

# КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 03.07.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Милош Костић под насловом „Примена Капонове методе за одређивање правца приспећа сигнала на линеарном униформном антенском низу“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци кандидата

Милош Костић је рођен 09.07.1999. године у Лесковцу. Завршио је основну школу „8. октобар“ у Власотинцу, као ђак генерације. Уписао је Војну гимназију у Београду, коју је завршио са одличним успехом (први у рангу). Током школовања учествовао је на окружним и републичким такмичењима из математике, физике и историје где је остваривао добре резултате. Војну академију уписао је 2018. године. Дипломирао је на студијском програму Противваздухопловна одбрана 2022. године са просечном оценом 9.66, као први у рангу вида Ратног ваздухопловства и противваздухопловне одбране. Дипломски рад одбранио је у августу 2022. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Микроталасна техника, уписао је у октобру 2023. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,60.

### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат је као припрему за израду мастер рада „Примена Капонове методе за одређивање правца приспећа сигнала на линеарном униформном антенском низу“ урадио преглед релевантне литературе у области обраде сигнала са антенских низова. У оквиру истраживања су коришћене следеће референце:

- [1] А. Ђорђевић, Д. Тошић, „Микроталасна техника“, Академска мисао, Београд 2006.
- [2] R.L. Haupt, „Antenna arrays: a computational approach“, John Wiley & Sons, 2010.
- [3] F. Akbari, S. S. Moghaddam, V. T. Vakili, „MUSIC and MVDR DOA estimation algorithms with higher resolution and accuracy“, 2010 5th International Symposium on Telecommunications, IEEE, 2010.
- [4] М. Ерић, Н. Вукмировић, „Увод у обраду сигнала са антених низова“, Академска мисао Београд, 2019.
- [5] С. А. Баланис, „Antenna theory: analysis and design“, John Wiley & Sons, 2005.
- [6] Електротехнички факултет Универзитета у Београду, „SAP\_04 – Softverski alati za projektovanje antena“, доступно на: [https://mtt.etf.bg.ac.rs/Softverski.Alati.Antene/SAP\\_04.pdf](https://mtt.etf.bg.ac.rs/Softverski.Alati.Antene/SAP_04.pdf), (05.09.2025.)
- [7] H. G. Schantz, „On the origins of rf-based location“, 2011 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks. IEEE, 2011.
- [8] J. Capon, „High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis“, Proceedings of the IEEE, vol. 57, no. 8, pp. 1408-1418, 1969.
- [9] B. D. Van Veen, K. M. Buckley, „Beamforming: A versatile approach to spatial filtering“, IEEE assp magazine, 5(2), 4-24, (1988).
- [10] V. Krishnaveni, T. Kesavamurthy, „Beamforming for direction-of-arrival (DOA) estimation-a survey“, International Journal of Computer Applications 61.11, 2013.
- [11] L. Ehrenberg, S. Gannot, A. Leshem, E. Zehavi, „Sensitivity analysis of MVDR and MPDR beamformers“, 2010 IEEE 26-th Convention of Electrical and Electronics Engineers in israel. IEEE, 2010.
- [12] P. Sinha, George A. D., K. Kim „Parallel algorithms for robust broadband MVDR beamforming“, Journal of Computational Acoustics 10.01 (2002): 69-96
- [13] М. Стевановић, „Формирање слика помоћу микроталаса“, Академска мисао, Универзитет у Београду Електротехнички факултет, Београд, 2021.
- [14] A.R. Harish, M. Sachidananda „Antennas and Wave Propagation“, Oxford University Press, 2007.

Проучавањем наведених референци кандидат је пажњу посветио техникама за одређивање правца наилазак сигнала као што су класични beamforming и Капонова метода. Предности методе класични beamforming су робусност и не постојање потребе за предзнањем о сигналу и потенцијалним сметњама. Међутим, мана је ограничена резолуције [4], [9], [10], [13]. Капонова метода са друге стране има бољу резолуцију, али захтева познавање правца одакле стижу потенцијалне сметње, [3], [4], [11], [12]. Због тога је кандидат у раду користио хибридни приступ који комбинује ове две технике.

### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 39 страна од чега прилог обухвата 2 стране, са укупно 22 слике, 3 табеле и 14 референци. Рад садржи увод, 3 поглавља и закључак (укупно 5 поглавља) и спискове коришћене литературе, скраћеница, слика и табела.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљен је појам одређивања правца приспећа сигнала и методе за одређивање правца приспећа сигнала, са посебним освртом на примењену Капонову (Capon) методу.

У другом поглављу у представљени основни појмови теорије антенских низова, попут појма steering вектора, једног од основних појмова у обради сигнала са антенских низова.

У трећем поглављу су детаљно представљене одабране методе за одређивање правца приспећа сигнала.

У четвртном поглављу су приказани резултати имплементације Капонове методе. Анализиране су ситуације у којима је вршена модификација антенског низа, као и утицај тих модификација на перформансе методе за одређивање правца приспећа сигнала.

Шесто поглавље је закључак у оквиру кога је извршена анализа претходно изложеног проблема и његовог решења и резимирани су резултати рада. Издвојене су предности и мане примењене методе и представљене могуће смернице за даљи рад у овој области

### 4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Милоша Костића се бави применом Капонове методе за одређивање правца наиласка сигнала користећи податке са униформних линеарних антенских низова.

Основни резултати рада су: 1) приказ и имплементација Капонове методе за откривање правца наиласка сигнала у присуству ометача. 2) имплементација Капонове методе у комбинацији са класичним просторним филтрирањем које се користи за грубу процену праваца наиласка ометача и сигнала 3) имплементација методе у случају када се низ налази у присуству рефлектора, 4) имплементација методе када је низ широкопојасан и 5) могућност проширења методе хибридизацијом са другим техникама као што је алгоритам MUSIC.

## 5. Закључак и предлог

Кандидат Милош Костић је у свом мастер раду успешно решио проблем одређивања праца наилазка сигнала у присуству ометача применом Капонове методе. Додатно је разматрао њено побољшање присуством рефлектора и повећањем броја учестаности.

Кандидат је исказао самосталност, иновативност и систематичност у своме поступку.

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

Београд, 17.10.2025. године

Чланови комисије:

---

др Марија Стевановић Редовни професор  
сагласан, 17.10.2025.

---

Дарко Нинковић Асистент  
сагласан, 17.10.2025.