



## УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

### КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 02.06.2020. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Немање Грбића под насловом „Утицај међусобне спрете антена у пријемном антенском низу изахоризонтског HF радара на перформансе алгоритама за просторно филтрирање“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Немања Грбић је рођен 28.01.1995. године у Крагујевцу. Завршио је основну школу „21. Октобар“ у Крагујевцу као носилац Вукове дипломе. Уписао је Прву крагујевачку гимназију у Крагујевцу коју је завршио са врло добрим успехом. Електротехнички факултет уписао је 2014. године. Дипломирао је на одсеку за Микроталасну технику 2018. године са просечном оценом 7,89. Дипломски рад под насловом „Моделовање и реализација Јаги-Уда антене за ИМС фреквенцијски опсег“ одбрано је у септембру 2018. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за микроталасну технику уписао је у октобру 2018. године. Положио је све испите са просечном оценом 10.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 42 стране, са укупно 32 слике, 2 табеле и 18 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описаны предмет и циљ рада. Представљене су најчешће коришћени радарски системи за надгледање великих водених површина, предности и мане неких од њих, као и неки проблеми који се сусрећу приликом практичних реализација оваквих радара. Примећено је да се приликом практичне реализације оваквих радара утицај спрете на перформансе радара у неким реализацијама не узима у обзир на адекватан начин.

У другом поглављу описаны су механизми спрезања антена које чине антенски низ. Указано је на значај адекватног моделовања и узимања у обзир спрете између елемената антенског низа како приликом пројектовања нових радарских система тако и приликом анализе резултата добијених постојећим радарским системима.

У трећем поглављу формирани су електромагнетски нумерички модели линеарног униформног антенског низа који се састоји од 16 монопол антена. Формирано је више нумеричких модела како би се поуздано утврдило да су модели нумерички (задовољавајуће) стабилни и тачни, односно да су апроксимације које се користе у нумеричким моделима адекватне за потребе овог рада. На крају је формиран финални модел чији ће се параметри расејања ( $s$ -параметри) користити за процену утицаја међусобне спрете између елемената антенског низа на перформансе радарског система.

Четврто поглавље детаљно описује начин на који ће се испитати перформансе рада посматраног радарског система. У ту сврху, уместо мете која се осматра радаром постављен је предајник, док радарски систем игра улогу пријемника. На овај начин успостављен је

бежични телекомуникациони канал, а његове перформансе испитане су у функцији спреге између антена антенског низа.

Пето поглавље уводи појам дигиталног формирања дијаграма зрачења (*digital beamforming - DBF*). Након тога кроз низ симулација испитан је утицај спреге између елемената антенског низа на пренос између предајника (иницијално мете која се осматра) и пријемника (иницијално радарског система). Метрике које су посматране су однос сигнал-шум (*Signal to Noise Ratio - SNR*), односа грешке симбола (*Symbol Error Rate - SER*) као и појачање алгоритма дигиталног формирања дијаграма зрачења приликом преноса статичке слике. Анализирани су и дијаграми зрачења унiformног антенског низа у зависности од фазне разлике побудних струја, односно поређење дијаграма зрачења антенских низова које предвиђа теорија (када се занемарује утицај међусобне спреге) и које се добијају нумеричким симулацијама (које у обзир узимају утицај спреге).

Шесто поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај узимања у обзир међусобне спреге приликом анализе антенских низова. Резимирани су резултати рада као и могућности за наставак истраживања у овом правцу.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Немање Грбић бави се проблематиком анализе утицаја међусобне спреге елемената антенског низа на његове перформансе, односно међусобне спреге елемената антенског низа на пренос информација бежичним путем. Оваква анализа може се искористити за процену утицаја међусобне спреге елемената антенског низа на перформансе радарских система.

Основни доприноси рада су: 1) формирање нумеричких модела антенских низова; 2) повезивање резултата нумеричких електромагнетских симулацијама са техникама дигиталног бежичног преноса; 3) испитивање утицаја међусобне спреге елемената антенског низа на метрике дигиталног преноса (као што су SNR и SER).

### 4. Закључак и предлог

Кандидат Немања Грбић је у свом мастер раду успешно решио проблем анализе утицаја спреге елемената антенског низа на неке његове перформансе. Резултати представљени у овом мастер раду могу се искористити и приликом анализе резултата добијених на конкретном радарском систему на коме кандидат ради у оквиру свога посла.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у поступку израде мастер рада као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Немање Грбића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 21. 06. 2020. године

Чланови комисије:

Слободан Савић  
др Слободан Савић, доцент.

Миљко Ерић  
др Миљко Ерић, доцент.