

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Оцена научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Саре (Влада) Чубриловић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства.

Одлуком Научно-наставног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 1120/13 од 27.6.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Саре Чубриловић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Унапређене методе сигурног преноса података у реалном времену преко говорних канала са губицима“ (енг. *Enhanced methods for secure data transmission in real time over compressed voice channels*).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Сара Чубриловић је рођена 22.02.1994. године у Београду, општина Савски венац. Завршила је основну школу „Ратко Митровић“ у Чачку као вуковац и ђак генерације. Уписала је природно-математички смер Гимназије у Чачку који је завршила са одличним успехом. Уписом на основне студије 2013. године наставља образовање на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Дипломирала је на одсеку за сигнале и системе 2017. године са просечном оценом 9.34 одбранивши рад „Примена LQG стратегије за управљање термичким процесима у термоенергетским постројењима“ са оценом 10. Након тога уписује дипломске академске-мастер студије на Електротехничком факултету у Београду на Модулу за сигнале и системе које завршава у фебруару 2019. године са просечном оценом 10 одбранивши мастер рад на тему „Препознавање вокала српског језика техникама статистичке класификације облика“ са оценом 10. Ментор на дипломском раду је био проф. др Бранко Ковачевић, а на мастер раду проф. др Жељко Ђуровић. Докторске академске студије уписала је у октобру 2021. године на Електротехничком факултету у Београду на модулу Управљање системима и обрада сигнала. Област њеног истраживања обухвата обраду сигнала, развој алгоритама за безбедан пренос података преко говорног канала, истраживање, развој и производња система крипто заштите. Резултат ових истраживања су два објављених рада у међународним научним часописима (M22 категорије) и три рада на међународним конференцијама. Од фебруара 2018. запослена је у Влатаком институту високих технологија као истраживачко развојни инжењер. На тој позицији доминантно је радила на развоју алгоритама за пренос и

шифровање података преко несигурних говорних канала и HF радија. Осим тога, у оквиру криптографије радила је и на оптимизацији и проширењу скупа корисних параметара криптографских алгоритама.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Сара Чубриловић је показала интересовање за научноистраживачки рад у дигиталној обради сигнала, посебно у области преноса и шифровања података. Докторске академске студије уписала је школске 2021/22. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на смеру Управљање системима и обрада сигнала, где је положила све предвиђене испите са просечном оценом 10 и остварила укупно 111 ЕСПБ-ова. Списак положених испита са осталим факултетским обавезама приказан је у следећој табели.

Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
19Д051ОАС	Оптимални и адаптивни стохастички системи	10	9
19Д051СМА	Сложени мулти-агент системи	10	9
19Д051ТОП	Технике обраде и препознавања говорног сигнала	10	9
19Д051СОС	Савремене технике обраде сигнала	10	9
19Д051НМ	Неуралне мреже	10	9
19Д091УНР	Увод у научни рад	10	6
19Д111ММС	Мултимедијални системи – одабрана поглавља	10	9
Обавеза	Студијски истраживачки рад 1	/	24
Обавеза	Студијски истраживачки рад 2	/	24
Обавеза	Научно стручни рад	/	3

Досадашњи научноистраживачки рад је резултовао са два рада у међународним часописима са СЦИ листе и са три рада презентована на међународним конференцијама и то:

- Радови у часописима са импакт фактором:
 - **Ћубриловић, S.**, Kuzmanović, Z., Punt, M., Vučić, D., & Kovačević, B. (2024): *FBMC/OQAM-based secure voice communications over voice channels*. IEEE Access: Practical Innovations, Open Solutions, 12, 94452–94460. (DOI: <https://doi.org/10.1109/access.2024.3424315>) (**M22, IF: 3.4, ISSN: 2169-3536**)
 - Radomirović, J., Milosavljević, M., **Ћубриловић, S.**, Kuzmanović, Z., Perić, M., Banjac, Z., & Perić, D. (2025). *A class of perfectly secret autonomous Low-Bit-Rate voice communication systems*. Symmetry, 17(3), 365. (DOI: <https://doi.org/10.3390/sym17030365>) (**M22, IF: 2.2, ISSN: 2073-8994**)
- Радови у зборницима радова међународних конференција:
 - **Ћубриловић S.**, Duška M., and Krstić A., (2022), *Evaluation of Improved Classification of Speech-Like Waveforms Used for Secure Voice Transmission*, 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 16 - 18. March, Jahorina, RS, BiH, 2022. (**M33**)
 - **Ћубриловић S.**, Kuzmanović Z., and Kvašček G., (2024), *Audio denoising using Encoder-Decoder Deep Neural Network in the case of HF radio*, 23rd International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 20 - 22. March, Jahorina, RS, BiH, 2024. (**M33**)
 - Radomirović, J., **Ћубриловић, S.**, Kuzmanović, Z., Banjac, Z., Milosavljević, M. (2024), *Perfectly secret system for voice transmission based on common randomness*, 11th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IeETAN 2024, Niš, Serbia, 3-6 June 2024. (**M33**)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Дана 8. јула 2025. године кандидат Сара Чубриловић је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду усмено полагала испит о подобности теме докторске дисертације и кандидата (докторски испит) пред комисијом у саставу:

- Др Вељко Папић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- Др Зоран Бањац, виши научни сарадник, институт високих технологија „Влатаком“
- Др Предраг Иваниш, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- Др Милица Јанковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- Др Дејан Драјић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

На јавној усменој одбрани предложене теме Комисија је кандидата оценила оценом **задовољно**.

На основу резултата испита за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, резултата током студирања на свим нивоима студија, објављених научних радова у области теме докторске дисертације и оствареног искуства у раду на предложеном истраживању, Комисија констатује да кандидат Сара Чубриловић поседује знање и истраживачко искуство и показује зрелост и самосталност који је квалификују за израду докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

У ери све распрострањеније и омасовљеније употребе гласовних комуникационих технологија, као што су мобилна и фиксна телефонија, интернет телефонија (VoIP) и радио комуникација, посебан изазов представља заштита података који се преносе преко говорног канала. Ово је проблем који је постао актуелан са првом појавом гласовне комуникације, а нарочито је добио на значају током и након Другог светског рата. За разлику од почетних криптографских решења везаних за заштиту говорне комуникације која су се претежно базирала на аналогној заштити сигнала, развојем софтвера за синтезу говора (вокодера) прешло се на доста поузданију и ефикаснију заштиту говора на дигиталном нивоу. Дигитални системи за заштиту говора састоје се од две кључне компоненте: прву, која се односи на конверзију аналогног говорног сигнала у дигитални (А/D конверзија), и другу, која се односи на енкрипцију тог дигиталног садржаја, најчешће коришћењем симетричних криптографских алгоритама. Након тога, шифровани дигитални сигнал се поново конвертује у аналогни облик (D/A конверзија), како би био погодан за пренос преко комуникационих канала у говорном опсегу.

Највећи изазов у пракси представља пренос шифрованог сигнала преко истих говорних канала који се користи за слање нешифрованог говора, као што су аналогне телефонске линије и мобилне радио-везе. Ово је проблематично због ширења фреквенција ван говорног опсега које се дешава приликом шифровања. Из тог разлога, али и ради побољшања отпорности сигурне говорне комуникације, развијени су различити вокодери (Voice Coders) који омогућавају ефикасну компресију говорног сигнала у уском фреквенцијском опсегу. Међу старијим стандардима за сигурну компресију говора налазе се CVSD, CELP, LPC-10е и MELP, док је најновији стандард савремени MELPe алгоритам. Након дигитализације и поновне конверзије у аналогни облик, сигнал добија прилагођене карактеристике за говорне комуникационе канале, који додатно врше компресију и анализу. Ови процеси укључују уклањање не-говорног сигнала (VAD и DTX), анализу основне (pitch) фреквенције, одређивање линеарних предиктивних коефицијената (LPC) и резидуала. Међутим, код шифрованог сигнала оригиналне карактеристике говора се губе, јер енкрипција додаје

насумичност и мења оригинални сигнал, што чини пренос шифрованог сигнала преко аналогних комуникационих канала веома тешким или готово немогућим без великог степена грешке.

Због тога је велики истраживачки фокус усмерен на развој алгоритама за пренос шифрованог садржаја путем постојеће комуникационе инфраструктуре. Неки приступи користе методе засноване на аналогним и дигиталним модулацијама, замени сегмената сигнала неким другим најчешће говорним сегментима, коришћењу предефинисаних кодних књига, мапирању параметара вокалног тракта и на другим иновативним техникама. Главни циљеви ових метода су очување битског протока, минимизација грешака при преносу, остваривање комуникације у реалном времену и максимална робусност уз оптимално коришћење рачунарских ресурса.

У оквиру предложене докторске дисертације биће анализирани и поређени савремени приступи преноса заштићеног садржаја преко говорних канала, са посебним нагласком на технике које користе кодне књиге и методе засноване на офсетној квадратној амплитудској модулацији (OQAM) у комбинацији са OFDM преносом, прецизније са филтарском банком са више носилаца (FBMC). Осим тога, у раду ће биће представљена упоредна анализа ових иновативних и унапређених приступа у односу на традиционалне методе које су коришћене у ранијим истраживањима. Кроз детаљну компаративну анализу, биће оцењени аспекти као што су спектрална ефикасност, робусност на шум и грешке у комуникационим каналима, као и компатибилност са постојећим стандардима у бежичним комуникацијама. Резултати тестирања предложених техника за пренос заштићеног садржаја биће анализирани у различитим условима, како у теоријском окружењу кроз примену адаптивних мултирејт (AMR) кодека, тако и у реалним комуникационим каналима као што су глобални систем за мобилне комуникације (GSM) и комуникација преко интернет протокола (VoIP). Посебна пажња биће посвећена систему временске и криптолошке синхронизације, са фокусом на формирање и оптимизацију синхронизационих секвенци. Детаљно ће бити објашњена структура заштићених и шифрованих сегмената садржаја, уз анализу утицаја малих промена у њиховој дужини или структури на целокупни квалитет преноса. Испитивање ових параметара омогућиће дефинисање оптималних конфигурација које доводе до компромиса између захтева за комуникацијом у реалном времену, минимизације грешака у преносу и максималне робусности на утицај комуникационих канала. Сва предложена решења ће бити имплементирана и тестирана у реалним условима, уз уважавање карактеристика комуникационих канала, што ће допринети формирању оптималне структуре заштићеног садржаја. Поред тога, у дисертацији ће бити разматран и модел говорног комуникационог канала, при чему ће се на основу идентификације функције преноса дефинисати оптимални параметри за описивање говорног сигнала у оквиру различитих комуникационих услова. Биће анализирани приступи и ограничења у анализи и синтези говора, засновани на карактеристикама говорног модела, са нагласком на факторе који утичу на квалитет преноса говорног сигнала преко комуникационих канала.

Ова дисертација ће пружити свеобухватан преглед савремених метода преноса заштићеног садржаја, анализирајући њихове предности и недостатке, уз дефинисање нових, ефикаснијих решења која могу да побољшају перформансе заштићених комуникационих система у различитим применама.

3. Полазне хипотезе

- Структурне особине говорног сигнала: Говору је својствена редундантност, што омогућава примену техника компресије пре шифровања, чиме се смањује количина података без губитка кључних информација. Такође, у говору постоје препознатљиви обрасци и статистичке особине које се могу користити за додатну оптимизацију.

- Дигитализација говорног сигнала: Првенствено се извршава процес узорковања и квантизације на начин који не нарушава кључне информације потребне за разумевање говора. Пре шифровања, говор се дигитализује, односно конвертује у битске низове података који се могу процесирати даље алгоритмима.
- Обрада у реалном времену: Будући да се очекује да се шифровање користи у комуникацијама у реалном времену алгоритми морају бити дизајнирани на такав начин да омогућавају брзу обраду без приметних кашњења. Уз то, морају се испоштовати и оптимизације за рад у окружењу са ограниченим процесорским и меморијским ресурсима.
- Безбедносне претпоставке: Сигурни алгоритми за шифровање се обично заснивају на математичким проблемима који су рачунарски тешко решиви. Такође, полазна претпоставка је да су криптолошки кључеви правилно генерисани, дистрибуирани и заштићени, те да нападач нема приступ тајним кључевима. Цео систем заштићене комуникације се пројектује тако да су подаци од интереса отпорни на различите врсте напада као што су пресретање, напад репродукцијом, ентитет у средини.
- Специфичност говорне комуникације: Претпоставља се да систем може да успешно ради и при променама у условима преноса (шум, губитак и убацивање пакета, инвертовање сигнала, прекид комуникације), што је важно за одржавање квалитета шифрованог сигнала. Такође, примењени алгоритми морају бити компатибилни са стандардним протоколима који се користе у комуникационим системима.

4. Научне методе истраживања

Предложена докторска дисертација која ће се бавити заштитом података који се шаљу преко говорних комуникационих канала, користиће теоријско експериментални истраживачки поступак.

У оквиру теоријских истраживања неопходно је применити методе уобичајене у домену теорије информација и кодовања, стохастичких система и анализе сигнала. Веома је битно развијање прецизног математичког модела који описује процес шифровања, аутентификације и преноса података. Неопходна је и формална верификација алгорита и протокола помоћу логичких система и математичких доказа, чиме су потврђују њихова сигурносна својства. Након тога се формира симулацијски модел који омогућава анализу понашања система под различитим условима (различити комуникациони канали, шум, губитак пакета, убацивање тишине). За анализу перформанси и откривање потенцијалних слабости биће коришћен софтверски пакет MATLAB и теоријски AMR кодеци. Такође, биће одрађено и проучавање постојећих комуникационих протокола и стандарда са аспекта сигурности и откривање потенцијалних рањивости. Биће развијени теоријски оквири за унапређење сигурносних механизма у протоколима који се користе у говорним комуникационим каналима.

Експериментални поступак обухвата постављање тест окружења у лабораторијским условима где се могу симулирати различити сценарији преноса података (нпр. различити нивои шума, интерференција, губитак пакета). Након тога се израђује прототип и имплементирају се криптографски алгоритми у реалном времену ради евалуације њихове ефикасности и латенције. Следећи корак јесте израда мреже за експериментисање за испитивање сигурносних решења у реалним условима, што омогућава прикупљање података о перформансама и откривање евентуалних проблема. Након тога следе теренски тестови где се мере перформансе система у окружењима која одражавају стварне услове (нпр. мобилне мреже, VoIP сервиси). Последњи корак представља мерење кључних перформанси као што су BER, брзина обраде, латенција, квалитет преноса (QoS) и утицај шифровања на корисничко искуство. Следи упоредна анализа различитих имплементација и протокола како би се утврдило које решење пружа најбољи баланс између сигурности и перформанси.

Такође, могуће је извршити и додатне анализе рањивости система спровођењем одређених тестова пенетрације и симулације напада на систем.

5. Очекивани научни допринос

- Развој нових или унапређење постојећих криптографских алгоритама прилагођених специфичностима говорног сигнала, са нагласком на смањење латенције и повећање ефикасности у условима комуникације у реалном времену.
- Креирање холистичког приступа који комбинује математичко моделирање са експерименталним валидацијама, чиме се постиже дубље разумевање интеракције између шифровања и перформанси комуникационог система.
- Анализа и предлог решења за повећање сигурносних стандарда у постојећим комуникационим протоколима, укључујући откривање рањивости и развој метода за њихово отклањање.
- Развој метода и технологија које омогућавају ефикасну имплементацију шифровања у окружењима са ограниченим ресурсима, чиме се постиже баланс између високог нивоа сигурности и ниске латенције.
- Проширење постојећих теоријских оквира у криптографији кроз анализу специфичних математичких проблема у контексту говорне комуникације, што може имати примене и у другим областима дигиталне комуникације.
- Постављање експерименталних оквира и развој тестова који могу послужити као референтни модел за даља истраживања и евалуације сигурносних решења у реалним условима.

Овим доприносима, дисертација би значајно унапредила научно-истраживачки рад у области заштите података у говорној комуникацији, пружајући и теоретске основе и практична решења која могу бити примењена у савременим комуникационим системима.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања структуриран је на следећи начин:

- Ревизија литературе о карактеристикама говора и комуникационим каналима.
- Анализа и поређење различитих метода преноса заштићених података путем говорних комуникационих канала.
- Дизајн система, са новим приступима шифровању података и паковању заштићеног садржаја, као и очувању протока и смањењу грешке.
- Експериментална евалуација перформанси предложеног система преко реалних комуникационих канала и поређење резултата и метода.

Литература

- [1] M. A. Özkan, B. Ors, and G. Saldamli, "Secure voice communication via GSM network," in *Proc. 7th Int. Conf. Electr. Electron. Eng. (ELECO)*, Bursa, Turkey, Dec. 2011, pp. II-288–II-292.
- [2] G. Biancucci, A. Claudi, and A. F. Dragoni, "Secure data and voice transmission over GSM voice channel: Applications for secure communications," in *Proc. 4th Int. Conf. Intell. Syst. Model. Simulation (ISMS)*, Bangkok, Thailand, Jan. 2013, pp. 230–234. doi: 10.1109/ISMS.2013.10.
- [3] DeepAI, "TIMIT dataset." [Online]. Available: <https://deepai.org/dataset/timit>
- [4] M. Boloursaz, A. H. Hadavi, R. Kazemi, and F. Behnia, "A data modem for GSM adaptive multi-rate voice channel," in *Proc. East-West Design Test Symp. (EWDTS)*, Kharkiv, Ukraine, Sep. 2013.
- [5] M. Boloursaz, A. H. Hadavi, R. Kazemi, and F. Behnia, "Secure data communication through GSM adaptive multi-rate voice channel," in *Proc. 6th Int. Symp. Telecommun. (IST)*, Tehran, Iran, Nov. 2012. doi: 10.1109/ISTEL.2012.6483136.

- [6] N. Katugampala, S. Villette, and A. M. Kondo, "Secure voice over GSM and other low bit rate systems," in *IEE Seminar Secure GSM and Beyond: End to End Security for Mobile Communications*, London, U.K., Feb. 2003. doi: 10.1049/ic:20030011.
- [7] A. Shahbazi, A. H. Rezaei, A. Sayadiyan, and S. Mosayyebpour, "Data transmission over GSM adaptive multi-rate voice channel using speech-like symbols," in *Proc. Int. Conf. Signal Acquis. Process. (ICSAP)*, Bangalore, India, Feb. 2010. doi: 10.1109/ICSAP.2010.72.
- [8] F. I. Abro, F. Rauf, M. Rehman, B. S. Chowdhry, and M. Rajarajan, "Towards security of GSM voice communication," *Wireless Pers. Commun.*, vol. 108, no. 3, pp. 1933–1955, Feb. 2019. doi: 10.1007/s11277-019-06502-y.
- [9] C. K. LaDue, V. V. Sapozhnykov, and K. S. Fienberg, "A data modem for GSM voice channel," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 57, no. 4, pp. 2205–2218, Jul. 2008. doi: 10.1109/TVT.2007.912322.
- [10] P. Krasnowski, J. Lebrun, and B. Martin, "Introducing a novel data over voice technique for secure voice communication," *Wireless Pers. Commun.*, vol. 122, pp. 1–27, 2022. doi: 10.1007/s11277-022-09503-6.
- [11] N. N. Katugampala, K. T. Al-Naimi, S. Villette, and A. M. Kondo, "Real-time end-to-end secure voice communications over GSM voice channel," in *Proc. 13th Eur. Signal Process. Conf. (EUSIPCO)*, Antalya, Turkey, Sep. 2005.
- [12] M. A. Özkan and S. B. Örs, "Data transmission via GSM voice channel for end to end security," in *Proc. 5th IEEE Int. Conf. Consum. Electron. Berlin (ICCE-Berlin)*, Berlin, Germany, Sep. 2015, pp. 378–382.
- [13] M. Rashidi, A. Sayadiyan, and P. Mowlae, "A harmonic approach to data transmission over GSM voice channel," in *Proc. 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol.: From Theory to Applications*, Damascus, Syria, Apr. 2008, pp. 1–4.
- [14] Z. Xu, "Data transmission method based on single carrier over GSM voice channel," *Rev. Fac. Ing.*, vol. 32, no. 9, pp. 23–29, Jan. 2017.
- [15] T. Chmayssani and G. Baudoin, "Data transmission over voice dedicated channels using digital modulations," in *Proc. 18th Int. Conf. Radioelektronika*, Prague, Czech Republic, Apr. 2008.
- [16] B. T. Ali, G. Baudoin, and O. Venard, "Data transmission over mobile voice channel based on M-FSK modulation," in *Proc. IEEE Wireless Commun. Netw. Conf. (WCNC)*, Shanghai, China, Apr. 2013, pp. 4416–4421.
- [17] L. Chen and Q. Guo, "An OFDM-based secure data communicating scheme in GSM voice channel," in *Proc. Int. Conf. Electron. Commun. Control (ICECC)*, Ningbo, China, Sep. 2011.
- [18] P. Krasnowski, "Joint source-cryptographic-channel coding for real-time secure voice communications on voice channels," Ph.D. dissertation, Lab. Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis (I3S), Univ. Côte d'Azur, Nice, France, 2021.
- [19] P. Krasnowski, J. Lebrun, and B. Martin, "A novel distortion-tolerant speech encryption scheme for secure voice communication," *Speech Commun.*, vol. 143, pp. 57–72, Sep. 2022.
- [20] NATO Standardization Agency, "THE 1200 AND 2400 BIT/S NATO INTEROPERABLE NARROW BAND VOICE CODER," STANAG-4591, 2004.
- [21] ITU-T Recommendation P.862, "Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs," Int. Telecommun. Union, 2001.
- [22] P. Siohan, C. Siclet, and N. Lacaille, "Analysis and design of OFDM/OQAM systems based on filterbank theory," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 50, no. 5, pp. 1170–1183, May 2002.
- [23] H. Al-Amaireh and Zs. Kollár, "Complexity comparison of filter bank multicarrier transmitter schemes," in *Proc. 11th Int. Symp. Commun. Syst., Netw. Digit. Signal Process. (CSNDSP)*, Budapest, Hungary, Jul. 2018.
- [24] M. Bellanger et al., "FBMC physical layer: A primer," PHYDYAS FP7 Project Document, Jan. 2010.
- [25] Digital processing of speech signals, L. Rabiner, R. Schafer, Prentice Hall, Englewood, 1979.
- [26] Speech Processing, A dynamic and optimization oriented approach, Li Deng, Douglas O'Shaughnessy, Marcel Dekker, 2003.
- [27] Fundamentals of Stochastic Signals, Systems and Estimation Theory with Worked Examples, Željko Đurović, Branko D. Kovačević

7. Закључак и предлог

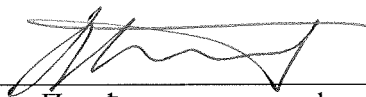
На основу приложене документације и целокупног стеченог утиска о теми докторске дисертације током одбране теме докторске дисертације и досадашњег рада кандидата Саре Чубриловић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, Комисија је дошла до следећих закључака:

Кандидат испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду за израду докторске дисертације, Предложена тема „Унапређене методе сигурног преноса података у реалном времену преко говорних канала са губицима“ (енг. *Enhanced methods for secure data transmission in real time*

over compressed voice channels) под менторством др Бранка Ковачевића, професора емеритуса Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Датум: 8.7.2025. у Београду

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Вељко Папић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



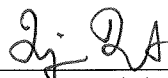
др Зоран Бањац, виши научни сарадник
Институт високих технологија „Влатаком“



др Предраг Иваниш, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милица Јанковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Дејан Драјић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет