ISSN 1314-3379

РЕВОЛЮЦИЯ В МОРСКАТА СИГУРНОСТ: ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА БЕЗПИЛОТНИТЕ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ ВЪРХУ МОРСКАТА МОЩ НА СТРАНАТА

Тодор Коритаров

Abstract: *The study examines unmanned aerial vehicles (UAVs) in the maritime domain(s) and their impact on the country's sea power. The text highlights the history and evolution of UAVs, their applications in various industries, and their use in naval operations. The study's research question is, "What are the specific ways in which UAVs are transforming maritime security, and what are the implications of this transformation for the country's sea power?" The text discusses the challenges posed by the rapid advancement of unmanned aerial vehicles and the security concerns associated with the growing presence of drones in the airspace.The text concludes with a discussion of the impact of drones on a nation's sea power, which includes protecting maritime resources, securing maritime pathways of communication, and projecting power beyond its borders.*

Keywords: *Maritime security, Sea Power, Maritime domain, UAV's, Drones*

1. Въведение

Морският домейн(област) е критичен аспект на сигурността и икономиката на дадена страна, а използването на безпилотни летателни апарати (БЛА) промени подхода на държавите към морската сигурност. Темата за морската мощ на страната и използването на безпилотни летателни апарати в морският домейн са от изключителна важност, тъй като могат да променят коренно начина, по който страните подхождат към морската сигурност и отбрана. Съществуващите знания по тази тема включват историята на БЛА, техните приложения в различни отрасли и използването им във военни операции.

Въпреки все по-широкото използване на безпилотни летателни апарати в морската област, необходими са още изследвания за това как безпилотните летателни апарати променят морската сигурност и какви са последиците от тази трансформация за морската мощ на страната.

Целта на това изследване е да се намали празнината в знанията за това как безпилотните летателни апарати променят морската сигурност и да се проучат последиците от тази трансформация за морската мощ на страната. Изследователският въпрос на статията е: "Какви са специфичните начини, по които безпилотните летателни апарати трансформират морската сигурност, и какви са последиците от тази трансформация за морската мощ на страната?"

Проучването осигурява широко разбиране за това как безпилотните летателни апарати променят морската сигурност и какви са последиците от тази трансформация за морската мощ на страната. Хипотезата е, че използването на БЛА в морският домейн може значително да подобри възможностите за морска сигурност на дадена държава, като по този начин увеличи нейната морска мощ.

2. Възходът на безпилотните летателни апарати в морския домейн

Безпилотните летателни апарати, известни като дронове, имат богата история в различни приложения и отрасли. Първоначално разработени за военни цели, безпилотните летателни апарати са се превърнали в универсални инструменти, които се използват в широк спектър от области. Историята на безпилотните летателни апарати може да се проследи назад до ранните им приложения във военните операции за наблюдение, разузнаване и бойни действия. [1]. С течение на времето полезността им се разширява и включва граждански приложения, като например телекомуникации, доставка на медицински материали, операции по търсене и спасяване, фотография, инспекция на електропроводи, граждански строежи и селско стопанство.[2].

Конструкцията на безпилотните летателни апарати е доведена до значителен напредък. Например, квадроторните БЛА, оборудвани с четири ротора в кръстосана конфигурация, стават популярни поради своята стабилност и маневреност.[3]. Тези постижения в технологията на БЛА позволяват разработването на сложни комуникационни системи, които използват БЛА като въздушни платформи[4]. Безпилотните летателни апарати са интегрирани в безжични мрежи и предлагат обещаващи решения за бъдещи комуникационни системи.[4].

Освен това възможностите на безпилотните летателни апарати са разширени като включват наблюдение на околната среда и събиране на данни. Безпилотни летателни апарати, оборудвани с радар за проникване в земята, са използвани за количествено определяне на еквивалента на снежната вода и за изследване на седиментологията в различни геоложки условия. [5][6]. Гъвкавостта и адаптивността на БЛА ги правят ценни инструменти за получаване на данни в различни среди и терени [5].

Интегрирането на безпилотни летателни апарати в морския домейн представлява значителен технологичен напредък през последните години в сектора. БЛА, стават все по-популярни поради своята гъвкавост, рентабилност и способност да изпълняват различни задачи в морските операции. Редица фактора допринасят за все по-широкото използване на безпилотни летателни апарати в морския сектор.

БЛА се използват все по-често за морско наблюдение, операции по търсене и спасяване, наблюдение на околната среда и подобряване на комуникациите.[7][8]. Интегрирането на безпилотни летателни апарати в морските операции има за цел да повиши ефективността, покритието и възможностите за събиране на данни в морски условия[9][10][11]. Изследованията подчертават ползите от БЛА за осигуряване на мониторинг в реално време, безжично покритие, дистанционно наблюдение и прецизност в морския сектор. [7]. Гъвкавостта и маневреността на безпилотните летателни апарати ги превръщат в ценни инструменти за подобряване на широколентовото морско покритие и за справяне с комуникационните предизвикателства в морска среда. [9][12].

Освен това цифровата трансформация на морската транспортна индустрия допринася значително за приемането на безпилотните летателни апарати. Налице е нарастваща необходимост от издигане на сектора на морския транспорт до същото ниво на цифровизация като другите индустрии, което води до повишен фокус върху интегрирането на технологии, като безпилотни летателни апарати[13]. Включването на БЛА в морските операции е в съответствие с по-широките инициативи за цифровизация в сектора, насочени към повишаване на ефективността, безопасността и процесите на вземане на решения.

С напредването на технологията на безпилотните летателни апарати се появяват предизвикателства към системите за откриване и защита от дронове. Бързото развитие на безпилотните летателни апарати по отношение на техния размер, скорост, форма и шум създава трудности в технологията за откриване на безпилотни летателни апарати [14]. Полагат се усилия за разработване на ефективни контрамерки за справяне с заплахите за сигурността, свързани с разпространението и използването на БЛА във въздушното пространство [15][14].

Историята на безпилотните летателни апарати се характеризира с преход от военни приложения към широк спектър от граждански приложения в различни сектори. Развитието на технологията на БЛА доведе до иновации в комуникационните системи, наблюдението на околната среда и събирането на данни. Въпреки предизвикателствата, породени от бързото развитие на безпилотните летателни апарати, продължаващите научни изследвания и постижения са насочени към използване на пълния потенциал на БЛА, като същевременно се решават проблеми, свързани със сигурността и тяхната експлоатация.

3. Въздействието на безпилотните летателни апарати върху морската мощ на държавата

Морската мощ на страната се отнася до цялостните морски способности и влияние на дадена държава, използвани за защита на морските интереси, проектиране на мощ и поддържане на сигурността в морския домейн. Тя включва както количествени аспекти, като например размера на военноморския флот, така и качествени фактори, които определят способността на страната да контролира и влияе на морския домейн [16]. Концепцията за морската мощ на страната подчертава способността на дадена държава да принуждава и влияе на други държави или участници чрез своите морски способности. Това включва защита на морските ресурси, осигуряване на морските пътища за комуникация и проектиране на сила извън границите на страната. [16]. Морската мощ е от решаващо значение за цялостната мощ на дадена държава и оказва значително влияние върху нейната външна политика и стратегически ангажименти.

Държавите със силна морска мощ са по-добре подготвени да защитават морските си интереси, да отстояват суверенитета си над териториалните води и да се справят ефективно със заплахите за морската сигурност. Проектирането на морска мощ подобрява способността на държавата да взаимодейства с други държави, за да преследва националните си интереси, и действа като възпиращ фактор срещу потенциални противници, независимо дали са държавни или недържавни участници.[17].

Оценката на морската мощ на страната включва различни фактори, като например размера и способностите на военноморските сили, морската инфраструктура, технологичния напредък, човешките ресурси и способността за адаптиране към променящите се морски предизвикателства.[18]. Разработването на индекси, като например индекса за конкурентоспособност на морската мощ(Maritime Power Competitiveness Index), може да предложи цялостна мярка за морската мощ на дадена страна, като улесни сравненията и съпоставката с други морски държави[18].

Освен това историческият контекст и геополитическите съображения оказват значително влияние върху подхода на дадена държава към морската мощ. Връзката между морската и сухопътната мощ, както е подчертано от Махан, подчертава взаимозависимостта и взаимните ограничения между морските и сухопътните способности[19]. Страните използват стратегически морската си мощ, за да укрепят геополитическите си позиции, да осигурят търговски пътища и да защитят националните си интереси в морския домейн.

Морската мощ на страната е многостранна концепция, която обхваща морските способности, влиянието и стратегическите ангажименти на дадена държава в морската област. Това е решаващ фактор за националната сигурност, външната политика и икономическия просперитет, който отразява способността на страната да се ориентира и да упражнява влияние в сложната морска среда.

Безпилотните летателни апарати оказват значително въздействие върху морската мощ поради разнообразните си приложения и възможности. Безпилотните летателни апарати все повече се използват в различни граждански и военни области, включително в управлението на морските пространства, военноморските операции и други дейности. [20]. Тези летателни апарати играят решаваща роля при оказване на помощ при бедствия, морски удари и други операции, като по този начин повишават ефективността на морската сила [21]. Безпилотните летателни апарати предлагат предимства като висока мобилност, ниска цена и гъвкаво разгръщане, което ги прави ценни средства за морските операции [22].

Използването на безпилотни летателни апарати в морската среда е особено полезно поради способността им ефективно да подпомагат морските операции. Безпилотните летателни апарати могат да осигурят проследяване, наблюдение и разузнаване в реално време, като по този начин подобряват ситуационната осведоменост и оперативните възможности на море.[23]. Освен

това БЛА могат да действат като летящи базови станции за подобряване на безжичното покритие и комуникация в морска среда, което допълнително укрепва морските способности и мощ.[24].

Интегрирането на безпилотни летателни апарати в операциите на военноморските сили и морската индустрия изисква цялостно разбиране на въздействието на човешкия фактор върху операциите с безпилотни летателни апарати, за да се гарантира безопасността и ефективността. [25]. Фактори като безопасност на въздушното пространство, височина и далечина на полета, и използване на въздушното пространство са решаващи съображения при разполагането на БЛА в морски условия[26]. Математическото моделиране и анализът на траекториите на полета на БЛА също допринасят за оптимизиране на работата на БЛА в морските сценарии.[27].

Освен това разработването на автономни системи и интелигентни механизми за приложение в БЛА подобрява тяхната ефективност и безопасност при морски операции. [28][29]. БЛА, оборудвани с различни сензори, могат да се използват за мониторинг на качеството на въздуха, наблюдение на околната среда и планиране на морските мисии, като предоставят ценни данни за операциите на военноморските сили [29][30]. Освен това безпилотните летателни апарати могат да подпомагат критични по отношение на времето военноморски мисии, като използват модерни технологии като невронни мрежи и автономни системи за предаване на данни[30].

Безпилотните летателни апарати оказват огромно влияние върху морската мощ, като подобряват възможностите за морско наблюдение, разузнаване, комуникация и операции. Интегрирането на БЛА във военноморските операции подобрява тяхната ефективност, ефикасност и безопасност, което ги превръща в незаменими средства в съвременната морска среда.

4. Как България може да използва силата на безпилотните летателни апарати в контекста на морската мощ?

За да се възползва от силата на безпилотните летателни апарати (БЛА) в контекста на морската мощ, България може стратегически да използва възможностите на БЛА за подобряване на морското наблюдение, сигурността и оперативната ефективност. Чрез интегрирането на БЛА в морските операции България може да постигне подобрена ситуационна осведоменост, засилена комуникация и ефективен отговор на морските предизвикателства. Няколко ключови стратегически подхода могат да бъдат приложени, за да се увеличи максимално потенциалът на БЛА в морския домейн на България.

- **Морско наблюдение и разузнаване** - безпилотните летателни апарати могат да се използват за наблюдение, следене и разузнаване в реално време на морските граници и изключителната икономическа зона на България. Чрез разполагането на БЛА, оборудвани със сензори и камери, България може да подобри осведомеността си за морския домейн, да открива незаконни дейности и ефективно да наблюдава движението на корабите [7].
- **Операции по търсене и спасяване** - БЛА представляват ценен инструмент при провеждане на операции по търсене и спасяване в морска среда. Използвайки БЛА с усъвършенствани възможности за визуализация, България може да подобри откриването на сигнали за бедствие, да открие оцелели и да координира по-ефективно спасителните дейности.[31].
- **Морска комуникационна инфраструктура** - безпилотните летателни апарати могат да подпомагат морските комуникационни мрежи, като осигуряват безжично покритие и свързаност на море. Чрез разгръщането на БЛА като летящи базови станции България може да разшири обхвата на комуникациите, да повиши надеждността на мрежата и да осигури безпроблемна свързаност за морските операции.[32].

- **Реагиране при извънредни ситуации и управление на бедствия** - в случай на морски аварии, катастрофи или природни бедствия БЛА могат да играят решаваща роля при оценката на щетите, доставката на материали и координирането на усилията за реагиране при извънредни ситуации. Като използва БЛА за бърза оценка и реакция, България може да подобри капацитета си за управление на бедствия[31].
- **Операции за морска сигурност и борба с пиратството -** безпилотните летателни апарати могат да се използват за патрулиране в областта на морската сигурност, за операции за борба с пиратството и за защита на критичната инфраструктура. Използвайки БЛА за наблюдение и възпиране, България може да защити морските си активи, да предотврати незаконни дейности и да повиши сигурността в своите води[7].
- **Интеграция с морските системи за интернет на нещата -** БЛА могат да бъдат интегрирани с морските системи за интернет на нещата (IoT), за да събират и предават данни за наблюдение и управление на морските пространства. Като използва БЛА за събиране и предаване на данни, България може да повиши своите възможности за морски интернет на нещата и да подобри процесите за вземане на решения[11].
- **Съвместна морска мрежа -** България може да проучи съвместното управление на ресурсите и оптимизацията на траекториите за морските мрежи с БЛА. Чрез координиране на операциите на БЛА със сателитни и наземни мрежи, България може да създаде цялостна и устойчива морска комуникационна инфраструктура[9].

4. Заключение

Безпилотните летателни апарати променят морската сигурност и морската мощ на страната. Въпреки все по-широкото използване на безпилотни летателни апарати в морската област, необходими са задълбочени и широкообхватни изследвания за тяхното въздействие върху морската сигурност. Интегрирането на БЛА в морският домейн има за цел да повиши ефективността, покритието и възможностите за събиране на данни в морска среда.

В статията са изследвани използването на безпилотни летателни апарати (БЛА) в морския домейн и влиянието им върху морската мощ на страната. Накратко са разгледани исторически аспекти на развитие на БЛА, техните приложения в различни отрасли и използването им във военноморски операции. Основният фокус на тази статия е необходимостта от изследвания за това как безпилотните летателни апарати революционизират морската сигурност и какви са последиците от тази революция за морската мощ на една нация. Целта на изследването е да предложи цялостно разбиране за това как БЛА трансформират морския домейн и сигурност и как това рефлектира на морската мощ на страната. В изследването се подчертават предизвикателствата, произтичащи от бързото развитие на технологията на безпилотните летателни апарати, като например пред системите за откриване и защита от безпилотните летателни апарати. Идентифицирани са ключови стратегически подходи за интеграция на БЛА в морския домейн.

В заключение, чрез стратегическо включване на БЛА в морските операции България може да повиши капацитета на морската си мощ, да укрепи морската сигурност и да подобри оперативната ефективност в морския домейн.

Използвана литература:

[1] M. Mozaffari, W. Saad, M. Bennis, Y. Nam, and M. Debbah, “A Tutorial on UAVs for Wireless Networks: Applications, Challenges, and Open Problems,” *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 21, no. 3, pp. 2334–2360, 2019, doi: 10.1109/COMST.2019.2902862.

[2] F. Ahmed, J. C. Mohanta, A. Keshari, and P. S. Yadav, “Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles: A Review,” *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 47, no. 7, pp. 7963–7984, Jul. 2022, doi:

10.1007/s13369-022-06738-0.

[3] V. Kangunde, R. S. Jamisola, and E. K. Theophilus, “A review on drones controlled in real-time,” *Int. J. Dyn. Control*, vol. 9, no. 4, pp. 1832–1846, Dec. 2021, doi: 10.1007/s40435-020-00737-5.

[4] Y. Zeng and R. Zhang, “Energy-Efficient UAV Communication With Trajectory Optimization,” *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 16, no. 6, pp. 3747–3760, Jun. 2017, doi: 10.1109/TWC.2017.2688328.

[5] S. Yildiz, Z. Akyurek, and A. Binley, “Quantifying snow water equivalent using terrestrial ground penetrating radar and unmanned aerial vehicle photogrammetry,” *Hydrol. Process.*, vol. 35, no. 5, May 2021, doi: 10.1002/hyp.14190.

[6] E. Valence, M. Baraer, E. Rosa, F. Barbecot, and C. Monty, “Drone-based ground-penetrating radar (GPR) application to snow hydrology,” *Cryosph.*, vol. 16, no. 9, pp. 3843–3860, Sep. 2022, doi: 10.5194/tc-16-3843-2022.

[7] H. Shakhatreh *et al.*, “Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 48572–48634, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2909530.

[8] S. Jung and W. Kim, “Development of an Unmanned Aerial System for Maritime Environmental Observation,” *Ieee Access*, 2021, doi: 10.1109/access.2021.3115595.

[9] G. Yu, X. Ding, and S. Liu, “Joint Resource Management and Trajectory Optimization for UAV-Enabled Maritime Network,” *Sensors*, vol. 22, no. 24, p. 9763, Dec. 2022, doi: 10.3390/s22249763.

[10] T. Wei, W. Feng, Y. Chen, C.-X. Wang, N. Ge, and J. Lu, “Hybrid Satellite-Terrestrial Communication Networks for the Maritime Internet of Things: Key Technologies, Opportunities, and Challenges,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 8, no. 11, pp. 8910–8934, Jun. 2021, doi: 10.1109/JIOT.2021.3056091.

[11] Z. Liang, Y. Dai, L. Lyu, and B. Lin, “Adaptive Data Collection and Offloading in Multi-UAV-Assisted Maritime IoT Systems: A Deep Reinforcement Learning Approach,” *Remote Sens.*, vol. 15, no. 2, p. 292, Jan. 2023, doi: 10.3390/rs15020292.

[12] S. Huang, J. Zhang, and Y. Wu, “Altitude Optimization and Task Allocation of UAV-Assisted MEC Communication System,” *Sensors*, vol. 22, no. 20, p. 8061, Oct. 2022, doi: 10.3390/s22208061.

[13] P.-L. Sanchez-Gonzalez, D. Díaz-Gutiérrez, T. Leo, and L. Núñez-Rivas, “Toward Digitalization of Maritime Transport?,” *Sensors*, vol. 19, no. 4, p. 926, Feb. 2019, doi: 10.3390/s19040926.

[14] S. Park, H. T. Kim, S. Lee, H. Joo, and H. Kim, “Survey on Anti-Drone Systems: Components, Designs, and Challenges,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 42635–42659, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3065926.

[15] F.-L. Chiper, A. Martian, C. Vladeanu, I. Marghescu, R. Craciunescu, and O. Fratu, “Drone Detection and Defense Systems: Survey and a Software-Defined Radio-Based Solution,” *Sensors*, vol. 22, no. 4, p. 1453, Feb. 2022, doi: 10.3390/s22041453.

[16] T. Albrecht, K. Tsetsos, and P. Grunwald, “Concept of Sea Power,” in *Handbook of Military Sciences*, Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 1–17.

[17] D. F. C. Despi, “Sea Power in the 21st Century: Challenges and Opportunities for the

Philippine Navy," *Asian Polit. Policy*, vol. 9, no. 4, pp. 583–596, Oct. 2017, doi: 10.1111/aspp.12344.

[18] T. Chairil, G. A. Wicaksono, and M. A. Nurbaitty, "Establishing Maritime Power Competitiveness Index: Benchmarking Indonesian Navy's Aspiration to Become World-Class Sea Power," *Intermestic J. Int. Stud.*, vol. 7, no. 1, p. 343, Nov. 2022, doi: 10.24198/intermestic.v7n1.16.

[19] W. Peng and L. Wang, "Historical Teachings on the Failure of the German Imperial Navy in Geopolitical Perspective," in *Proceedings of the 2022 4th International Conference on Literature, Art and Human Development (ICLAHD 2022)*, Paris: Atlantis Press SARL, 2023, pp. 1282–1288.

[20] Y. Ma, Y. Zhao, X. Qi, Y. Zheng, and R. Gan, "Cooperative communication framework design for the unmanned aerial vehicles-unmanned surface vehicles formation," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 10, no. 5, p. 168781401877366, May 2018, doi: 10.1177/1687814018773668.

[21] T. N. Vijay, "Analysis of the UAV Landing Quality Evaluation Using the TOPSIS Method," *Recent trends Manag. Commer.*, vol. 2, no. 4, pp. 130–137, Dec. 2021, doi: 10.46632/rmc/2/4/19.

[22] Y. Liu, H.-N. Dai, Q. Wang, M. K. Shukla, and M. Imran, "Unmanned aerial vehicle for internet of everything: Opportunities and challenges," *Comput. Commun.*, vol. 155, pp. 66–83, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.comcom.2020.03.017.

[23] V. Novac and E. Rusu, "UAVs Support to Naval Operations," *Int. Conf. KNOWLEDGE-BASED Organ.*, vol. 27, no. 3, pp. 70–76, Jun. 2021, doi: 10.2478/kbo-2021-0091.

[24] M. Mozaffari, W. Saad, M. Bennis, and M. Debbah, "Efficient Deployment of Multiple Unmanned Aerial Vehicles for Optimal Wireless Coverage," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 20, no. 8, pp. 1647–1650, Aug. 2016, doi: 10.1109/LCOMM.2016.2578312.

[25] H. E. ÖZYÖRÜK, "Systematic Analysis and Classification of the Literature Regarding the Impact of Human Factors On Unmanned Aerial Vehicles (UAV)," *J. Aviat.*, vol. 4, no. 2, pp. 71–81, Dec. 2020, doi: 10.30518/jav.777483.

[26] A. A. Periola and E. Obayiuwana, "Intelligent learning diversity mechanism for unmanned aerial vehicles applications," *Niger. J. Technol.*, vol. 39, no. 2, pp. 514–527, Jul. 2020, doi: 10.4314/njt.v39i2.22.

[27] A. Kositzyn, D. Serdechnyy, S. Korchagin, E. Pleshakova, P. Nikitin, and N. Kurileva, "Mathematical Modeling, Analysis and Evaluation of the Complexity of Flight Paths of Groups of Unmanned Aerial Vehicles in Aviation and Transport Systems," *Mathematics*, vol. 9, no. 17, p. 2171, Sep. 2021, doi: 10.3390/math9172171.

[28] T. Villa, F. Gonzalez, B. Miljievic, Z. Ristovski, and L. Morawska, "An Overview of Small Unmanned Aerial Vehicles for Air Quality Measurements: Present Applications and Future Prospectives," *Sensors*, vol. 16, no. 7, p. 1072, Jul. 2016, doi: 10.3390/s16071072.

[29] G. M. De Lima Filho, A. Passaro, G. M. Delfino, L. De Santana, and H. Monsuur, "Time-Critical Maritime UAV Mission Planning Using a Neural Network: An Operational View," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 111749–111758, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3215646.

[30] X. Liu, B. Chen, Y. He, and D. Li, "Development of an autonomous object transfer system by an unmanned aerial vehicle based on binocular vision," *Int. J. Adv. Robot. Syst.*, vol. 17, no. 1, p. 172988142090773, Jan. 2020, doi: 10.1177/1729881420907732.

[31] J. Bai, J. Dai, Z. Wang, and S. Yang, "A Detection Method of the Rescue Targets in the Marine Casualty Based on Improved YOLOv5s," *Front. Neurorobot.*, 2022, doi: 10.3389/fnbot.2022.1053124.

[32] N. Nomikos, P. K. Gkonis, P. S. Bithas, and P. Trakadas, “A Survey on UAV-Aided Maritime Communications: Deployment Considerations, Applications, and Future Challenges,” *IEEE Open J. Commun. Soc.*, vol. 4, pp. 56–78, 2023, doi: 10.1109/OJCOMS.2022.3225590.

За контакти:
к-н III ранг гл. ас. д-р Тодор Коритаров
ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”
e-mail: t.koritarov@nvna.eu