана на обработку пачки из  $n = 75$  импульсов при максимальном доплеровском сдвиге несущей частоты  $F_d \max = 100$  кГц.

Задача 2: В проектируемой РЛС с длиной волны 8 мм предполагается использовать внутриимпульсную частотную модуляцию (ЧМ). РЛС должна обладать дальностью действия  $R_{\max} = 30$  км и разрешающей способностью по дальности 1,8 м, по скорости 100 м/с. Определите закон и параметры ЧМ-сигнала: длительность, период повторения  $T_p$  импульсов и требуемое значение девиации частоты. Скоростная погрешность измерения дальности движущейся цели должна отсутствовать.

а так же <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=30>

#### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

|  |   |    |
|--|---|----|
| Рейтинг-контроль 1                                   | Устный опрос                                      | 15 |
| Рейтинг-контроль 2                                   | Устный опрос                                      | 15 |
| Рейтинг-контроль 3                                   | Устный опрос                                      | 15 |
| Посещение занятий студентом                          | Журнал  | 5  |
| Дополнительные баллы (бонусы)                        | Активность работы                                 | 5  |
| Выполнение семестрового плана самостоятельной работы | 2-3 вопроса из перечня тем самостоятельной работы | 5  |

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-2: Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=30>

ПК-3: Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=30>

### Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Экзаменационный билет формируются из фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации, состоящий из десяти вопросов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

| Оценка<br>в<br>баллах | Оценка по шкале       | Обоснование  | Уровень<br>сформированности<br>компетенций |
|-----------------------|-----------------------|--|--|
| Более<br>80           | «Отлично»             | Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному   | <b>Высокий уровень</b>                     |
| 66-80                 | «Хорошо»              | Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками | <b>Продвинутый уровень</b>                 |
| 50-65                 | «Удовлетворительно»   | Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки                      | <b>Пороговый уровень</b>                   |
| Менее<br>50           | «Неудовлетворительно» | Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки  | <b>Компетенции не сформированы</b>         |

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

I: Вопрос 1

S: Как называется идеализированный процесс с двусторонней спектральной плотностью мощности, равной постоянной величине  $N_0/2$  для всех частот

+: Белый шум

-: Шум квантования

-: Гауссовский шум

-: Равномерный шум

V6: Общие сведения о радионавигационных системах

I: Вопрос 11

S: Во сколько раз изменится максимальная дальность РЛС, если увеличить мощность передатчика в 2 раза?

+: 1,2

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=30&category=24919%2C554&qshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.