

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

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Пространственно-временная обработка сигналов**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шимкин П. Е.
	Идентификатор	R5cfa3315-ShimkinPY-194441df

(подпись)

П.Е. Шимкин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

А.Ю.
Сизякова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

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

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

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

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

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Основные параметры пространственно-временных радиосистем» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа «Радиоинтерферометрические системы для радиоастрономических исследований» (Контрольная работа)

3. Тест «Основные параметры пространственно-временных радиосистем» (Тестирование)

4. Тесты «Радиоинтерферометрические системы для радиоастрономических исследований» (Тестирование)

БРС дисциплины

9 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Введение. Наземные, космические и наземно-космические радиоизмерительные системы.					
Введение. Наземные, космические и наземно-космические радиоизмерительные системы.	+				
Основы теории и техники синтезированных антенных решеток					
Основы теории и техники синтезированных антенных решеток	+				
Радиоинтерферометрия и синтез в радиоастрономии и космических исследованиях.					

Радиоинтерферометрия и синтез в радиоастрономии и космических исследованиях.		+		
Дифференциальные синтезированные радиосистемы космической связи и навигации				
Дифференциальные синтезированные радиосистемы космической связи и навигации			+	
Аппаратура и методы реализации синтезированных когерентных радиосистем.				
Аппаратура и методы реализации синтезированных когерентных радиосистем.				+
Современные радиоинтерферометрические системы				
Современные радиоинтерферометрические системы				+
Вес КМ:	15	25	30	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов	Знать: методы расчета основных характеристик и показателей качества пространственно-временных радиосистем	Тест «Основные параметры пространственно-временных радиосистем» (Тестирование)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров	Уметь: реализовать алгоритм пространственно-временной обработки радиосигналов по заданному техническому заданию выполнять расчет основных характеристик и показателей качества пространственно-временных радиосистем	Контрольная работа «Основные параметры пространственно-временных радиосистем» (Контрольная работа) Контрольная работа «Радиоинтерферометрические системы для радиоастрономических исследований» (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-3 _{ПК-1} Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства или системы, реализующих требуемые алгоритмы обработки	Знать: методы и средства пространственно-временной обработки радиосигналов	Тесты «Радиоинтерферометрические системы для радиоастрономических исследований» (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест «Основные параметры пространственно-временных радиосистем»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

Проверяется знание основных характеристик и показателей качества пространственно-временных радиосистем

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета основных характеристик и показателей качества пространственно-временных радиосистем	<ol style="list-style-type: none">1. Какие свойства корреляционной функции вы знаете?2. Как вы понимаете, что радиointерферометр является измерителем разности дальностей до излучающего объекта?3. Что такое геометрическая задержка распространения радиосигнала от источника до радиointерферометра?4. Как связаны разность дальностей и угол между вектором базы радиointерферометра и направлением на радиоисточник излучения?5. Как формируется и какой вид имеет сигнал на выходе радиointерферометра?6. Чему равна ширина диаграммы радиointерферометра по уровню 0,5 дБ?7. Как связаны пространственный спектр радиоисточника и его радиоизображение.8. Что измеряет двухэлементный радиointерферометр в пространственном спектре радиоизображения источника.9. От чего зависит пространственная частота гармоники спектра, измеряемая двухэлементным радиointерферометром?10. Как формируется радиоизображение источника в многоэлементном радиointерферометре?11. Как используется вращение Земли для построения радиоизображения?12. Чем ограничена область небесной сферы при построении синтезированного радиоизображения ?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-2. Тесты «Радиоинтерферометрические системы для радиоастрономических исследований»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

Проверяется знание методов и средств пространственно-временной обработки радиосигналов

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы и средства пространственно-временной обработки радиосигналов	<ol style="list-style-type: none">1.Что дает использование антенных систем с синтезированной апертурой в интересах космической навигации и связи по сравнению с одиночной антенной в составе наземного комплекса управления (НКУ) космическими аппаратами (КА)?2.В чем состоит различие измерений углового положения КА с помощью одиночной антенны и многоэлементной антенной системы?3.Перечислите основные составляющие погрешности измерений дальности, доплеровского смещения и углового положения КА с помощью НКУ.4.Что такое дифференциальная разностно-дальномерная радиоизмерительная система Delta DOR?5.Что общего и в чем различие между методом пространственно-временных измерений углового положения квазара и космического аппарата при использовании антенной системы с синтезированной апертурой?6.Что дает суммирование сигналов КА при использовании антенной системе апертурного синтеза для космической связи?7.В чем состоят преимущества антенных систем с синтезированной апертурой, антенных кластеров, по сравнению с одиночными антеннами в составе НКУ?8.Какие методы суммирования сигналов КА вы знаете?9.Чем отличается ширина синтезированной диаграммы направленности (угловое разрешение)
--	--

	<p>линейной антенной решетки НКУ, ориентированной в направлении Север-Юг, в вертикальной плоскости, проходящей вдоль оси решетки и в перпендикулярном направлении?</p> <p>10. Что такое добротность антенны?</p> <p>11. Как связаны добротность антенной системы аппретурного синтеза и добротности отдельных антенн, входящих в ее состав?</p> <p>12. Как повысить добротность?</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-3. Контрольная работа «Основные параметры пространственно-временных радиосистем»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

Проверяется умение выполнять расчеты основных характеристик и показателей качества пространственно-временных радиосистем

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: выполнять расчет основных характеристик и показателей качества пространственно-временных радиосистем</p>	<p>1. Что является общим для пространственно-временной обработки сигналов космических аппаратов КА и внегалактических радиоисточников ВР с помощью двухэлементного радиоинтерферометра?</p> <p>2. В чем состоит различие моделей зависимости разности дальностей и геометрической задержки с пространственным положением КА и ВР?</p> <p>3. В чем различие амплитудно-частотных характеристик радиосигналов КА и ВР на апертуре наземного радиоинтерферометра?</p> <p>4. Что является общим пространственно-временным метрологическим базисом для наземного комплекса</p>
--	---

	<p>управления дальними космическими аппаратами НКУ ДКА и спутниковыми радионавигационными системами СРНС?</p> <p>5.Для чего нужна частотно-временная синхронизация при пространственно-временных измерениях и обработке сигналов?</p> <p>6.Как вы понимаете значение формулы Руза для оценки эффективности антенной системы с синтезированной апертурой?</p> <p>7.Критерий оценки требований к апертурному синтезу с использованием антенной решетки основывается на достижении минимальных фазовых ошибок при корреляционной обработке. Как вы это понимаете?</p> <p>8.Частотно-временная синхронизация выполняется в два этапа для пространственно-временной обработки сигналов антенных систем с синтезированной апертурой. Почему?</p> <p>9.Какие методы сличения удаленных шкал времени и частоты вам известны?</p> <p>10.Укажите области применения радиоинтерферометрии (фазосвязанной и интерферометрии со сверхдлинными базами).</p> <p>11.Какой из методов сличения удаленных шкал времени и частоты обладает наивысшей точностью и почему?</p> <p>12.Чем можно объяснить трудность поиска максимума кросскорреляционного отклика в наземно-космическом радиоинтерферометре проекта «Радиоастрон» («Спектр-Р»)?</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-4. Контрольная работа «Радиоинтерферометрические системы для радиоастрономических исследований»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

Краткое содержание задания:

Проверяется умение реализовать алгоритм пространственно-временной обработки радиосигналов по заданному техническому заданию

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: реализовать алгоритм пространственно-временной обработки радиосигналов по заданному техническому заданию	<ol style="list-style-type: none">1. Как определяется потенциальная разрешающая способность РСА по азимутальному направлению?2. Как определяется потенциальная разрешающая способность РСА по дальности?3. Что такое фокусированный и нефокусированный режим работы РСА?4. Из каких соображений выбирается длина волны излучения РСА?5. Как оценить удельную эффективную поверхность рассеяния для РСА?6. Какие требования предъявляются к размерам антенной системы радиотелескопа?7. Какие требования предъявляются к чувствительности приёмника радиотелескопа?8. Какие требования предъявляются к ширине полосы пропускания входного фильтра радиотелескопа?9. Какие требования предъявляются к интервалам когерентного и некогерентного накопления радиотелескопа?10. Почему системы с разнесённым приёмом, оценивающие угловое направление на наблюдаемый объект, называют фазовыми, корреляционно-амплитудными либо корреляционно-фазовыми?11. В чём заключается и для каких целей применяется метод апертурного синтеза?12. Какие системы апертурного синтеза называют системами суперсинтеза?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Что является целью ПВИ и ОРС ?
2. Оценить разрешающую способность по дальности (DY), длину синтезированной антенны ЛСИН и необходимое количество частотных каналов РСА, если $DFC=10\text{МГц}$, угол облучения $\alpha=30^\circ$, кратность некогерентного накопления $mO=4$, разрешающая способность $DX=25\text{м}$, размер антенны $d_a=14\text{м}$, $l=10\text{см}$, $H=600\text{км}$. Оценить время синтеза ТСИН и требуемую стабильность несущей частоты. Построить (качественно) и пояснить зависимость разрешающей способности в азимутальном направлении (DY) от наклонной дальности для РСА: а) с синтезированной апертурой антенны при фокусированной и не фокусированной обработке, б) при некогерентной обработке.

Процедура проведения

Каждому студенту выдаётся билет. Билет содержит теоретический вопрос и задачу

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

Вопросы, задания

1. Структура и состав пространственно-временной измерительной для космической навигации
2. Структура и состав пространственно-временной измерительной для космической связи
3. Аппаратно-программные методы суммирования сигналов в радиосистемах с синтезированной апертурой.
4. Обобщенный метод корреляционной обработки
5. Пространственно-временные измерения и обработка радиосигналов
6. Построение пространственной структуры объектов и их радиоизображений
7. Оценка физических характеристик в активном и пассивном режимах радиолокации
8. Оценка параметров движения в пространстве
9. Структура и состав пространственно-временной измерительной радиосистемы – антенные решетки фазосвязанные, с независимыми гетеродинами (РСДБ)
10. Основной состав радиосистемы: многоэлементная антенная решетка оптимальной конфигурации, приемная система и многоканальный коррелятор параллельного типа. Структура коррелятора

Материалы для проверки остаточных знаний

1. ЭПР цели показывает как цель
Ответы:
1) поглощает волны 2) пропускает волны 3) отражает волны
Верный ответ: 3) отражает волны
2. База сигнала - это
Ответы:

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

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

3. У сложных зондирующих радиолокационных сигналов база

Ответы:

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

Верный ответ: 1) больше одного

4. Эффект Доплера позволяет измерить

Ответы:

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

Верный ответ: 2) скорость движения цели

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

Вопросы, задания

1. В чем отличие независимой (РСДБ) и фазосвязанной радиоинтерферометрии?

2. Примеры радиоинтерферометрических антенных систем

3. Дистанционное управление ЛА и КА

4. Навигация ЛА и КА

5. Обмен телеметрической информацией

6. Структура и состав пространственно-временной измерительной радиосистемы – однопунктные и многопозиционные с синтезированной апертурой.

7. Базовый элемент синтезированной апертуры для ПВИ – двухэлементный интерферометр.

8. Синтезированная апертура (сплошная или незаполненная) – это линейная сумма (суперпозиция) двухэлементных радиоинтерферометров .

9. Метод измерений и обработки сигналов данных – измерение кросскорреляционных и автокорреляционных функций

10. Пространственно-временные схемы измерений - Абсолютные и дифференциальные (относительные) измерения и обработка данных

11. Основной состав радиосистемы для пространственно-временных измерений: антенная система и приемник/ передатчик +коррелятор

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как изменится разрешающая способность РЛС по дальности при увеличении ширины спектра зондирующего сигнала

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

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

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

3. Двумерная автокорреляционная функция зондирующего сигнала позволяет определить

Ответы:

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

Верный ответ: 3) разрешение по дальности и скорости

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

Ответы:

1) минимально 2) максимально 3) равно входному

Верный ответ: 2) максимально

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

Вопросы, задания

1. Какие задачи решаются с помощью ПВИ и ОРС?
2. Что входит в базовую структуру и состав радиосистемы для ПРИ и ОРС?
3. Что является базовым элементом синтезированной антенной системы?
4. Как синтезируется апертура ?
5. Какая функция является базовой для пространственно-временных измерений ?
6. Привести примеры радиосистем с синтезированной апертурой ?
7. Что является целью радиоинтерферометрических измерений и синтеза в радиоастрономии.
8. Какую главную задачу необходимо решить для построения радиоизображения
9. Какова структура и состав пространственно-временной измерительной радиосистемы для построения радиоизображений?
10. В чем состоит основа метода синтеза радиоизображения?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении расстояния до цели

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 2) Уменьшится

2. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении коэффициента усиления передающей антенны

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

3. Как изменится мощность в приёмнике РЛС при увеличении ЭПР цели

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

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

Ответы:

1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 2) Уменьшится

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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