

Универзитет Скопје
Број 09-41/3
09.12.2025 год.
Скопје

УНИВЕРЗИТЕТ СКОПЈЕ



УНИВЕРЗИТЕТСКИ БИЛТЕН Број 3/2025

9. декември, 2025 година
Скопје

СОДРЖИНА

**РЕФЕРАТ ЗА ИЗБОР ВО НАСТАВНО-НАУЧНО ЗВАЊЕ ЗА
НАСТАВНО-НАУЧНО ПОДРАЧЈЕ 2 – ИНЖЕНЕРСТВО И ТЕХНОЛОГИЈА,
НАУЧНО ПОЛЕ 2.02 ЕЛЕКТРОТЕХНИКА, ЕЛЕКТРОНИКА И
ИНФОРМАТИЧКО ИНЖЕНЕРСТВО, НАУЧНА ОБЛАСТ 2.02.00.15
КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО, ЕЛЕКТРОНИКА И РОБОТИКА**

**ИЗВЕШТАЈ НА РЕЦЕНЗЕНТСКАТА КОМИСИЈА
ЗА ИЗБОР НА**

д-р МИОДРАГ ЦЕКИЌ

ВО НАСТАВНО - НАУЧНО ЗВАЊЕ ДОЦЕНТ

**во наставно-научно подрачје 2 – Инженерство и технологија,
научно поле 2.02 Електротехника, електроника и информатичко инженерство,
научна област 2.02.00.15 Компјутерско инженерство, електроника и роботика**

Д-р Симе Ареновски, редовен професор во трајно звање, претседател
Факултет за информатика,
Универзитет Скопје

Д-р Ервин Домазет, вонреден професор, член
Факултет за инженерство,
Интернационален Балкански Универзитет, Скопје

Д-р Афан Хасан, доцент, член
Факултет за инженерство,
Интернационален Балкански Универзитет, Скопје

**До Наставно-научниот совет на
Факултетот за информатика на
Универзитет Скопје**

Предмет: Извештај на Рецензентска комисија која дава мислење во постапка за избор на **д-р Миодраг Цекиќ**, во наставно-научно звање доцент, во наставно-научно подрачје 2 – Инженерство и технологија, научно поле 2.02 Електротехника, електроника и информатичко инженерство, научна област 2.02.00.15 Компјутерско инженерство, електроника и роботика.

Во согласност со член 172 и 173 од Законот за Високото образование („Службен весник на РМ“ бр. 82/2018) и објавениот Конкурс на Универзитет Скопје во дневниот весник “Нова Македонија” од 22 ноември 2025 година, Наставно-научниот совет на Факултетот за информатика на Универзитет Скопје, на седницата одржана на 05.12.2025 година донесе одлука број 19-12/8 за започнување постапка за избор на еден (1) наставник за наставно-научно подрачје 2 – Инженерство и технологија, научно поле 2.02 Електротехника, електроника и информатичко инженерство, научна област 2.02.00.15 Компјутерско инженерство, електроника и роботика.

На истата седница, именувана е и **Рецензентска комисија за давање на мислење во постапката за избор** на еден наставник во наставно-научно подрачје 2 – Инженерство и технологија, научно поле 2.02 Електротехника, електроника и информатичко инженерство, научна област 2.02.00.15 Компјутерско инженерство, електроника и роботика на Универзитет Скопје, и тоа во состав:

1. **Д-р Симе Ареновски**, редовен професор, претседател на Комисијата, Факултет за информатика, Универзитет Скопје,
2. **Д-р Ервин Домазет**, вонреден професор, член, Факултет за инженерство, Интернационален Балкански Универзитет, Скопје

3. Д-р Афан Хасан, доцент, член, Факултет за инженерство, Интернационален Балкански Универзитет, Скопје

Во својство на членови на Рецензентската комисија за давање мислење во постапката за избор на еден наставник во наставно-научно звање за наставно-научно подрачје 2 – Инженерство и технологија, научно поле 2.02 Електротехника, електроника и информатичко инженерство, научна област 2.02.00.15 Компјутерско инженерство, електроника и роботика.

Рецензентската комисија утврди:

- дека Конкурсот е објавен во дневниот весник „Нова Македонија“ на 22 Ноември 2025 година;
- дека во предвидениот рок за поднесување пријава на конкурсот се пријавил еден кандидат, и тоа: д-р Миодраг Цекиќ, вработен и директор во Адопт Интелигенс ДООЕЛ Скопје; и
- дека со пријавата на конкурсот, кандидатот ги доставил сите потребни документи според условите на конкурсот.

Врз основа на поднесената пријава, приложената документација и поднесените трудови на кандидатот,

Рецензентската комисија ја проучи научната, наставната и стручната дејност на кандидатот, ги усогласи ставовите и го поднесува до Наставно-научниот совет на Факултетот за информатика на Универзитет Скопје, следниот заеднички

ИЗВЕШТАЈ

За кандидатот д-р Миодраг Цекиќ

Извештајот опфаќа:

1. Биографија на кандидатот,
2. Анализа и оценка на научната дејност на кандидатот,
3. Анализа и оценка на наставната дејност на кандидатот,
4. Анализа и оценка на стручната дејност на кандидатот, и
5. Заклучна оценка, мислење и предлог на Рецензентската комисија.

Во прилог на извештајот се дадени:

1. Табеларен приказ на научните трудови на кандидатот,
2. Список на научните и стручните трудови според категории,
3. Доказ за исполнување на условите за вреднување на трудовите во релевантни бази на податоци врз основа на критериумите за избор во наставно-научно звање – доцент, пропишани во Законот за Високото образование на Република Македонија („Службен весник на РМ“ бр. 82/2018), како и
4. Примерок од анализираниите научни трудови на кандидатот релевантни во постапката за избор во доцент,

1. БИОГРАФИЈА НА КАНДИДАТОТ

Дипломирал на Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство во Скопје при Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, со звањето Bachelor of Sciences (B.Sc.) во областа Информатика и компјутерско инженерство, стекнато во периодот 2008-2012 година.

Постдипломските студии ги завршил во 2014 година на Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство во Скопје при Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, со звање Master of Sciences (M.Sc.) во областа Интелигентни информациски системи.

Докторирал на Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство во Скопје при Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во декември 2022 година, со одбрана на докторската дисертација во областа на биоинженерство и машинско учење применето на анализа на човечкиот микробиом, со што се стекнал со звањето доктор по компјутерски науки и инженерство (PhD CSE).

Во текот на својата кариера, кандидатот се стекнал со повеќе меѓународно признати сертификати и признанија:

- **Microsoft MVP (Most Valuable Professional) за Azure AI Services и Azure AI Studio (Azure AI)** од јули 2024 година, кое му е обновено за 2025 година, што го потврдува како меѓународно признат експерт во областа на вештачка интелигенција и облак технологии.
- Сертификати за генеративна вештачка интелигенција во бизнисот, вклучувајќи **"Integrating Generative AI into Business Strategy"**, **"Scaling Generative AI: Building a Strategy for Adoption and Expansion"** и **"Generative AI for Business Leaders"**.

Учествувал на повеќе научни собири, конференции, и семинари од областа на компјутерска техника, информатика, вештачка интелигенција и биоинформатика во земјата и странство. Одлично го владее и активно го користи англискиот јазик.

Во времето пред дипломирањето започнува со ангажман во областа на информатиката и во период од јули 2011 година досега има работено на следните позиции:

- **март 2025-денес** Основач (Founder) на Adopt Intelligence, Скопје, Северна Македонија. Adopt Intelligence служи како стратешки катализатор за компании посветени на искористување на трансформативната моќ на вештачката интелигенција. Олеснување на усвојувањето на AI како природна и стратешка прогресија, со фокус на интеграција на напредна вештачка интелигенција во нивните понуди, оптимизација на работни процеси и култивирање на AI-флуентна организациска култура преку експертско водство и менторство.
- **април 2025-денес** Водечки експерт (Leading Expert) во LearnAI Lab при Avenga Academy, Скопје, Северна Македонија. LearnAI Lab е

интердисциплинарна B2B програма, дизајнирана да им помогне на бизнисите да ја отклучат вистинската моќ на вештачката интелигенција. Утврдување на end-to-end рамка за да се обезбеди дека AI носи реална вредност за бизнисот: стратешко усогласување и откривање, приспособено учење и развој, прототипирање на решенија и интеграција, како и поддршка за усвојување и континуирана поддршка.

- **јули 2024-денес** Microsoft MVP (Most Valuable Professional) за Azure AI Services и Azure AI Studio, препознат како меѓународен експерт во областа на вештачка интелигенција и облак технологии.
- **октомври 2019-денес** Член на одборот (Board Member) во Macedonian .NET Community, Скопје, Македонија. Активно вклучен во организацискиот тим за конференцијата Code Camp, Azure Saturday, Global DevOps Bootcamp, Global DevOps Experience настани и редовни месечни состаноци на заедницата.
- **септември 2021-денес** Contributing Writer во Towards Data Science. Пишување на статии и практични водичи за сценарија од реалниот свет, искористување на моќта и потенцијалот на алгоритмите за Data Science и Machine Learning.
- **ноември 2023-денес** Contributing Writer во AI Advances, Скопје, Северна Македонија. Пишување на статии и практични водичи за Applied AI и облак-базирани когнитивни сервиси за случаи на употреба од реалниот свет низ различни индустрии и бизнис домени.
- **декември 2024-денес** Capstone Projects Mentor на University American College Skopje, Скопје, Северна Македонија.
- **декември 2023-февруари 2024** ABCD DeepTech Project Contributor на University American College Skopje, Скопје, Северна Македонија.
- **декември 2024-јуни 2025** Peer Mentor во Macedonia2025, Скопје, Северна Македонија.
- **април 2023-мај 2025** Водечки технички консултант (Lead Technical Consultant - R&D) во IWConnect, Скопје, Северна Македонија. Водење на тимот за истражување и развој, каде главната цел е истражувањето и користењето на различни методологии и концепти поврзани со тековните и претстојните технолошки трендови и стандарди. Дизајнирање и водење на инженерскиот процес за различни AI powered проекти и прототипови од бизнис доменот искористувајќи когнитивни сервиси базирани на локални и облак платформи.
- **јануари 2023-октомври 2023** Технички консултант (Technical Consultant) во squareONE Marketing & Advertising, Скопје, Северна Македонија. Обезбедување на техничко консултантство во текот на животниот циклус на

развој на софтвер за платформата RealityCheck. Придонесување кон имплементацијата на основните бизнис цели, обезбедување на техничка експертиза во поставувањето на стратегијата и методологијата за развој на платформата.

- **јануари 2019-јануари 2023** Раководител на ИТ одделот (Head of IT Department) во squareONE Marketing & Advertising, Скопје, Македонија. Следење и поддршка на техничките тимови и развивачи во текот на процесот на развој и одржување на софтвер. Анализа на бизнис барањата на клиентите и предлагање на потенцијални софтверски решенија.
- **септември 2022-април 2023** Технички лидер (Technical Lead) во Softelligence, Скопје, Северна Македонија. Работа на целосно приспособлива SaaS-базирана платформа за администрација на полиси која им овозможува на осигурителните компании да креираат, градат и имплементираат комплексни осигурителни производи.
- **февруари 2019-јануари 2023** Технички обучувач (Technical Trainer) во Seavus Education and Development Center, Скопје, Македонија. Предавање и практични програмски активности во Академијата за програмирање. Креирање на студиски материјали во форма на презентации, демонстрации и вежби.
- **февруари 2020-ноември 2020** Главен обучувач (Lead Trainer) во Seavus Education and Development Center, Скопје, Македонија. Организирање на семестрални "Train the Trainers" workshop-и за подобрување на образовните вештини на техничките обучувачи/асистенти и споделување на најдобрите практики и искуства.
- **октомври 2021-ноември 2022** Технички ментор (Technical Mentor) во Seavus Accelerator, Скопје, Северна Македонија. Работа како дел од програмата Seavus Accelerator, првиот корпоративен акцелератор за бизнис технологија во Македонија. Учество во технички сесии за менторство и coaching за примена на дигитални технологии во различни поврзани индустрии.
- **март 2022-септември 2022** Технички лидер (Technical Lead) во Seavus, Скопје, Северна Македонија, во Microsoft Technologies Division. Дел од агилно организиран развоен тим кој работи за компанија за човечки ресурси специјализирана во администрација на пензиски и осигурителни шеми финансирани од работодавачи.
- **декември 2018-март 2022** Виш Full Stack веб развивач (Senior Full Stack Web Developer) во Seavus, Скопје, Македонија. Работа на облак-базирано решение кое им овозможува на B2B организациите централно да управуваат со ценообразувањето и упатствата за деловите низ портфолиото на производи.

- **февруари 2021-февруари 2022** Истражувач во машинско учење (Machine Learning Researcher) во Acıbadem Üniversitesi, Истанбул, Турција. Работа на разбирање на механизмот на отпорност на лекови за колоректален карцином како дел од интердисциплинарна група на микробиолози, биолози и биоинформатички научници. Дизајнирање и имплементирање на високо-перформансни алгоритми за класификација за машинско учење врз податоци за човечкиот микробиом за идентификување на нови организми во однос на терапијата и дијагностиката на ракот.
- **декември 2017-декември 2018** Full Stack веб и мобилен софтверски развивач (Full Stack Web and Mobile Software Developer) во F5 Tech, Скопје, Македонија. Дизајн и имплементација на веб-базирано софтверско решение кое едуцира и им овозможува на поединците да го управуваат своето здравје и да донесуваат подобри здравствени одлуки.
- **мај 2017-декември 2017** Full Stack веб и мобилен софтверски развивач во Personal Programmer, Скопје, Македонија. Работа на веб-базирани софтверски апликации за детекција на ризиците и несаканите ефекти предизвикани од користење на одредени лекови/вакцини и мобилна апликација со личен здравствен дигитален асистент.
- **декември 2015-мај 2017** Full Stack веб развивач (Full Stack Web Developer) во MTS Macedonia, Скопје, Македонија. Работа на облак-базирани софтверски решенија за закажување на call center, управување со квалитет и перформанси.
- **август 2013-декември 2015** Full Stack софтверски развивач како Freelance Developer, Скопје, Македонија. Full stack развој на веб/desktop комерцијални проекти за национални компании и организации.
- **декември 2012-декември 2015** Компјутерски системски инженер (Computer System Engineer) во Министерство за внатрешни работи, Македонија, Скопје. Администрација и одржување на ИТ системи, дизајнирање и развивање на мрежни модели, имплементирање и користење на виртуелни средини.
- **јули 2011-септември 2011** Развивач и администратор на бази на податоци (Database Developer and Administrator) во Johnson Controls, Скопје, Македонија. Анализа, дизајн, имплементација и одржување на бази на податоци за систем за систематизација на производи.

Досегашната научна и истражувачка активност на кандидатот ни укажува на научен интерес насочен кон различни теми и проблематики во состав на основното научно поле на проучување. Најпрвин со магистерскиот труд, а подоцна и со докторската дисертација, кандидатот ја дефинирал својата истражувачка ориентација кон проучување на полето на компјутерски науки, со особен фокус на вештачка интелигенција, машинско учење и нивна примена во биоинформатика и здравство.

2. АНАЛИЗА И ОЦЕНКА НА НАУЧНАТА ДЕЈНОСТ НА КАНДИДАТОТ

Овој дел на Извештајот содржи:

- 2.1. Досегашни избори на кандидатот во соработнички и наставно-научни звања,
- 2.2. Преглед на научната дејност и анализа на научниот придонес на кандидатот, и
- 2.3. Оценка на севкупната научна дејност на кандидатот.

2.1. Досегашни избори на кандидатот во соработнички и наставно-научни звања

Кандидатот нема досегашни избори во соработнички и наставно-научни звања.

2.2. Преглед на научната дејност и анализа на научниот придонес на кандидатот

Д-р Миодраг Цекиќ во неговата научна и истражувачка активност, до изборот во наставно-научно звање доцент напишал докторска дисертација и објавил 5 научни трудови во меѓународно признати списанија и публикации.

Пред изборот во наставно-научно звање доцент учествувал во еден научен проект.

Во продолжение на извештајот е даден приказ на поединечна анализа и оценка на објавените научни трудови, и тоа:

- 2.2.1. Докторска дисертација
- 2.2.2. Објавени научни трудови
- 2.2.3. Анализа на објавените научни трудови и научниот придонес на кандидатот
- 2.2.4. Учество во научни проекти

2.2.1. Докторска дисертација

Докторската дисертација на кандидатот ја одбрал на Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство во Скопје при Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во декември 2022 година, во областа на биоинженерство и машинско учење применето на анализа на човечкиот микробиом.

Со одбрана на докторската дисертација кандидатот се стекнал со академски степен доктор по компјутерски науки и инженерство (PhD CSE).

Преглед на достигнувањата на научната дисциплина поврзани со предметот на истражување

Според официјалната статистиката од 2020 година, фреквенцијата на детекција на карцином се проценува на 19,3 милиони нови случаи, од кои 10% припаѓаат во групата на колоректален карцином (карцином на дебелото црево). Понатаму, од 10 милиони смртни случаи предизвикани од појава на карцином, 9,4% се должат на карциномот на

дебелото црево. Ваквите показатели и воопшто тренд на детекција сугерираат дека ова заболување претставува едно од најчестите малигни тумори кои се рангираат во првите три најчести причини за смрт предизвикана од карцином. Во основа, високата стапка на смртност кај пациентите со колоректален карцином може да се должи на многу генетски и еколошки фактори.

Една од причините за високата стапка на смртност е несигурниот третман на пациентите со колоректален карцином поврзана со цревната микробиота. Човечкото црево содржи приближно 7000 различни видови бактерии во интестиналниот регион што претставува приближна тежина од речиси два килограми. Најчестите видови на бактерии во нормалниот човечки микробиом се *Absidia*, *Bacteroides*, *Lactobacillus*, *Escherichia coli* и *Enterococcus* кои претставуваат речиси 90% од вкупните бактериолошки видови. Овие бактерии имаат добро позната функција во човечкиот организам и имаат тенденција да живеат во симбиоза за производство и ферментација на метаболити. Покрај тоа, овие бактерии активно учествуваат во моделирањето на одговорот на имунолошкиот систем. Нарушувањето на микробиомот во дебелото црево може да предизвика воспаление и како последица да го промовира развојот на колоректален карцином.

Во денешно време, бројни студии потврдуваат дека цревната микробиота може да ја промени чувствителноста и прогресијата на колоректалниот карцином, бидејќи истата може да има влијание врз колоректалната карциногенеза со поттикнување на пролиферација на туморот, индуцирање ново развиен аденом, промовирање воспаление, како и предизвикување на оштетување на дезоксирибонуклеинската киселина (ДНК). Дополнително, познато е дека микробиомот може да влијае на метаболичките патишта и да ја модулира ефикасноста на антиканцерогените лекови, а со тоа да предизвика отпорност на лекот и терапијата.

Неодамнешната научна работа, за разлика од традиционалните биостатистички методи за таргетирање на микробиотата со различни стратегии, значително го истакна потенцијалот за примена на алгоритмите за машинско учење во креирањето на експериментални околин и рамки засновани на податоци, обезбедувајќи нови можности за лекување со приспособени терапии за индивидуалните пациенти. Надгледуваното машинско учење, ненадгледуваното машинско учење и повеќеслојните вештачки невронски мрежи, или длабокото учење, како специјализирани делови од вештачката интелигенција, се сметаат како различни области за анализа на увидот на цревната микробиота во однос на развојот на карциномот и потенцијалните терапевтски ефекти.

Предмет на истражување

Главниот предмет на обработка и истражување во рамките на докторската дисертација е начинот и примената на техниките и алгоритмите за машинско учење во контекст на анализата на човечката микробиота - комплементарна техничка алатка што претставува дел од биоинформатичките методи на истражување и интерпретација на бактериите и процесите својствени за микробиомот на човекот. Во таа насока, референтните студии

упатуваат кон заклучоци преку кои се наметнуваат перспективи и предизвици поврзани со дизајнирање и утврдување на научен механизам и методологија за темелно и прецизно процесирање, интерпретирање и докажување на улогата на микробиомот во случаи на најразлични заболувања. Во случајот на оваа докторска дисертација, акцентот е ставен на истражувањата на начините и пристапите поврзани со појавата, развојот и третирањето на колоректалниот карцином.

Цели на истражувањето

Главната цел на ова истражување е преку дизајнирање, креирање и евалуирање на сеопфатна методологија, претставена преку множество на различни алатки, рамки, развојни околин и технологии, да се овозможи експериментален концепт за систематска обработка на податоци добиени од секвенционирањето на микробиомот на пациентите - препознавање и интерпретација на бактериски биомаркери за потребите на толкување на механизмот на отпорност на терапијата, како и следење на карциногенезата на колоректалниот карцином.

Согласно овие цели, потребно е да се извршат следните задачи:

- Идентификација на најсоодветен тип на алгоритам/алгоритми за надгледувано машинско учење и предиктивност во случај на работа со податоците од микробиомите.
- Дефинирање, креирање и евалуирање на систематски пристап и методологија за анализа на бактерии кои најзначајно го моделираат механизмот за отпорност на терапија и лекови во случај дијагностициран карцином на дебелото црево.
- Идентификација на клучните бактериски биомаркери кои индивидуално или заеднички најзначајно придонесуваат во предиктивниот карактер на изградениот машински модел.
- Идентификација на клучните бактериски биомаркери кои индивидуално или заеднички најзначајно ја моделираат карциногенезата и воопшто анализата на карциномот на дебело црево.
- Извлекувањето на најинформативните карактеристики на бактериите и анализа на патеката за детално разбирање на нивната активност, својства и биолошка улога.

Образложение на работните хипотези и тези

Оваа дисертација ја обработува анализата на микробиомот во контекст на истражувањата кои покажуваат дека цревната микробиота е поврзана и може да влијае на колоректалната карциногенеза. Дополнително, таа може да влијае на метаболичките патишта и да ја модулира ефикасноста на антиканцерогените лекови и терапија. Од научен аспект, во рамките на оваа студија е дизајнирана и имплементирана методологија во две фази за моделирање и интерпретирање на клучните биомаркери

кои можат да играат значајна улога во разбирањето на механизмот за отпорност на лекови за пациенти со дијагностициран колоректален карцином.

Во оваа насока е поставена хипотезата дека примената на оваа методологија ќе придонесе во наоѓање на нови бактерии, како и нивна корелација, кои критично влијаат на развојот и пролиферацијата на колоректалниот карцином. Ваквите наоди се поставуваат како темели на процесот на моделирање и толкување на механизмите за отпорност на лекови од клиничките податоци за набљудуваните случаи на резистентни/нерезистентни групи на пациенти. Последната хипотеза која природно се наметнува е дека покрај претходно изложеното, предложената методологија и научен пристап во обработката на податоците ќе може да се користи и за нови податоци за микробиом, што всушност ќе им помогне на медицинските истражувачи и онколозите да одлучат за стратегијата за третман во врска со одредена имунотерапија, како и потенцијална отпорност на лекови.

Научни методи кои се применети

Истражувањето има карактер на развојно решение кое продуцира поефикасен научен пристап и применлива научна методологија за максимизирање на резултатите од анализата на микробиомот кај пациенти заболени од рак на дебело црево. Од аспект на природата на предметот, оваа научна студија претставува техничко мултидисциплинарно истражување, затоа што резултира со практична имплементација и дизајн на научен пристап и методологија за анализа на диверзитетот на микробиомот со примарна цел на моделирање на имунотерапијата и толкување на потенцијалната отпорност на лекови во случај на колоректален карцином.

Истражувањето започнува со анализа на податоци од микробиомот на ниво на генус, користејќи различни техники за нормализација и скалирање на податоците. Применува Principal Component Analysis (PCA) за редукција на димензиите и features engineering техники базирани на биолошката интерпретација на податоците. Во рамките на истражувањето се имплементирани и евалуирани повеќе супервизирани алгоритми за учење во контекст на бинарна класификација (Naive Bayes, Logistic Regression, KNN, SVM, Decision Tree, Random Forest, AdaBoost, XGBoost) користејќи Scikit-learn (Python) и KNIME платформата.

Дисертацијата вклучува и хиперпараметарска оптимизација и тунинг на моделите за машинско учење користејќи RandomizedSearchCV и GridSearchCV од Scikit-learn, како и Loop Parameter Optimization од KNIME. Дизајнирани се софтверски компоненти и методологија за идентификување на најважните карактеристики и значајни биомаркери кои играат клучна улога во разбирањето на механизмот на отпорност на лекови.

Истражувањето вклучува и статистичка анализа на податоците користејќи Mann Whitney Wilcoxon тест преку R и KNIME, како и тестирање на повеќекратни компарации за статистичка значајност (Bonferroni и Benjamini Hochberg p-value adjustment) користејќи R. За визуелизација и анализа на функционалниот потенцијал на микробните заедници изведени од 16S се користи алатката iVikodak.

Очекуван научен придонес

Од истражувањата претставени во рамките на докторската дисертација се очекува да произлезат следните оригинални научни придонеси:

- Детален преглед на моменталната примена и потенцијалот од искористувањето на техниките за машинско учење во обработката на податоци добиени преку секвенционирање на микробиомот.
- Преглед и систематизација на потенцијалните алгоритми за надгледувано машинско учење кои резултираат со најповолни метрики и перформанси кога станува збор за обработка на податоци од микробиом.
- Креирање на архитектура на модел и методологија за анализа на индивидуалните бактерии кои најзначајно го моделираат механизмот за отпорност на терапија и лекови, како и механизмот на анализа и карциногенеза поврзан со појавата и развојот на карциномот на дебелото црево.
- Креирање на алгоритам за идентификација на клучните агрегирани бактериски биомаркери кои заеднички придонесуваат во предиктивниот карактер на изградениот машински модел и овозможуваат дополнителна интерпретација, како и потемелно толкување на механизмот за отпорност на терапија и лекови во случај на колоректален карцином.
- Пристап за интерпретација и извлекување на знаење за биолошката улога, активност и својства на најзначајните биомаркери.

Примена на резултатите од истражувањето

Резултатите на истражувањето, кое спаѓа во областа на предиктивното моделирање во здравството, може да им послужи на медицинските лица како комплементарна алатка за анализа во дијагностиката и терапевтскиот третман на колоректален карцином. Воспоставената методологија, исто така, може да се користи за новодобиени податоци за микробиомот, што може да им помогне на онколозите во одлуката за стратегијата за третман и посттретман во контекст на разбирањата за имунотерапијата и отпорноста на лековите.

Научниот придонес

Како финални научни придонеси од докторската дисертација може да се издвојат следните:

- Развој на методологија за примена на машинско учење на податоци од човечкиот микробиом за разбирање на механизмите на отпорност на лекови кај колоректален карцином.

- Идентификување на значајни биомаркери кои играат клучна улога во терапијата и дијагностиката на ракот.
- Создавање на предиктивни модели со висока точност за класификација на пациенти според одговорот на терапија.
- Придонес кон интердисциплинарното поле на биоинформатика преку комбинирање на компјутерски науки, биологија и медицина.

2.2.2. Објавени научни трудови

Во својот професионален и научен развој, до изборот во наставно-научно звање доцент, д-р Миодраг Цекиќ покрај докторската дисертација објавил 5 научни трудови во меѓународно признати публикации.

A1) Научни трудови кои се објавени во меѓународно признати списанија и публикации кои имаат меѓународен уредувачки одбор и меѓународни рецензенти и/или се застапени во една од релеватните библиографски бази на податоци (a1)

1. **Cekikj, M.**, Jakimovska Özdemir, M., Kalajdzhiski, S., Özcan, O., Sezerman, O. U. (2022). Understanding the Role of the Microbiome in Cancer Diagnostics and Therapeutics by Creating and Utilizing ML Models. MDPI Applied Sciences, Section Applied Biosciences and Bioengineering, April 2022.

A2) Научни трудови објавени во зборници на трудови од меѓународни научни конференции (a2)

1. Hasan A., **Cekikj M.**, Domazet E., Sopi F., Intelligent File Classification And Semantic Organization Using Vector Databases And Embedding-Based Retrieval, EMERGING TECHNOLOGIES AND NEW CHALLENGES 2025, International Conference, University of Skopje, 11th of November 2025, Skopje, Republic of North Macedonia
2. Djinevski L., Arsenovski S., **Cekikj M.**, Pehcevski J., The Convergence of Artificial Intelligence and Cybersecurity: Macroeconomic Implications, ICON BEST 2024 International Conference for Business, Education Sport and Tourism, The 9th International Scientific Congress, Shaping the Future: Trends and Insights for Tomorrow, University of Skopje, 18th of November 2024, Skopje, Republic of North Macedonia
3. Rashiti B., Domazet E., **Cekikj M.**, Hasan A., Ai-Driven Intelligent Cyber Preventive Systems: Integrating Large Language Models For Autonomous Proactive Defense, ICON BEST 2024 International Conference for Business, Education Sport and Tourism, The 9th International Scientific Congress, Shaping the Future: Trends and Insights for Tomorrow, University of Skopje, 18th of November 2024, Skopje, Republic of North Macedonia

4. **Cekikj, M.**, Kalajdziski, S., Loskovska, S., Antovski, A. (2018). Visualization of cancer disease data. International Conference ICT Innovations, September 2018.
5. **Cekikj, M.**, Kalajdziski, S., Antovski, A. (2018). Practical application of data visualization techniques. International Conference on Informatics and Information Technologies, April 2018.
6. **Cekikj, M.**, Kalajdziski, S. (2017). Nutrient - Gene - Disease correlation through the understandings of 'omics' technologies. International Conference on Informatics and Information Technologies, April 2017.
7. **Cekikj, M.**, Trajanov, D. (2014). The Mobile Phone As A Sensor. International Conference on Informatics and Information Technologies, April 2014.

2.2.3. Анализа на објавените научни трудови и научниот придонес на кандидатот

Рецензентската комисија после прегледот на сите трудови на кандидатот, за приказ и оценка од посебно значење за научниот придонес во областа и предметот во кој кандидатот се избира, посебно земајќи го во предвид меѓународниот карактер, ги издвои следните трудови:

A1) Научни трудови кои се објавени во меѓународно признати списанија и публикации кои имаат меѓународен уредувачки одбор и меѓународни рецензенти и/или се застапени во една од релевантните библиографски бази на податоци (a1)

1. **Cekikj, M.**, Jakimovska Özdemir, M., Kalajdziski, S., Özcan, O., Sezerman, O. U. (2022). Understanding the Role of the Microbiome in Cancer Diagnostics and Therapeutics by Creating and Utilizing ML Models. MDPI Applied Sciences, Section Applied Biosciences and Bioengineering, April 2022.

Опис на трудот

Оваа публикација претставува сеопфатен технички пристап во моделирање и интерпретација на механизмите на отпорност на лекови од клинички податоци за пациенти дијагностицирани со колоректален карцином. Ракот е една од водечките причини за смрт во светот, а колоректалниот карцином припаѓа на групата на најмалигните тумори за кои нивното оптоварување може да се намали само преку рана детекција и соодветна терапија. Зголемените докази укажуваат дека чревната микробиота е поврзана и може да влијае на колоректалната карциногенеза.

Неодамнешните студии го нагласија фактот дека чревната микробиота може да ја промени чувствителноста и прогресијата на колоректалниот карцином поради нејзиното влијание врз колоректалната карциногенеза. За да се постигне целта, е

развиена методологија базирана на евалуација на високо-перформансни модели за машинско учење каде Python-базираниот random forest класификатор обезбедува најдобри перформанс метрики, со вкупна точност од 91.7%.

Пристапот идентификува и интерпретира најзначајни родови (genera) во случаите на резистентни групи. Досега, многу студии ја посочуваат важноста на присутните родови во микробиомот и имаат намера да го третираат одделно. Симбиотската бактериска анализа генерира различни сетови на заеднички комбинации на карактеристики, обезбедувајќи комбиниран преглед на предиктивноста на моделот и откривајќи дополнителни корелации на податоци каде што различни родови заеднички влијанија ја поддржуваат отпорноста на терапијата.

Оваа студија ги посочува различните перспективи на третманот бидејќи агрегатната анализа дава прецизни резултати за родовите кои често се наоѓаат заедно кај резистентна група на пациенти, што значи дека отпорноста не се должи на присуството на еден патоген род во микробиомот на пациентот, туку на неколку бактериски родови кои живеат во симбиоза.

Научен придонес на трудот

Истражувањето значително придонесува кон интердисциплинарното поле на биоинформатика и компјутерски науки со обезбедување на практична методологија за примена на напредни техники на машинско учење врз микробиомни податоци. Предложената методологија може да им служи на клиничарите како комплементарна алатка за анализа во дијагностиката и терапијата на колоректален карцином и придонесува кон полето на предиктивно моделирање во здравството.

Трудот демонстрира како алгоритмите за класификација можат да бидат искористени за откривање на сложени односи помеѓу микробната состојба и одговорот на терапија, придонесувајќи кон персонализирана медицина и подобро разбирање на механизмите на отпорност на лекови. Работата служи како основа за понатамошни истражувања во примената на вештачка интелигенција во онкологијата и прецизната медицина.

Симбиотската анализа дава нова перспектива за третманот, идентификувајќи дека отпорноста не се должи на присуството на еден патоген род, туку на неколку бактериски родови кои живеат во симбиоза, што отвора нови можности за терапевтски интервенции.

A2) Научни трудови објавени во зборници на трудови од меѓународни научни конференции (a2)

1. Hasan A., **Cekikj M.**, Domazet E., Sopi F., Intelligent File Classification And Semantic Organization Using Vector Databases And Embedding-Based Retrieval, EMERGING TECHNOLOGIES AND NEW CHALLENGES 2025, International

Conference, University of Skopje, 11th of November 2025, Skopje, Republic of North Macedonia

Опис на трудот

Трудот „Интелигентна класификација и семантичка организација на датотеки со користење на векторски бази на податоци и пребарување базирано на вгнездени претстави (embeddings)“ се фокусира на современ проблем во управувањето со дигитални документи, односно на автоматската организација и класификација на големи количини неструктурирани дигитални податоци во деловни и институционални средини. Авторите укажуваат дека традиционалните системи за управување со документи, кои се потпираат на метаподатоци, клучни зборови и рачно означување, се недоволни, слабо скалабилни и подложни на семантички двосмислености.

Во трудот се предлага интегрирана архитектура која комбинира современи модели за обработка на природен јазик (transformer-based embedding модели) со векторска база на податоци, со цел документите да се претстават како густо-векторски репрезентации што ја опфаќаат нивната семантичка содржина. Преку користење на SentenceTransformers (MPNet модел) и Weaviate како векторска база, документите се групираат и класифицираат врз основа на семантичка сличност, а не врз основа на формални или лексички карактеристики.

Методолошки, трудот опфаќа целосна обработувачка цевка: екстракција на текст од PDF документи, претпроцесирање, генерирање embeddings, складирање во векторска база, кластеризација со повеќе алгоритми (K-Means, Agglomerative, HDBSCAN, DBSCAN) и имплементација на zero-shot класификација преку споредба со центроиди на кластери. Експерименталната валидација е спроведена врз реални деловни документи (фактури и експертски извештаи), при што се анализираат и точноста и ефикасноста на системот.

Научен придонес на трудот

Научниот придонес на трудот се согледува во неколку клучни аспекти:

Прво, трудот нуди практично применлив модел за интелигентна класификација на документи кој е целосно базиран на семантички embeddings, без потреба од рачно дефинирани правила, метаподатоци или интензивно означување на податоци. Ова претставува значаен исчекор во однос на класичните системи за управување со документи.

Второ, се предлага дво-режимен систем (offline тренинг и online класификација) кој овозможува стабилни центроиди добиени од надгледувана кластеризација, а потоа нивна употреба за zero-shot класификација на нови документи без повторно тренирање на моделот. Овој пристап е особено релевантен за реални продукциски средини каде честото тренирање е непрактично.

Трето, трудот обезбедува детална компаративна анализа на повеќе алгоритми за кластеризација врз embeddings и покажува дека класичниот K-Means, кога е применет

врз висококвалитетни transformer embeddings, може да обезбеди стабилни и интерпретабилни кластери кои соодветствуваат на реалните категории на документи.

Четврто, се воведува механизам за детекција на нови типови документи (novel cluster detection) преку праг на семантичка сличност, што овозможува динамична еволуција на таксономијата на категории — важен аспект за долгорочна употреба во дигитални архиви и системи за управување со знаење.

Конечно, трудот обезбедува квантитативни показатели за ефикасност (латенција, стапка на екстракција, успешност на класификација) кои ја потврдуваат применливоста на предложениот модел во реални деловни сценарија.

2. Djinevski L., Arsenovski S., **Cekikj M.**, Pehcevski J., The Convergence of Artificial Intelligence and Cybersecurity: Macroeconomic Implications, ICON BEST 2024 International Conference for Business, Education Sport and Tourism, The 9th International Scientific Congress, Shaping the Future: Trends and Insights for Tomorrow, University of Skopje, 18th of November 2024, Skopje, Republic of North Macedonia

Опис на трудот

Трудот „Конвергенцијата на вештачката интелигенција и сајбер-безбедноста: макроекономски импликации“ анализира системски и економски последици од сè подлабокото поврзување меѓу вештачката интелигенција (ВИ) и современите сајбер-безбедносни технологии. Авторите поаѓаат од тезата дека ВИ истовремено ја зголемува ефикасноста на сајбер-нападите и ги зајакнува одбранбените механизми, создавајќи динамична „трка во вооружување“ меѓу напаѓачите и бранителите, со значајни макроекономски последици.

Во трудот се разработуваат три клучни димензии на оваа конвергенција:

- појавата на нови вектори на закани и експоненцијалниот раст на пазарот за сајбер-безбедност,
- асиметричната распределба на безбедносните капацитети меѓу големи корпорации и мали и средни претпријатија, како и меѓу развиени и помалку развиени економии, и
- системските макроекономски екстерналии кои се одразуваат врз БДП, инвестициските текови, финансиската стабилност и довербата во дигиталната економија.

Авторите користат емпириски податоци од големи сајбер-инциденти и извештаи на меѓународни институции за да проценат дека економските штети од сајбер-безбедносни пропусти во развиените економии изнесуваат приближно 0.5–1.5% од БДП годишно, при што ВИ дополнително ја зголемува и фреквенцијата и сериозноста на нападите. Во таа насока, трудот предлага концептуално преосмислување на сајбер-

безбедноста како критична економска инфраструктура, слична по значење на финансискиот систем, енергетската мрежа или транспортната инфраструктура.

Научен придонес на трудот

Научниот придонес на трудот се состои во интердисциплинарното поврзување на областа на сајбер-безбедноста со макроекономската анализа, што сè уште е релативно недоволно обработено поле во литературата. Наместо сајбер-безбедноста да се третира исклучиво како технички или ИТ проблем, трудот ја поставува во рамките на системски економски ризик со директни последици врз националните и глобалните економски перформанси.

Значаен придонес е и концептуалната рамка со која се објаснува како ВИ ја трансформира структурата на сајбер-пазарите — создавајќи истовремено нови економски сектори, работни места и инвестициони можности, но и нови извори на нестабилност и пазарни неуспеси. Трудот покажува дека постои класичен проблем на негативни екстерналии и подинвестирање во безбедност, што бара интервенција преку јавни политики и регулаторни механизми.

Дополнително, трудот нуди анализа на улогата на сајбер-осигурувањето, глобалниот недостиг на квалификуван кадар за сајбер-безбедност и геоекономските импликации од државно поддржани сајбер-операции, со што се проширува дискусијата од микроекономско на структурно макроекономско ниво. Ова му дава на трудот значајна применлива вредност за креаторите на политики, регулаторите и институциите задолжени за економска стабилност.

3. Rashiti B., Domazet E., **Cekikj M.**, Hasan A., Ai-Driven Intelligent Cyber Preventive Systems: Integrating Large Language Models For Autonomous Proactive Defense, ICON BEST 2024 International Conference for Business, Education Sport and Tourism, The 9th International Scientific Congress, Shaping the Future: Trends and Insights for Tomorrow, University of Skopje, 18th of November 2024, Skopje, Republic of North Macedonia

Опис на трудот

Трудот „Интелигентни сајбер-превентивни системи управувани од вештачка интелигенција: интеграција на големи јазични модели за автономна проактивна одбрана“ се занимава со фундаменталниот проблем на реактивната природа на традиционалните безбедносни системи и нивната ограничена способност навремено да одговорат на современи, мултифазни и автоматизирани сајбер-напади. Авторите поаѓаат од ставот дека класичните IDS/IPS и SIEM решенија, кои се засноваат на познати индикатори на компромитација и статички корелативни правила, не се доволни за справување со динамични и интелигентни закани.

Во трудот се предлага архитектура на Интелигентен сајбер-превентивен систем (ICPS) во кој голем јазичен модел (LLM) функционира како централен „разумен модул“ што интегрира телеметриски податоци, информации за закани, логови, мрежни текови и резултати од скенирања на ранливости. LLM-моделот врши семантичка и временска

корелација на настаните, генерира сценарија за можни напади, моделира однесување на напаѓачите и предлага превентивни и одбранбени мерки.

Архитектурата овозможува интеграција со клучни безбедносни платформи како SIEM, NDR, firewall и SOAR системи, при што LLM-моделот не само што интерпретира податоци, туку и автоматски иницира корективни дејства, како што се блокирање на сообраќај, сегментација на мрежи, изолирање на компромитирани уреди и активирање на одбранбени политики. Посебен акцент се става на автономната анализа, тријажа и оркестрација на одговори, со што се минимизира времето на реакција и се намалува оптоварувањето на безбедносните тимови.

Експерименталната евалуација е извршена преку прототип систем тестиран во контролирана мрежна средина со реални и симулирани напади, при што се покажува значително подобрување во раното откривање на напади, намалување на лажни аларми и драстично скратување на времето на реакција во споредба со традиционални системи.

Научен придонес на трудот

Научниот придонес на трудот се состои во воведувањето на LLM-моделите како централни когнитивни компоненти во сајбер-безбедносни системи, надминувајќи ја нивната традиционална употреба како алатки за обработка на текст или корисничка поддршка. Трудот демонстрира дека LLM-моделите можат да вршат сложено безбедносно резонирање, сценарио-планирање и автоматизирано донесување одлуки во реално време.

Вториот значаен придонес е концептот на проактивна сајбер-одбрана базирана на предиктивно моделирање на нападите, при што системот не реагира само на веќе манифестирани инциденти, туку идентификува подготвителни фази на напади и потенцијални патеки за компромитација. Ова претставува суштинска промена од детекција кон превенција како основна стратегија на одбраната.

Дополнително, трудот нуди интегративен модел кој ги обединува SIEM, NDR, firewall и SOAR функционалностите под единствен интелигентен контролен слој, што овозможува затворен циклус на детекција-анализа-реакција-учење. Експерименталните резултати покажуваат значително подобрување во точноста на детекцијата, намалување на лажните позитиви и драматично подобрување на времето за одговор, што ја потврдува практичната вредност на предложениот пристап.

Конечно, трудот отвора нови истражувачки насоки во однос на безбедноста на самите LLM-модели, управувањето со автоматизираните одлуки и потребата од хибридни модели со човечка супервизија, што го позиционира како релевантен придонес и во доменот на етичка и доверлива примена на ВИ во критични системи.

4. **Cekikj, M., Kalajdjiski, S., Loskovska, S., Antovski, A. (2018).** „Visualization of cancer disease data", International Conference ICT Innovations.

Опис на трудот

Како резултат на прогресивниот технолошки тренд, огромни количини на податоци од различни предмети и области континуирано се генерираат и класифицираат секојдневно. Во минатото, главните проблеми беа зачувувањето и објавувањето на сетови на податоци, но денес, еден од главните предизвици е презентацијата за подобро разбирање на податоците. Соодветната визуелна репрезентација на даден сет на податоци е основа за прецизна и конзистентна интерпретација, анализа и усвојување на емпириски заклучоци поврзани со семантичкото значење на информациите.

Во овој труд се презентира преглед на техниките за визуелизација на податоци и нивната практична примена, почнувајќи од стекнувањето на неструктуриран сет на јавно достапни податоци, нивната соодветна предобработка и организација, и визуелната репрезентација за крајниот корисник. Природата на податоците е поврзана со појавата, потенцијалот и развојот на различни типови на ракови заболувања официјално регистрирани во различни географски региони. Презентиран е интерактивен систем кој имплементира неколку техники за визуелизација.

Научен придонес на трудот

Истражувањето придонесува кон областа на медицинска информатика и визуелизација на податоци преку обезбедување на структуриран пристап за визуелизација на сложени медицински податоци за ракови заболувања. Трудот демонстрира како современите техники за визуелизација може да бидат применети за да се подобри разбирањето на податоците за рак, овозможувајќи полесна идентификација на важни обрасци, трендови и географски дистрибуции кои можат да бидат критични за клиничката пракса, епидемиолошките студии и истражувањето. Интерактивниот систем овозможува динамична анализа и истражување на податоците од страна на крајните корисници.

5. **Cekikj, M., Kalajdziski, S., Antovski, A. (2018).** „Practical application of data visualization techniques", International Conference on Informatics and Information Technologies.

Опис на трудот

Брзиот технолошки развој на интернетот и технологијата за мрежна комуникација и пренос на податоци револуционираше речиси сите области од нашиот живот. Потенцијалот за раст на хардверските конфигурации и развојот на моќни и софистицирани софтверски платформи за обработка овозможуваат генерирање на огромни количини податоци на дневна база кои се користат во процеси што го карактеризираат моделот на реалниот свет. Раната фаза во развојот на технологијата и електронската комуникација значеше соочување со предизвикот да се зачува најголемиот можен обем на податоци. Денес сме сведоци на постоењето на модели кои успешно управуваат со стекнувањето, обработката и складирањето на големи количини податоци. Главниот предизвик сега е идентификуван како техника или пристап кој ќе овозможи полесна интерпретација и пристап до податоците од интерес

на корисникот. Овој труд претставува систематски преглед и практична употреба на техники и методологии за графичка интерпретација на податоци и визуелен приказ кој овозможува полесна визуелна перцепција, интерпретација и соодветна идна примена.

Научен придонес на трудот

Истражувањето придонесува кон областа на визуелизација на податоци преку обезбедување на систематски преглед и практична употреба на техники и методологии за графичка интерпретација на податоци. Трудот демонстрира како техниките за визуелизација може да бидат применети за полесна визуелна перцепција, интерпретација и соодветна идна примена на податоци, што е критично за процесот на донесување одлуки во современите системи базирани на податоци.

6. **Cekikj, M., Kalajdziski, S. (2017).** „Nutrient - Gene - Disease correlation through the understandings of 'omics' technologies", International Conference on Informatics and Information Technologies.

Опис на трудот

Човекот е во постојана потрага за учење и примена на стекнатото знаење за развој, подобрување и оптимизација на животните процеси неопходни за одржување на адаптацијата и преживувањето на цивилизацијата. Динамиката на современиот начин на живот постојано ги истакнува придобивките од зголемениот квалитет и подобрувањата видливи во речиси сите животни области. Меѓутоа, овој прогресивен тренд отвора низа клучни теми кои се тесно поврзани со генеричката смисла на цената што ја плаќа човечката цивилизација на сметка на овие придобивки. Денес, една од најдискутираните и популарни теми на истражувачки интерес е односот помеѓу нутриентите и човечкото здравје. Во овој труд се прави систематски преглед на почетоците на генетиката и развојот на посовремените науки кои овозможуваат поширок поглед на интеракцијата помеѓу гените и нутриентите и подобрување на здравјето преку диета.

Научен придонес на трудот

Истражувањето придонесува кон разбирањето на врската помеѓу нутриентите, гените и болестите преку систематски преглед на развојот на генетиката и современите 'omics' технологии. Трудот обезбедува поширок поглед на интеракцијата помеѓу гените и нутриентите, што е важно за развојот на персонализирана медицина и нутригенетика. Ова истражување ги поврзува концептите на генетика, исхрана и здравје, отворајќи нови перспективи за превентивна медицина и подобрување на здравјето преку диета.

7. **Cekikj, M., Trajanov, D. (2014).** „The Mobile Phone As A Sensor", International Conference on Informatics and Information Technologies.

Опис на трудот

Современите мобилни телефони или паметните телефони брзо стануваат многу моќни платформи за пресметување и можеби најзначајните и најпочитувани комуникациски уреди во животите на луѓето. Денес, сме сведоци на фактот дека брзиот технолошки развој резултира со производство на високо софистицирани паметни телефони со низа вградени сензори од различни типови. Појавата на овие паметни мобилни уреди сериозно влијае на понатамошниот развој и имплементација на традиционалните модели на безжични сензорски мрежи. Концептот за собирање и обработка на податоци од сензори во реално време, претставен преку дизајнот и развојот на мобилни апликации, во голема мера почна да се инкорпорира и да има влијание во рамките на бројни индустриски и општествени домени, како што се индустриско процесно следење и контрола, следење на животната средина, контрола на сообраќајот, домашна автоматизација, здравствена заштита, социјални мрежи, образование, разубување, опоравување од катастрофи. Во овој труд се прави преглед на областа на истражување на мобилното сензирање преку анализата на современите паметни телефони кои доаѓаат со растечки сет на напредни вградени сензори, предизвиците поврзани со безжичните сензорски мрежи и мрежата на сензори на паметните телефони и процесот на софтверско инженерство за развој и примена на нови подобрени мобилни апликации.

Научен придонес на трудот

Истражувањето придонесува кон разбирањето на потенцијалот на паметните телефони како моќни сензорски платформи. Трудот демонстрира како вградените сензори во паметните телефони можат да се искористат за различни примени во индустриските и општествените домени. Ова истражување ги истражува предизвиците и можностите на мобилното сензирање, придонесувајќи кон развојот на нови мобилни апликации за различни области како здравствена заштита, следење на животна средина и домашна автоматизација.

2.2.4. Учество во научни проекти

Кандидатот, д-р Миодраг Цекиќ, бил член на проект „ML4Microbiome“ финансиран од Европската Унија преку European Cooperation in Science and Technology, COST ACTION CA18131 - Statistical and machine learning techniques in human microbiome studies.

2.3. Оценка на севкупната научна дејност

Научниот придонес и објавените научни трудови на кандидатот ја потврдуваат неговата повеќегодишна активна научна дејност, и го афирмираат д-р Миодраг Цекиќ како признат научник.

Научниот и истражувачкиот опус на кандидатот, д-р Миодраг Цекиќ, опфаќа 8 научни трудови, објавени во меѓународно признати публикации, вклучувајќи 1 научен труд објавен во меѓународно признато списание (MDPI Applied Sciences) и 7 трудови од меѓународни конференции (ICT Innovations, International Conference on Informatics and Information Technologies).

Анализираните научни трудови на кандидатот посветени се на научни истражувања и изучување на проблематики од подрачјето на природно-математички науки, област информатика, со фокус на вештачка интелигенција, машинско учење, биоинформатика и визуелизација на податоци.

Кандидатот во својата научно-истражувачка работа покажал способност за критичко размислување и интерпретација на научни сознанија од други автори, способност за примена на научни методи, споредување на теоретски сознанија, изведување на сопствени валидни заклучоци, како и надградување или продлабочување на постојните сознанија со што со своите трудови дава значаен научен придонес во областа на информатика и биоинформатика, за која се предлага во наставно-научно звање. Д-р Миодраг Цекиќ успешно ги користи современите научно-истражувачки методи и ги прилагодува на предметот на истражување. Врз основа на досегашните светски и домашни научни достигнувања, правилно го нагласува нивниот научен придонес, ги прилагодува и ги надградува со свои истражувачки научни сознанија и на тој начин значително придонесува за теоретските знаења од областа на информатика.

Д-р Миодраг Цекиќ поседува систематски и аналитички пристап кон проблемот на истражувањето, доследно ја применува научно-истражувачката методологија и се обидува да го презентира специфичното подрачје на проблематика кое го изучува на научно соодветен начин, користејќи релеванти домашни и странски библиографски извори.

Анализирајќи и оценувајќи ја научно-истражувачката дејност на кандидатот, може да се заклучи дека д-р Миодраг Цекиќ е квалификуван со соодветни научни методи квалитетно да обработува актуелни теми од областа на информатика, вештачка интелигенција и биоинформатика. Кандидатот континуирано ја следи современата домашна и странска научна и стручна литература од доменот на научната проблематика која ја истражува. Во своите трудови покажува дека добро ги владее методите на научни истражувања, дека ја владее материјата од научното подрачје кое го истражува, дека критички интерпретира научни сознанија на други автори, како и дека на соодветен научно-истражувачки начин, не само што ги проширува и продлабочува постојните сознанија, туку и дава нов придонес во научното подрачје за кое се избира.

Во вкупната оценка на научната дејност на кандидатот, се потенцира следното:

- Кандидатот е повеќе години активен во научно-истражувачката работа;
- Изработил и одбрал докторска дисертација во областа на биоинженерство и машинско учење;

- Објавил вкупно 8 научни трудови во меѓународно признати публикации: 1 научен труд во меѓународно признато списание (MDPI Applied Sciences) и 7 трудови од меѓународни конференции. Со тоа покажал дека се вклучува во актуелни научни дебати од научното подрачје со кое се занимава, резултатите од сопствените концептуални и емпириски истражувања ги презентира и за нив критички дискутира со научни и други учесници на научни конференции, и придонесува во обликување на критички ставови, предлози и препораки за унапредување на областа на информатика, вештачка интелигенција и биоинформатика.
- Сите вреднувани и анализирани трудови се објавени во рамките на научното подрачје на природно-математички науки и научното поле на информатика;
- Активен е како Microsoft MVP (Most Valuable Professional) за Azure AI Services и Azure AI Studio, што го потврдува како меѓународно признат експерт;
- Активен е како Contributing Writer во меѓународно признати платформи како Towards Data Science и AI Advances;

Разгледувајќи и оценувајќи ги објавените научни трудови, Рецензентската комисија заклучува дека резултатите од научната дејност на д-р Миодраг Цекиќ по својот опсег, квалитет и научен придонес, значајно ја збогатуваат информатичката наука. Исто така, Рецензентската комисија заклучува дека кандидатот, д-р Миодраг Цекиќ, е активен истражувач и со својата научна работа значајно ги унапредил научните сознанија во научното подрачје за кое бара избор во наставно-научно звање, како и дека неговите научни трудови и научен придонес го афирмираат како научник во подрачјето на природно-математички науки, полето на Информатика, област информатика.

3. АНАЛИЗА И ОЦЕНКА НА НАСТАВНАТА ДЕЈНОСТ НА КАНДИДАТОТ

3.1. Наставна дејност

Кандидатот има богато искуство во наставната дејност преку неговата работа како:

- Технички обучувач (Technical Trainer) во Seavus Education and Development Center од февруари 2019 до јануари 2023 година, каде предавал и водел практични програмски активности во Академијата за програмирање, креирал студиски материјали во форма на презентации, демонстрации и вежби, презентирал сценарија и предизвици од реалниот свет од личното работно искуство.
- Главен обучувач (Lead Trainer) во Seavus Education and Development Center од февруари 2020 до ноември 2020 година, каде организирал семестрални "Train the Trainers" workshop-и за подобрување на образовните вештини на техничките обучувачи/асистенти и споделување на најдобрите практики и искуства во врска со процесот на трансфер на знаење.
- Технички ментор (Technical Mentor) во Seavus Accelerator од октомври 2021 до ноември 2022 година, обезбедувајќи менторство и coaching за startup компании во примената на дигитални технологии.
- Capstone Projects Mentor на University American College Skopje од декември 2024 досега.
- Водечки експерт (Leading Expert) во LearnAI Lab при Avenga Academy од април 2025 досега, каде обезбедува приспособено учење и развој за бизниси во областа на вештачка интелигенција.

Кандидатот активно учествува во образовните активности, дава јавни предавања, организира и модерира технички разговори и вебинари, и обезбедува менторство за студенти и професионалци. Неговото искуство во наставата е разновидно и опфаќа различни нивоа на образование, од основно програмирање до напредни теми од областа на вештачка интелигенција и машинско учење.

4. АНАЛИЗА И ОЦЕНКА НА СТРУЧНАТА ДЕЈНОСТ НА КАНДИДАТОТ

4.1. Оценка на севкупната стручна дејност

Наведените факти создаваат заокружена слика за кандидатот, **д-р Миодраг Цекиќ**, како активна и стручно определена личност, кој со своите пишани стручни трудови, своите широки познавања несебично ги пренесува и на пошироката јавност, како што се модерните трендови во информатика, вештачка интелигенција и облак технологии.

Во својата стручна работа, кандидатот успешно ги применува своите теоретски и практични знаења за решавање на проблематики во подрачјето на вештачка интелигенција, машинско учење, облак технологии и развој на софтверски решенија. Вкупниот стручен придонес на кандидатот е исклучително плоден, при што посебно се потенцира синтезата на различните, но меѓусебно комплементарни дисциплини кои се во фокус на неговиот интерес (вештачка интелигенција, машинско учење, облак технологии, биоинформатика, визуелизација на податоци, софтверско инженерство), како и интеграцијата и поврзувањето на знаењата и мислењата за идниот технолошки развој.

Кандидатот е основач на компанијата Adopt Intelligence, која служи како стратешки катализатор за компании посветени на искористување на трансформативната моќ на вештачката интелигенција. Исто така, е активен како Microsoft MVP (Most Valuable Professional) за Azure AI Services и Azure AI Studio, што го потврдува како меѓународно признат експерт во областа на вештачка интелигенција и облак технологии.

Како Contributing Writer во Towards Data Science и AI Advances, кандидатот редовно пишува статии и практични водичи за сценарија од реалниот свет, споделувајќи ги своите знаења и искуства со пошироката стручна и научна јавност.

Неговото богато работно искуство опфаќа над 14 години работа во различни индустрии, вклучувајќи управување со работна сила, здравство, финансии, безбедност и образование, каде работел на позиции од софтверски развивач до технички лидер и консултант, што говори за неговата разновидна експертиза и способност за примена на теоретските знаења во практиката.

5. ЗАКЛУЧОК, МИСЛЕЊЕ И ПРЕДЛОГ НА РЕЦЕНЗЕНТСКАТА КОМИСИЈА

Откако направивме увид во севкупното научно, научно-стручно и стручно творештво на проф. д-р Миодраг Цекиќ, увид во објавените трудови и увид во биографските податоци, ние како Комисија заклучивме дека врз основа на член 166 став 3 од Законот за Високото образование на Република Македонија во врска со Општите услови за избор во наставно-научно звање доцент:

1. Кандидатот **д-р Миодраг Цекиќ** има научен степен доктор на науки од научната област во која се избира.
2. Кандидатот **д-р Миодраг Цекиќ** има објавено четири научни трудови согласно со Законот во последните пет години пред објавување на огласот.
3. Кандидатот **д-р Миодраг Цекиќ** има учество во 1 научно-истражувачки проект.
4. Кандидатот **д-р Миодраг Цекиќ** покажува способност за изведување на разни видови високообразовна дејност.

Со содржината на трудовите што ги достави кандидатот **д-р Миодраг Цекиќ** и неговото работно искуство без сомнение укажуваат дека станува збор за веќе оформен научен работник. Исто така, врз основа на биографските податоци на кандидатот, како и презентираниите согледувања за неговите постигнувања на полето на научно-истражувачките активности (научни и стручни трудови, семинари, конференции, наставна дејност и слично) во земјата и странство – можевме да заклучиме дека станува збор за професионално изграден кандидат со исклучителна комуникативност и успешност во извршување на работните обврски. Затоа цениме дека кандидатот може со успех да ја обавува наставната дејност по група предмети од областа на информатички дисциплини на Универзитет Скопје.

Земајќи ги во предвид сите горенаведени заклучоци, Комисијата има исклучително задоволство да му предложи на **Наставно-научниот совет на Факултетот за информатика на Универзитет Скопје, д-р Миодраг Цекиќ** да го избере во наставно-научно звање **доцент** во наставно-научно подрачје 2 – Инженерство и технологија, научно поле 2.02 Електротехника, електроника и информатичко инженерство, научна област 2.02.00.15 Компјутерско инженерство, електроника и роботика

Рецензентска комисија:

Д-р Симе Арсеновски, редовен професор,
претседател, с.р.

Д-р Ервин Домазет, вонреден професор, член, с.р.

Д-р Афан Хасан, доцент, член, с.р

Табела 1. Рекапитулација на бројот на научните и стручните трудови на кандидатот д-р Миодраг Цекиќ објавени во последните 5 години

Вид на трудот	Вкупно
НАУЧНИ ТРУДОВИ	1
1. Научни трудови објавени во списанија со меѓународно призната рецензија	
2. Научни трудови објавени во зборници од меѓународни научни конференции	3
3. Научни трудови објавени во зборници од домашни научни конференции	
4. Книги	
ВКУПНО НАУЧНИ ТРУДОВИ	4
СТРУЧНИ ТРУДОВИ	
1. Стручни трудови објавени во списанија, ревији	
2. Проекти и рецензии	
3. Прирачници	
ВКУПНО СТРУЧНИ ТРУДОВИ	
4. Други трудови	
ВКУПНО НАУЧНИ И СТРУЧНИ ТРУДОВИ	4