

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

**Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы**

**Уровень образования: высшее образование - специалитет**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Радиотехнические системы дистанционного зондирования Земли**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Баскаков А.И.                 |
|  | Идентификатор                                      | R46d2b27d-BaskakovAI-105a725f |

А.И. Баскаков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Сизякова А.Ю.                  |
|  | Идентификатор                                      | R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7 |

А.Ю.  
Сизякова

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Куликов Р.С.                 |
|  | Идентификатор                                      | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

Р.С. Куликов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов

ИД-1 Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

ИД-2 Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров

ИД-3 Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства или системы, реализующих требуемые алгоритмы обработки

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра» (Контрольная работа)
5. Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли» (Тестирование)

## БРС дисциплины

### 10 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- |      |                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ-1 | Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли» (Тестирование) |
| КМ-2 | Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра» (Контрольная работа)                         |
| КМ-3 | Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)                                |
| КМ-4 | Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)              |
| КМ-5 | Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация» (Контрольная работа)                                 |

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины                                                                                                                                       | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                         | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                                                                                                                         | Срок КМ:                        | 4    | 6    | 8    | 12   | 15   |
| Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах                                                                          |                                 |      |      |      |      |      |
| Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах                                                                          | +                               |      |      |      |      |      |
| Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. |                                 |      |      |      |      |      |
| Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. | +                               | +    | +    |      |      |      |
| Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства      |                                 |      |      |      |      |      |
| Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства      |                                 | +    | +    |      |      |      |
| Прецизионная радиовысотометрия из космоса                                                                                                               |                                 |      |      |      |      |      |
| Прецизионная радиовысотометрия из космоса                                                                                                               |                                 | +    | +    |      |      |      |
| Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.                                                                                       |                                 |      |      |      |      |      |
| Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.                                                                                       |                                 |      |      | +    |      |      |
| Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары                                                                                                |                                 |      |      |      |      |      |
| Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары                                                                                                |                                 |      | +    |      |      | +    |
| Вес КМ:                                                                                                                                                 |                                 | 15   | 20   | 25   | 20   | 20   |

#### БРС курсовой работы/проекта

#### 10 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-4 Соблюдение графика выполнения КР

#### Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |

|                                                                                                                                                                                                                                                        | Срок КМ: | 4  | 8  | 12 | 16 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|----|
| Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями и исходными данными курсовой работы                                                                                                                                                      | +        |    |    |    |    |
| Рассчитать и изобразить нормированную усредненную форму сигнала, отраженного от морской поверхности, при различных значениях морского волнения                                                                                                         | +        |    |    |    |    |
| Рассчитать и изобразить усредненную форму сигнала, отражённого от поверхности, при различных углах отклонения оси диаграммы направленности антенны от вертикали при заданной взволнованности морской поверхности                                       |          |    | +  |    |    |
| Оценить необходимую энергетику канала для обеспечения на выходе приемника требуемого отношения с/ш при заданном волнении морской поверхности                                                                                                           |          |    | +  |    |    |
| Изобразить структурную схему высокоточного радиовысотомера (ВРВ) и дать описание его работы                                                                                                                                                            |          |    |    | +  |    |
| Рассчитать и построить характеристики обнаружения отраженного сигнала ВРВ                                                                                                                                                                              |          |    |    | +  |    |
| Проанализировать структуру оптимального дискриминатора ВРВ, рассчитать и построить дискриминационную и флуктуационную характеристики оптимального дискриминатора следящей системы ВРВ, оценить погрешности смещения при данном методе измерения высоты |          |    |    |    | +  |
| Оценить потенциальную точность измерения ВРВ текущей высоты (расстояние до среднего уровня морской поверхности)                                                                                                                                        |          |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                                                                                                | 15       | 20 | 30 | 35 |    |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                   | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                 | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов                                | Знать:<br>методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли                                                                                                                                         | КМ-1 Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли» (Тестирование)                                                                                                                                          |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров | Уметь:<br>выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли<br>выполнять математическое моделирование радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли на основе структурных схем | КМ-2 Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра» (Контрольная работа)<br>КМ-3 Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)<br>КМ-5 Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация» (Контрольная работа) |
| ПК-1               | ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства или системы, реализующих требуемые алгоритмы обработки                           | Знать:<br>методы построения структурных схем радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли                                                                                                                                            | КМ-4 Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)                                                                                                                                                       |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание.

#### **Краткое содержание задания:**

Проверяется знание основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли | <ol style="list-style-type: none"><li>1. В чем заключаются преимущества и недостатки аппаратуры пассивного визирования по сравнению с активной радиолокационной аппаратурой исследования поверхности Земли с летательных и космических аппаратов?</li><li>2. Как влияет шероховатость исследуемой отражающей поверхности на дальность действия бортового радиолокационного скаттерометра при работе под различными углами места?</li><li>3. Из каких соображений выбирают диапазон радиоволн в активных РСА?</li><li>4. Из каких соображений выбирают диапазон радиоволн в активных георадарах?</li><li>5. Из каких соображений выбирают диапазон радиоволн в активных прецизионных радиовысотомерах дистанционного зондирования Земли ?</li><li>6. Какие совместно используемые методы селекции наиболее часто применяются для выделения сигнала заданной площадки на исследуемой области Земной поверхности с размерами, ограниченными в двух направлениях?</li><li>7. Радиосигналы земных покровов имеют случайный характер и флуктуируют, их свойства оценивают статистически путем обработки результатов измерений. Какое число усредняемых образцов целесообразно выбирать?</li><li>8. Какие особенности возникают при отражении радиосигналов от морской поверхности?</li><li>9. Как зависит мощность отраженного сигнала на входе радиолокационного приемника при локации протяженных поверхностей с борта ЛА или КА от</li></ol> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>параметров зондирующего импульса?</p> <p>10. Укажите основные различия между георадарами и традиционными («атмосферными») РЛС.</p> <p>11. Почему в георадарах необходимо использовать сверхширокополосные сигналы?</p> <p>12. В чем заключаются достоинства и недостатки реализации георадара с наносекундным видеосигналом и с ЛЧМ радиосигналом?</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### **КМ-2. Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаётся индивидуальное задание.

#### **Краткое содержание задания:**

Проверяется умение выполнять расчёт основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли | <p>1. Что такое абсолютно чёрное тело и какова его температура?</p> <p>2. Физический смысл формулы Релея-Джинса и условия её применения.</p> <p>3. Понятие эффективной температуры. Коэффициент излучения.</p> <p>4. Диапазон значений коэффициентов излучения для различных поверхностей, функциональные</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>зависимости коэффициентов от электро-физических параметров среды.</p> <p>5.Понятие кажущейся температуры поверхности.</p> <p>6.В чём различие эффективной температуры излучения поверхности и антенной температуры.</p> <p>7.Разрешающая способность бортового радиометра по поверхности, влияние времени сглаживания.</p> <p>8.Кажущаяся антенная температура радиометра, влияние высоты постороннего источника подсвета.</p> <p>9.Отношение с/ш на выходе радиометра.</p> <p>10.Флуктуационная чувствительность радиометра.</p> <p>11.Вероятностная оценка флуктуационной чувствительности.</p> <p>12.Показать, что при оценке яркостного контраста поверхностей флуктуационная чувствительность радиометра не зависит от высоты полёта независимо от требований к разрешающей способности по поверхности.</p> <p>13.Показать зависимость флуктуационной чувствительности радиометра от высоты полёта при наблюдении сосредоточенной цели на поверхности. Особенности расчета температурного контраста в этом случае.</p> <p>14.Сравнение флуктуационной чувствительности радиометра в трассерном и сканирующем режимах съёмки. Влияние угла сканирования на результаты съёмки.</p> <p>15.В чём необходимость использования модуляционной схемы радиометра? Оценить преимущества использования двухканальной и аддитивно-шумовой схем перед одноканальной. Особенности выбора частоты модуляции.</p> <p>16.Расчет антенной температуры в цифровом модуляционном приёмнике радиометра. Особенности выбора опорной температуры для минимизации влияния флуктуаций коэффициента усиления в тракте приёмника.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-3. Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание.

#### **Краткое содержание задания:**

Проверяется умение выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                  | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять математическое моделирование радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли на основе структурных схем | 1.Поясните структуру оптимального дискриминатора следящего измерителя ПРВ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Уметь: выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли                    | 1.Поясните влияние степени взволнованности МП на форму информационного сигнала ПРВ при работе с различной шириной ДНА?<br>2.Есть ли ограничения сверху на ширину ДНА прецизионного радиовысотомера?<br>3.Поясните зависимость усредненной формы отраженного от МП ЛЧМ радиоимпульса при различных параметрах ПРВ, режимах облучения и состояниях МП.<br>4.Поясните влияние отклонения оси ДНА от вертикали на характеристики ПРВ при различной ширине ДНА.<br>5.Что из себя представляет модель радиосигнала ПРВ, отраженного от морской поверхности?<br>6.Какой сигнал в ПРВ называют информационным и почему?<br>7.Чем объясняется выбор большой ширины спектра зондирующего сигнала для ПРВ?<br>8.Есть ли ограничения сверху на ширину спектра зондирующего сигнала ПРВ?<br>9.В чем отличия оптимального приема отраженного сигнала ПРВ во временной области от приема в частотной области?<br>10.Какой вариант - во временной области или в частотной - оптимального приема отраженного сигнала ПРВ предпочтительней и почему? |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | 11. Как объясняется зависимость корреляционных интервалов быстрых и медленных флуктуаций отраженных радиосигналов ПРВ от состояния МП? |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-4. Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание.

**Краткое содержание задания:**

Проверяется знание методов построения структурных схем радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                   | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы построения структурных схем радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли | <p>1. Каким образом обеспечивается однозначность измерений во временной и частотной областях в РСА космического базирования?</p> <p>2. Оцените требования к стабильности несущей частоты РСА и от какого параметра они зависят?</p> <p>3. Сравните проблемы, возникающие при обеспечении требуемых характеристик РСА авиационного и космического базирования</p> <p>4. Опишите основные режимы работы РСА и</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>зависящие от них информационные характеристики.</p> <p>5.Что такое спекл-шум и как с ним бороться?</p> <p>6.Как оценивается качество получаемой от РСА информации и каким образом можно ее повысить?</p> <p>7.Каким образом выбирается тип зондирующего сигнала в РСА и как рассчитываются параметры сигнала?</p> <p>8.Как рассчитать требуемую мощность передатчика РСА?</p> <p>9.Опишите функциональную схему бортовой обработки сигналов в РСА и применяемые алгоритмы обработки сигналов РСА.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### КМ-5. Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание.

#### Краткое содержание задания:

Проверяется умение выполнять математическое моделирование радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли на основе структурных схем

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                     | Вопросы/задания для проверки                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять математическое моделирование радиотехнических систем | 1.Приведите формулу расчёта разрешающей способности георадара по глубине. От каких |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине            | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| дистанционного зондирования Земли на основе структурных схем | <p>параметров она зависит?</p> <p>2.Что такое электрофизические характеристики грунта и какое его свойство оказывает больше влияние на распространение сигнала в грунте?</p> <p>3.Приведите формулу удельного затухания сигнала в грунте и объясните зависимость глубины проникновения сигнала в грунт от длины волны.</p> <p>4.Из каких соображений в георадиолокации используется сверхширокополосный сигнал?</p> <p>5.Что такое потенциал георадара?</p> <p>6.Из-за чего уменьшается чувствительность георадара при использовании видеоимпульсного сигнала?</p> <p>7.Объясните связь частоты биений георадара с ЛЧМ сигналом и приведите формулы для нее в случае однослойной модели грунта</p> <p>8.Какой параметр ЛЧМ сигнала главным образом влияет на точность измерения глубины залегания объекта?</p> <p>9.Для чего используется оконная функция в обработке сигнала с ЛЧМ? И напишите недостатки при ее использовании.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 10 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

- 1.Высокоточные радиовысотомеры космического базирования, назначение и выбор основных параметров. Особенности отражения широкополосных сигналов от морской поверхности и их статистические характеристики. Принципы высокоточного измерения высоты с космической орбиты – локальные и интегральные методы.
- 2.Оценить разрешающую способность по дальности (DY), длину синтезированной антенны ЛСИН и необходимое количество частотных каналов РСА, если  $DFC=10\text{МГц}$ , угол облучения  $\theta_0=30^\circ$ , кратность некогерентного накопления  $m_0=4$ , разрешающая способность  $DX=25\text{м}$ , размер антенны  $d_a=14\text{м}$ ,  $l=10\text{см}$ ,  $H=600\text{км}$ . Оценить время синтеза ТСИН и требуемую стабильность несущей частоты. Построить (качественно) и пояснить зависимость разрешающей способности в азимутальном направлении (DX) от наклонной дальности для РСА: а) с синтезированной апертурой антенны при фокусированной и не фокусированной обработке, б) при некогерентной обработке.

### Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам. Билет состоит из теоретического вопроса и задачи.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

### Вопросы, задания

- 1.Высокоточные радиовысотомеры космического базирования, назначение и выбор основных параметров. Особенности отражения широкополосных сигналов от морской поверхности и их статистические характеристики. Принципы высокоточного измерения высоты с космической орбиты – локальные и интегральные методы.
- 2.Оценить разрешающую способность по дальности (DY), длину синтезированной антенны ЛСИН и необходимое количество частотных каналов РСА, если  $DFC=10\text{МГц}$ , угол облучения  $\theta_0=30^\circ$ , кратность некогерентного накопления  $m_0=4$ , разрешающая способность  $DX=25\text{м}$ , размер антенны  $d_a=14\text{м}$ ,  $l=10\text{см}$ ,  $H=600\text{км}$ . Оценить время синтеза ТСИН и требуемую стабильность несущей частоты. Построить (качественно) и пояснить зависимость разрешающей способности в азимутальном направлении (DX) от наклонной дальности для РСА: а) с синтезированной апертурой антенны при фокусированной и не фокусированной обработке, б) при некогерентной обработке.
- 3.Какие совместно используемые методы селекции применяются в скаттерометрии для выделения сигнала от заданной на подстилающей поверхности площадки с размерами, ограниченными в двух направлениях?
- 4.Оценить необходимую требуемой мощности передатчика ПРВ космического базирования для обеспечения на выходе приемника отношения  $C/\text{Ш} = 20\text{ дБ}$  при максимальном волнении МП. Высота орбиты 1000 км, длительность ЛЧМ импульса 100 мкс,  $\Delta f=320\text{ МГц}$ ,  $\lambda=2\text{ см}$ , диаметр осесимметричной антенны  $D_a=70\text{ см}$ , фактор шума

$F_{ш} = 3$  дБ, потери на трассе и в СВЧ узлах АФ тракта составляет 3дБ. От чего зависят погрешности измерения высоты?

5. Задачи, решаемые скаттерометрами, пространственная селекция. Способы снятия характеристик отражения и обеспечение точности измерений.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. У сложных зондирующих радиолокационных сигналов база

Ответы:

1) больше одного 2) меньше одного 3) равно одному

Верный ответ: 1) больше одного

2. Эффект Допплера позволяет измерить

Ответы:

1) дальность цели 2) скорость движения цели 3) угловое положение цели

Верный ответ: 2) скорость движения цели

3. Радиометр - это радиолокационная система, которая

Ответы:

1) измеряет дальность до цели 2) собственное излучение цели 3) скорость движения цели

Верный ответ: 2) собственное излучение цели

4. Радиовысотомер измеряет

Ответы:

1. 1) высоту неровностей относительно базового уровня 2) ширину неровностей 3) рассеивающие свойства неровностей

Верный ответ: 1) высоту неровностей относительно базового уровня

5. Скаттерометр измеряет

Ответы:

1) высоту морских волн 2) скорость ветра над морем 3) ширину морских волн

Верный ответ: 2) скорость ветра над морем

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров

### Вопросы, задания

1. Как разрешить противоречие между требованиями широкой зоны обзора и высокой пространственной разрешающей способностью РМ космического базирования, предназначенного для исследования характеристик подстилающей поверхности?
2. Грунт характеризуется комплексной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 16 - j0,05$  на частоте 150 МГц. Ширина спектра сигнала наносекундного импульсного георадара 50 МГц. Найти скорость распространения радиоволны в среде, длину волны в среде, удельное затухание волны в среде, и разрешающую способность сигнала по глубине. Нарисовать структурную схему импульсного георадара, объяснить принцип стробоскопического преобразователя и необходимость его использования в короткоимпульсном георадаре.
3. Дать сравнительную оценку вероятности обнаружения мины с ЭПР = 0,5 кв.м на сухом и влажном песке (яркостной температурой грамотно задаться) с высоты  $H=50$ м радиометром  $X$  – диапазона, диаметр антенны 60 см, ширина полосы по ВЧ = 300 МГц, флуктуационная чувствительность  $0,1^\circ$  К и шумовая температура  $T=300^\circ$  К.
4. Несущую частоту и ширину спектра зондирующего сигнала георадара необходимо выбирать из противоречивых требований. Как удовлетворить этим требованиям? Чем определяется требуемый динамический диапазон приемника георадара?

5. Оцените разрешающую способность по дальности (DY) и в азимутальном направлении (DX) для РСА ИСЗ, если  $DF_c = 8 \text{ МГц}$ , угол облучения  $b = 30^\circ$ , размер антенны в азимутальном направлении  $d_a = 12 \text{ м}$ ,  $l = 10 \text{ см}$ , время синтеза  $80 \text{ мс}$ , количество частотных каналов  $16$ , зона обзора  $50 \text{ км}$ ,  $H = 500 \text{ км}$ . Определите ТП: период повторения зондирующих сигналов, требуемую стабильность частоты, количество дальномерных каналов, ширину полосы обрабатываемых доплеровских частот и требуемую производительность системы обработки.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как изменится разрешающая способность РЛС по азимуту при увеличении размеров антенны

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

2. Двумерная автокорреляционная функция зондирующего сигнала позволяет определить

Ответы:

1) разрешение по дальности и азимуту 2) разрешение по скорости и углу места 3) разрешение по дальности и скорости

Верный ответ: 3) разрешение по дальности и скорости

3. На выходе согласованного фильтра по сравнению со всеми остальными фильтрами отношение сигнал-шум

Ответы:

1) минимально 2) максимально 3) равно входному

Верный ответ: 2) максимально

4. ЭПР цели показывает как цель

Ответы:

1) поглощает волны 2) пропускает волны 3) отражает волны

Верный ответ: 3) отражает волны

5. База сигнала - это

Ответы:

1) произведение длительности сигнала на амплитуду сигнала 2) произведение длительности сигнала на ширину спектра сигнала 3) произведение длительности сигнала на центральную частоту сигнала

Верный ответ: 2) произведение длительности сигнала на ширину спектра сигнала

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-1 Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства или системы, реализующих требуемые алгоритмы обработки

### Вопросы, задания

1. Поясните расчет частоты повторения зондирующих импульсов при заданной полосе обзора по дальности на лоцируемой поверхности для РСА самолетного и космического базирования.

Каковы требования к корреляционным шумам зондирующих сигналов РСА?

2. Система наблюдения самолетного базирования на основе РСА с задачей контроля общего состояния и фиксации лесных угодий и противопожарной службы. Высота полета самолета  $h = 5 \text{ км}$ , скорость полета  $V = 80 \text{ м/сек}$ ; полоса обзора регулируется изменением угла визирования  $\beta$  или изменением высоты полета  $h$ , исходная настройка:  $h = 5 \text{ км}$ ,  $\beta = 300$ , полоса обзора  $L_y = 950 \text{ м}$ ; длина радиоволны передатчика  $\lambda = 3 \text{ см}$ ; размеры антенного поля приемо-передатчика по координатам  $X$ ,  $Y$   $S_x = 10 \text{ м}$ ,  $S_y = 0,1 \text{ м}$ ; разрешающая способность изображения  $\Delta x = 20 \text{ м}$ ,  $\Delta y = 20 \text{ м}$ ; динамический диапазон изображения  $30 \text{ дБ}$ .

Необходимо вычислить параметры зондирующего сигнала: тип сигнала, длительность импульса  $t_i$ , ширину спектра  $\Delta F_c$ , время синтеза  $L_{\text{син}}$ ; разрядность

аналого - цифрового преобразования; обосновать и указать применяемые алгоритмы обработки сигнала для получения кадра изображения исследуемой поверхности; составить и привести общую функциональную схему системы бортовой обработки. Проверить однозначность измерений во временной и частотной областях.

3. Энергетика радиоканала при локации протяженных целей. Феноменологическая модель при отражении радиоволн от морской поверхности.

4. На ИСЗ установлена система РСА для контроля ледового покрова океана в высоких широтах с задачей проводки морских судов. Высота орбиты  $h = 600$  км; полная полоса обзора по дальности на поверхности  $L_{пол.} = 600$  км и полосе захвата  $100$  км; длина волны РСА  $\lambda = 9$  см; требуемая разрешающая способность по координатам  $X, Y$  на поверхности не ниже  $\Delta X = \Delta Y = 50$  м; удельная отражающая способность ледового покрова  $\sigma_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ ; размеры антенной системы  $S_x = 8$  м,  $S_y = 1,2$  м; режим обзора - широкозахватный, динамический диапазон изображения  $16$  дБ.

Определить и обосновать режим сканирования в заданной полной полосе обзора по поверхности (в координатах  $X, Y$ ), изобразить схему сканирования; обосновать выбор и рассчитать параметры зондирующего сигнала:  $t_i, T_p, \Delta F_c$ , проверить однозначность измерений по  $X$  и  $Y$ ; рассчитать время  $T_{син.}$  Изобразить структуру обзора в координатах  $X, Y$  с учетом проведенных выше расчетов. Составить и изобразить общую структурную схему системы бортовой обработки.

5. Реализация РСА, оценка разрешающей способности. Алгоритм обработки отраженных сигналов, Блок-схема РЛС в комплекте с бортовыми системами КА, функциональная схема ПРМ. Расчет отношения сигнал-шум.

6. Для зондирования глубины используется ЛЧМ сигнал с шириной спектра  $600$  МГц и с центральной частотой  $600$  МГц. Грунт характеризуется комплексной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 25 - j0,075$  на частоте  $600$  МГц. Максимальная глубина, на которую рассчитан потенциал георадара  $2$  м. Найти разрешающую способность сигнала по глубине, найти требуемое количество отсчетов для вычисления спектра сигнала биений с помощью БПФ при корреляционно-фильтровой оптимальной обработке. Нарисовать структурную схему георадара с ЛЧМ сигналом и объяснить необходимость использования оконной функции.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении расстояния до цели  
 Ответы:  
 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится  
 Верный ответ: 2) Уменьшится
2. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении коэффициента усиления передающей антенны  
 Ответы:  
 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится  
 Верный ответ: 1) Увеличится
3. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении ЭПР цели  
 Ответы:  
 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится  
 Верный ответ: 1) Увеличится
4. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении несущей частоты радиосигнала  
 Ответы:  
 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится  
 Верный ответ: 2) Уменьшится
5. Как изменится разрешающая способность РЛС по дальности при увеличении ширины спектра зондирующего сигнала

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

**Для курсового проекта/работы:**

**10 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

На защите студент докладывает в течение 10 минут результаты своей работы, а затем комиссия в составе из трёх человек (минимум) задаёт вопросы по представленной работе.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».