МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Радиотехнических
информационных систем

_____С.Ф. Боев
« ___ » _____ 2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

_____экзамен_____
(промежуточной аттестации: экзамен, зачет, курсовая работа или курсовой проект; практики: с указанием вида и типа практики; государственного экзамена)

«КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И РАДИОМОНИТОРИНГА»

Наименование дисциплины (для промежуточной аттестации)

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы
Типы задач профессиональной деятельности – проектный, научно-исследовательский

Разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Космические системы зондирования и радиомониторинга», утвержденной проректором по УР Майковой Э.Ю.

Разработчик: к.в.н., доцент Павлов В.А.

Тверь 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_1__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Алгоритм расчета координат источника радиоизлучения разностно-дальномерным методом.

Правильный ответ:

1. Определение приемников
2. Измерение времени прихода
3. Вычисление разностей времени
4. Определение разностей расстояний
5. Составление уравнений
6. Решение системы уравнений
7. Проверка и уточнение

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Сравнить поисковые и беспоисковые приемники сигналов.

Правильный ответ:
Применение

- Поисковые приемники:
  - Используются в ситуациях, где необходимо обнаружить и идентифицировать неизвестные или переменные сигналы, например, в радиолокации, радионаблюдении и радиосвязи.
- Беспоисковые приемники:

- Применяются в установках, где известен диапазон частот, например, в традиционных радиоприемниках, которые принимают фиксированные радиостанции.

Технические характеристики

- Поисковые приемники:
  - Обычно обладают более сложной схемой, включающей автоматическое сканирование частот, фильтрацию и обработку сигналов. Они могут иметь функции, такие как демодуляция, спектральный анализ и т.д.
- Беспоисковые приемники:
  - Обычно проще по конструкции и могут быть менее чувствительными к изменениям в сигнале, так как они не предназначены для поиска новых или переменных сигналов.

Эффективность

- Поисковые приемники:
  - Эффективны в динамичных средах, где сигналы могут появляться и исчезать, или в условиях, когда необходимо быстро реагировать на изменения в сигнале.
- Беспоисковые приемники:
  - Эффективны в стабильных условиях, где сигналы постоянны и предсказуемы, что упрощает настройку и использование.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Оценить разности моментов прихода сигналов в разнесенные приемные пункты.

Правильный ответ:

Приемные пункты: пусть у нас есть несколько приемных пунктов (например, R1, R2, R3), расположенных на известные координаты в пространстве.

Источник сигнала (например, радиопередатчик) также имеет свои координаты, которые мы хотим определить.

Каждый приемный пункт фиксирует момент прихода сигнала. Обозначим время прихода сигнала к приемникам как t1,t2,t3 и т.д.

Для оценки разностей моментов прихода сигналов выбираем один из приемников в качестве эталонного. Например, если мы выберем R1*R*1, то разности времени прихода будут определяться следующим образом:

$\Delta t12=t2-t1$

$\Delta t13=t3-t1$

Если известна скорость распространения сигнала с*c* (обычно скорость света для радиосигналов), разности расстояний можно выразить через разности времени:

$\Delta d12 = c \cdot \Delta t12$

$\Delta d13 = c \cdot \Delta t13$

На основе разностей расстояний можно составить системы уравнений. Для двух приемников R1*R*1 и R2*R*2:

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}-\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2}=\Delta d_{12}$$

Аналогично для R1*R*1 и R3*R*3:

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}-\sqrt{(x-x_3)^2+(y-y_3)^2+(z-z_3)^2}=\Delta d_{13}$$

Полученные уравнения представляют собой систему нелинейных уравнений, которые можно решить различными методами, например, методом Ньютона, методом наименьших квадратов или другими численными методами для нахождения координат источника (x,y,z).

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. РИС _____В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор_____С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

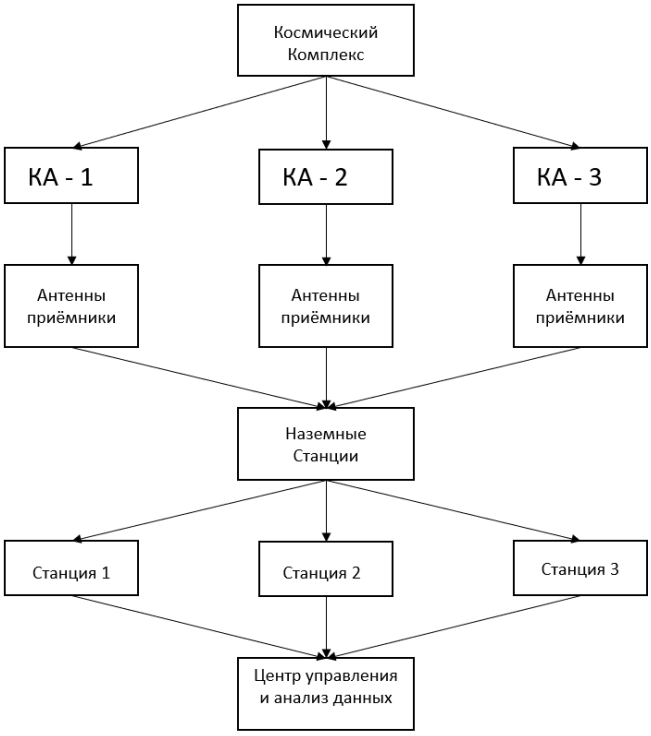
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_2__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Задачи средств космического радиомониторинга (РМ).
Правильный ответ:
1. Мониторинг радиочастотного спектра
2. Обнаружение и идентификация источников радиосигналов
3. Анализ и оценка состояния радиосистем
4. Обеспечение безопасности и контроля
5. Исследования и научные проекты
6. Поддержка навигационных систем
7. Поддержка телекоммуникационных систем

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Разработать структурную и функциональную схемы
космических комплексов радиомониторинга для 3 КА с высотой орбиты 500 км.
Правильный ответ:



3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать входные сигналы в космических комплексах радиомониторинга для H=550 км.

Правильный ответ:

Для расчета расстояния до наземного источника сигнала можно использовать формулу для определения расстояния до горизонта:
d=2·R·h$d=2 \cdot R \cdot h$
где:

- dd — расстояние до горизонта (км),
- RR — радиус Земли (около 6371 км),
- hh — высота орбиты (550 км).

$$d = \sqrt{2 \cdot 6371 \cdot 550} \approx \sqrt{7002050} \approx 2645.5 \text{ км}$$

Определение потерь сигнала:

$$L = 20 \cdot \log_{10}(d) + 20 \cdot \log_{10}(f) + 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{4\pi}{c}\right)$$

где:

- LL — затухание в дБ,
- dd — расстояние в метрах,

- ff — частота в Гц,
- cc — скорость света (примерно 3×1083×108 м/с).

Расчет входного сигнала:

$$P_{in} = P_{tx} - L$$

где:

- PinPin — уровень входного сигнала на антенне (в дБм),
- PtxPtx — уровень сигнала на передатчике (в дБм),
- LL — потери сигнала (в дБ).

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_3__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Преимущества РМ из космоса. Основные средства космического мониторинга.
Правильный ответ:
Преимущества радиомониторинга:

1. **Широкий охват территории**
2. **Непрерывность наблюдений**
3. **Устойчивость к атмосферным условиям**
4. **Наблюдение за глобальными процессами**
5. **Многофункциональность**
6. **Высокая точность и разрешение**
7. **Снижение затрат на мониторинг**

Основные средства космического мониторинга:

1. **Спутники дистанционного зондирования**:
2. **Спутники связи**:
3. **Спутники навигации**:
4. **Спутники с радиолокационными системами**:
5. **Спутники для мониторинга атмосферы**:
6. **Спутники для научных исследований**:
7. **Космические телескопы**:

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Определит вид линии положения в дальномерном методе определения координат (прямая, сфера, две пересекающиеся прямые, окружность).

Правильный ответ:

1. **Прямая**: если координаты определяются с помощью одного дальномера и известной точки (например, точки наблюдения), то линия положения будет представлять собой прямую, проходящую через эту точку и точку, определяемую дальномером.
2. **Сфера**: если используется один дальномер для измерения расстояния до объекта, то линия положения будет представлять собой сферу с центром в точке наблюдения и радиусом, равным измеренному расстоянию.
3. **Две пересекающиеся прямые**: если используются два дальномера, расположенные в разных точках и измеряющие расстояния до одной и той же цели, то линии положения будут пересекающимися прямыми, которые указывают на положение объекта.
4. **Окружность**: если используется один дальномер для измерения расстояния до объекта, но при этом точка наблюдения находится на плоскости, то линия положения может быть представлена в виде окружности с центром в точке наблюдения и радиусом, равным измеренному расстоянию.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Для группировки из 3 КА с Н=450 км рассчитать показатели качества функционирования космических комплексов ДЗЗ**.**

Правильный ответ:

1. Покрытие территории:
    - Предположим, что ширина полосы сканирования одного КА составляет 100 км. Тогда для трех КА общее покрытие будет:

Общее покрытие=3×100 км=300 км Общее покрытие=3×100 км=300 км

2. Частота повторения съемки:
    - Орбитальный период для КА на высоте 450 км составляет примерно 90 минут. В сутки (24 часа) КА совершает:

Количество орбит в сутки=24 ч×60 мин90 мин≈16Количество орбит в сутки=90 мин24 ч×60 мин≈16

    - Если КА расположены равномерно, то каждая точка на поверхности Земли будет пересекаться каждым КА примерно раз в:

Частота повторения=163≈5.33 раз в суткиЧастота повторения=316 ≈5.33 раз в сутки

3. Разрешение:
    - Предположим, что разрешение составляет 5 метров. Это значение будет определять детальность получаемых изображений.
4. Общее время наблюдения:
    - Если учитывать, что каждый КА может наблюдать в течение 10 минут за одной точкой, то общее время наблюдения для трех КА будет:

Общее время наблюдения=3×10 мин=30 минОбщее время наблюдения=3×10 ми н=30 мин

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____В.А. Павлов

Заведующий кафедрой ИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_4__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Наземные источники радиоизлучения.
Правильный ответ:
Наземные источники радиоизлучения — это устройства или системы, которые излучают радиоволны в атмосферу. Эти источники могут быть как искусственными, так и природными. Вот основные категории наземных источников радиоизлучения**:**

- Радиостанции
- Телевизионные станции
- Сотовые вышки
- Радиолокационные станции
- Спутниковые наземные станции
- Wi-Fi и другие беспроводные сети
- Микроволновые передатчики
-

2**.** Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Разработать алгоритм расчета трассы КА с Н=250 км.
Правильный ответ:
Расчет радиуса орбиты:

$$R = R_E + H$$

где *RE* — радиус Земли (приблизительно 6371 км).

Расчет орбитальной скорости:

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

где G*G* — гравитационная постоянная (6.674×10^−11 м^3/кг·s^2), M*M* — масса Земли (5.972×1024кг).

Определение времени одного оборота:

$$T = \frac{2\pi R}{V}$$

Определение угла наклона орбиты (если требуется):

Угол наклона может быть задан заранее или рассчитан в зависимости от целевых областей.

Расчет координат КА в течение времени:

Для каждого временного шага t*t* (например, каждые 10 секунд) рассчитать:

Угол поворота:

$$\theta = \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

Широта и долгота:

$$\text{Широта} = \text{Широта}_0 + \Delta\text{Широта} \quad \left(\Delta\text{Широта} = \frac{V_y}{R_E} \cdot t\right)$$

$$\text{Долгота} = \text{Долгота}_0 + \Delta\text{Долгота} \quad \left(\Delta\text{Долгота} = \frac{V_x}{R_E \cdot \cos(\text{Широта})} \cdot t\right)$$

Здесь *Vx* и *Vy* — компоненты скорости КА в направлениях долготы и широты соответственно.

Определение области наблюдения:

На основе ширины полосы сканирования и положения КА рассчитать, какие области поверхности Земли будут охвачены за время наблюдения.

Вывод данных:

Сформировать отчет о пройденной трассе, включая координаты, время, области наблюдения и другие параметры.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Показать зависимость погрешности угломерного метода от отношения С/Ш.

Правильный ответ:

погрешность угломерного метода увеличивается линейно с увеличением отношения C/SC/*S*. Это означает, что при больших расстояниях до целей необходимо учитывать влияние погрешности углового измерения, особенно в задачах, требующих высокой точности.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Оценка потока сигналов, подлежащих радиомониторингу.
Правильный ответ:
Оценка потока сигналов, подлежащих радиомониторингу, включает в себя несколько ключевых этапов и факторов, которые необходимо учитывать для эффективного мониторинга радиочастотного спектра: **Определение целей радиомониторинга**

- **Цели мониторинга**: Определите, какие именно сигналы необходимо отслеживать (например, радиовещание, мобильная связь, спутниковые сигналы, военные частоты и т.д.).
- **Типы сигналов**: Уточните, какие типы сигналов будут мониториться (аналоги, цифровые, импульсные и т.д.).

2. Определение диапазона частот

- **Частотный диапазон**: Установите диапазон частот, который будет охватываться радиомониторингом. Это может быть широкий диапазон (например, от 30 МГц до 3 ГГц) или более узкий, в зависимости от целей.
- **Регулируемые частоты**: Учитывайте частоты, которые подлежат регулированию и лицензированию.

3. Оценка плотности потока сигналов

- **Плотность сигналов**: Оцените количество активных сигналов в заданном диапазоне частот. Это может быть сделано с помощью статистических данных, исторических записей и анализа спектра.
- **Методы измерения**: Используйте спектроанализаторы для измерения

плотности сигналов в реальном времени.

4. Анализ временных характеристик

- **Временные интервалы**: Определите, в какие временные интервалы сигналы наиболее активны. Это может зависеть от времени суток, дня недели или сезона.
- **Динамика сигналов**: Оцените, как изменяется поток сигналов со временем (например, увеличение или уменьшение активности).

5. Оценка уровня сигналов

- **Уровень мощности**: Оцените уровень мощности сигналов, которые будут подлежать мониторингу. Это может включать минимальные, максимальные и средние уровни.
- **Шум**: Учитывайте уровень фонового шума, который может мешать обнаружению сигналов.

6. Учет интерференции

- **Влияние интерференции**: Оцените, как другие сигналы могут влиять на целевые сигналы. Это может включать как интерференцию от соседних частот, так и влияние окружающей среды (например, здания, рельеф).
- **Методы подавления**: Изучите методы подавления интерференции для повышения качества мониторинга.

7. Технологии и оборудование

- **Оборудование для мониторинга**: Определите, какое оборудование будет использоваться для радиомониторинга (спектроанализаторы, антенны, системы обработки сигналов и т.д.).
- **Программное обеспечение**: Выберите программное обеспечение для анализа и обработки данных.

8. Регулярность и методология мониторинга

- **Частота мониторинга**: Определите, как часто будут проводиться мониторинги (постоянно, периодически и т.д.).
- **Методология анализа**: Разработайте методологию для анализа собранных данных, включая алгоритмы обработки сигналов и фильтрации.

9. Отчетность и анализ данных

- **Формирование отчетов**: Установите систему отчетности для представления результатов радиомониторинга.
- **Анализ данных**: Оцените собранные данные для выявления тенденций, аномалий и других важных характеристик.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или балла:
Определить вид линии положения в разностно-дальномерном методе (окружность. гиперболоид, две пересекающиеся прямые, гипербола)**.**
Правильный ответ:

1. Окружность: если расстояния измеряются от одной фиксированной точки (например, от одной станции) до объекта, то линия положения будет представлять собой окружность с центром в этой точке и радиусом, равным измеренному расстоянию.
2. Гипербола: если расстояния измеряются от двух фиксированных точек (двух станций) и разность этих расстояний постоянна, то линия положения будет гиперболой. Это наиболее распространенный случай в разностно-дальномерном методе, так как он основан на разности расстояний до двух источников.
3. Гиперболоид: Этот вид линии положения не является типичным для разностно-дальномерного метода, так как гиперлоид представляет собой трехмерную поверхность, а не двумерную линию.
4. Две пересекающиеся прямые: если расстояния измеряются от двух точек, и мы имеем два фиксированных расстояния, то в некоторых случаях линии положения могут пересекаться в двух точках, однако это также не является стандартным случаем для разностно-дальномерного метода.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Показать зависимость погрешности угломерного метода от частоты передатчика.

Правильный ответ:

- На низких частотах погрешность может быть больше из-за меньшей разрешающей способности.
- На высоких частотах погрешность может увеличиваться из-за влияния шума и помех, несмотря на улучшение разрешающей способности.

Таким образом, зависимость погрешности угломерного метода от частоты передатчика является сложной и многогранной, и для конкретной системы необходимо проводить экспериментальные исследования для точного определения этой зависимости.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_6__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Методы пассивного определения координат.
Правильный ответ:
Некоторые методы пассивного определения координат:

1. Угломерные методы. Основаны на использовании угловых измерений. В простейших случаях достаточно двух пунктов, в которых необходимо измерить два азимута и один угол места, либо два угла места и один азимут.
2. Разностно-дальномерные методы. В качестве первичных измерений используются три независимых разности дальностей. Для этого необходимо иметь не менее четырёх приёмных пунктов, пространственные координаты могут быть вычислены при известной геометрии комплекса.
3. Угломерно-разностно-дальномерные методы. В качестве первичных координат используются угломерные координаты и разность дальностей. Пространственные координаты могут быть определены при наличии лишь двух приёмных пунктов

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Разработать алгоритм расчета трассы КА с Н=350 км.
Правильный ответ:
Определение начальных параметров орбиты

- Высота орбиты (H): 350 км.
- Радиус Земли (R): примерно 6371 км.
- Полный радиус орбиты (R_orbit):

$$R_{orbit} = R + H = 6371\,\text{км} + 350\,\text{км} = 6721\,\text{км}$$

Расчет основных параметров орбиты

- Скорость на круговой орбите (V):

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R_{orbit}}}$$

- где GG — гравитационная постоянная (6.674×10^−11 м^3/кг·s^2), MM — масса Земли (5.972×1024 кг).
- Период обращения (T):

$$T = 2\pi \frac{R_{orbit}}{V}$$

Определение начальных условий

- Начальная позиция: Задать начальные координаты (например, x0,y0,z0).
- Начальная скорость: определить начальную скорость (например, в горизонтальном направлении).

Моделирование траектории

Использовать численные методы для моделирования траектории. Один из подходов — метод Эйлера или метод Рунге-Кутты.

- Определение сил: учитывать силу тяжести и, при необходимости, другие силы (например, сопротивление атмосферы на низких орбитах).

$$F_{gravity} = \frac{GMm}{R_{orbit}^2}$$

обновление скорости и положения:

- На каждом шаге времени обновлять скорость:

$$V_{new} = V_{old} + \frac{F}{m} \cdot \Delta t$$

Обновлять позицию

$$R_{new} = R_{old} + V_{new} \cdot \Delta t$$

5. Анализ результатов

- Построение графиков: отобразить траекторию в 3D-пространстве.
- Анализ параметров: вычислить параметры, такие как максимальная высота, минимальная высота, время полета и т.д.

6. Учет внешних факторов

- Воздействие атмосферы: при необходимости учитывать атмосферное сопротивление, особенно на низких орбитах.
- Гравитационные аномалии: учитывать влияние других тел (например, Луны или других планет) при необходимости.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Показать зависимость погрешности угломерного метода от высоты КА (дальности и скорости его движения относительно земной поверхности).
Правильный ответ:
Угломерный метод, используемый для определения координат объектов, основан на измерении углов и может включать такие технологии, как лазерная дальномерная съемка или радиолокация. Погрешность этого метода может зависеть от следующих факторов:

- Высота КА: чем выше КА, тем больше расстояние до объекта, что может влиять на точность измерений.
- Дальность до объекта: при увеличении расстояния до объекта увеличивается угловая ошибка, что приводит к большему значению абсолютной погрешности.
- Скорость КА: быстро движущийся КА может испытывать дополнительные сложности при измерении, такие как эффект Доплера и динамические изменения положения.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_7__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Структура системы РМ. Принципы функционирования.
Правильный ответ:

1. Прием радиосигналов:
    - Антенны системы принимают радиосигналы из окружающей среды. Сигналы могут поступать из различных источников, включая радиостанции, мобильные устройства, системы спутниковой связи и другие.
2. Обработка сигналов:
    - Приемники усиливают и преобразуют радиосигналы в электрические сигналы, которые затем передаются на анализаторы спектра и системы обработки данных.
3. Анализ и идентификация:
    - Анализаторы спектра визуализируют частотный спектр и позволяют операторам идентифицировать различные сигналы. Системы обработки данных могут использовать алгоритмы для автоматического распознавания и классификации сигналов.
4. Мониторинг и управление:
    - Операторы могут настраивать параметры мониторинга, такие как частота, уровень сигнала и временные интервалы. Система может автоматически отслеживать изменения в спектре и уведомлять операторов о важных событиях.
5. Хранение данных и отчетность:

    - Все данные о принимаемых сигналах и результатах анализа могут храниться в базе данных для дальнейшего использования. Система может генерировать отчеты о состоянии радиочастотного спектра и выявленных сигналах.
6. Интеграция с другими системами:
    - Системы радиомониторинга могут интегрироваться с другими системами безопасности, управления и анализа, что позволяет расширять их функциональность и улучшать эффективность работы.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или балла:
Виды наземных ИРИ: акустические системы зондирования; спутниковые наземные приемники; системы радиомониторинга; средства радиосвязи**.**
Правильный ответ:

1. Акустические системы зондирования:
    - Эти системы используют звуковые волны для измерения и анализа различных параметров окружающей среды. Они могут применяться в геофизике для изучения земной коры, в океанографии для мониторинга морских экосистем, а также в других областях, где требуется зондирование с использованием акустических сигналов.
2. Спутниковые наземные приемники:
    - Эти устройства принимают сигналы от спутников, обеспечивая доступ к данным о положении объектов, метеорологических условиях, а также информации о радиочастотном спектре. Спутниковые приемники часто используются в системах глобального позиционирования (GPS) и метеорологии.
3. Системы радиомониторинга:
    - Как уже обсуждалось, системы радиомониторинга предназначены для наблюдения, анализа и обработки радиосигналов. Они включают антенны, приемники, анализаторы спектра и системы обработки данных, позволяя эффективно контролировать радиочастотный спектр и выявлять потенциальные угрозы или нарушения.
4. Средства радиосвязи:
    - Эти системы обеспечивают передачу информации с использованием радиоволн. Они могут включать в себя как аналоговые, так и цифровые радиостанции, системы мобильной связи, а также специализированные устройства для передачи данных в условиях ограниченной видимости или в сложных условиях окружающей среды

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать наклонение орбиты КА ДЗЗ для наблюдения за объектом с координатами 58^0 с.ш. и 37^0 в.д.

Правильный ответ:

1. **Преобразование координат**:
   - Широта: 58° северной широты (с.ш.) = +58°.
   - Долгота: 37° восточной долготы (в.д.) = +37°.
2. **Определение наклонения орбиты**:
   - Наклонение орбиты (i) должно быть таким, чтобы КА мог наблюдать за объектом на заданной широте.
   - Для наблюдения за объектом на широте +58°, наклонение орбиты должно быть не менее 58°.
   - Однако, для обеспечения более полного покрытия области, наклонение обычно выбирается немного выше.
3. **Рекомендованное наклонение**:
   - Для орбит, которые обеспечивают полное покрытие с широтой до 58°, часто выбирается наклонение около 60° или даже 63° (например, для полярных или солнечно-синхронных орбит). Это позволяет КА эффективно наблюдать за объектами в пределах широты +58°.

Таким образом, наклонение орбиты космического аппарата ДЗЗ для наблюдения за объектом с координатами 58° с.ш. и 37° в.д. должно быть не менее 58°, но рекомендуется выбирать наклонение около 60° или 63° для более эффективного наблюдения

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_8__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Принципы обработки, передачи и представления информации.
Правильный ответ:
1. Обработка информации
- Сбор данных: На первом этапе происходит сбор данных из различных источников, таких как датчики, базы данных, пользовательские вводы и т.д.
- Анализ и фильтрация: Данные анализируются для выявления значимой информации. Это может включать фильтрацию, сортировку и агрегацию данных.
- Хранение: Обработка данных также включает их хранение в подходящих форматах и системах (например, базы данных, файловые системы).
- Обработка и трансформация: Данные могут быть преобразованы в нужный формат или структуру для дальнейшего анализа или использования.
- Интерпретация: Полученные результаты должны быть интерпретированы для извлечения полезной информации и принятия решений.

2. Передача информации
- Кодирование: Информация должна быть закодирована в формате, который подходит для передачи (например, текст, изображения, звук). Это может включать сжатие и шифрование.
- Каналы передачи: Информация передается по различным каналам (например, проводным, беспроводным, оптическим), каждый из которых имеет свои характеристики (ширина канала, задержка, помехи и т.д.).

- Протоколы передачи: Используются различные протоколы (например, TCP/IP, HTTP), которые определяют правила и форматы передачи данных между устройствами.
- Устойчивость к ошибкам: Важно обеспечить надежность передачи, включая механизмы проверки ошибок и повторной передачи данных.

3. Представление информации

- Форматы представления: Информация может быть представлена в различных форматах (графики, таблицы, текст, мультимедиа), в зависимости от контекста и целевой аудитории.
- Визуализация: Для облегчения восприятия данных часто используются визуализации (графики, диаграммы), которые помогают выявить закономерности и тренды.
- Интерфейсы: Пользовательские интерфейсы (графические, текстовые) играют важную роль в представлении информации, обеспечивая удобство доступа и взаимодействия.
- Адаптивность: Современные системы часто предлагают адаптивные представления информации, которые изменяются в зависимости от предпочтений пользователя или контекста использования.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Доказать необходимость использования малыми КА на НО одного из перечисленных методов определения координат: дальномерного, доплеровского, угломерного, разностно-дальномерного.

Правильный ответ:

1. Дальномерный метод

Описание: Этот метод основан на измерении расстояния до объекта с помощью радиолокационных сигналов. КА посылает сигнал к объекту, который отражается и возвращается обратно. Время, затраченное на путь сигнала, позволяет вычислить расстояние.

Необходимость: Дальномерный метод позволяет точно определять расстояние до объекта, что критично для малых КА, которые могут выполнять задачи по мониторингу Земли, например, для картографирования или наблюдения за изменениями в ландшафте. Высокая точность измерений необходима для выполнения таких задач.

2. Доплеровский метод

Описание: Этот метод основан на эффекте Доплера, который позволяет определять скорость объекта относительно наблюдателя по изменению частоты сигналов, отраженных от объекта.

Необходимость: Для малых КА, которые часто имеют ограниченные ресурсы и должны быстро реагировать на изменения, доплеровский метод позволяет эффективно определять скорость и направление движения объекта, что

критично для задач, связанных с мониторингом динамических процессов, таких как движение транспорта или изменение уровня воды.
3. Угломерный метод
Описание: Угломерный метод основан на измерении угловых координат объекта относительно определенной точки наблюдения.
Необходимость: Этот метод может быть полезен для малых КА, которые находятся на низких орбитах и могут наблюдать за объектами с высокой точностью. Однако, он требует наличия точной информации о положении и ориентации самого КА, что может усложнить задачи.
4. Разностно-дальномерный метод
Описание: Этот метод использует разницу в расстояниях до двух или более точек для определения положения объекта.
Необходимость: Разностно-дальномерный метод позволяет повысить точность определения координат, особенно в условиях, когда необходимо учитывать влияние атмосферных условий или других факторов. Для малых КА, работающих на НО, этот метод может быть особенно полезен для достижения высокой точности в условиях ограниченных ресурсов.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать разность моментов прихода сигналов в разнесенные по широте на 40 градусов приемные пункты с КА с Н=450 км.
Правильный ответ:
Исходные данные:

- Высота орбиты Н=450
- Разница по широте между приемными пунктами Δϕ=40градусов.
- Скорость света с≈3×10^8м/с.

1. Рассчитаем расстояние между приемными пунктами.
Для определения расстояния между двумя точками на поверхности Земли, находящимися на одной и той же долготе и разнесенными по широте, можно использовать формулу:

$$d = R \cdot \Delta\phi$$

где:

- RR — радиус Земли (примерно 6371 км),
- $\Delta\phi$ — разница в широте в радианах.

Сначала переведем градусы в радианы:

$$\Delta\phi = 40 \text{ градусов} \times \frac{\pi}{180} \approx 0.698 \text{ радиан}$$

Теперь подставим значения в формулу:

$$d = 6371 \text{ км} \times 0.698 \approx 4440 \text{ км}$$

Рассчитаем время прихода сигнала.
Сигнал от КА до приемного пункта будет проходить расстояние, равное высоте орбиты плюс расстояние до поверхности Земли:

$$D = H + R = 450 \text{ км} + 6371 \text{ км} = 6821 \text{ км} = 6821000 \text{ м}$$

Теперь рассчитаем время прихода сигнала до каждого из приемных пунктов.
Время t можно рассчитать по формуле:

$$t = \frac{D}{c}$$

где c — скорость света.

$$t = \frac{6821000 \text{ м}}{3 \times 10^8 \text{ м/с}} \approx 0.0227 \text{ с} \approx 22.7 \text{ мс}$$

Рассчитаем разность моментов прихода сигналов.
Теперь нужно рассчитать разницу времени прихода сигналов. Для этого учтем, что сигнал от КА до более удаленного приемного пункта пройдет большее расстояние на 4440 км. Рассчитаем время, необходимое сигналу для прохождения этого расстояния:

$$t_{\text{разн}} = \frac{d}{c} = \frac{4440 \text{ км}}{3 \times 10^8 \text{ м/с}} = \frac{4440000 \text{ м}}{3 \times 10^8 \text{ м/с}} \approx 0.0148 \text{ с} \approx 14.8 \text{ мс}$$

Разность моментов прихода сигналов в разнесенные по широте на 40 градусов приемные пункты составляет примерно 14.8 миллисекунд.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_9__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Методы обнаружения и определения координат. Критерии эффективности.
Правильный ответ:
Методы обнаружения и определения координат

1. Геодезические методы
    - GPS (Глобальная система позиционирования): Использует спутники для определения координат объектов на Земле с высокой точностью.
    - Геодезические измерения: Используют теодолиты, нивелиры и другие инструменты для определения координат на основе триангуляции и полигонометрии.
2. Радиолокационные методы
    - Радар: Использует радиоволны для обнаружения и определения расстояния до объектов. Применяется в авиации, метеорологии и военных целях.
    - Лидар (LIDAR): Использует лазерные импульсы для измерения расстояния и создания высокоточных 3D-карт местности.
3. Оптические методы
    - Фотограмметрия: Основана на анализе фотографий для извлечения пространственной информации и определения координат объектов.
    - Камеры с высоким разрешением: Используются для наблюдения и определения координат объектов на поверхности Земли.
4. Сигнальные методы
    - Доплеровские методы: Используют изменения частоты сигналов

для определения скорости и направления движения объектов.
    - Системы на основе активных и пассивных радиосигналов: используют отраженные сигналы для определения координат.
5. Системы инерциальной навигации
    - Используют датчики ускорения и гироскопы для определения местоположения и ориентации объекта без необходимости в внешних сигналах.

Критерии эффективности методов

1. Точность
    - Способность метода давать результаты, близкие к истинным значениям координат. Высокая точность необходима для задач, требующих детального анализа.
2. Скорость
    - Время, необходимое для получения координат. В некоторых приложениях, таких как военное использование или аварийные ситуации, скорость является критически важным фактором.
3. Доступность
    - Наличие необходимых ресурсов и технологий для реализации метода в различных условиях. Например, GPS может быть недоступен в закрытых помещениях или в условиях плохой видимости.
4. Надежность
    - Способность метода давать стабильные и воспроизводимые результаты в различных условиях и при различных обстоятельствах.
5. Сложность
    - Уровень сложности, связанный с использованием и реализацией метода. Простота в использовании может быть критически важна для пользователей без специальной подготовки.
6. Стоимость
    - Экономические затраты на внедрение и эксплуатацию метода. В некоторых случаях, высокая точность может быть оправдана только при наличии бюджета

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Доказать необходимость использования малыми КА на НО одного из перечисленных методов определения координат: дальномерного, доплеровского, угломерного, разностно-дальномерного.

Правильный ответ:

1. Дальномерный метод

Описание: Этот метод основан на измерении расстояния до объекта с помощью радиолокационных сигналов. КА посылает сигнал к объекту, который отражается и возвращается обратно. Время, затраченное на путь сигнала,

позволяет вычислить расстояние.
Необходимость: Дальномерный метод позволяет точно определять расстояние до объекта, что критично для малых КА, которые могут выполнять задачи по мониторингу Земли, например, для картографирования или наблюдения за изменениями в ландшафте. Высокая точность измерений необходима для выполнения таких задач.
2. Доплеровский метод
Описание: Этот метод основан на эффекте Доплера, который позволяет определять скорость объекта относительно наблюдателя по изменению частоты сигналов, отраженных от объекта.
Необходимость: для малых КА, которые часто имеют ограниченные ресурсы и должны быстро реагировать на изменения, доплеровский метод позволяет эффективно определять скорость и направление движения объекта, что критично для задач, связанных с мониторингом динамических процессов, таких как движение транспорта или изменение уровня воды.
3. Угломерный метод
Описание: Угломерный метод основан на измерении угловых координат объекта относительно определенной точки наблюдения.
Необходимость: Этот метод может быть полезен для малых КА, которые находятся на низких орбитах и могут наблюдать за объектами с высокой точностью. Однако, он требует наличия точной информации о положении и ориентации самого КА, что может усложнить задачи.
4. Разностно-дальномерный метод
Описание: Этот метод использует разницу в расстояниях до двух или более точек для определения положения объекта.
Необходимость: Разностно-дальномерный метод позволяет повысить точность определения координат, особенно в условиях, когда необходимо учитывать влияние атмосферных условий или других факторов. Для малых КА, работающих на НО, этот метод может быть особенно полезен для достижения высокой точности в условиях ограниченных ресурсов.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать погрешности измерения координат наблюдаемого объекта в космических системах радиомониторинга для КА с H=550 км и L= 3 см.
Правильный ответ:

- H — высота орбиты (в данном случае 550 км).
- L — длина волны (в данном случае 3 см, что соответствует 0.03 м).

Погрешность по дальномерному методу
Для дальномерного метода можно использовать формулу для определения погрешности измерения расстояния Δd, которая может быть выражена через длину волны:

$$\Delta d = \frac{L}{2} \cdot \frac{H}{R}$$

где RR — радиус Земли (приблизительно 6371 км или 6.371 × 10^6 м).
Переведем высоту орбиты в метры:

$$H = 550\,\text{км} = 550000\,\text{м}$$

Подставим значения в формулу:

$$R \approx 6.371 \times 10^6\,\text{м}$$

Теперь подставим все значения в формулу:

$$\Delta d = \frac{0.03\,\text{м}}{2} \cdot \frac{550000\,\text{м}}{6.371 \times 10^6\,\text{м}}$$

$$\Delta d = 0.015 \cdot \frac{550000}{6371000}$$

$$\Delta d \approx 0.015 \cdot 0.0863 \approx 0.001295\,\text{м} \approx 1.295\,\text{мм}$$

Погрешность по угломерному методу
Для угломерного метода погрешность может быть оценена через угол наблюдения θ и высоту орбиты:

$$\Delta\theta = \frac{L}{H}$$

где $\Delta\theta$ — погрешность угла в радианах.
Подставим значения:

$$\Delta\theta = \frac{0.03\,\text{м}}{550000\,\text{м}} \approx 5.4545 \times 10^{-8}\,\text{рад}$$

Погрешность по углу в градусах:

$$\Delta\theta\,(\text{град}) = \Delta\theta \cdot \frac{180}{\pi} \approx 5.4545 \times 10^{-8} \cdot \frac{180}{3.14159} \approx 3.12 \times 10^{-7}\,\text{град}$$

Общая погрешность координат.
Общая погрешность в координатах можно оценить как комбинацию погрешностей по дальномерному и угломерному методам. Если считать, что погрешности независимы, можно использовать теорему о сложении погрешностей:

$$\Delta X = \sqrt{(\Delta d)^2 + (H \cdot \Delta\theta)^2}$$

Подставим значения

$$\Delta X = \sqrt{(0.001295)^2 + (550000 \cdot 5.4545 \times 10^{-8})^2}$$

$$\Delta X = \sqrt{(0.001295)^2 + (0.029999)^2}$$

$$\Delta X = \sqrt{1.676 \times 10^{-6} + 0.00089997}$$

$$\Delta X \approx \sqrt{0.000901646} \approx 0.0300\,\text{м} \approx 3.00\,\text{см}$$

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_10__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Орбиты спутниковых систем. Характеристики. Особенности
Правильный ответ:
Геостационарная орбита (GEO)

- Высота: около 35,786 км над экватором.
- Период обращения: 24 часа (синхронен с вращением Земли).
- Характеристика: Спутники остаются над одной и той же точкой на поверхности Земли, что делает их идеальными для связи и метеорологии.
- Применение: Телевизионные и радиосигналы, метеорологические спутники.

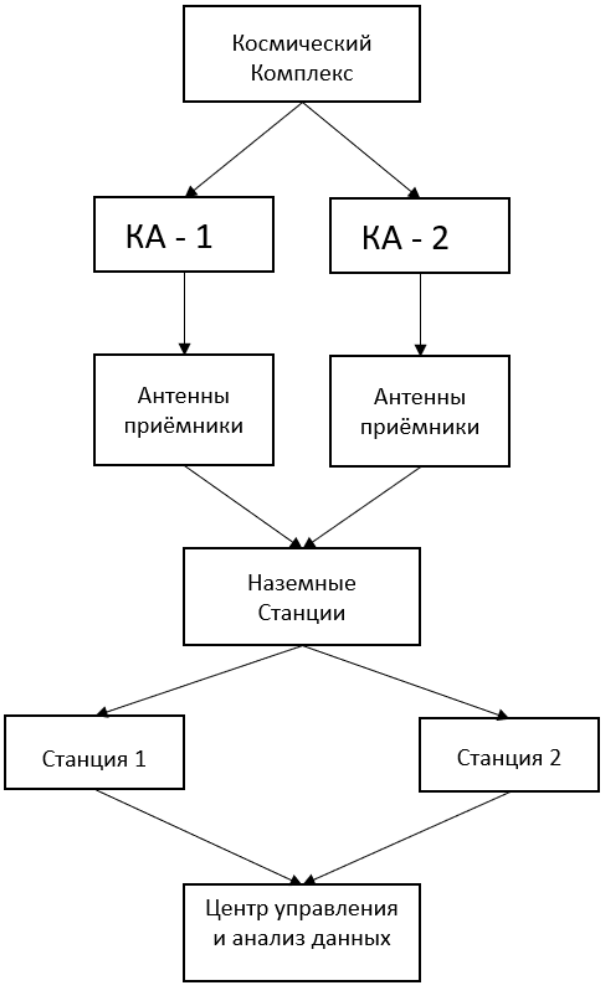
Средняя околоземная орбита (MEO)

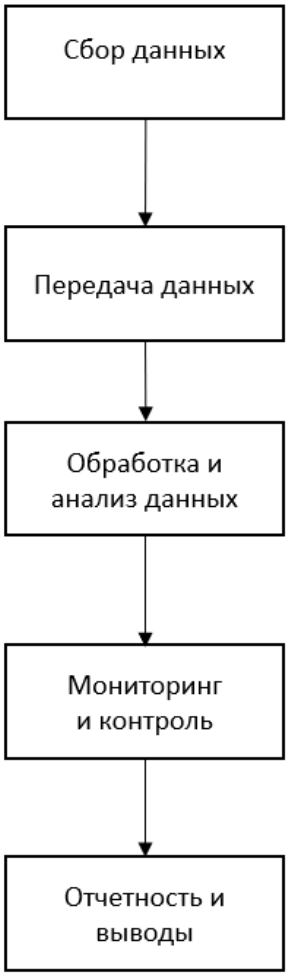
- Высота: от 2,000 до 35,786 км.
- Период обращения: обычно от 2 до 12 часов.
- Характеристика: Спутники на этой орбите могут обеспечивать навигационные услуги, так как их период обращения кратен суточному.
- Применение: Навигационные спутники (например, GPS, GLONASS).

Низкая околоземная орбита (LEO)

- Высота: от 160 до 2,000 км.
- Период обращения: 90-120 минут.
- Характеристика: Высокая скорость обращения и близость к Земле позволяют получать детализированные изображения и данные.
- Применение: Спутники для наблюдения за Землей, научные исследования, связь.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Разработать структурную и функциональную схемы
космических комплексов радиомониторинга для 2 КА с высотой орбиты 450 км.
Правильный ответ:





3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать наклонение орбиты КА ДЗЗ для наблюдения за объектом с координатами $58{,}6^0$ с.ш. и $30{,}2^0$ в.д.

Определение наклонения орбиты

1. Наклонение орбиты (i) космического аппарата необходимо установить так, чтобы он мог наблюдать за объектом на поверхности Земли. Для этого наклонение орбиты должно быть равно широте объекта или немного больше, чтобы обеспечить возможность наблюдения.
2. Угловое значение:
   - Для объекта с координатами 58,6° с.ш. наклонение орбиты может быть установлено в диапазоне:
     - i = 58,6° (для прямого наблюдения)

        - i > 58,6° (для возможности наблюдения в определенных условиях)
3. Оптимальное наклонение:
    - В большинстве случаев для обеспечения наблюдения за объектом в течение длительного времени выбирается наклонение, близкое к широте объекта, но с некоторым запасом. Например, можно выбрать наклонение около 60°.

Заключение

Таким образом, для наблюдения за объектом с координатами 58,6° с.ш. и 30,2° в.д. рекомендуется установить наклонение орбиты КА ДЗЗ в диапазоне от 58,6° до 60°. Это обеспечит возможность наблюдения за объектом с различными углами обзора и во время разных орбитальных проходов

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_11__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Варианты построения аппаратуры БКА и МКА.
Правильный ответ:
1. Бортовой комплекс аппаратуры (БКА)
БКА включает в себя все системы и устройства, которые находятся на борту космического аппарата и обеспечивают выполнение его задач. Основные компоненты БКА:
1.1. Системы связи
- Радиопередатчики и радиоприемники: для передачи и приема данных на Землю.
- Антенны: разные типы антенн (например, параболические, фазированные) для различных частот и углов обзора.

1.2. Системы навигации и управления
- Гироскопы и акселерометры: для определения ориентации и угловых скоростей.
- GPS-приемники: для определения местоположения и времени.
- Системы управления положением: для корректировки орбиты и ориентации КА.

1.3. Системы энергетического обеспечения
- Солнечные батареи: для генерации электроэнергии.
- Аккумуляторы: для хранения энергии и обеспечения работы оборудования в тени Земли.

- Энергетические распределительные системы: для управления подачей энергии на различные компоненты.

1.4. Научные и вспомогательные приборы

- Датчики и камеры: для дистанционного зондирования, наблюдений и экспериментов.
- Системы обработки данных: для предварительной обработки и хранения собранных данных.

2. Межпланетный комплекс аппаратуры (МКА)

МКА включает в себя системы и оборудование, предназначенные для работы в межпланетном пространстве. Основные компоненты МКА:

2.1. Системы связи

- Длинноволновая связь: для передачи данных на большие расстояния, включая ретрансляторы.
- Антенны с высоким коэффициентом усиления: для связи с Землей на больших расстояниях.

2.2. Системы навигации и управления

- Системы автономной навигации: для определения положения и курса в межпланетных полетах.
- Системы управления траекторией: для маневров и коррекции орбиты.

2.3. Системы энергетического обеспечения

- Ядерные батареи: для длительных миссий, где солнечные батареи могут быть неэффективны.
- Системы термоэлектрической генерации: для преобразования тепла в электроэнергию.

2.4. Научные и вспомогательные приборы

- Спектрометры, фотометры и другие научные инструменты: для изучения планет, астероидов и комет.
- Камеры и инструменты для анализа поверхности: для сбора данных о целевых объектах**.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Определить вид линии положения в разностно-дальномерном методе (окружность. гиперболоид, две пересекающиеся прямые, гипербола)**.**

Правильный ответ:

1. Основные принципы: В РДМ измеряются разности расстояний от двух фиксированных точек (базовых станций) до целевой точки. Если обозначить расстояния от базовых станций как d1$d1$ и d2$d2$, то разность расстояний d=d1−d2$d=d1-d2$ будет постоянной для всех точек, которые находятся на определенной линии.
2. Геометрическая интерпретация: Все точки, для которых разность расстояний до двух фиксированных точек (базовых станций) равна некоторой константе, образуют гиперболу. Это связано с тем, что

гипербола определяется как место точек, для которых разность расстояний до двух фокусных точек постоянна.

Таким образом, в разностно-дальномерном методе линия положения будет гиперболой.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Сравнить необходимые мощности зондирующих сигналов для КА ДЗЗ на круговой орбите с Н=400 км и геостационарной**.**

Правильный ответ:

1. Круговая орбита на высоте 400 км
   - Высота орбиты (H): 400 км
   - Расстояние до Земли (R): радиус Земли (примерно 6371 км) + высота орбиты = 6371 км + 400 км = 6771 км
   - Потеря сигнала: Поскольку сигнал проходит через атмосферу и распространяется в пространстве, необходимо учитывать потери, которые могут быть рассчитаны с использованием формулы свободного пространства:

$$L = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}\left(\frac{4\pi}{c}\right)$$

где:

- L — потери в дБ,
- d — расстояние до Земли (в метрах),
- f — частота сигнала (в Гц),
- c — скорость света (приблизительно 3×1083×108 м/с).

2. Геостационарная орбита
   - Высота орбиты (H): примерно 35,786 км
   - Расстояние до Земли (R): 6371 км + 35,786 км = 6386,786 км
   - Потеря сигнала: аналогично, потери сигнала будут больше, чем на низкой орбите, из-за большего расстояния.

Сравнение мощностей

- Необходимая мощность сигнала: для определения необходимой мощности сигнала можно использовать уравнение:

$$P_t = P_r + L + G_t + G_r$$

где:

- PtPt — мощность передатчика,
- PrPr — мощность на приемной стороне,
- LL — потери сигнала,
- GtGt — коэффициент усиления передающей антенны,
- GrGr — коэффициент усиления приемной антенны.

1. На круговой орбите (400 км):
    - Потери сигнала будут меньше, следовательно, необходимая мощность передатчика будет ниже.
2. На геостационарной орбите:
    - Потери сигнала будут значительно выше из-за большего расстояния, что потребует большей мощности передатчика для достижения того же уровня SNR.

Заключение

- На круговой орбите (400 км): необходимая мощность зондирующих сигналов будет ниже из-за меньших расстояний и меньших потерь сигнала.
- На геостационарной орбите: необходимая мощность будет выше из-за больших расстояний и, соответственно, больших потерь сигнала.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

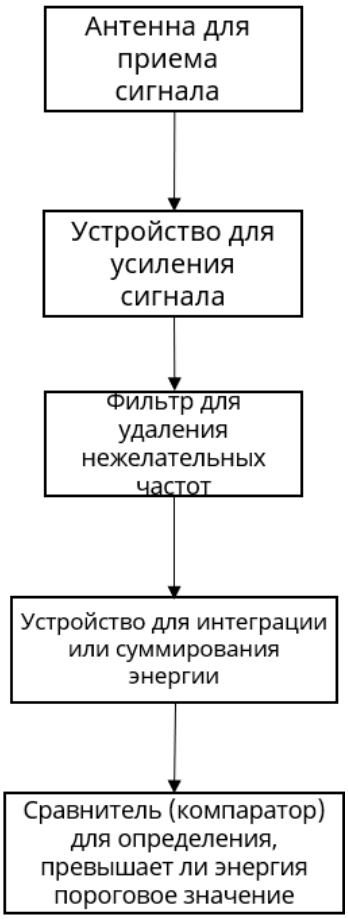
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_12__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Структурные схемы обнаружителей сигналов.
Правильный ответ:
1. Обнаружитель энергии (Energy Detector)

- Принцип работы: Измеряет общую энергию сигнала в заданном интервале времени. Если энергия превышает заданный порог, сигнал считается обнаруженным.
- Структура:



2. Обнаружитель с использованием корреляции (Matched Filter Detector)
   - Принцип работы: Использует коррелятор для сравнения принимаемого сигнала с известным шаблоном (или сигналом). Максимальная корреляция указывает на присутствие сигнала.
   - Структура:

3. Обнаружитель с использованием последовательного тестирования (Sequential Test Detector)

- Принцип работы: Проводит последовательные тесты для определения наличия сигнала. Это может быть полезно, когда необходимо минимизировать вероятность ложных срабатываний.
- Структура:

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Определение несущей частоты беспоисковых приемников.
Правильный ответ:
Несущая частота беспоисковых приемников — это частота, на которой осуществляется прием радиосигнала. В контексте беспоисковых приемников, таких как AM или FM радиоприемники, несущая частота является основным параметром, который определяет, на каком диапазоне частот будет происходить передача информации.
Несущая частота используется для модуляции сигнала, что позволяет передавать информацию (например, звук) на больших расстояниях. В зависимости от типа модуляции (амплитудная, частотная и т.д.) информация вносится в несущую частоту различными способами.
В беспоисковых приемниках, как правило, используется фиксированная несущая частота, что позволяет упростить процесс настройки и обработки сигнала. Такие приемники могут быть менее чувствительны к изменению частоты, но в то же время они могут иметь ограниченные возможности по выбору диапазона частот для приема.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать наклонение орбиты КА ДЗЗ для наблюдения за объектом с координатами $58{,}6^0$ с.ш. и $30{,}2^0$ в.д.

Правильный ответ:

Определение наклонения орбиты

1. Наклонение орбиты (i) космического аппарата необходимо установить так, чтобы он мог наблюдать за объектом на поверхности Земли. Для этого наклонение орбиты должно быть равно широте объекта или немного больше, чтобы обеспечить возможность наблюдения.
2. Угловое значение:
   - Для объекта с координатами 58,6° с.ш. наклонение орбиты может быть установлено в диапазоне:
     - i = 58,6° (для прямого наблюдения)
     - i > 58,6° (для возможности наблюдения в определенных условиях)
3. Оптимальное наклонение:
   - В большинстве случаев для обеспечения наблюдения за объектом в течение длительного времени выбирается наклонение, близкое к широте объекта, но с некоторым запасом. Например, можно выбрать наклонение около 60°.

Заключение

Таким образом, для наблюдения за объектом с координатами 58,6° с.ш. и 30,2° в.д. рекомендуется установить наклонение орбиты КА ДЗЗ в диапазоне от 58,6° до 60°. Это обеспечит возможность наблюдения за объектом с различными углами обзора и во время разных орбитальных проходов

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_13__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Принципы формирования низкоорбитальной группировки КА для задач РМ.
Правильный ответ:

1. Определение целей и задач: Первым шагом является четкое определение целей радиомониторинга, таких как наблюдение за радиочастотным спектром, сбор информации о радиоволновом фоне, мониторинг использования радиочастот и т.д.
2. Выбор орбитальных параметров: Низкоорбитальные КА обычно располагаются на высотах от 200 до 2000 км. Выбор высоты и наклона орбиты зависит от задач мониторинга, желаемого покрытия территории и времени видимости объектов.
3. Группировка КА: для обеспечения необходимого покрытия и частоты наблюдений формируется группировка КА. Это может включать:
    - Конфигурацию орбит: КА могут быть размещены на одной или нескольких орбитах с различными углами наклона для оптимального покрытия.
    - Число аппаратов: определяется количество КА, необходимое для достижения заданных целей, включая дублирование для повышения надежности.
4. Технические характеристики КА: Выбор оборудования и технологий для КА, включая антенны, приемные устройства и системы обработки данных, которые соответствуют задачам радиомониторинга.
5. Системы управления и обработки данных: Разработка систем для

управления группировкой КА, сбора и обработки данных, включая алгоритмы анализа радиочастотного спектра и автоматизацию процессов мониторинга.

6. Обеспечение взаимодействия: Создание системы связи между КА и наземными станциями для передачи данных, управления КА и мониторинга состояния систем.
7. Оценка и оптимизация: Проведение моделирования и анализа для оценки эффективности группировки, а также оптимизация параметров орбиты и конфигурации КА на основе полученных данных.
8. Соблюдение нормативных требований: Учет международных норм и стандартов, связанных с использованием радиочастотного спектра и запуском космических аппаратов.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Определение несущей частоты беспоисковых приемников.
Правильный ответ:
Несущая частота беспоисковых приемников — это частота, на которой осуществляется прием радиосигнала. В контексте беспоисковых приемников, таких как AM или FM радиоприемники, несущая частота является основным параметром, который определяет, на каком диапазоне частот будет происходить передача информации.
Несущая частота используется для модуляции сигнала, что позволяет передавать информацию (например, звук) на больших расстояниях. В зависимости от типа модуляции (амплитудная, частотная и т.д.) информация вносится в несущую частоту различными способами.
В беспоисковых приемниках, как правило, используется фиксированная несущая частота, что позволяет упростить процесс настройки и обработки сигнала. Такие приемники могут быть менее чувствительны к изменению частоты, но в то же время они могут иметь ограниченные возможности по выбору диапазона частот для приема.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Сравнить необходимые мощности зондирующих сигналов для КА ДЗЗ на круговой орбите с H=600 км и геостационарной**.**
Правильный ответ:
1. Круговая орбита на высоте 400 км
   - Высота орбиты (H): 400 км
   - Расстояние до Земли (R): радиус Земли (примерно 6371 км) + высота орбиты = 6371 км + 400 км = 6771 км
   - Потеря сигнала: Поскольку сигнал проходит через атмосферу и распространяется в пространстве, необходимо учитывать потери, которые

могут быть рассчитаны с использованием формулы свободного пространства:

$$L = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}\left(\frac{4\pi}{c}\right)$$

где:

- L — потери в дБ,
- d — расстояние до Земли (в метрах),
- f — частота сигнала (в Гц),
- c — скорость света (приблизительно 3×1083×108 м/с).

2. Геостационарная орбита

- Высота орбиты (H): примерно 35,786 км
- Расстояние до Земли (R): 6371 км + 35,786 км = 6386,786 км
- Потеря сигнала: аналогично, потери сигнала будут больше, чем на низкой орбите, из-за большего расстояния.

Сравнение мощностей

- Необходимая мощность сигнала: для определения необходимой мощности сигнала можно использовать уравнение:

$$P_t = P_r + L + G_t + G_r$$

где:

- PtPt — мощность передатчика,
- PrPr — мощность на приемной стороне,
- LL — потери сигнала,
- GtGt — коэффициент усиления передающей антенны,
- GrGr — коэффициент усиления приемной антенны.

3. На круговой орбите (400 км):
    - Потери сигнала будут меньше, следовательно, необходимая мощность передатчика будет ниже.
4. На геостационарной орбите:
    - Потери сигнала будут значительно выше из-за большего расстояния, что потребует большей мощности передатчика для достижения того же уровня SNR.

Заключение

- На круговой орбите (400 км): необходимая мощность зондирующих сигналов будет ниже из-за меньших расстояний и меньших потерь сигнала.
- На геостационарной орбите: необходимая мощность будет выше из-за больших расстояний и, соответственно, больших потерь сигнала.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_14__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Принципы формирования средневысотной группировки КА для задач РМ.
Правильный ответ:

1. Определение целей и задач: Первым шагом является четкое определение целей радиомониторинга, таких как наблюдение за радиочастотным спектром, сбор информации о радиоволновом фоне, мониторинг использования радиочастот и т.д.
2. Выбор орбитальных параметров: Низкоорбитальные КА обычно располагаются на высотах от 200 до 2000 км. Выбор высоты и наклона орбиты зависит от задач мониторинга, желаемого покрытия территории и времени видимости объектов.
3. Группировка КА: для обеспечения необходимого покрытия и частоты наблюдений формируется группировка КА. Это может включать:
    - Конфигурацию орбит: КА могут быть размещены на одной или нескольких орбитах с различными углами наклона для оптимального покрытия.
    - Число аппаратов: определяется количество КА, необходимое для достижения заданных целей, включая дублирование для повышения надежности.
4. Технические характеристики КА: Выбор оборудования и технологий для КА, включая антенны, приемные устройства и системы обработки данных, которые соответствуют задачам радиомониторинга.
5. Системы управления и обработки данных: Разработка систем для

управления группировкой КА, сбора и обработки данных, включая алгоритмы анализа радиочастотного спектра и автоматизацию процессов мониторинга.
6. Обеспечение взаимодействия: Создание системы связи между КА и наземными станциями для передачи данных, управления КА и мониторинга состояния систем.
7. Оценка и оптимизация: Проведение моделирования и анализа для оценки эффективности группировки, а также оптимизация параметров орбиты и конфигурации КА на основе полученных данных.
8. Соблюдение нормативных требований: Учет международных норм и стандартов, связанных с использованием радиочастотного спектра и запуском космических аппаратов.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Разработать и обосновать алгоритм расчета координат источника радиоизлучения разностно-дальномерным методом.
Правильный ответ:
Пример алгоритма
1. Ввод данных: координаты приемников, время прихода сигнала.
2. Расчет расстояний: вычислить расстояния от источника до каждого приемника.
3. Формулировка уравнений: записать уравнения для разностей расстояний.
4. Решение системы: использовать численные методы для нахождения координат источника.
5. Итерации: уточнить результат, если необходимо.
6. Вывод: координаты источника радиоизлучения.

Обоснование
Разностно-дальномерный метод позволяет точно определять местоположение источника радиосигналов, используя временные задержки сигналов, что делает его эффективным для радиомониторинга и навигации. Этот метод особенно полезен в условиях, когда невозможно использовать другие методы локализации, такие как GPS, или когда требуется высокая точность в определении координат.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Для группировки из 2 КА с Н=400 км рассчитать показатели качества функционирования космических комплексов ДЗЗ**.**
Правильный ответ:
Параметры орбиты
- **Высота орбиты (Н)**: 400 км.
- **Тип орбиты**: низкая круговая орбита (LEO).

2.1. **Период обращения**

Период обращения (T) КА можно рассчитать по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{\mu}}$$

- R=RE+H (радиус орбиты) = 6371 км + 400 км = 6771 км,
- μ (гравитационный параметр Земли) ≈ 3.986×1014 м^3/s^2

Подставляем значения:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(6771\times10^3)^3}{3.986\times10^{14}}} \approx 2\pi\sqrt{\frac{2.927\times10^{20}}{3.986\times10^{14}}} \approx 2\pi\sqrt{733.5\times10^5} \approx 2\pi\times856.6 \approx 5373\,\text{с}$$

Частота обращения

Частота обращения (n) может быть найдена как:

$$n = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{5373\,\text{с}} \approx 0.000186\,\text{об/с} \approx 0.186\,\text{об/мин.}$$

Покрытие территории

3.1. Ширина полосы съемки

Ширина полосы съемки (B) зависит от угла обзора камеры и высоты орбиты. Предположим, что ширина полосы съемки составляет 100 км (это значение зависит от характеристик конкретного КА и используемого оборудования).

3.2. Площадь покрытия

Для двух КА, работающих в тандеме, можно рассчитать площадь покрытия за один оборот:

A=B×L,

где L — длина пути, пройденного КА за один оборот:

$$L = 2\pi R = 2\pi\times6771\times10^3 \approx 42500\,\text{км.}$$

Таким образом, площадь покрытия за один оборот:

$$A = 100\,\text{км}\times42500\,\text{км} = 4.25\times10^6\,\text{км}^2.$$

Частота повторения съемки

С учетом двух КА, частота повторения съемки (F) может быть рассчитана как:

F=n×количество проходов=0.186 об/мин×2≈0.372 об/мин≈22.3 об/ч.

Итоговые показатели качества

1. **Период обращения**: ~89.5 мин.
2. **Частота обращения**: ~0.186 об/мин.
3. **Площадь покрытия за один оборот**: ~4.25 млн км².
4. **Частота повторения съемки**: ~22.3 об/ч (для двух КА).

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_15__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Интерполяция, децимация сигналов (назначение, принципы).
Правильный ответ:
Интерполяция сигналов
Назначение: Интерполяция сигналов используется для увеличения частоты дискретизации сигнала, то есть для получения более плотной сетки отсчетов сигнала. Это необходимо, например, при увеличении разрешения сигнала, при необходимости более точного анализа сигнала или при преобразовании сигнала из одного формата в другой.
Принципы: Интерполяция сигналов основана на использовании алгоритмов, которые позволяют восстановить значения сигнала между существующими отсчетами. Существуют различные методы интерполяции, такие как:

1. Линейная интерполяция: простейший метод, который использует линейную аппроксимацию между соседними отсчетами.
2. Интерполяция по сплайнам: метод, который использует сплайны (кривые, составленные из кусков полиномов) для аппроксимации сигнала.
3. Интерполяция по sinc-функции: метод, который использует sinc-функцию (функцию синуса, деленную на аргумент) для аппроксимации сигнала.

Децимация сигналов
Назначение: Децимация сигналов используется для уменьшения частоты дискретизации сигнала, то есть для уменьшения количества отсчетов сигнала. Это необходимо, например, при уменьшении размера сигнала, при необходимости уменьшения объема данных или при преобразовании сигнала из

одного формата в другой.
Принципы: Децимация сигналов основана на выборке отсчетов сигнала с уменьшенной частотой. Существуют различные методы децимации, такие как:

1. Децимация с усреднением: метод, который использует усреднение соседних отсчетов для получения нового отсчета.
2. Децимация с выборкой: метод, который выбирает каждый n-й отсчет из исходного сигнала.

В целом, интерполяция и децимация сигналов - это важные операции в обработке сигналов, которые позволяют изменять частоту дискретизации сигнала для различных целей.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Провести количественное сравнение методов пассивного определения координат:
Импульсного, непрерывного, синфазного, дальномерного (двух из четырех).
Правильный ответ:
Импульсный метод
Преимущества:

- Высокая точность определения направления прихода (DOA) сигнала.
- Эффективен для быстродвижущихся объектов.
- Простота и надежность алгоритма.

Недостатки:

- Требует высокого отношения сигнал/шум (SNR).
- Чувствителен к помехам и шумам.
- Ограничен по времени обнаружения коротких сигналов.

Количественные показатели:

- Точность: 1-5° (в зависимости от SNR и длительности сигнала).
- Разрешение: 1-10 Гц (в зависимости от полосы частот и частоты дискретизации).
- Время обработки: 10-100 мс (в зависимости от сложности алгоритма).

Синфазный метод
Преимущества:

- Высокая точность определения DOA при низком SNR.
- Устойчив к помехам и шумам.
- Может обнаруживать сигналы с изменяющейся частотой и амплитудой.

Недостатки:

- Требует сложных алгоритмов и больших вычислительных ресурсов.
- Может возникать неоднозначность в оценке DOA.

Количественные показатели:

- Точность: 0.1-2° (в зависимости от SNR и характеристик сигнала).
- Разрешение: 0.01-1 Гц (в зависимости от полосы частот и частоты дискретизации).

- Время обработки: 100-1000 мс (в зависимости от сложности алгоритма).

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать погрешности измерения координат наблюдаемого объекта в космических системах радиомониторинга для КА с H=500 км и L= 3 см.
Правильный ответ:
Для расчета погрешностей измерения координат наблюдаемого объекта в космических системах радиомониторинга необходимо учитывать следующие факторы:

1. Погрешность измерения дальности (rangefinding error) ΔR, которая зависит от точности измерения времени прохождения сигнала и скорости света.
2. Погрешность измерения азимута (azimuth error) ΔAz, которая зависит от точности измерения фазы сигнала и длины волны.
3. Погрешность измерения элевации (elevation error) ΔEl, которая зависит от точности измерения фазы сигнала и длины волны.

Погрешности измерения координат можно рассчитать, используя следующие формулы:
$\Delta R = c * \Delta t / 2$
где c - скорость света, Δt - погрешность измерения времени прохождения сигнала.
$\Delta Az = \lambda / (2 * \pi * L * \sin(El)) * \Delta\varphi$
где λ - длина волны, L - база антенны, El - элевация, Δφ - погрешность измерения фазы сигнала.
$\Delta El = \lambda / (2 * \pi * L * \cos(Az)) * \Delta\varphi$
где Az - азимут, Δφ - погрешность измерения фазы сигнала.
Для КА с H=500 км и L= 3 см, можно предположить следующие значения:

- Δt = 10 ns (погрешность измерения времени прохождения сигнала)
- Δφ = 10° (погрешность измерения фазы сигнала)
- λ = 0.03 м (длина волны, соответствующая частоте 10 ГГц)
- c = 3 * 10^8 м/с (скорость света)

Тогда:
ΔR = 3 * 10^8 м/с * 10 ns / 2 = 150 м
ΔAz = 0.03 м / (2 * π * 0.03 м * sin(30°)) * 10° = 1.45°
ΔEl = 0.03 м / (2 * π * 0.03 м * cos(30°)) * 10° = 2.58°
Погрешности измерения координат можно рассчитать как:
Δx = ΔR * sin(Az) * cos(El) = 150 м * sin(30°) * cos(30°) = 64.95 м
Δy = ΔR * sin(Az) * sin(El) = 150 м * sin(30°) * sin(30°) = 64.95 м
Δz = ΔR * cos(Az) = 150 м * cos(30°) = 129.9 м

Таким образом, погрешности измерения координат наблюдаемого объекта в космических системах радиомониторинга для КА с H=500 км и L= 3 см составляют:

- $\Delta x = 64.95$ м
- $\Delta y = 64.95$ м
- $\Delta z = 129.9$ м

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_16__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Амплитудный пеленгатор на базе многолучевой антенной системы.
Правильный ответ:
Амплитудный пеленгатор на базе многолучевой антенной системы — это устройство для определения направления прихода радиосигнала путем измерения относительной амплитуды сигнала, поступающего из разных лучей многолучевой антенны.
Многолучевая антенна состоит из нескольких излучающих или приемных элементов, расположенных так, чтобы обеспечить разный угол прихода сигнала к каждому элементу. В зависимости от направления прихода сигнала, относительные амплитуды сигналов, поступающих на каждый элемент, будут отличаться. Измерение этих относительных амплитуд позволяет определить направление прихода сигнала.
Амплитудный пеленгатор на базе многолучевой антенной системы может быть использован в различных системах связи, навигации, радиолокации и радиоастрономии. В системах связи и навигации он может использоваться для определения направления прихода сигнала от передатчика или от навигационного спутника. В радиолокации он может использоваться для определения направления прихода отраженного сигнала от объекта слежения. В радиоастрономии он может использоваться для определения направления прихода космического радиоизлучения.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Разработать алгоритм оценки разности моментов прихода сигналов в

разнесенные приемные пункты.

Правильный ответ:

Алгоритм оценки разности моментов прихода сигналов

Входные данные:

1. Множество приемных пунктов (например, P1, P2, ..., Pn) с известными координатами.
2. Сигналы, полученные на каждом приемном пункте, с известными временными метками.

Шаги алгоритма:

Сбор данных:

- Записать временные метки прихода сигнала на каждом приемном пункте:
  - tP1, tP2 ,...,*tPn*

Определение разности моментов прихода:

- Для каждого уникального сочетания приемных пунктов (например, P1 и P2):
  - Вычислить разность моментов прихода сигналов

$$\Delta t_{ij} = t_{Pi} - t_{Pj}$$

-
  - де Δtij — разность времени прихода сигнала между пунктами Pi и Pj.

Устранение задержек:

- Если известно, что сигнал был передан одновременно, можно использовать среднее значение задержек для корректировки:

$$\Delta t_{ij}^{\text{corr}} = \Delta t_{ij} - \text{avg_delay}$$

- Где avg_delayavg_delay — средняя задержка, рассчитанная на основе известных параметров системы.

Анализ результатов:

- Сохранить результаты разностей моментов прихода в виде матрицы или списка:

$$\text{Results} = \{\Delta t_{ij}^{\text{corr}}\}$$

- Провести анализ полученных данных для выявления закономерностей или аномалий.

Визуализация:

- Визуализировать разности моментов прихода для лучшего восприятия:
  - Построить графики или 3D-модели, показывающие разности времени.

Интерпретация данных:

- Использовать полученные разности моментов прихода для дальнейшего анализа, например, для определения направления источника сигнала или его местоположения.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать разность моментов прихода сигналов в разнесенные по широте на 50 градусов приемные пункты с КА с H=400 км.

Правильный ответ:

Определение расстояния между приемными пунктами:

- Разница в широте 50 градусов соответствует разнице в расстоянии по поверхности Земли.
- Радиус Земли (R) примерно равен 6371 км.
- Длина дуги на поверхности Земли, соответствующая 50 градусам

$$d = R \cdot \text{угол в радианах} = 6371\,\text{км} \cdot \left(\frac{50 \cdot \pi}{180}\right) \approx 6371 \cdot 0.8727 \approx 5553\,\text{км}$$

Определение расстояния от КА до каждого приемного пункта:

- Высота КА: H=400 км
- Расстояние от КА до приемного пункта можно рассчитать по теореме Пифагора

$$D = \sqrt{d^2 + H^2} = \sqrt{(5553\,\text{км})^2 + (400\,\text{км})^2}$$

$$D \approx \sqrt{30800000 + 160000} \approx \sqrt{30801600} \approx 5546.5\,\text{км}$$

Время прихода сигнала:

- Время, необходимое сигналу для достижения каждого приемного пункта

$$t = \frac{D}{c} = \frac{5546.5 \times 10^3\,\text{м}}{3 \times 10^8\,\text{м/с}} \approx 0.0185\,\text{с} \approx 18.5\,\text{мс}$$

1. **Разность моментов прихода сигналов**:
   - Если у нас есть два приемных пункта (P1 и P2), находящихся на 50 градусов по широте, то разность моментов прихода сигналов будет равна:

$\Delta t = tP1 - tP2$

Предположим, что сигнал достигает P1 и P2 одновременно (что не совсем точно из-за разницы в расстоянии), но для упрощения:

- Для P1: tP1≈18.5 мс$tP1$≈18.5мс
- Для P2: tP2≈18.5 мс$tP2$≈18.5мс

- Если P2 находится дальше по широте, время прихода будет больше: tP2=tP1+Δtt
- Для точного расчета необходимо учитывать конкретное расстояние, но в данном случае разность может быть незначительной, так как разница в расстоянии из-за широты не столь велика.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_17__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Информационные параметры радиолокационных систем землеобзора.
Правильный ответ:
1. Разрешающая способность
2. Дальность действия
3. Чувствительность
4. Область обзора
5. Частота работы
6. Спектральная ширина
7. Коэффициент усиления антенны
8. Методы обработки сигналов
9. Типы используемых сигналов
10. Качество получаемых данных
11. Скорость обработки данных
12. Системы координат
13. Качество изображения

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Провести количественное сравнение методов пассивного определения координат:
Импульсного, непрерывного, синфазного, дальномерного (двух из четырех).
Рассчитать момент прихода сигнала различными (двумя) методами.
Правильный ответ:

Методы определения координат

1. **Импульсный метод**
   - **Принцип работы**: Сигнал передается в виде коротких импульсов. Приемник фиксирует момент прихода импульса и определяет расстояние до объекта на основе времени задержки между отправкой и получением сигнала.
   - **Преимущества**: Высокая пространственная разрешающая способность; возможность работы в сложных условиях.
   - **Недостатки**: Ограниченная чувствительность на больших расстояниях.
2. **Непрерывный метод**
   - **Принцип работы**: Сигнал передается в виде непрерывной волны. Приемник анализирует уровень сигнала и его фазу для определения расстояния и направления.
   - **Преимущества**: Высокая чувствительность; возможность работы на больших расстояниях.
   - **Недостатки**: Меньшая пространственная разрешающая способность по сравнению с импульсным методом.

Количественное сравнение

1. Расчет момента прихода сигнала

Для расчета момента прихода сигнала можно использовать формулу для определения расстояния до объекта:

d=c·t

где:

- d — расстояние до объекта,
- c — скорость света (примерно 3×1083×108 м/с),
- t — время задержки сигнала.

Пример 1: Импульсный метод

Допустим, сигнал был отправлен и вернулся через t1=2 (миллисекунды):

$$d_1 = c \cdot t_1 = 3 \times 10^8 \text{ м/с} \cdot 2 \times 10^{-3} \text{ s} = 600 \text{ km}$$

Пример 2: Непрерывный метод

Для непрерывного метода, предположим, что время задержки сигнала составило t2=1 мс:

$$d_2 = c \cdot t_2 = 3 \times 10^8 \text{ м/с} \cdot 1 \times 10^{-3} \text{ s} = 300 \text{ km}$$

Сравнение результатов

Теперь сравним результаты двух методов:

- **Импульсный метод**: расстояние d1=600 km, время задержки t1=2 мс
- **Непрерывный метод**: расстояние d2=300 km, время задержки t2=1 мс

Выводы

- **Импульсный метод** позволяет обнаруживать объекты на большем расстоянии, но требует больше времени для обработки сигнала.
- **Непрерывный метод** более чувствителен и может использоваться для точного определения местоположения на меньших расстояниях, но с меньшей разрешающей способностью.

Таким образом, выбор метода зависит от конкретных требований задачи, таких как необходимая чувствительность, разрешающая способность и расстояние до объекта.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Сравнить необходимые мощности зондирующих сигналов для КА ДЗЗ на круговой орбите с Н=600 км и геостационарной**.**

Правильный ответ:

1. Круговая орбита на высоте 400 км
   - Высота орбиты (H): 400 км
   - Расстояние до Земли (R): радиус Земли (примерно 6371 км) + высота орбиты = 6371 км + 400 км = 6771 км
   - Потеря сигнала: поскольку сигнал проходит через атмосферу и распространяется в пространстве, необходимо учитывать потери, которые могут быть рассчитаны с использованием формулы свободного пространства:

$$L = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}\left(\frac{4\pi}{c}\right)$$

где:

- L — потери в дБ,
- d — расстояние до Земли (в метрах),
- f — частота сигнала (в Гц),
- c — скорость света (приблизительно 3×1083×108 м/с).

2. Геостационарная орбита
   - Высота орбиты (H): примерно 35,786 км
   - Расстояние до Земли (R): 6371 км + 35,786 км = 6386,786 км
   - Потеря сигнала: аналогично, потери сигнала будут больше, чем на низкой орбите, из-за большего расстояния.

Сравнение мощностей

- Необходимая мощность сигнала: для определения необходимой мощности сигнала можно использовать уравнение:

$$P_t = P_r + L + G_t + G_r$$

где:

- *Pt* — мощность передатчика,
- *Pr* — мощность на приемной стороне,
- *L* — потери сигнала,
- *Gt* — коэффициент усиления передающей антенны,
- *Gr* — коэффициент усиления приемной антенны.

5. На круговой орбите (400 км):
    - Потери сигнала будут меньше, следовательно, необходимая мощность передатчика будет ниже.
6. На геостационарной орбите:
    - Потери сигнала будут значительно выше из-за большего расстояния, что потребует большей мощности передатчика для достижения того же уровня SNR.

Заключение

- На круговой орбите (400 км): необходимая мощность зондирующих сигналов будет ниже из-за меньших расстояний и меньших потерь сигнала.
- На геостационарной орбите: необходимая мощность будет выше из-за больших расстояний и, соответственно, больших потерь сигнала.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_18__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Объекты радиолокационного наблюдения и их свойства.
Правильный ответ:
Природные объекты
a. Атмосферные явления
- Свойства: Облачность, осадки (дождь, снег, град), турбулентность.
- Применение: Метеорология, прогнозирование погоды, мониторинг климатических изменений.

b. Земная поверхность
- Свойства: Рельеф, типы земной поверхности (лес, вода, пустыня, сельскохозяйственные угодья).
- Применение: Геодезия, картография, управление природными ресурсами.

c. Водные объекты
- Свойства: Поверхностные волны, температура воды, загрязнение.
- Применение: Оценка состояния водоемов, мониторинг морской среды.

2. Искусственные объекты
a. Транспортные средства
- Свойства: Размер, форма, скорость, направление движения.
- Применение: Авиационный и морской транспорт, контроль за движением, безопасность.

b. Строения и инфраструктура
- Свойства: Высота, форма, материал (металл, бетон), отражающие

свойства.
- Применение: Градостроительство, мониторинг состояния зданий и сооружений.

c. Военные объекты
- Свойства: Размер, форма, уровень радиолокационной заметности (стелс).
- Применение: Обнаружение и отслеживание военной техники, управление боевыми действиями.

3. Динамические объекты

a. Животные
- Свойства: Размер, скорость, поведение (миграция, движение стада).
- Применение: Экология, мониторинг популяций диких животных.

b. Люди
- Свойства: Размер, скорость, направление движения.
- Применение: Безопасность, контроль за массовыми мероприятиями.

4. Спутники и космические объекты
- Свойства: Орбита, размеры, отражающие свойства.
- Применение: Мониторинг Земли, исследование космоса, связь.

Свойства объектов радиолокационного наблюдения
- Размер: определяет уровень разрешения, необходимого для их обнаружения.
- Форма: влияет на характеристики отражения радиоволн.
- Материал: Разные материалы имеют разные коэффициенты отражения, что влияет на обнаружение.
- Динамика: Движение объектов (скорость, направление) важно для их отслеживания.
- Радиолокационная заметность: Некоторые объекты могут быть спроектированы для снижения своей заметности (например, технологии стелс)

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Показать влияние трассы распространения сигнала на точность зондирования.

Правильный ответ:

1. Геометрия трассы распространения

a. Прямолинейность
- Описание: Радиоволны распространяются по прямой линии, и любые отклонения от этой линии могут привести к искажению сигнала.
- Влияние: если сигнал проходит через различные слои атмосферы (например, через облака или туман), это может вызвать преломление, отражение или рассеяние, что приводит к потере точности определения местоположения объектов.

b. Угол падения
- Описание: Угол, под которым сигнал падает на объект, влияет на

отражение сигнала.

- Влияние: Неправильный угол падения может привести к снижению коэффициента отражения, что затрудняет обнаружение объекта и может привести к ошибкам в определении его координат.

2. Атмосферные условия

a. Влажность и температура

- Описание: Атмосферные условия могут влиять на скорость распространения радиоволн.
- Влияние: Изменения в плотности воздуха из-за температуры и влажности могут вызывать преломление сигналов, что приводит к ошибкам в измерениях расстояния и, следовательно, в определении координат объектов.

b. Облачность и осадки

- Описание: Наличие облаков и осадков может ослаблять сигнал.
- Влияние: это приводит к уменьшению чувствительности системы и может увеличить вероятность пропуска объектов или неверного определения их местоположения.

3. Препятствия на пути сигнала

a. Ландшафтные особенности

- Описание: Горы, здания и другие препятствия могут блокировать или отражать радиосигналы.
- Влияние: это может вызвать «мертвые зоны» — области, где сигнал не достигает приемника, или может привести к многолучевому распространению, когда сигнал достигает приемника несколькими путями, что затрудняет определение точного местоположения объекта.

b. Эффект многолучевости

- Описание: Сигнал может отражаться от различных объектов и достигать приемника по нескольким путям.
- Влияние: это может привести к интерференции и искажению сигнала, что затрудняет его анализ и может снизить точность определения координат.

4. Качество антенн и оборудования

a. Угол обзора антенны

- Описание: Антенны имеют определенный угол обзора, в пределах которого они могут эффективно принимать сигналы.
- Влияние: если объект находится вне этого угла, точность зондирования может существенно снизиться.

b. Чувствительность и разрешающая способность

- Описание: Разные антенны имеют разные характеристики чувствительности и разрешающей способности.
- Влияние: Низкая чувствительность может привести к пропуску слабых сигналов, а низкая разрешающая способность — к невозможности различить близко расположенные объекты.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Сравнить требуемый уровень мощности сигнала передатчика КА при зеркальном и диффузном отражении**.**
Правильный ответ:

Параметр	**Зеркальное отражение**	**Диффузное отражение**
Эффективность отражения	**Высокая (большая часть сигнала возвращается)**	**Низкая (сигнал рассеивается)**
Потери сигнала	**Минимальные**	**Значительные**
Требуемая мощность	**Низкая**	**Высокая**
Пример поверхностей	**Вода, металл**	**Земля, растительность, бетон**

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_19__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Отражение радиоволн от различных поверхностей.
Правильный ответ:
1. Зеркальное отражение
Описание: Зеркальное отражение происходит, когда радиоволны сталкиваются с гладкой и ровной поверхностью, такой как вода или металл.
Характеристики:
- Эффективность: Высокая; большая часть энергии волны отражается обратно в направлении передатчика.
- Угол отражения: Угол падения равен углу отражения (закон отражения).
- Применение: Используется в радиолокации для точного определения местоположения объектов, таких как корабли или самолеты.

2. Диффузное отражение
Описание: Диффузное отражение происходит, когда радиоволны сталкиваются с неровными или шероховатыми поверхностями, такими как земля, растительность или бетон.
Характеристики:
- Эффективность: Низкая; энергия рассеивается в разных направлениях, и только небольшая часть возвращается к источнику.
- Угол отражения: не подчиняется закону отражения; отраженные волны направляются в различных направлениях.
- Применение: Важное для оценки покрытия местности и анализа сигналов в сложных условиях, таких как городские районы.

3. Полупрозрачное отражение
Описание: Полупрозрачные материалы, такие как стекло или некоторые виды пластика, могут отражать часть радиоволн, а часть пропускать.
Характеристики:

- Эффективность: зависит от толщины и материала; часть сигнала может проходить через поверхность.
- Применение: используется в системах, где требуется частичное отражение и пропускание сигналов, например, в некоторых типах антенн.

4. Абсорбция
Описание: Некоторые материалы, такие как вода или специальные поглощающие покрытия, могут поглощать радиоволны, уменьшая количество отраженного сигнала.
Характеристики:

- Эффективность: Высокая; большая часть энергии сигнала поглощается, что приводит к значительным потерям.
- Применение: используется для защиты от нежелательных отражений и в антеннах с поглощающими материалами.

5. Режимы отражения от сложных поверхностей
Описание: В реальных условиях поверхности часто имеют смешанные характеристики, что приводит к сложным режимам отражения.
Характеристики:

- Эффективность: зависит от комбинации зеркальных и диффузных свойств.
- Применение: важно учитывать в городских и природных условиях для точного моделирования распространения радиоволн.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Виды наземных ИРИ: акустические системы зондирования; спутниковые наземные приемники; системы радиомониторинга; средства радиосвязи**.**
Правильный ответ:

1. Акустические системы зондирования:
    - Эти системы используют звуковые волны для измерения и анализа различных параметров окружающей среды. Они могут применяться в геофизике для изучения земной коры, в океанографии для мониторинга морских экосистем, а также в других областях, где требуется зондирование с использованием акустических сигналов.
2. Спутниковые наземные приемники:
    - Эти устройства принимают сигналы от спутников, обеспечивая доступ к данным о положении объектов, метеорологических условиях, а также информации о радиочастотном спектре. Спутниковые приемники часто используются в системах глобального позиционирования (GPS) и метеорологии.

3. Системы радиомониторинга:
    - Как уже обсуждалось, системы радиомониторинга предназначены для наблюдения, анализа и обработки радиосигналов. Они включают антенны, приемники, анализаторы спектра и системы обработки данных, позволяя эффективно контролировать радиочастотный спектр и выявлять потенциальные угрозы или нарушения.
4. Средства радиосвязи:
    - Эти системы обеспечивают передачу информации с использованием радиоволн. Они могут включать в себя как аналоговые, так и цифровые радиостанции, системы мобильной связи, а также специализированные устройства для передачи данных в условиях ограниченной видимости или в сложных условиях окружающей среды

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Сравнить требуемый уровень мощности сигнала передатчика КА при зеркальном и диффузном отражении**.**
Правильный ответ:

Параметр	**Зеркальное отражение**	**Диффузное отражение**
Эффективность отражения	**Высокая (большая часть сигнала возвращается)**	**Низкая (сигнал рассеивается)**
Потери сигнала	**Минимальные**	**Значительные**
Требуемая мощность	**Низкая**	**Высокая**
Пример поверхностей	**Вода, металл**	**Земля, растительность, бетон**

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_20__

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Принцип действия радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны.
Правильный ответ:

Излучение радиосигнала:

- Радиолокатор излучает радиоволны (обычно в микроволновом диапазоне) в направлении наблюдаемой области. Сигналы могут быть импульсными или непрерывными.

Отражение сигнала:

- Излученные радиоволны отражаются от объектов на поверхности Земли (например, зданий, деревьев, воды) и возвращаются обратно к антенне радиолокатора.

Движение платформы:

- Радиолокатор обычно установлен на движущейся платформе, такой как самолет или спутник. В процессе движения антенна перемещается по определенной траектории, что создает эффект "синтезированной" апертуры.

Синтезирование апертуры:

- При движении платформы радиолокатор собирает данные о возвращенных сигналах с разных позиций. Эти данные обрабатываются для создания изображения, как если бы использовалась большая антенна (апертура).
- Синтезирование достигается путем обработки сигналов, полученных в

разные моменты времени, что позволяет существенно увеличить разрешение изображения.

Обработка сигналов:

- Полученные сигналы обрабатываются с использованием различных алгоритмов, включая методы фильтрации, корреляции и преобразования Фурье. Это позволяет выделить информацию о расстоянии до объектов и их характеристиках.
- Обработка также включает компенсацию эффектов движения платформы и других искажений, таких как рельеф местности.

Создание изображения:

- После обработки данные конвертируются в изображение, которое отображает распределение отражательной способности объектов на поверхности.
- Изображения могут быть получены в различных режимах (например, режимы "сильного" или "слабого" зондирования), что позволяет адаптировать систему под конкретные задачи.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Сравнить достоинства и недостатки запросного измерения дальности в космических РТС.

Правильный ответ:

Достоинства запросного измерения дальности:

1. Высокая точность:
    - Запросное измерение позволяет получать более точные данные о расстоянии, так как система может применять коррекцию на основе полученных ответов.
2. Устойчивость к помехам:
    - Активное взаимодействие с объектом позволяет лучше справляться с помехами, так как система может адаптироваться к изменениям в условиях сигнала.
3. Контроль состояния объекта:
    - В процессе запросного измерения можно получать дополнительную информацию о состоянии объекта, например, его местоположение, скорость и другие параметры.
4. Регулируемая частота запросов:
    - Система может изменять частоту запросов в зависимости от текущих задач, что позволяет оптимизировать использование ресурсов.
5. Способность к многократным измерениям:
    - Запросное измерение позволяет многократно проверять расстояние до объекта, что полезно для динамически изменяющихся условий.

Недостатки запросного измерения дальности:

1. Задержка в ответах:

    - Запросное измерение может быть медленным, так как требует времени на отправку запроса и получение ответа, что может быть критично в некоторых приложениях.
2. Зависимость от объекта:
    - Эффективность метода зависит от наличия активного ответа от объекта, что может быть проблематично для пассивных объектов или объектов, которые не могут или не хотят отвечать.
3. Энергетические затраты:
    - Активное запрашивание информации требует больше энергии по сравнению с пассивными методами измерения, что может быть важным фактором в космических системах.
4. Сложность системы:
    - Реализация запросного измерения может требовать более сложных алгоритмов и оборудования, что увеличивает стоимость и трудоемкость системы.
5. Ограниченная область применения:
    - Метод может быть менее эффективным в условиях, когда объекты находятся на больших расстояниях или в сложных условиях, таких как плотные облака или другие препятствия.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать пространственные величины зондируемой территории для H=600 км.

Правильный ответ:

Радиус зондирования (R) можно определить с помощью формулы, учитывающей высоту (H) и радиус Земли (R_Земли). Радиус Земли примерно равен 6371 км.

Формула для расчета радиуса зондирования:

$$R = \sqrt{2 \cdot R_{\text{Земли}} \cdot H + H^2}$$

Подставим значения:

- RЗемли=6371RЗемли=6371 км
- H=600H=600 км

$$R = \sqrt{2 \cdot 6371 \cdot 600 + 600^2}$$

$$R = \sqrt{7645200 + 360000} = \sqrt{8005200} \approx 2825.6 \text{ км}$$

Площадь (S) зондируемой территории может быть рассчитана по формуле площади круга:

$$S = \pi R^2$$

Подставим найденное значение радиуса:

$$S \approx \pi \cdot (2825.6)^2 \approx 3.14 \cdot 7987500 \approx 25000000 \text{ км}^2$$

Результаты

- Радиус зондирования: примерно 2825.6 км
- Площадь зондируемой территории: примерно 25,000,000 км²

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.в.н., доцент каф. ИС _____ В.А. Павлов

Заведующий кафедрой РИС: д.т.н., профессор _____ С.Ф. Боев