Становище

на научния ръководител

доц. д-р инж. Сава Василев Савов

върху дисертационния труд на тема:

„ПРОЕКТИРАНЕ НА SMART-АНТЕНА ЗА БАЗЖИЧНИ КОМУНИКАЦИИ"

за получаване на образователната и научна степен „доктор"

автор: маг. инж. Вяра Йорданова Василева

1. Актуалност на разработения в дисертацията проблем.

В съвременните комуникации въпросът за увеличаване капацитета на мобилните антенни системи става все по-актуален, поради непрекъснато растящият брой потребители. Това означава, че мобилните антени работят в една все по-сложна система в пространството, в която от една посока пристига полезният сигнал (т.н. SOI=signal of interest), а от много други посоки пристигат вредни (смущаващи) сигнали (т.н. SNOI=signal not of interest). Един от добрите *съвременни начини* за пространствено филтриране на полезните от смущаващите сигнали е да се направи подходяща цифрова обработка на сигналите, което става чрез система от адаптивни антенни решетки (или т.н. "smart"-антени). В този смисъл формулираната тема на дисертацията е *актуална*.

Основната цел на дисертацията, формулирана в Първа глава, е изследването (теоретично и експериментално) на различни едномерни и двумерни антенни решетки (като например, равномерни, биномиални и от типа "Долф-Чебишев"). Направена е изчерпателна литературна справка на 135 литературни източника на английски език, излезли главно след 2000 г.

В тази връзка са формулирани *няколко основни задачи*, които успешно се решават в останалите *три глави* на дисертацията (от втора до четвърта). Те включват: разработване на подходящи алгоритми и на компютърни програми (написани в средата на Matlab) за: 1) оценка на посоката на пристигане на главния лъч от електромагнитните вълни (т.н. *AoA* = angle of arrival) и 2) формиране на подходящи амплитудно-фазови коефициенти на възбуждане на отделните антенни елементи (т.н. *ABF* = adaptive beam forming). От съществуващите многобройни алгоритми дисертантката се е спряла аргументирано на следната комбинация: а) алгоритъм ESPRIT (от тип AoA); б) алгоритъм ULMS (от тип ABF). В две таблици във Втора глава е направена сравнителна оценка на достойнствата и недостатъците на всеки алгоритъм от двата класа (AoA, ABF). В Трета глава са сравнени 3 вида едномерни линейни решетки: а) равномерни; б) биномиални; в) Долф-Чебишев. От тях първият клас се отличава с максимална насоченост D; вторият се отличава с отсъствие на странични листи, а третият клас се отличава с равномерна система от странични листи. В Трета глава се разглеждат още двумерни аналози на тези три вида решетки, като индивидуалните излъчватели биват 4 типа: а) къс дипол; б) полувълнов дипол; в) печатен ("пач") дипол с правоъгълна форма; г) "пач" - дипол с кръгова форма. Направеното изследване е показало, че последните два случая се доближават до оптималните. Изчисленията са направени със собствено-приготвени Matlab-програми, приведени в приложенията. Накрая, в Четвърта глава се съдържа сравнение между теоретичните симулации за оптималните двумерни решетки и експериментално изследваните образци на тези антени (подобни експерименти са направени във фирмата "Ray Sat", София). От изследваните 6 типа "smart"-антени (3 с пач-антени с правоъгълна геометрия на честота $f = 3.2\text{GHz}$, и 3 пач-антени с кръгова геометрия, на

честота $f = 12.2GHz$) са направени ценните изводи, че: а) модел 1 (правоъгълни пач-решетки) и модел 4 (кръгови пач- решетки), са *близо до оптималните варианти*: а) за модел 1 (коефициент на насоченост $D_0 \approx 24.21dB$); б) за модел 4 ($D_0 \approx 23.03dB$). За тези планарни решетки са получени добри съответствия между симулации и експеримент по отношение на: а) ширина на главния лист (HPBW) и б) нивото на страничите листи (SLL) в интервал $-45^0 < \theta < +45^0$. За мен е ясно, че зад предлаганата дисертация стои *много-годишен труд*.

2. Кратка характеристика на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Представеният *дисертационен труд* се състои от четири глави, в един *обем от 160 страници* текст (вкл. обзор на литературните източници, списък на собствените публикации и две приложения със съставени програми на Matlab). *Авторефератът* е от 40 страници (включително и една страница *резюме на английски език*). Авторефератът е написан в стегнат стил и отговаря на съдържанието на дисертацията. Той започва с анализ на актуалността на проблема, като ясно се формулират основната цел и четирите основни задачи на научното изследване, които се разработват в главите от втора до четвърта. Разработените компютърни програми за симулации на AoA (по метода ESPRIT) и ABF (по метода ULMS) са ценно средство за генериране на резултати, съпоставими с резултати от експеримента (например, диаграма на насоченост, ширина на главния максимум и коефициент на насоченост).

Накрая, е направено заключение, базирано на 9 важни констатации, в какво точно се проявяват достойнствата на дисертацията. Още ведъж, тук е избран собствен *оптимален* съставен алгоритъм за анализ (подплатен със собствени Matlab-програми) за *виртуална симулация* на планарни «адаптивни антенни решетки». Изследвани са: а) решетки с правоъгълна геометрия; и б) решетки с кръгова геометрия на отделните пач-антени. Техните диаграми на насоченост са *верифицирани* чрез сравнение с експериментални изследвания, проведени във фирмата Ray Sat, София, при което е получено повече от задоволително съответствие.

3. В какво се заключават най-съществените научни или научно-приложни приноси на дисертацията?

Практическата ценност на изследването се заключава главно в предложените *нови Matlab-компютърни програми* за изследване на сложни електродинамични структури (тук планарни антенни решетки). За удобство, в първо приближение взаимното влияние между елементите е пребрегнато (защото се предполага, че те не са много плътни, т.е. разстоянието между съседните елементи не е по-малко от $\lambda/2$). По принцип може да се отчете взаимното влияние на елементите в решетките, но това би усложнило доста алгоритъма на анализ. Това би било евентуално обект на едно бъдещо теоретично изследване.

Разработката на задачите на дисертацията са включени в 11 публикации с участието на докторантката. Личното ми мнение е, че *съществената част от приносите са дело на докторанта*, тъй като в шест от тях тя е на първо място, а в две от тях е единствен автор. Направените 11 публикации по дисертацията са през периода 2007 – 2010 г. в престижни конференции и списания. Всички конференции са международни (в това число: една с висок рейтинг - EuCAP, Edinburg, 2007), също така ICEST 2007, 2008, 2009, 2010 и CEMA 2010 и една «Младите в науката», ТУ Варна, 2010. Останалите статии са публикувани в: Годишника на ТУ Варна: 2007, 2007; в Годишника на Русенски университет, 2008 и в Годишника на Шуменски университет,

2009. За сега няма данни за внедряване в практиката. Формулираните 6 научно-приложни приноси и 3 приложни приноси *правилно отразяват новостите* предлагани в настоящият дисертационен труд.

4. Критични бележки по представения дисертационен труд.

Аз *познавам добре цялата работа* на докторантката от началото до края. Критичните ми бележки бяха споделени с автора и отчетени в окончателния вариант на дисертацията. Като една обща критична забележка: дисертацията можеше да се представи *поне една година по-рано.*

5. Мотиви и ясно формулирано заключение.

Въз основа на направения до тук анализ смятам, че докторантката се е справила *много добре* с поставената задача. Нейната дисертация е напълно в *съответствие* с изискванията на съществуващите нормативни документи и правила в Технически Университет - Варна.

Затова убедено предлагам на уважаемото научно жури **да присъди на маг. инж. Вяра Йорданова Василева,** докторантка към кат. ТИЕ на ЕФ**, ОНС „доктор“.**

02/07/14 подпис:.....

(доц. д-р Сава В. Савов)