



Утвърдил:

Декан

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

„Безжични мрежи и устройства“

Магистърска програма: (код и наименование)

Ф	З	Б	2	7	2	1	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

„Безжични мрежи и устройства“

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

--	--	--	--

 (код и наименование)

„Анени за безжични комуникационни системи“

Преподавател: доц. д-р Пламен И. Данков

Асистент:

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	30
	Семинарни упражнения	15
	Практически упражнения	15
Обща аудиторна заетост		60
Извънаудиторна заетост	Решаване на индивидуални задачи от семинарните упражнения и изучаване на 3D симулатора	30
	Подготовка за лабораторни упражнения и изработване на протоколи от измерванията от лабораторните упражнения	20
	Подготовка на разширен конспект по една тема от конспекта (до 3-5 страници)	25
	Проучване на литература и електронни издания	15
Обща извънаудиторна заетост		90
ОБЩА ЗАЕТОСТ		150
Кредити аудиторна заетост		2
Кредити извънаудиторна заетост		3
ОБЩО ЕКСТ		5

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Писмен тест по въпроси от конспекта (по жребий);	25
2.	Самостоятелно подготвена в къщи „паметна записка“ (до 3-5 стр. разширено конспектиране) на една тема от конспекта по жребий	25

3.	Решени индивидуални задачи (в компютърния клас или в къщи) с подходящ (предоставен) софтуер (по жребий)	35
4.	Представени и защитени устно протоколи от лабораторните упражнения при колективна работа в лабораторията	15
5.	Окончателен изпит –събеседване по всичките четири предишни форми на оценяване (от 1 до 4) и окончателно оформяне на общата оценка – до ± 0.5 т.	-

Анотация на учебната дисциплина:

Курсът се базира на най-общите познания на студентите по електродинамика, основи на електрониката, излъчване и разпространение на електромагнитни вълни, микровълнова физика, техника и комуникации от бакалавърската степен. Получените познания за полезни при създаването и поддържането на безжични мрежи, защото са свързани в важен техен компонент – антените и антенните решетки.

В програмата са включени: лекции (30 часа), семинарни и лабораторни упражнения (общо 30 часа). Лекционният курс разглежда следните теми: увод в безжичните и мобилни системи от гледна точка на антените; оценки на загуби в безжичен канал и изисквания към антените, общи въпроси за антени и антенни решетки, антени за земни безжични системи, антени за сателитни системи, за въздушен и морски трафик, проектиране на антени и решетки, ЕМС-проблеми и др.

Семинарните упражнения са свързани основно с проектиране на антени и антенни решетки за безжични приложения с използване на специален 3D симулатор. По семинарните упражнения всеки студент получава индивидуална задача от няколко области, която решава в къщи или в лабораторията чрез използване на симулатор. Лабораторните се провеждат по "фронтален метод" – едно упражнение за всички студенти и запознаване в реално действащи антенни системи.

Предварителни изисквания:

За да се посещават този курс студентите трябва да са слушали общи електро-динамични и други курсове от бакалавърското ниво: разпространение на електромагнитни вълни, обработка на сигнали, електроника, както и микровълновия курс от магистърската програма. В началото към курса има една кратка, изравняваща част за студентите от различни бакалавърски специалности, но по-голямата част от курса по-нататък се базира на нова информация.

Очаквани резултати:

След успешното завършване на курса се очаква всеки студент да може:

- Да разбира и свободно да коментира основните понятия в областта на антените и антенната техника;
- Да познава основните типове антени и техните свойства, параметри и приложения. Да знае основните свойства на антенните решетки и приложенията им в безжичната техника.
- Да може да проектира прости микровълнови антени на основата на формули и/или достъпен свободен софтуер – микровълнови калкулатори и структурни симулатори;
- Да може да извършва прост системен анализ на антенна система

Учебно съдържание

I. Лекции:

№	Тема:	Хорариум
1	Основни концепции за антените в безжичните комуникационни системи.	1.5
2	Честотен спектър, използван за безжични комуникационни системи и канали	1.5
3	Антени – основни величини, дефиниции и методи за изчисляване и измерване.	2
4	Основни типове антени, използвани в безжичната техника – класификация, честотни обхвати и примери	2

5	Антенни решетки. Сканиращи антени.	3
6	Фрактални антенни и антенни решетки.	2
7	Специални антени – антени с метаматериали, реконфигурируеми антени, ултраширококолентови антени и плазмени антени	2
8	Проектиране на антени за безжични приложения – числени методи и принцип на използване на 3D електромагнитни симулатори.	4
9	Антени за мобилни терминали	2
10	Антени за земни базови станции	2
11	Антени за сателитни системи – мобилни и фиксирани	2
12	Антени, използвани във въздушния и морския трафик.	2
13	ЕМС-проблеми при антените за безжични приложения.	2
14	Перспективи на антенната техника	2
Общо		30

II. Семинарни упражнения:

№	Тема:	Хорариум
1	<p>Семинарните занятия допълват лекциите по конкретни въпроси за проектирането на антени, антенни решетки и определяне на параметрите им. Използва се EM 3D симулатор, за който лабораторията има учебен лиценз.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Запознаване с работата на EM 3D симулатор – проектиране и симулация на 50-омна микроленцова линия. ◦ Проектиране и симулация на T-образно съединение за антенни фидерни линии и хибриден делител ◦ Проектиране и симулация антенен дуплексер за две честоти. ◦ Проектиране на планарни антени чрез приближени методи и чрез електромагнитен МоМ-симулатор. ◦ Проектиране на антенна решетка. ◦ Проектиране на диполни антени и антенни решетки. ◦ Проектиране на апертурни антени: параболично огледало с рупорен облъчвател. ◦ Проектиране на фрактална антена 	
Общо		15

III. Лабораторни упражнения:

№	Тема:	Хорариум
	<p>Лабораторните занятия се провеждат с помощта на преподавателя с уникална апаратура, по голямата част от която не е достъпна за учебни цели.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Измервания на ненасочена диполна антена и антена за мобилна станция. ◦ Измервания на слабо насочена планарна антена. ◦ Измерване на насочена диполна антенна решетка и отклонение на лъча. ◦ Измервания на насочена рупорна и апертурна антена. ◦ Измервания на сателитна антена по метода на Open-Test Range (демонстрация) ◦ Измервания на антенен панел по метода на Near-Field Scanner (демонстрация). ◦ Измервания на антена в безехова камера (демонстрация) ◦ Демонстрационни измервания на плътност на потока на мощността с портативни измерителни постановки около: учебна 	

	<p>безжична (WLAN) система; GSM базова станция, GSM телефони от различни поколения;</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Определяне на местоположението и поляризацията на неизвестна излъчваща антена. 	
Общо		15

Конспект по Антени за безжичните комуникационни системи

1. Основни концепции за антените в безжичните комуникационни системи (1 тема)

Безжични комуникации. Безжична система – предавател, приемник, канал; роля на антената. Модели на комуникационната среда при безжичните мрежи – фиксирани и мобилни (сателитни системи, земни фиксирани и мобилни системи, системи за въздушен и морски трафик; GPS-системи и пр.). Съвременни изисквания при проектирането на антени за безжични приложения.

2. Честотен спектър, използван за безжични комуникационни системи и канали (3 теми)

(2.1) Увод в технологията на мобилните комуникации. Честоти, използвани при мобилните комуникации. Системно проектиране, свързано с антените. (2.2) Модели на разпространение на сигнали във фиксирани и мобилни канали (земни, сателитни, въздушни, морски). Някои прости модели (модел на Okumura-Hata). Бърз и бавен fading. Много-лъчеви модели. Статистически модели. (2.3) Техники за пространствено разнасяне на антените. MIMO технология и антени. Умни антени.

3. Антени – основни величини, дефиниции и методи за изчисляване и измерване (1 тема)

Антенa – определение, класификация, използване. Основни параметри на антената – диаграма на насоченост, коефициент на насочено действие, усилване, поляризация и крос-поляризация, съгласуване и пр.

4. Основни типове антени, използвани в безжичната техника – класификация, честотни обхвати и примери (3 теми)

(4.1) Видове антени, модели, размери, примери: диполни, планарни, антени с бягаща вълна, диелектрични, апертурни. (4.2) Пример – микроленцова антена (пач): проектиране, реализация, захранване, намаляване на размерите; (4.3) Пример – микроленцова антена (продължение): увеличаване на честотната лента и усилването на антенни пачове, стикиран пач, други техники, захранване.

5. Антенни решетки. Сканиращи антени (1 тема)

Антенни решетки – модел на линейна и пространствена решетка. Диаграма на насоченост на решетка. Основни предимства на антенната решетка при комуникациите – примери. Управление на лъча – методи.

6. Фрактални антенни и антенни решетки (1 тема)

Понятие за фрактал и приложение при антените. Видове фрактални антени. Основни свойства на фракталните антени. Особенности на проектирането. Фрактални антенни решетки. Приложения.

7. Специални антени – антени с метаматериали, реконфигурируеми антени, ултрашироколенцови антени и плазмени антени (4 теми)

(7.1) Намаляване на размерите на антенни. Метаматериали и използването им в антенната техника. Антени с метаматериали – примери и свойства; (7.2) Необходимост от реконфигурируеми антени и принципи на реализация. MEMS антени. Примери и приложения. (7.3) Ултрашироколенцови антени – необходимост и принципи на реализация. Примери и постигнати честотни ленти. Приложения в безжичната техника. (7.4) Плазмени антени – плазмата като метасреда. Видове плазмени антени. Примери и реализация. Приложения

8. Проектиране на антени за безжични приложения – числени методи и принцип на използване на 3D електромагнитни симулатори (1 тема)

Основни проектни величини, използване на приближени методи и изчислителни техники, стъпки. Пример: диполна антена. Проектиране чрез съвременни 2D и 3D електромагнитни симулатори – описание, основни изчислителни методи (MoM, FEM, FDTD). Особенности на проектирането на антенни решетки.

9. Антени за мобилни терминали (самостоятелна тема)

Анени за мобилни станции – специфични изисквания, типове антени, размери, антени за портативни станции (клетъчни телефони, пейджъри, безжични телефони и др.); влияние на човешкото тяло.

Анени върху коли, автобуси, влакове и др. Специфика на антените за безжичен Internet.

10. Анени за земни базови станции (самостоятелна тема)

Общи изисквания, антени за базови станции, височина на антените, разполагане, фадинг, разнасяне на антени. Анени за базови станции – специфични изисквания, типове антени, smart антени, разполагане, разнасяне, интерференция, ЕМС-проблеми.

11. Анени за сателитни системи – мобилни и фиксирани (самостоятелна тема)

Общи изисквания, механични и електрически характеристики, разнасяне на антените, системи за следене (tracking). Анени за фиксирани (point-to-point) сателитни системи, пример – VSAT антени за базови и персонални станции. Анени за мобилни сателитни системи – ненаочени и насочени антени. GPS-антени. Анени и антенни решетки за широколентово DBS приемане от сателит – специфични изисквания, типове антени, оценка и влияние на G/T на антената. Основни методи за следене на GEO, МЕО и LEO спътници – механично, електронно, комбинация.

12. Анени, използвани във въздушния и морския трафик (самостоятелна тема)

Общи изисквания, особености, нискочестотни антени, височестотни антени с кръгова поляризация. Бордови самолетни антени. Бордови антени на спътници.

13. ЕМС-проблеми при антените за безжични приложения (самостоятелна тема)

Основни ефекти на въздействие на нейонизиращото лъчение. Дозиметрия на не-йонизиращо лъчение – основни величини: плътност на потока на мощността и специфична абсорбирана мощност SAR. Световни хигиенни норми за поток на мощността и SAR; норми в България. Определяне на хигиенните зони около излъчватели. Определяне и измерване на SAR. Сравнения.

Библиография

Основна:

- [1] П. Данков, "Микровълнови интегрални схеми в лабораторията", Херон Прес, 2006 г. (учебник)
- [2] М. Гачев, "Сателитни комуникации", Херон Прес, 2007 г. (учебник)
- [3] С. А. Иванов, "Излъчване и разпространение на електромагнитни вълни", Университетско Издателство 2004
- [4] Н. И. Додов, "Анени и СВЧ устройства", "Техника", 1989 г. (има и по-ново издание)
- [5] С. Balanis, С., "Antenna Theory – Analysis and Design", John Wiley and Sons, 2000
- [6] Zürher, J. and F.E.Gardiol, "Broadband Patch Antennas", Artech House Inc., 1995.
- [7] "Handbook of Antennas in Wireless Communications", Edited by Lal Chand Godara, CRC Press, 2002

Допълнителна:

- [8] К. Fudjimoto, J. R. James, "Mobile Antenna System Handbook", Artech House Inc., 1994
- [9] Д. М. Сазонов, "Анени и устройства СВЧ", Высшая школа, 1988

При преподавателя има съвременни материали по всички теми от курса. Има и материали на електронен носител.

Дата: май 2013 г.

Съставил:

/...../

(доц. д-р Пламен И. Данков)