

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО – АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДЕНО УС РАУ

Ректор



А.Р. Ларбинян

08.08.2020 г., протокол №8

**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ТЕХНИКА СВЧ И АНТЕННЫ»
ПО ПРОФИЛЮ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
«ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
СИСТЕМЫ СВЯЗИ»**

1. Аннотация

Актуальность программы

Для передачи, приема и обработки информационных сигналов в СВЧ применяется специфическая элементная база, на основе которой реализуются антенно-фидерные и приемо-передающие тракты современных СВЧ системах. Поэтому изучение программы «Техника СВЧ и антенны» по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профессиональная деятельность которого связана с разработкой и эксплуатацией современных радиоэлектронных информационных систем, в том числе и микроволнового диапазона, является актуальной задачей.

Цели реализации программы

Основными целями изучения дисциплины являются: усвоение теоретических понятий, методов расчета, принципов построения, функционирования трактов СВЧ и антенн; подготовка к овладению современными методами автоматизированного проектирования; получение знаний, навыков использования основ теории цепей СВЧ и теории передающих и приемных антенн на базе законов электродинамики. Кроме того, цель изучения - научиться производить расчет типовых узлов тракта СВЧ с помощью матричного аппарата с использованием интегрированной системы программирования MatLab, проводить экспериментальные исследования характеристик узлов СВЧ и антенн.

Программа повышения квалификации «Техника СВЧ и антенны» направлена на совершенствование и получение новой компетенции в области радиотехники, необходимой для профессиональной деятельности, и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Задача реализации программы

Изучение новых подходов и методов проведение разработки и моделирования СВЧ устройств и антенных систем. Основываясь на основных теоретических положениях и методах.

2. Уровень образовательной программы –дополнительное профессиональное образование.

3. Вид образовательной программы: дополнительная (повышение квалификации).

4. Трудоемкость программы повышения квалификации

Настоящая программа рассчитана на 80 академических часов.

5. Форма обучения - очная с применением дистанционных образовательных технологий в режиме видеоконференции– связи;

6. Срок освоения программы 8 недель по 5 занятий в неделю.

7. Категориями слушателей для программы повышения квалификации являются лица, имеющие среднее профессиональное или высшее образование.

8. Для приема на обучение предоставляются следующие документы:

8.1 Заполненная в установленной форме заявка.

8.2 Копия документа, удостоверяющего личность.

8.3 Диплом о наличии среднего профессионального или высшего образования лица, имеющие среднее профессиональное и высшее образование.

9. Планируемые результаты обучения:

- Знания: принципов функционирования устройств СВЧ и антенн, аналитических и численных методов их расчета;
- Умения: оценивать параметры антенно-волноводных трактов радиоэлектронных и радиотехнических систем;
- Навыки: владения методами конструктивного расчета устройств СВЧ с учетом особенностей построения радиоэлектронных и радиотехнических систем.

10. Описание перечня профессиональных компетенций, формируемых в результате освоения программы повышения квалификации

- **Проектно-конструкторская деятельность:** Способность к разработке моделей различных технических процессов и проверке их адекватности на практике, готовностью использовать пакеты прикладных программ анализа и синтеза инфокоммуникационных систем, сетей и устройств.

- **Научно-исследовательская деятельность:** Готовность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС.
- **Проектная деятельность:** Готовность к участию в выполнении программ развития в области ИКТиСС на основе новых технологий, готовность и способность участия в работе по созданию проектов развития инфокоммуникационной инфраструктуры и отдельных ее элементов
- **Организационно-управленческая деятельность:** Способность управлять технологическими изменениями, нахождением путей совершенствования инфокоммуникационной структуры организаций, готовность участвовать в организации и проведении реструктуризации инфокоммуникационных подразделений предприятий в целях повышения их эффективности.

11. Форма итоговой аттестации –тест

12. Распределение объема программы по разделам и/или темам и видам учебной работы

Разделы/темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина -ры (ак. часов)
1	2=3+4+5	3	4	5
Введение	2			
Раздел 1. СВЧ линии передачи и многополюсники	21	12	5	4
Тема 1. Регулярные линии передачи электромагнитной энергии и их технические характеристики		4	2	1
Тема 2. Нерегулярные линии передачи электромагнитной энергии и их технические характеристики		2	1	1
Тема 3. Двухполюсники или оконечные устройства в линиях		4	1	1
Тема 4. Четырехполюсники		2	1	1

Раздел 2. Антенны в СВЧ диапазоне	20	10	5	5
Тема 5. Элементарные излучатели электромагнитных волн		2	1	1
Тема 6. Адаптивные антенные решетки		2	1	1
Тема 7. Цифровые антенные решетки		2	1	1
Тема 8. Целевые алгоритмы управления ДН антенной решетки		2	1	1
Тема 9. ММО технология		2	1	1
Модуль 1.	2			
Раздел 3. Радиотехнические системы	23	10	5	8
Тема 10. Классификация радиотехнических сигналов и их основные параметры		2	1	2
Тема 11. Радиоприемные устройства		2	1	2
Тема 12. Радиопередающие устройства		2	1	2
Тема 13. Нелинейные элементы, их характеристики и методы аппроксимации. Гармонический анализ тока в нелинейных элементах.		2	1	1
Тема 14. Нелинейное резонансное усиление, умножение и преобразование частоты. Детектирование и параметрические преобразования сигналов.		2	1	1
Раздел 4. Компьютерное моделирование	10	4	2	4
Тема 15. Моделирование как метод познания.		2	1	2
Тема 16. Классификация моделей.		2	1	2
Модуль 2	2			
ИТОГО	80	36	17	21

13. Содержание разделов/тем программы

Раздел 1. СВЧ линии передачи и многополюсники

Тема 1. Регулярные линии передачи электромагнитной энергии и их технические характеристики

Классификация линий передачи СВЧ. Условие регулярности. Классификация линий по диапазонам частот.

Тема 2. Нерегулярные линии передачи электромагнитной энергии и их технические характеристики

Классификация линий передачи СВЧ. Условие нерегулярности. Классификация линий по диапазонам частот.

Тема 3. Двухполюсники или оконечные устройства в линиях

Основные свойства двухполюсников. Загораживающие поршні, согласованные нагрузки, индикаторы мощности (детекторные и термисторные головки), резонаторы.

Тема 4. Четырехполюсники

Основные свойства четырехполюсников. Неоднородности в линиях передачи. Переходы в линиях передачи. Вращающиеся сочленения. Согласующие устройства (реактивные диафрагмы и штыри, компенсирующий реактивный контур и трансформатор). Атенюаторы (ослабители мощности). Фазовращатели (взаимные), поляризаторы. Проходные резонаторы. Фильтры СВЧ.

Литература:

1. А.Д. Григорьев. Электродинамика и техника СВЧ. – М: Изд Высшая школа, 1990.
2. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. - М: Изд.ВШ. Т.1 - 1970.
3. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. - М: Изд.ВШ. Т.2 - 1972.
4. В.М. Максимов. Линии передачи СВЧ диапазона. - МО РФ, УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации. Выпуск 2, САЙНС - ПРЕСС, 2002.

Раздел 2. Антенны в СВЧ диапазоне

Тема 5. Элементарные излучатели электромагнитных волн

Тема 6. Адаптивные антенные решетки

Подавление мешающих сигналов, в том числе при минимуме априорных сведений об их параметрах. Использование в системах подвижной и фиксированной связи третьего, четвертого и пятого поколений (3G, 4G и 5G).

Тема 7. Цифровые антенные решетки

Цифровые антенные решетки и Активные антенные решетки. Анализ современной элементной базы цифровых антенных решеток. Цифровые устройства формирования луча, особенности формирования сигнала цифровыми методами.

Тема 8. Целевые алгоритмы управления ДН антенной решетки

Основные теоретические сведения, описаны принципы построения, методы и алгоритмы адаптации адаптивных антенных решеток (ААР). Приведены выражения для оптимальных весовых коэффициентов ААР, для ряда классов алгоритмов адаптации, основанных на процедурах непосредственного вычисления, градиентных процедурах первого и второго порядков, процедурах с нелинейными правилами принятия решения.

Тема 9. ММО технология

Метод пространственного кодирования сигнала, позволяющий увеличить полосу пропускания канала, при котором для передачи данных используются две и более антенны и такое же количество антенн для приёма.

Литература:

1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Под ред. Г.А. Ерохина. - М: Изд. Радио и связь, 1996.
2. Генераторы и усилители СВЧ. Под ред. И.В. Лебедева. М., Радиотехника, 2006.
3. А.Л. Дрabbкин, В.Л. Зузенко, Ф.Г. Кислов. Антенно-фидерные устройства. – М: Изд. Сов. Радио, 1974.
4. Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Пономарев Устройства СВЧ и антенны Под редакцией Д. И. Воскресенского Издательство «Радиотехника» Москва 2006

Раздел 3. Радиотехнические системы

Тема 10. Классификация радиотехнических сигналов и их основные параметры

Детерминированные и случайные сигналы. Аналоговые и цифровые сигналы. Основные параметры радиотехнических сигналов.

Тема 11. Радиоприемные устройства

Радиоприемным устройством в широком смысле называют систему узлов и блоков, которые осуществляют: обеспечение с помощью приемной антенны пространственной и поляризационной избирательности полезного сигнала и преобразование электромагнитного поля в полезный радиосигнал, усиление радиосигнала, выделение (фильтрацию) полезных радиосигналов из совокупности других (мешающих) сигналов и помех, действующих на выходе приемной антенны, преобразование и усиление принимаемых сигналов для обеспечения качественной работы детектора, декодера, схем защиты приемника от помех, демодуляцию принятого сигнала для выделения информации, содержащейся в полезном

радиосигнале, усиление демодулированного сигнала, декодирование принятого сигнала, обработку принимаемых сигналов.

Тема 12.Радиопередающие устройства

Классификация передатчиков по назначению, диапазону волн, излучаемой мощности, виду модуляции сигналов, виду излучения и условиям эксплуатации. Назначение передатчика определяется системой, в которой он используется. По назначению передатчики бывают связными, вещательными, телевизионными, локационными, телеметрическими, навигационными и т.д.

Тема 13. Нелинейные элементы, их характеристики и методы аппроксимации. Гармонический анализ тока в нелинейных элементах.

Понятие нелинейной безинерционной системы. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Кусочно-линейная и степенная аппроксимация. Спектральный состав тока в безинерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии.

Тема 14.Нелинейное резонансное усиление, умножение и преобразование частоты. Детектирование и параметрические преобразования сигналов.

Схемы резонансных усилителей. Резонансное усиление больших гармонических колебаний. Умножители частоты. Преобразование частоты. Детекторы амплитудно-модулированных сигналов. Простейшие схемы детекторов и условия детектирования. Общие сведения о параметрических системах. Классификация параметрических систем. Прохождение сигналов через резистивные параметрические цепи. Принципы параметрического усиления.

Литература:

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. М.: Дрофа, 2006
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. М.: Ленанд, 2016.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач. – М.: Ленанд, 2015. .
4. Войшвилло Г.В. Усилительные устройства: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1983.

Раздел 4. Компьютерное моделирование СВЧ узлов

Тема 15. Моделирование как метод познания

Проблематика моделирования сигналов, радиотехнических устройств и систем. Системный подход в моделировании.

Тема 16.Классификация моделей

Классификация моделей: математические; имитационные, функциональные; структурные; детерминированные; стохастические; динамические; непрерывные; дискретные; линейные; нелинейные и др.

Литература:

1. Проектирование устройств генерирования и формирования сигналов в системах подвижной связи / Шахгильдян В.В., Карякин В.Л. — М:СОЛОН-Пресс, 2011
2. Методы математического моделирования радиотехнических систем. / Петров Ю.В., Иванов В.А. и др. — Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2005
3. Методы повышения энергетической и спектральной эффективности в цифровой радиосвязи / Варгаузин В.А., Цикин И.А. — СПб.: БХВ, 2013
4. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры / Самарский А.А., — М.: «Физматлит», 2005
5. Математическое программирование. / Карманов В.Г. — М.: «Физматлит», 2004

14. Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

15. Программа составлена кафедрой Телекоммуникаций и одобрена Советом Инженерно-физического института РАУ.