

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

**Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника**

**Наименование образовательной программы: Киберфизические системы и интернет вещей**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очно-заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Локационные методы исследования объектов и сред**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Михайлов М.С.                  |
|   | Идентификатор                                      | R88495daf-MikhailovMS-74da3f0e |

(подпись)

М.С.  
Михайлов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|   | Владелец   | Стрелков Н.О.                 |
|   | Идентификатор                                      | R784cde94-StrelkovNO-f448f943 |

(подпись)

Н.О.  
Стрелков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Шалимова Е.В.                  |
|   | Идентификатор                                      | Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6 |

(подпись)

Е.В.  
Шалимова

(расшифровка  
подписи)

## 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. ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора

ИД-1 Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем

2. ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы

ИД-1 Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем

ИД-2 Представляет и аргументированно защищает полученные результаты

3. ПК-2 Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы и их узлы, системы и комплексы сбора и обработки данных и управления устройствами с учетом заданных требований в том числе и бортового базирования

ИД-2 Умеет разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с применением современных пакетов программ для сквозного проектирования

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа «Расчет основных параметров радиометра» (Контрольная работа)

4. Тест «Основные характеристики радиотехнических систем исследования объектов и сред» (Тестирование)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины  | Веса контрольных мероприятий, % |          |          |          |          |
|--|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|  | Индекс<br>КМ:                   | КМ-<br>1 | КМ-<br>2 | КМ-<br>3 | КМ-<br>4 |
|  | Срок КМ:                        | 4        | 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.<br>Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. |    |    |    |    |
| Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды.<br>Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. |    | +  |    |    |
| Прецизионная радиовысотометрия из космоса  |    |    |    |    |
| Прецизионная радиовысотометрия из космоса  |    |    | +  |    |
| Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны.   |    |    |    |    |
| Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны.   |    |    |    | +  |
| Вес КМ:  | 10 | 30 | 30 | 30 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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  |
|--------------------|---|--|--|
| ОПК-1              | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем | Знать:<br>методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред          | Тест «Основные характеристики радиотехнических систем исследования объектов и сред» (Тестирование) |
| ОПК-2              | ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем   | Уметь:<br>выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред | Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)                           |
| ОПК-2              | ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Представляет и аргументированно защищает полученные результаты  | Уметь:<br>анализировать результаты работы радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред                | Контрольная работа «Расчет основных параметров радиометра» (Контрольная работа)                    |

|      |   |   |  |
|------|---|---|--|
| ПК-2 | ИД-2 <sub>ПК-2</sub><br>Умеет<br>разрабатывать<br>радиотехнические<br>устройства, приборы,<br>системы и комплексы с<br>применением<br>современных пакетов<br>программ для сквозного<br>проектирования | Уметь:<br>разрабатывать<br>радиотехнические систем<br>дистанционного<br>исследования объектов и<br>сред с использованием<br>современных пакетов<br>программ для сквозного<br>проектирования | Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа) |
|------|---|---|--|

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

### КМ-1. Тест «Основные характеристики радиотехнических систем исследования объектов и сред»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

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

#### Краткое содержание задания:

Проверяется знание основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли. Проверяется знание основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли

#### Контрольные вопросы/задания:

|   |   |
|---|---|
| <p>Знать: методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред</p> | <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 флюктуируют, 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 параметров зондирующего импульса?</li></ol> |
|---|---|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

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

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**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:**

|   |  |
|---|--|
| <p>Уметь: анализировать результаты работы радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Что такое абсолютно чёрное тело и какова его температура?</li> <li>2.Физический смысл формулы Релея-Джинса и условия её применения.</li> <li>3.Понятие эффективной температуры. Коэффициент излучения.</li> <li>4.Диапазон значений коэффициентов излучения для различных поверхностей, функциональные зависимости коэффициентов от электро-физических параметров среды.</li> <li>5.Понятие кажущейся температуры поверхности.</li> <li>6.В чём различие эффективной температуры излучения поверхности и антенной температуры.</li> <li>7.Разрешающая способность бортового радиометра по поверхности, влияние времени сглаживания.</li> <li>8.Кажущаяся антенная температура радиометра, влияние высоты постороннего источника подсвета.</li> <li>9.Отношение с/ш на выходе радиометра.</li> </ol> |
|---|--|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

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

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**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:

|   |  |
|---|--|
| Уметь: выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного исследования объектов и сред | <ol style="list-style-type: none"><li>1.Поясните влияние степени взволнованности МП на форму информационного сигнала ПРВ при работе с различной шириной ДНА?</li><li>2.Есть ли ограничения сверху на ширину ДНА прецизионного радиовысотомера?</li><li>3.Поясните зависимость усредненной формы отраженного от МП ЛЧМ радиоимпульса при различных параметрах ПРВ, режимах облучения и состояниях МП.</li><li>4.Поясните влияние отклонения оси ДНА от вертикали на характеристики ПРВ при различной ширине ДНА.</li><li>5.Что из себя представляет модель радиосигнала ПРВ, отраженного от морской поверхности?</li><li>6.Какой сигнал в ПРВ называют информационным и почему?</li><li>7.Чем объясняется выбор большой ширины спектра зондирующего сигнала для ПРВ?</li><li>8.Есть ли ограничения сверху на ширину спектра зондирующего сигнала ПРВ?</li><li>9.В чем отличия оптимального приема отраженного сигнала ПРВ во временной области от приема в частотной области?</li></ol> |
|---|--|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

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

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается индивидуальное задание

#### **Краткое содержание задания:**

Проверяется умение применять методы построения структурных схем радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|   |   |
|---|---|
| Уметь: разрабатывать радиотехнические систем дистанционного исследования объектов и сред с использованием современных пакетов программ для сквозного проектирования | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Как рассчитать требуемую мощность передатчика РСА?</li><li>2. Опишите функциональную схему бортовой обработки сигналов в РСА и применяемые алгоритмы обработки сигналов РСА.</li><li>3. Каким образом выбирается тип зондирующего сигнала в РСА и как рассчитываются параметры сигнала?</li><li>4. Как оценивается качество получаемой от РСА информации и каким образом можно ее повысить?</li><li>5. Что такое спекл-шум и как с ним бороться?</li><li>6. Опишите основные режимы работы РСА и зависящие от них информационные характеристики.</li><li>7. Сравните проблемы, возникающие при обеспечении требуемых характеристик РСА авиационного и космического базирования</li><li>8. Оцените требования к стабильности несущей частоты РСА и от какого параметра они зависят?</li><li>9. Каким образом обеспечивается однозначность измерений во временной и частотной областях в РСА космического базирования?</li></ol> |
|---|---|

#### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### 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  $\beta_0=30^\circ$ , кратность некогерентного накопления  $m_0=4$ , разрешающая способность  $D_X=25\text{м}$ , 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

Зачёт выставляется по результатам работы в семестре

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем

### 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  $\beta_0=30^\circ$ , кратность некогерентного накопления  $m_0=4$ , разрешающая способность  $D_X=25\text{м}$ , 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.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.

## 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. Радиовысотомер измеряет

Ответы:

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

Верный ответ: 1) высоту неровностей относительно базового уровня

4. 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-1<sub>ОПК-2</sub> Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем

## Вопросы, задания

1. Оценить необходимую требуемой мощности передатчика ПРВ космического базирования для обеспечения на выходе приемника отношения  $S/\text{Ш} = 20$  дБ при максимальном волнении МП. Высота орбиты 1000 км, длительность ЛЧМ импульса 100 мкс,  $\Delta f = 320$  МГц,  $\lambda = 2$  см, диаметр осесимметричной антенны  $D_a = 70$  см, фактор шума  $F_{\text{ш}} = 3$  дБ, потери на трассе и в СВЧ узлах АФ тракта составляет 3 дБ. От чего зависят погрешности измерения высоты?

2. Как разрешить противоречие между требованиями широкой зоны обзора и высокой пространственной разрешающей способностью РМ космического базирования, предназначенного для исследования характеристик подстилающей поверхности?

3. 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.

4. 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.

5. Оцените разрешающую способность по дальности (DY) и в азимутальном направлении (DX) для РСА ИСЗ, если  $Df_c = 8$  МГц, угол облучения  $b = 30^\circ$ , размер антенны в азимутальном направлении  $d_a = 12$  м,  $l = 10$  см, время синтеза 80 мс, количество частотных каналов 16, зона обзора 50 км,  $H = 500$  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 мощность в приёмнике РЛС при увеличении ЭПР цели

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

2. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении несущей частоты радиосигнала

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 2) Уменьшится

3. 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

4. Как изменится разрешающая способность РЛС по азимута при увеличении размеров антенны

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

5. 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. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-2</sub> Представляет и аргументированно защищает полученные результаты

### 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. 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.

3. Несущую частоту и ширину спектра зондирующего сигнала георадара необходимо выбирать из противоречивых требований. Как удовлетворить этим требованиям? Чем определяется требуемый динамический диапазон приемника георадара?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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

2. ЭПР цели показывает как цель

Ответы:

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

Верный ответ: 3) отражает волны

3. 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

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Умеет разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с применением современных пакетов программ для сквозного проектирования

### Вопросы, задания

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

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

3. 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  $L_{\text{пол.}} = 600$  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  $T_{\text{син}}$ . Изобразить структуру обзора в координатах  $X, Y$  с учетом проведенных выше расчетов. Составить и изобразить общую структурную схему системы бортовой обработки.

4. 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) равна одному

Верный ответ: 1) больше одного

2. Эффект Доплера 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

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

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

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».