

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности

_____ А.А. Панфилов
« 27 » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Направление подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоём- кость зач. ед.час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля, экз./зачет(час.)
3	3/108	-	36	-	36	экзамен(36)
Итого	3/108	-	36	-	36	экзамен(36)

Владимир 2018

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теория многоэлементных фазированных антенных решеток» (ТМЭФАР) являются:

2. Усвоение основных положений и принципов теории многоэлементных фазированных антенных решеток (ФАР).
3. Ознакомление с методами компьютерного и имитационного моделирования характеристик многоэлементных ФАР.
4. Анализ характеристик многоэлементных ФАР и свойств методов их физического моделирования с помощью современных средств вычислительной техники.
5. Получение базовых и углубленных знаний для успешного освоения дисциплины профессионального цикла, связанной с разными сферами деятельности специалиста:
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической;
 - научно-исследовательской;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина : Теория многоэлементных фазированных антенных решеток (ТМЭФАР);

- индекс: Б1.В.ДВ.03.01;
- вариативная часть, дисциплины по выбору.

Успешное освоение дисциплины предполагает знание общих разделов высшей математики, физики, основ теории цепей, теории электромагнитного поля, электродинамики и распространения радиоволн, устройств СВЧ и антенн.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ТМЭФАР

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать: основные положения теории многоэлементных фазированных антенных решеток, методы математического и имитационного моделирования их параметров, особенности характеристик многоэлементных ФАР в зависимости от конфигурации, взаимосвязь основных погрешностей физического макета с результатами имитационного моделирования (ОПК-1, ПК-1).

2) Уметь: используя современные программные средства, моделировать характеристики многоэлементных ФАР различной конфигурации; производить оценку различных погрешностей имитационных методов исследования антенных решеток (ОПК-1, ПК-1, ПК-2).

3) Владеть: математическими методами моделирования характеристик многоэлементных ФАР и программными средствами, реализованными на их основе; методами имитационного моделирования параметров антенных решеток и способами оценки возникающих при этом погрешностей (ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ТМЭФАР

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	РПР	СРС			
1	Расчет ФАР из плоских волноводов методом прямого обращения	3	1-2		4					4	2/50	
2	Моделирование характеристик ФАР из плоско-параллельных волноводов при сканировании в Е- и Н-плоскостях	3	3-4		4					4	2/50	
3	Моделирование характеристик ФАР из плоских волноводов с диэлектрическим экраном в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях	3	5-6		4					4	2/50	Рейтинг-контроль 1

4	Моделирование характеристик ФАР из плоских волноводов с диэлектрическими вставками при сканировании в Е- и Н-плоскостях	3	7-8	4			4	2/50		
5	Компьютерный анализ метода «конечного фрагмента» ФАР	3	9-10	4			4	2/50		
6	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная конечным числом излучателей	3	11-12	4			4	2/50	Рейтинг-контроль 2	
7	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная ошибкой измерения матрицы КВС	3	13-14	4			4	2/50		
8	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная технологической ошибкой реализации макета	3	15-16	4			4	2/50		
9	Суммарная погрешность метода «конечного фрагмента»		17-18	4			4	2/50	Рейтинг-контроль 3	
Всего				36			+	36	18/50	экзамен

В разделе “Практические занятия” трудоемкость указана без привязки к неделям учебного процесса, который определяется расписанием.

Матрица соотношений разделов дисциплины и формируемых компетенций							
Раздел дисциплины	Трудоемкость, час	Компетенции				Количество компетенций	
		ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-4		
1	4	+	+			2	
2	4	+	+	+	+	4	

3	4	+	+	+	+	4
4	4	+	+	+	+	4
5	4	+	+			2
6	4	+	+	+	+	4
7	4	+	+	+	+	4
8	4	+	+	+	+	4
9	4	+	+	+	+	4
Вес компетенций		0,28	0,28	0,22	0,22	

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость (в часах)
1	Расчет ФАР из плоских волноводов методом прямого обращения	4
2	Моделирование характеристик ФАР из плоско-параллельных волноводов при сканировании в Е- и Н-плоскостях	4
3	Моделирование характеристик ФАР из плоских волноводов с диэлектрическим экраном в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях	4
4	Моделирование характеристик ФАР из плоских волноводов с диэлектрическими вставками при сканировании в Е- и Н-плоскостях	4
5	Компьютерный анализ метода «конечного фрагмента» ФАР	4
6	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная конечным числом излучателей	4
7	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная погрешностью измерений матрицы КВС	4
8	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная технологической погрешностью реализации макета	4
9	Погрешность метода «конечного фрагмента», обусловленная суммарной погрешностью метода	4

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1 Активные и интерактивные формы обучения.

С целью формирования и развития профессиональных навыков магистрантов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения аудиторных занятий и внеаудиторной работы. Объем занятий проводимых с использованием интерактивных форм составляет 18 часов практических занятий и 36 часов внеаудиторной самостоятельной работы .

5.2 Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает внеаудиторную работу с материалами методических указаний, освоение пакета прикладных программ, включенного в учебно-методический комплекс.

5.3 Компьютерные технологии обучения

Для глубокого и качественного освоения дисциплины магистрантам предоставляется электронная версия учебно-методического комплекса, включающего: рабочую программу, список экзаменационных вопросов, методические указания к практическим занятиям, методические указания к самостоятельной работе. В УМК включен сопровождающий дисциплину авторский пакет прикладных программ.

5.4 Лекции приглашенных специалистов

В рамках курса ТМЭФАР предусмотрены встречи со специалистами, в частности: доктором технических наук, профессором кафедры АУ и РРВ МЭИ, г. Москва Сазоновым Д.М.;

начальником отдела «ГНПП «Крона», г. Владимир, Соколовым Н.Г.

5.5 Рейтинговая система обучения. Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр и предполагает оценку в баллах по результатам работы на практических занятиях и СРС.

6.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Вопросы к экзамену.

1. Основные параметры многоэлементных ФАР и их взаимосвязь .
2. Математические и физические способы моделирования характеристик ФАР при сканировании .
3. Математическое обоснование метода «конечного фрагмента» .
4. Математическая модель бесконечной периодической ФАР .
5. Взаимная связь в бесконечной линейной ФАР .
6. Решетка конечных размеров и краевые эффекты .

7. Расчет характеристик бесконечной ФАР из плоских волноводов комбинированным методом .
8. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов при сканировании в Е- и Н-плоскостях .
9. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов с диэлектрическим экраном в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях .
10. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов с диэлектрическими вставками в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях .
11. Математическое содержание и описание алгоритма программы анализа погрешностей метода «конечного фрагмента» .
12. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента» и ее связь с числом излучателей на фрагменте .
13. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная погрешностью измерения матрицы КВС .
14. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная технологической погрешностью реализации макета .
15. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная суммарной погрешностью .

6.2. Текущий контроль. Вопросы к рейтинг-контролю.

Рейтинг-контроль №1

1. Основные параметры многоэлементных ФАР и их взаимосвязь (п. 7в, [3] с. 7-10).
2. Математические и физические способы моделирования характеристик ФАР при сканировании (п. 7в, [3] с. 3-6).
3. Математическое обоснование метода «конечного фрагмента» (п. 7в, [3] с. 7-13).
4. Математическая модель бесконечной периодической ФАР (п. 7в, [3] с. 14-17).
5. Взаимная связь в бесконечной линейной ФАР (п. 7в, [3] с. 18-23).
6. Решетка конечных размеров и краевые эффекты (п. 7в, [3] с. 24-27).

Рейтинг-контроль №2

1. Расчет характеристик бесконечной ФАР из плоских волноводов комбинированным методом (п. 7в, [3] с. 28-36).
2. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов при сканировании в Е- и Н-плоскостях (п. 7в, [3] с. 37-39).

3. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов с диэлектрическим экраном в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях (п. 7в, [3] с. 40-43).
4. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов с диэлектрическими вставками в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях (п. 7в, [3] с. 44-46).

Рейтинг-контроль №3

1. Математическое содержание и описание алгоритма программы анализа погрешностей метода «конечного фрагмента» (п. 7в, [3] с. 47-50).
2. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента» и ее связь с числом излучателей на фрагменте (п. 7в, [3] с. 51-64).
3. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная погрешностью измерения матрицы КВС (п. 7в, [3] с. 65-72).
4. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная технологической погрешностью реализации макета (п. 7в, [3] с. 72-78).
5. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная суммарной погрешностью (п. 7в, [3] с. 78-79).

6.3. Самостоятельная работа студентов (СРС).

6.3.1. СРС с теоретическими материалами.

Самостоятельная работа включает домашнюю работу с теоретическими материалами, которые входят в состав учебно-методического комплекса, сопровождающего дисциплину. Эффективному характеру самостоятельной работы способствуют еженедельные консультации. Основное внимание в курсе уделено самостоятельному усвоению теоретических понятий, расчетных методов и программных средств моделирования и исследования многоэлементных ФАР. Необходимые пояснения и программные средства представлены в методических указаниях к СРС по дисциплине.

Оценка эффективности СРС по материалам курса проводится три раза за семестр в процессе рейтинг-контроля по вопросам для СРС.

Вопросы для СРС.

1. Основные параметры многоэлементных ФАР и их взаимосвязь (п. 7в, [3] с. 7-10).

2. Математические и физические способы моделирования характеристик ФАР при сканировании (п. 7в, [3] с. 3-6).
3. Математическое обоснование метода «конечного фрагмента» (п. 7в, [3] с. 7-13).
4. Математическая модель бесконечной периодической ФАР (п. 7в, [3] с. 14-17).
5. Взаимная связь в бесконечной линейной ФАР (п. 7в, [3] с. 18-23).
6. Решетка конечных размеров и краевые эффекты (п. 7в, [3] с. 24-27).
7. Расчет характеристик бесконечной ФАР из плоских волноводов комбинированным методом (п. 7в, [3] с. 28-36).
8. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов при сканировании в Е- и Н-плоскостях (п. 7в, [3] с. 37-39).
9. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов с диэлектрическим экраном в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях (п. 7в, [3] с. 40-43).
10. Характеристики бесконечной ФАР из плоских волноводов с диэлектрическими вставками в раскрыве при сканировании в Е- и Н-плоскостях (п. 7в, [3] с. 44-46).
11. Математическое содержание и описание алгоритма программы анализа погрешностей метода «конечного фрагмента» (п. 7в, [3] с. 47-50).
12. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента» и ее связь с числом излучателей на фрагменте (п. 7в, [3] с. 51-64).
13. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная погрешностью измерения матрицы КВС (п. 7в, [3] с. 65-72).
14. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная технологической погрешностью реализации макета (п. 7в, [3] с. 72-78).
15. Погрешность моделирования характеристик ФАР методом «конечного фрагмента», обусловленная суммарной погрешностью (п. 7в, [3] с. 78-79).

6.3.1. Расчетно-графическая работа для СРС.

Домашняя расчетно-графическая работа так же является базой для оценки степени усвоения теоретического материала и, совместно с другими формами учебного процесса, учитывается в рейтинг-контроле. Подготовлены 4 варианта РГР, каждая из которых охватывает основные разделы курса.

Задания для РГР:

1. Компьютерное моделирование характеристик ФАР из плоско - параллельных волноводов (п. 7в, [3] с. 28-37).

- 1.1. Моделирование характеристик ФАР из плоско-параллельных волноводов при сканирование в E- и H- плоскостях (п. 7в, [3] с. 37-39).
- 1.1(1) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР от угла фазирования при сканирование в E- плоскости. Рассчитать элементы столбца матрицы КВС. Расчет выполнить для решетки с шагом как меньше, так и больше $\lambda/2$; со стенками волноводов нулевой и конечной толщины.
- 1.1(2) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР от угла фазирования при сканирование в H- плоскости. Рассчитать элементы столбца матрицы КВС. Расчет выполнить для решетки с шагом больше $\lambda/2$, но меньше λ .
- 1.1(3) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР от угла фазирования при сканирование в E- плоскости. Рассчитать элементы матрицы КВС. Расчет выполнить для решетки с шагом больше λ , со стенками волновода нулевой и конечной толщины.
- 1.1(4) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР от угла фазирования при сканирование в H- плоскости. Рассчитать элементы матрицы КВС. Расчет выполнить для решетки с шагом больше λ , со стенками волновода нулевой и конечной толщины.
- 1.2. Моделирование характеристик ФАР из плоских волноводов с диэлектрическим экраном в раскрыве при сканирование в E- и H- плоскостях (п. 7в, [3] с. 40-44).
- 1.2(1) Решить задачу, аналогичную 1.1(1), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость экрана $\epsilon=3$. Рассмотреть варианты с толщиной экрана $\lambda_{\epsilon}/8, \lambda_{\epsilon}/4, 5\lambda_{\epsilon}/8, 6\lambda_{\epsilon}/8, 7\lambda_{\epsilon}/8, \lambda_{\epsilon}$, где $\lambda_{\epsilon}=\lambda_0/\sqrt{\epsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.
- 1.2(2) Решить задачу, аналогичную 1.1(2), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Электродинамические и геометрические параметры экрана – аналогичны задаче 1.2(1).
- 1.2(3) Решить задачу, аналогичную 1.1(3), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Электродинамические и геометрические параметры экрана – аналогичны задаче 1.2(1).
- 1.2(4) Решить задачу, аналогичную 1.1(4), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Электродинамические и геометрические параметры экрана – аналогичны задаче 1.2(1).
- 1.3. Моделирование характеристик ФАР из плоских волноводов с

диэлектрическими вставками при сканирование в E- и H- плоскостях (п. 7в, [3] с. 44-46).

- 1.3(1) Решить задачу, аналогичную 1.1(1), для решетки с диэлектрическими вставками. Относительная диэлектрическая проницаемость материала вставок $\epsilon=3$. Рассмотреть варианты с толщиной вставок $\lambda_\epsilon/8; \lambda_\epsilon/2, \lambda_\epsilon/4, 5\lambda_\epsilon/8, 6\lambda_\epsilon/8, 7\lambda_\epsilon/8, \lambda_\epsilon, \lambda_\epsilon$, где $\lambda_\epsilon = \lambda_0/\sqrt{\epsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью вставок.
- 1.3(2) Решить задачу, аналогичную 1.1(2), для решетки с диэлектрическими вставками. Электродинамические и геометрические параметры вставок – аналогичны задаче 1.3(1).
- 1.3(3) Решить задачу, аналогичную 1.1(3), для решетки с диэлектрическими вставками. Электродинамические и геометрические параметры вставок – аналогичны задаче 1.3(1).
- 1.3(4) Решить задачу, аналогичную 1.1(4), для решетки с диэлектрическими вставками. Электродинамические и геометрические параметры вставок – аналогичны задаче 1.3(1).
2. Компьютерный анализ погрешностей метода «конечного фрагмента» при имитационном моделирование характеристик ФАР из плоскопараллельных волноводов (п. 7в, [3] с. 47-50).
- 2.1 Анализ погрешности, обусловленной конечным числом элементов на фрагменте для ФАР различной конфигурации (п. 7в, [3] с. 51-64).
- 2.1(1) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР при сканировании в E-плоскости, получаемую при имитационном моделирование на фрагменте с конечным числом элементов. Расчет выполнить для решетки с шагом меньше и больше $\lambda/2$, но меньше λ , со стенками волноводов конечной толщины. Рассмотреть задачи восстановления зависимости по 10, 20, 30, 40, 50, 80 КВС без экстраполяции.
- 2.1(2) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР при сканировании в H-плоскости, получаемую при имитационном моделирование на фрагменте с конечным числом элементов. Расчет выполнить для решетки с шагом больше $\lambda/2$, но меньше λ , со стенками волноводов конечной толщины. Рассмотреть задачи восстановления зависимости по 10, 20, 30, 40, 50, 80 КВС без экстраполяции.
- 2.1(3) Решить задачу, аналогичную 2.1(1), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость экрана $\epsilon=3$. Рассмотреть варианты толщины экрана $\lambda_\epsilon/8; \lambda_\epsilon/2, \lambda_\epsilon/4$, где $\lambda_\epsilon = \lambda_0/\sqrt{\epsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.
- 2.1(4) Решить задачу, аналогичную 2.1(2), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость

экрана $\varepsilon=3$. Рассмотреть варианты толщины экрана $\lambda_{\varepsilon}/8$; $\lambda_{\varepsilon}/2$, $\lambda_{\varepsilon}/4$, где $\lambda_{\varepsilon}=\lambda_0/\sqrt{\varepsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.

- 2.2 Анализ погрешности, обусловленной погрешностью измерения матрицы КСВ фрагмента для ФАР различной конфигурации (п. 7в, [3] с. 65-72).
- 2.2(1) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР при сканировании в Е-плоскости, получаемую при имитационном моделировании на фрагменте с конечным числом элементов. Расчет выполнить для решетки с шагом меньше и больше $\lambda/2$, но меньше λ , со стенками волноводов конечной толщины при $\sigma=0,1$. Рассмотреть задачи восстановления зависимости по 10, 20, 30, 40, 50, 80 КВС без экстраполяции.
- 2.2(2) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР при сканировании в Н-плоскости, получаемую при имитационном моделировании на фрагменте с конечным числом элементов. Расчет выполнить для решетки с шагом больше $\lambda/2$, но меньше λ , со стенками волноводов конечной толщины при $\sigma=0,1$. Рассмотреть задачи восстановления зависимости по 10, 20, 30, 40, 50, 80 КВС без экстраполяции.
- 2.2(3) Решить задачу, аналогичную 2.2(1), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость экрана $\varepsilon=3$. Рассмотреть варианты толщины экрана $\lambda_{\varepsilon}/8$; $\lambda_{\varepsilon}/2$, $\lambda_{\varepsilon}/4$, где $\lambda_{\varepsilon}=\lambda_0/\sqrt{\varepsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.
- 2.2(4) Решить задачу, аналогичную 2.2(2), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость экрана $\varepsilon=3$. Рассмотреть варианты толщины экрана $\lambda_{\varepsilon}/8$; $\lambda_{\varepsilon}/2$, $\lambda_{\varepsilon}/4$, где $\lambda_{\varepsilon}=\lambda_0/\sqrt{\varepsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.
- 2.3 Анализ погрешности, обусловленной технологической погрешностью реализации макета фрагмента ФАР различной конфигурации (п. 7в, [3] с. 72-78).
- 2.3(1) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР при сканировании в Е-плоскости, получаемую при имитационном моделировании на фрагменте с конечным числом элементов. Расчет выполнить для решетки с шагом меньше и больше $\lambda/2$, но меньше λ , со стенками волноводов конечной толщины при $\Delta/\lambda=0,1$. Рассмотреть задачи восстановления зависимости по 10, 20, 30, 40, 50, 80 КВС без экстраполяции.
- 2.3(2) С помощью программы МКФ рассчитать зависимость действующего коэффициента отражения на входе излучателей ФАР при сканировании в Н-плоскости, получаемую при имитационном моделировании на фрагменте с конечным числом элементов. Расчет выполнить для решетки с шагом больше $\lambda/2$, но меньше λ , со стенками волноводов конечной толщины при $\Delta/\lambda=0,1$. Рассмотреть задачи восстановления зависимости по 10, 20, 30, 40,

50, 80 КВС без экстраполяции.

- 2.3(3) Решить задачу, аналогичную 2.3(1), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость экрана $\epsilon=3$. Рассмотреть варианты толщины экрана $\lambda_\epsilon/8$; $\lambda_\epsilon/2$, $\lambda_\epsilon/4$, где $\lambda_\epsilon = \lambda_0/\sqrt{\epsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.
- 2.3(4) Решить задачу, аналогичную 2.3(2), для решетки с диэлектрическим экраном в раскрыве. Относительная диэлектрическая проницаемость экрана $\epsilon=3$. Рассмотреть варианты толщины экрана $\lambda_\epsilon/8$; $\lambda_\epsilon/2$, $\lambda_\epsilon/4$, где $\lambda_\epsilon = \lambda_0/\sqrt{\epsilon}$ - длина волны в среде с диэлектрической проницаемостью экрана.

Варианты заданий РГР

- Вариант РГР №1: 1.1(1); 1.2(1); 1.3(1); 2.1(1); 2.2(1); 2.3(1).
- Вариант РГР №2: 1.1(2); 1.2(2); 1.3(2); 2.1(2); 2.2(2); 2.3(2).
- Вариант РГР №3: 1.1(3); 1.2(3); 1.3(3); 2.1(3); 2.2(3); 2.3(3).
- Вариант РГР №4: 1.1(4); 1.2(4); 1.3(4); 2.1(4); 2.2(4); 2.3(4).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Сазонов Д.М. Многоэлементные антенные системы. Матричный подход. Монография. М: Радиотехника, 2015. – 144 с.(Библиотека ВлГУ).
2. Хансен Р.С.Фазированные антенные решетки/Хансен Р.С. ;ред. С англ. Синани А.И.-[2-е изд.]-М.:Техносфера,2012.-558 с.
3. Банков С.Е. Антенные решетки с последовательным питанием [Электронный ресурс] / Банков С.Е. –Электрон. Текстовые данные.- М.: Физматлит, 2013. – 416 с.
4. Типикин А.А. Моделирование антенных устройств в Matlab с использованием пакета расширения Antenna Toolbox [Электронный ресурс]/Типикин А.А.- Электрон. Текстовые данные-М.:СОЛОН-ПРЕСС, 2015.-116с.

б) дополнительная литература

1. Бей Н.А. исследование характеристик активной фазированной антенной решетки (электронный ресурс): учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.– 24 с.
2. Григорьев А.Д. Методы вычислительной электродинамики [Электронный ресурс]/Григорьев А.Д.-Электрон. Текстовые данные.-М.:ФМЗМАТЛИТ,2012.- 432с.

3. Скобелев С.П. Фазированные антенные решетки с парциальными диаграммами направленности (электронный ресурс). – М.: Физматлит, 2012. – 320 с.

в) методическая литература

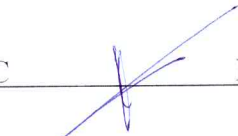
1. Гаврилов В. М. Теория многоэлементных фазированных антенных решеток. Практические занятия. Методические указания. ВлГУ, Владимир, 2013. – 55 с.
2. Гаврилов В. М. Теория многоэлементных фазированных антенных решеток. Учебно-исследовательские задачи. Методические указания. ВлГУ, Владимир, 2013. – 10 с.
3. Гаврилов В. М. Теория многоэлементных фазированных антенных решеток. Самостоятельная работа. Методические указания. ВлГУ, Владимир, 2013. – 82 с.


8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ ТМЭФАР

8.1. Компьютеры со специализированным программным обеспечением (8 шт.) в лаборатории 228-3.

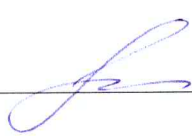
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
11.04.01 Радиотехника

Рабочую программу составил профессор кафедры РТ и РС  В.М. Гаврилов

Рецензент(ы) Генеральный директор ОАО "Владимирское КБ Радиосвязи"
 А.Е. Богданов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 23 от 26.06.14 года.

Заведующий кафедрой РТ и РС  О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления _____

Протокол № 10 от 27.06.14 года.

Председатель комиссии _____  О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт _____

Кафедра _____

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 2019г.

Заведующий кафедрой

(подпись, ФИО)

Актуализация рабочей программы дисциплины

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования

Форма обучения

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: _____
(подпись, должность, ФИО)

а) основная литература: _____ *(не более 5 книг)*

б) дополнительная литература: _____

в) периодические издания: _____

г) интернет-ресурсы: _____