МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Антенные решетки радиолокационных систем

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
5	Самостоятельная работа	42	42	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 46938

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	В. Ю. Куприц
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Ст. преподаватель кафедры РТС	_____	Д. О. Ноздреватых
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 46938

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение современного состояния радиолокационных систем с антенными решетками и перспектив развития.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно оценивать основные характеристики антенных решеток, анализировать и оптимизировать структуру антенных решеток, оценивать возможности их использования в радиолокационных систем различного назначения.

– В курсе «Антенные решетки в РЛС» принят единый методологический подход к изучению комплекса вопросов по изучению тактико-технических характеристик антенных решеток, применяемых в РЛС различного назначения и базирования, перспектив развития, технологических особенностей их построения и производства для радиолокационных систем.

– Предусмотренные программой курса «Антенные решетки в РЛС» знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение для формирования специалистов по направлению 210601 - Радиоэлектронные системы и комплексы.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенные решетки радиолокационных систем» (Б1.Б.31.5) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Космические системы, Математика, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем и комплексов управления, Радиолокационные станции.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-1.6 способностью проводить моделирование радиолокационных систем и устройств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • структуру, состав и назначение основных систем радиоавтоматики; • принципы построения и классификации систем радиоавтоматики; • методы создания математических моделей систем радиоавтоматики. • методы определения качественных показателей систем радиоавтоматики: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость; • методы проектирования оптимальных систем радиоавтоматики.

– **уметь** • проводить анализ линейных, нелинейных и дискретных систем радиоавтоматики при детерминированных и случайных воздействиях; • исследовать системы радиоавтоматики на устойчивость.

– **владеть** • методами использования способов практической оценки и обеспечения необходимых качественных показателей устройств РА: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	32	32

Согласована на портале № 46938

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	42	42
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	19	19
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	11
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Области применения и классификация антенных решеток	6	0	0	4	10	ПСК-1.6
2 Анализ и синтез характеристик антенных решеток	8	6	5	8	27	ПСК-1.6
3 Цифровые антенные решетки	6	4	5	12	27	ПСК-1.6
4 Адаптивные антенные решетки	6	4	0	8	18	ПСК-1.6
5 Компьютерное конструирование и моделирование антенных решеток	6	4	6	10	26	ПСК-1.6
Итого за семестр	32	18	16	42	108	
Итого	32	18	16	42	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Области применения и классификация антенных решеток	Антенные решетки для современных радиолокационных систем. Типы антенных решеток и их классификация. Фазированные антенные решетки. Антенные решетки с обработкой сигнала. Цифровые антенные решетки. Особенности конструкции пассивных и активных антенных решеток. Активные передающие фазирован-	6	ПСК-1.6

Согласована на портале № 46938

	ные антенные решетки в радиолокационных системах.		
	Итого	6	
2 Анализ и синтез характеристик антенных решеток	Основные параметры и характеристики антенных решеток. Коэффициент направленного действия антенных решеток. Определение геометрических характеристик фазированных антенных решеток. Полоса пропускания фазированных антенных решеток. Математические модели фазированных антенных решеток, ее элементов и узлов. Синтез диаграммы направленности фазированной антенной решетки.	8	ПСК-1.6
	Итого	8	
3 Цифровые антенные решетки	Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированной антенной решетке. Алгоритмы цифрового формирования диаграммы направленности. Варианты построения цифрового диаграммообразования. Особенности конструкции пассивных и активных цифровых антенных решеток.	6	ПСК-1.6
	Итого	6	
4 Адаптивные антенные решетки	Понятие адаптивной антенной решетки. Оптимальный весовой вектор. Методы оценки весового вектора. Прямые методы оценки весового вектора. Итерационный метод оценки весового вектора. Потенциальные возможности адаптивных антенных решеток. Факторы, препятствующие достижению потенциальных характеристик адаптивных антенных решеток при их технической реализации.	6	ПСК-1.6
	Итого	6	
5 Компьютерное конструирование и моделирование антенных решеток	Обзор специализированного программного обеспечения для моделирования и проектирования антенных решеток. Моделирование антенной решетки в САПР «CST MICROWAVE STUDIO». Моделирование антенной решетки в среде Matlab.	6	ПСК-1.6
	Итого	6	
Итого за семестр		32	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 46938

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Космические системы			+	+	
2 Математика		+			
3 Основы теории радиолокационных систем и комплексов			+	+	
4 Физика		+			
Последующие дисциплины					
1 Основы теории радионавигационных систем и комплексов			+	+	
2 Основы теории радиосистем и комплексов управления			+	+	
3 Радиолокационные станции			+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПСК-1.6	+	+	+	+	Домашнее задание, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
2 Анализ и синтез характеристик антенных решеток	Исследование характеристик антенных решеток	5	ПСК-1.6
	Итого	5	
3 Цифровые антенные решетки	Исследование характеристик цифровых антенных решеток	5	ПСК-1.6
	Итого	5	
5 Компьютерное конструирование и	Моделирование радиотехнических систем с ФАР	6	ПСК-1.6

Согласована на портале № 46938

моделирование антенных решеток	Итого	6	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
2 Анализ и синтез характеристик антенных решеток	Проектирование антенных решеток	6	ПСК-1.6
	Итого	6	
3 Цифровые антенные решетки	Проектирования цифровых антенных решеток	4	ПСК-1.6
	Итого	4	
4 Адаптивные антенные решетки	Проектирование адаптивных антенных решеток	4	ПСК-1.6
	Итого	4	
5 Компьютерное конструирование и моделирование антенных решеток	Компьютерное моделирование антенных решеток	4	ПСК-1.6
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				
1 Области применения и классификация антенных решеток	Проработка лекционного материала	4	ПСК-1.6	Опрос на занятиях
	Итого	4		
2 Анализ и синтез характеристик антенных решеток	Проработка лекционного материала	4	ПСК-1.6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
3 Цифровые антенные решетки	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.6	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 46938

	лабораторным работам			
	Итого	12		
4 Адаптивные антенные решетки	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.6	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Компьютерное конструирование и моделирование антенных решеток	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПСК-1.6	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		78		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
9 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Собеседование	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Согласована на портале № 46938

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664 (дата обращения: 27.11.2018).

2. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 159 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/736 (дата обращения: 27.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Буянов Ю. И., Гошин Г. Г. - 2013. 300 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3608 (дата обращения: 27.11.2018).

2. Устройства СВЧ и антенны : Учебник для вузов / Д. И. Воскресенский [и др.] ; ред. : Д. И. Воскресенский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радиотехника, 2006. - 375[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 371. - ISBN 5-88070-086-0 : 305.55 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 27.11.2018).

2. Основы автоматизированного проектирования антенных систем. Фазированная антенная решетка [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для магистрантов, направления 210400.68 «Радиотехника», профиль «Микроволновая техника и антенны» / Гошин Г. Г., Трубачев А. А., Фатеев А. В. - 2014. 33 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4882 (дата обращения: 27.11.2018).

3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественно-

Согласована на портале № 46938

научного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1845 (дата обращения: 27.11.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome

Согласована на портале № 46938

– LibreOffice
– Microsoft PowerPoint Viewer
– Microsoft Windows 7 Pro
– Opera
– Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-Zip
– AVAST Free Antivirus
– Adobe Acrobat Reader
– Google Chrome
– LibreOffice
– Microsoft PowerPoint Viewer
– Microsoft Visual Studio
– Microsoft Windows 7 Pro
– Opera
– Scilab

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

Согласована на портале № 46938

- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1 Выберите верное определение антенной решетки:

1) Антенная с большой апертурой

2) Антенна, состоящая из нескольких излучателей и параболического зеркала

3) Сложная антенна, состоящая из совокупности отдельных антенн, расположенных в пространстве особым образом

4) Антенная со сложной конструкцией

2 Выберите верное продолжение: «С увеличением шага расположения элементов антенной решетки…»: 1) Ширина диаграммы направленности уменьшается

2) Ширина диаграммы направленности увеличивается

3) Ширина диаграммы направленности не меняется

4) Ширина диаграммы направленности не зависит от шага расположения элементов антенной решетки

3 Выберите верное определение коэффициента направленного действия антенной решетки:

1) Отношение квадрата напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению квадрата напряженности поля по всем направлениям

2) Отношение квадрата напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению

3) Отношение напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению

4) Отношение напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к квадрату среднего значения

4 Выберите верное продолжение «С увеличением габаритных размеров антенной решетки…»:

1) Коэффициент усиления увеличивается

Согласована на портале № 46938

2) Коэффициент усиления уменьшается
3) Коэффициент усиления не меняется
4) Коэффициент усиления не зависит от размеров антенной решетки

5 Выберите верный ответ:
1) ЦФАР имеет только цифровые модули
2) ЦФАР имеет только аналоговые модули
3) ЦФАР имеет аналоговые и цифровые модули
4) ЦФАР не имеет ни аналоговых, ни цифровых модулей

6 Выберите верный ответ:
1) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР определяется количеством антенных элементов и мощностью передатчика ППМ
2) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР определяется количеством антенных элементов
3) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР определяется мощностью передатчика ППМ
4) Излучаемая мощность сигнала активной ФАР не зависит от количества антенных элементов

7 Диаграмма направленности антенной решетки равна:
1) Произведению диаграммы направленности антенного элемента на множитель решетки
2) Диаграмме направленности антенного элемента
3) Сумме диаграмм направленности всех антенных элементов
4) Произведению диаграмм направленности всех антенных элементов

8 Антенные элементы ФАР:
1) Не влияют друг на друга
2) Имеют взаимное влияние
3) Имеют взаимное влияние только при излучении
4) Имеют взаимное влияние только при приеме

9 Сигнал на выходе ФАР получается путем:
1) Сложения всех сигналов с антенных элементов, учитывая соответствующие им комплексные весовые коэффициенты
2) Сложения всех сигналов с антенных элементов, без учета соответствующих им комплексных весовых коэффициентов
3) Произведения всех сигналов с антенных элементов
4) Вычитания всех сигналов с антенных элементов, учитывая соответствующие им комплексные весовые коэффициенты

10 Приемный тракт ЦФАР состоит из:
1) МШУ, смесителя, гетеродина, УПЧ
2) МШУ, смесителя, гетеродина, УПЧ, АЦП, квадратурного формирователя
3) Смесителя, гетеродина, УПЧ, АЦП, квадратурного формирователя
4) МШУ, смесителя, гетеродина, УПЧ, квадратурного формирователя

11 Формирование лучей в ЦФАР происходит с использованием:
1) Устройств разделения цифровых потоков сигналов
2) Направленных ответвителей
3) Делителей мощности
4) Усилителей

Согласована на портале № 46938

12 Применение смесителя в приемном тракте ЦФАР необходимо:
1) Для усиления входного сигнала
2) Для понижения частоты входного сигнала
3) Для ослабления входного сигнала
4) Для фильтрации входного сигнала

13 Применение ЦФАР позволяет по сравнению с параболической антенной в РЛС позволяет:
1) Значительно уменьшить время обзора пространства за счет электронного сканирования луча
2) Значительно увеличить время обзора пространства за счет электронного сканирования луча
3) Уменьшить сектор обзора пространства за счет электронного сканирования луча
4) Уменьшить габариты и массу антенной системы

14 Применение ЦФАР позволяет по сравнению с параболической антенной в РЛС позволяет:
1) Увеличить количество лучей
2) Уменьшить количество лучей
3) Сформировать более узкий луч
4) Уменьшить габариты и массу антенной системы

15 Применение ЦФАР позволяет по сравнению с параболической антенной в РЛС позволяет:
1) Улучшить отношение сигнал/шум
2) Ухудшить отношение сигнал/шум
3) Сохранить отношение сигнал/шум
4) Увеличить уровень шумов

16 Применение малошумящего усилителя (МШУ) в приемном тракте ЦФАР необходимо:
1) Для уменьшения уровня входного сигнала
2) Для стабилизации уровня входного сигнала
3) Для фильтрации входного сигнала
4) Для усиления уровня входного сигнала

17 Применение АЦП в приемном тракте ЦФАР необходимо:
1) Для дискретизации входного сигнала
2) Для квантования входного сигнала по амплитуде
3) Для квантования входного сигнала по фазе
4) Для квантования входного сигнала по частоте

18 Применение квадратурного формирователя в приемном тракте ЦФАР необходимо:
1) Для преобразования частоты входного сигнала
2) Для формирования квадратур входного сигнала
3) Для фильтрации входного сигнала
4) Для устранения ошибок входного сигнала

19 ЦФАР имеют преимущество по сравнению с параболической антенной:
1) В количестве формируемых лучей и скорости сканирования пространства
2) В меньшем весе и габаритных размерах
3) В простоте конструкции
4) В низкой стоимости изготовления

20 ЦФАР имеют преимущество по сравнению с параболической антеннойЖ

Согласована на портале № 46938

1) В возможности формирования адаптивной диаграммы направленности

2) В возможности формирования более узкой диаграммы направленности при одинаковом размере антенн

3) В возможности формирования диаграммы направленности без боковых лепестков

4) В возможности формирования более широкой диаграммы направленности при одинаковом размере антенн

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Классификация фазированных антенных решеток по области применения в современных радиолокационных системах.

2. Классификация фазированных антенных решеток в соответствии с их техническими характеристиками.

3. Особенности применения фазированных антенных решеток в активных и пассивных радиолокационных системах.

4. Основные параметры и характеристики фазированных антенных решеток.

5. Математическая модель фазированных антенных решеток, ее элементов и узлов.

6. Характеристики направленности фазированной антенной решетки.

7. Коэффициент направленного действия и коэффициент усиления фазированной антенной решетки.

8. Связь характеристик направленности фазированной антенной решетки с шагом решетки и свойствами направленности отдельных излучателей.

9. Синтез диаграммы направленности фазированной антенной решетки по заданным характеристикам направленности, коэффициента усиления и т.п.

10. Методы формирования диаграмм направленности в многолучевых фазированных антенных решетках.

11. Структурная схема цифровых фазированных антенных решеток.

12. Методы и алгоритмы цифрового формирования диаграммы направленности фазированных антенных решеток.

13. Особенности построения цифровых антенных решеток для активных и пассивных радиолокационных систем.

14. Методы формирования адаптивной диаграммы направленности в цифровых фазированных антенных решетках.

15. Методы подавления помех, применяемых в радиолокационных системах с цифровыми антенными решетками.

16. Автокомпенсационный метод подавления активных шумовых помех в радиолокационных системах с цифровыми антенными решетками.

17. Цифровые методы формирования диаграмм направленности в многолучевых фазированных антенных решетках.

18. Проектирование фазированных антенных решеток с помощью прикладных специализированных программ (на примере программы Fazar 4.1).

19. Проектирование фазированных антенных решеток с помощью специализированных программ СВЧ моделирования (CST, HFSS и т.п.).

20. Проектирование радиолокационных систем с цифровыми фазированными антенными решетками с помощью специализированных программ (SystemVue, Phased Array System Toolbox).

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Антенные решетки для современных радиолокационных систем. Типы антенных решеток и их классификация. Фазированные антенные решетки. Антенные решетки с обработкой сигнала. Цифровые антенные решетки. Особенности конструкции пассивных и активных антенных решеток. Активные передающие фазированные антенные решетки в радиолокационных системах.

Основные параметры и характеристики антенных решеток. Коэффициент направленного действия антенных решеток. Определение геометрических характеристик фазированных антенных решеток. Полоса пропускания фазированных антенных решеток. Математические модели фазированных антенных решеток, ее элементов и узлов. Синтез диаграммы направленности фазированной антенной решетки.

Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированной антенной решетке.

Согласована на портале № 46938

Алгоритмы цифрового формирования диаграммы направленности. Варианты построения цифрового диаграммообразования. Особенности конструкции пассивных и активных цифровых антенных решеток.

Понятие адаптивной антенной решетки. Оптимальный весовой вектор. Методы оценки весового вектора. Прямые методы оценки весового вектора. Итерационный метод оценки весового вектора. Потенциальные возможности адаптивных антенных решеток. Факторы, препятствующие достижению потенциальных характеристик адаптивных антенных решеток при их технической реализации.

Обзор специализированного программного обеспечения для моделирования и проектирования антенных решеток. Моделирование антенной решетки в САПР «CST MICROWAVE STUDIO». Моделирование антенной решетки в среде Matlab.

14.1.4. Вопросы на собеседование

1. Из каких элементов состоит фазированная антенная решетка.
2. Назовите основные принципы построения антенных решеток.
3. Сформулируйте теорему перемножения и укажите область ее применения.
4. Назовите основные способы электрического сканирования. Поясните способ сканирования, используемый в данной работе.
5. Укажите способы устранения дифракционных максимумов.
6. Чем определяется ширина диаграммы направленности антенных решеток?
7. Объясните причину изменения формы диаграммы направленности при сканировании.
8. Объясните влияние дискрета фазы на форму диаграммы направленности.
9. Каково влияние амплитудно-фазового распределения в раскрыве решетки на величину КНД и форму диаграммы направленности?
10. Укажите критерии выбора высоты расположения излучателей над экраном.
11. В чем проявляется взаимная связь между излучателями резонансного типа в решетке?
12. В чем заключается принцип создания требуемого фазового распределения, используемый в работе?
13. Приведите схему питания антенной решетки, которая используется в данной работе.
14. Поясните принцип работы кольцевого делителя мощности.
15. В чем состоит отличие диаграммы направленности излучателя в решетке от диаграммы направленности изолированного излучателя?
16. Объясните методику снятия и построения диаграммы направленности решетки.
17. Сформулируйте принцип выбора межэлементного расстояния в антенных решетках.
18. Что называется модулем приемной АФАР?
19. Назовите составные части модуля приемной АФАР и объясните их назначение.
20. Что такое дискретность фазирования, с чем она связана?
21. Как влияет дискретность фазирования на основные характеристики АФАР?
22. Определите энергетический потенциал приемной АФАР через ее основные параметры.

14.1.5. Темы домашних заданий

1 Структурная схема ЦФАР.
2. Принципы работы адаптивных ЦФАР.
3. Моделирование ЦФАР для радиотехнических систем. .

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование характеристик антенных решеток
Исследование характеристик цифровых антенных решеток
Моделирование радиотехнических систем с ФАР

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополни-

Согласована на портале № 46938

тельные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 46938