

Процедура № ФЕА56-НС1-029

Рецензията е постъпила
във ФЕА
на 29.08.2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд

за придобиване на образователна и научна степен **“доктор”**

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Вельо Енев Василев**

Тема на дисертационния труд: **„Нови алгоритми и модели за работа на интелигентни агенти-асистенти в рисковата среда”**

Рецензент: **проф. д-р Милена Кирилова Лазарова-Мицева**

катедра Компютърни системи, ФКСТ, Технически университет–София



Настоящата рецензия е изготвена в качеството ми на член на научно жури, назначено със Заповед № ОЖ-5.3-34/18.06.2025 г. на Ректора на Технически университет–София и протокол от първо заседание на научното жури от 1.07.2025 г.

Докторантът маг. инж. Вельо Енев Василев е зачислен в редовна докторантура по докторска програма „Системи с изкуствен интелект” в професионално направление 5.3 „Коммуникационна и компютърна техника” към катедра „Компютърни системи и технологии” на Факултет по Електроника и автоматика в Технически университет–София, Филиал Пловдив на 1.03.2021 г. с научни ръководители доц. д-р инж. Диляна Будакова и доц. д-р инж. Станимир Стефанов. Считано от 15.04.2021 г. докторантурата е трансформирана от редовна в задочна форма. Докторантът е изпълнил индивидуалния си план и е положил всички изпити от докторантския минимум. Отчислен е с право на защита на 1.02.2025 г. със Заповед № 1005/19.03.2025 г. на Ректора на Технически университет–София. С решение на Факултетния съвет на Факултета по Електроника и автоматика (Протокол №12/17.07.2025 г.) по предложение на катедра „Компютърни системи и технологии” (Протокол №13/05.06.2025 г.) е взето решение за разкриване на процедура за публична защита на дисертационния му труд.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Дисертационният труд е посветен на безспорно актуална тематика, свързана с използване на виртуална реалност и машинно обучение за моделиране на виртуални 3D интелигентни агенти в рисковата среда за обекти от електроенергийната система. Подобряването на анализа на риска при работа в такава среда, повишаването на ситуационната информираност на персонала и вземането на организационни решения относно изграждането и експлоатацията на електрически обекти и съоръжения са значими въпроси с много голяма важност особено при възникване на аварийни ситуации. От друга страна, както виртуалната реалност, така и алгоритмите за машинно обучение са обект на интензивни изследователски усилия през последните години, които водят до успешното им използване за решаване на разнообразни проблеми в много различни приложни области. Дисертационният труд успешно комбинира в научно изследване тези две актуални области като предлага използването на виртуална реалност и методи за машинно обучение за моделиране на виртуален триизмерен тренажор и виртуални 3D интелигентни агенти-асистенти в електрически подстанции, както и в обекти от електроенергийната система за средно и/или високо напрежение.

Целта на дисертационното изследване е да се моделират, реализират и изследват нови алгоритми и модели за поведение на интелигентни виртуални обучаващи се агенти-асистенти в рискова среда. На базата на анализ на текущото състояние на проблемната област са формулирани конкретни задачи за постигане на поставената цел: (1) Да се предложи реалистичен 3D прототип на електрическа подстанция с използване на виртуална реалност, който позволява да се отрази въздействието на атмосферни условия върху апаратурата, динамично възникване на аварии, провеждане на рутинни обходи и наблюдение на обекти от електрическа подстанция, откриване на проблеми и обучение на студенти; (2) Да се моделира и изследва поведението на интелигентен виртуален агент-асистент в рискова среда, който притежава знания за развитието на ситуацията, пространствени знания, емпатия, приоритети и възможности за смяна на приоритети, стратегия за социална власт, умения за социално общуване, реалистичност; (3) Да се изследва ефективността на различни алгоритми за обучение със стимулиране в рискова среда, да се предложат модифицирани алгоритми с цел повишаване на тяхната ефективност и нови алгоритми и модели за обучение и за подобряване на поведението на интелигентни агенти-асистенти в рискова среда; (4) Да се използва математическия апарат на обобщените мрежи и да се предложи обобщено-мрежов модел за изследване и анализ на поведение на интелигентен виртуален агент-асистент в рискова среда. Определянето на целта и конкретните задачи, свързани с постигането ѝ, са обосновани от автора коректно и изчерпателно.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Дисертационният труд демонстрира задълбочено познаване на актуалното състояние на проблемната област. Авторът ясно идентифицира значимостта на повишаването на ситуационната информираност и анализа на риска при експлоатация на електроенергийни обекти особено в контекста на аварийни ситуации. Изследването отразява актуалните тенденции в развитието на две динамично развиващи се области – виртуална реалност и машинно обучение, като се отчита техния широк спектър от приложения и непрекъснатото им усъвършенстване. Направеният анализ на съществуващи подходи и технологии позволява формулирането на конкретни изследователски задачи, свързани с моделирането на 3D виртуални среди, създаването на реалистични сценарии и интегрирането на интелигентни агенти с поведенчески модели, адаптивност и социални умения. Представената библиографска справка по дисертационния труд съдържа общо 230 източника, от които 176 източника на английски език, 2 на български език и 52 Интернет адреса. Цитираните литературни източници, на които е базиран сравнителния литературен анализ, обхващат научни изследвания и статии в научни издания и международни конференции, като повече от половината от тях са публикувани в последните 10 години, което показва високо ниво на осведоменост за актуалните предизвикателства и потенциалните решения в областта. Творческият принос на дисертационния труд се изразява в синергията между виртуалната реалност и методите за машинно обучение, приложени в специфичен и критично важен контекст на електроенергийната система. Авторът не се ограничава до обзор на съществуващи подходи, а предлага новаторски решения, насочени към моделиране на рискова среда с висока степен на реализъм и създаване на обучаващи се виртуални агенти с комплексно поведение, включващо стратегическо мислене, социална комуникация и адаптация към променящи се условия. Внедряването на алгоритми за обучение със стимулиране и тяхната модификация за работа в рискови условия представлява оригинален подход, допълнен от прилагането на обобщено-мрежови модели за анализ на поведението на агента.



Това свидетелства за умение за креативна интерпретация на литературните източници и тяхното развиване в иновативни насоки, надхвърлящи класическите решения.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Методически дисертационният труд е логически последователен и адекватен по отношение на избраната и приложената методика на провеждане на научните изследвания. Методологичният подход е комплексен и обхваща системен сравнителен анализ на особеностите и различните аспекти на разглежданата тематична област, на основата на който е направен обоснован избор на методи, алгоритми и средства за постигане на целта на дисертационния труд и за решаване на поставените задачи. Предложените, разработените и изследваните алгоритми и модели се основават на добре аргументирани решения, теоретична обосновка, експериментална оценка, проверка и валидиране на възможностите за практическото им използване, което гарантира не само постигането на целите на дисертацията, но и позволява обективна оценка на предложените решения и постигнатите приноси.

4. Кратка аналитична характеристика и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Представеният дисертационен труд е структуриран в увод, четири глави, заключение, списък с приноси, списък с публикации на докторанта по дисертационния труд, списък с цитирания на публикациите по дисертационния труд, списък с участия в научно-изследователски проекти, библиографска справка на използваните литературни източници, списък на фигури, списък с таблици, списък на използвани съкращения и термини. Общият обем на дисертационния труд е 133 страници. Дисертационният труд съдържа 11 таблици и 37 фигури. Цитирани са 230 литературни източника, посочени в библиографската справка.

В първа глава е представен преглед на алгоритми за машинно обучение използвани за постигане на сигурност в рискова среда и са разгледани възможностите за приложение на виртуална реалност за моделиране и реалистична визуализация на процеси, явления и критични ситуации в областта на енергетиката с цел осигуряване на безопасно и надеждно обучение на специалисти. Във втора глава е представен модел на реално съществуваща открита разпределителна уредба и е предложен модел на интелигентен виртуален агент за работа в рискова среда, базиран на психологическите теории за мотивация, емоции и власт. Представено е също и емпирично проучване за доверието и степента на реалистичност и полезност, които постига агента. В трета глава е предложен модифициран алгоритъм за машинно обучение чрез стимулиране (Intensity of Characteristic Q-learning, InCh Q-learning) за откриване на оптимален път за евакуация, както и модел на интелигентен виртуален агент-лидер, използващ авторски алгоритъм с множество планове за реализация на адаптивно поведение. Четвърта глава представя два обобщено-мрежови модела за изследване на ефективността на интелигентни виртуални агенти за работа в рискова среда чрез прилагане на различни сценарии и различни алгоритми за машинно обучение. Направен е сравнителен анализ на ефективността на алгоритмите PPO, SAC, GAIL и CB, поддържани от ML-Agents Toolkit на Unity. Представени са два сценария за обучение на виртуален дрон за гасене на пожар и обучение на виртуален електроинженер, който трябва да реализира спасителна операция.

От представеното изложение, формулираната цел на дисертационните изследвания и поставените във връзка с нея задачи, както и използваните средства за реализиране на целта, може да се направи заключение, че маг. инж. Вельо Василев добре познава състоянието на разглежданите проблеми. Дисертационният труд е изграден върху надеждна



и обширна теоретична и практическа основа. Структурата на дисертационния труд е логична и последователна – от анализ на актуалното състояние на изследваната проблематика до моделиране, експериментална проверка и оценка на предложените решения. Това ми дава основание да определя получените резултати и свързаните с тях приноси като достоверни практически полезни и обосновава оригиналността и научната стойност на предложените модели и алгоритми.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Приемам формулираните от автора приноси, постигнати в резултат на извършените научни изследвания. Приносите могат да се отнесат към категориите обогатяване на съществуващо научно знание и научни постижения в практиката, както и създаване на нови и модифициране на съществуващи методи, подходи, модели и алгоритми за решаване на поставените в дисертационния труд задачи.

На базата на получените в дисертационната работа резултати постигнатите приноси могат да бъдат систематизирани като научни, научно-приложни и приложни както следва:

■ научни приноси:

- Предложен е обобщено-мрежов модел за изследване на ефективността и поведението на интелигентен агент-асистент за работа в рискова среда;

■ научно-приложни приноси:

- Представена е нова архитектура на обучаващ се интелигентен виртуален агент за работа в рискова среда, базиран на полезност, който сменя приоритетите си с цел да обучава потребителите когато е безопасно и да ги евакуира и спаси при възникване на авария;
- Изследвано е поведението на интелигентни виртуални агенти-асистенти в рискова среда за доказване на необходимост те да имат роля, която им дава социална власт като лидери; да притежават пространствени знания, знания за използването и наличието на противопожарна екипировка и знания за развитието на рисковата ситуация; да имат емоции, приоритети и умения за социално общуване;
- Предложен е алгоритъм Intensity of Characteristic Q-learning algorithm (InCh Q-learning) за намиране на оптимален път за евакуация чрез използване на данни за интензивността на характеристиките на пожара;
- Предложен е подход за постигане на адаптивно поведение на интелигентен агент в рискова среда чрез използване на множество планове и две невронни мрежи, които подпомагат избора на конкретен план;
- Направен е анализ на ефективността на поведението на интелигентни виртуални агенти, обучени с алгоритми за обучение със стимулиране (SAC, PPO) и алгоритми за обучение с имитация (BC, GAIL);

■ приложни приноси:

- Предложени са прототипи и 3D модели за: (1) реално съществуваща открита разпределителна уредба; (2) обучаващ се виртуален агент-асистент, който може да обучава потребители в рискова среда, да сменя приоритетите си при възникване на авария, да изпълнява последователност от действия при реализирането на спасителна операция; (3) виртуална електрическа подстанция с динамично възникващи аварии, причинени от метеорологични условия.



6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Представеното съдържание и структура на дисертационния труд показват отличното познаване на третираната проблематика от страна на докторанта. Една от публикуваните **девет** научни статии във връзка с дисертацията **е** самостоятелни, а останалите са в съавторство с научните му ръководители, като в две от тях докторантът е първи автор. Представеният дисертационния труд и публикациите към него правят отлично впечатление за научната работа на маг. инж. Вельо Василев, която се характеризира с интердисциплинарност, аналитичност, задълбоченост и прецизност. Считаю, че личния му принос при постигане на представените научни резултати и приноси е безспорен.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Получените от автора резултати от дисертационното изследване са публикувани в 9 научни статии. Две от публикациите са представени на международни научни конференции, проведени в чужбина (15th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies). Седем от статиите са докладвани на международни научни конференции, проведени в България (11th International Scientific Conference on Engineering, Technologies, and Systems, 12th International Scientific Conference on Engineering, Technologies, and Systems, 13th International Scientific Conference on Engineering, Technologies, and Systems, 12th International Scientific Conference Computer Science, International Scientific Conference on Engineering, Technologies and Systems (TechSys2025)). Една от статиите е самостоятелна останалите са в съавторство с научните ръководители на докторанта. Всички публикации са на английски език. Публикациите са направени в периода 2022–2025 година и покриват тематиката на представената дисертационна работа като отразяват основните постигнати резултати и приноси. Шест от публикациите са индексирани в Scopus. Две от публикациите имат общо 5 цитирания от чуждестранни автори, две от които в публикации индексирани в Scopus.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната практика

Резултатите от научните изследвания по дисертационния труд са използвани при участието на докторанта в научно-изследователски проект, финансиран от ФНИ към МОН, както и във връзка с участието му в национална програма „Млади учени и постдокторанти-2“, финансирана от МОН.

Считаю, че практическата ценност на изследването се основава във възможността за приложно практическо използване на разработените модели на умна електрическа подстанция и виртуални агенти-електротехници. На базата на получените в дисертационния труд резултати могат да бъдат разработени и внедрени реални приложни продукти за подобряване на анализа на риска при работа в електрическа подстанция или обект от електроенергийната система за средно и/или високо напрежение, за повишаване на ситуационната информираност на персонала, както и за вземане на организационни решения относно изграждането и експлоатацията на електрически обекти и съоръжения.

Получените резултати могат да са полезни на изследователи, докторанти и студенти при провеждане на научни изследвания и при обучение в областта на дисертационните изследвания.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд

Авторефератът към дисертацията съответства на дисертационния труд – вярно и точно отразява целите, задачите, съдържанието по глави, постигнатите приноси.



Авторефератът е подготвен и оформен съгласно изискванията за изготвянето му и считам, че безспорно носи същностните черти на дисертационния труд, като отразява в адекватен обем и по коректен начин неговото съдържание.

10. Мнения, препоръки и бележки

Направените забележки при запознаването ми с версията на дисертационния труд, представена за предварително обсъждане в катедрата, са взети под внимание и са отразени в представената дисертация. Към дисертационния труд имам само техническа забележка по отношение пълното и точно библиографско описание на литературните източници с използването на единен стил.

Дисертационният труд показва голям обем на извършените научни изследвания, свидетелства за отлично запознаване на автора с предметната област, илюстрира задълбоченост на извършените научни изследвания и дава възможност за развитието им и практическото им използване. Препоръките ми към докторанта са да продължи научните си изследвания по темата на дисертационния труд и да насочи усилията си към внедряване на разработените алгоритми и модели в практиката с цел постигане на преки приложни резултати.

Към докторанта имам следните въпроси:

1. Какви са основните предизвикателства при интеграцията на предложените модели на интелигентни виртуални агенти в реални електроенергийни системи?
2. Възможно ли е разработените модели на интелигентни виртуални агенти да бъдат адаптирани за други критични инфраструктури и какви модификации биха били необходими?

11. Заключение

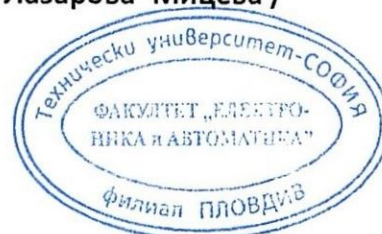
На основание на изложеното считам, че дисертационния труд напълно отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, на Правилника за прилагане на закона и съответния правилник на Технически университет–София и на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. Проведените научни изследвания са в актуална област и третираат проблематика, която е обект на засилен изследователски интерес. Авторът е постигнал поставените цели и задачи в дисертационния труд. Получените резултати съдържат научни, научно-приложни и приложни приноси, които са значими, действително са получени и са негово дело. Съществените приноси на дисертационния труд са отразени в научни публикации, които са адекватно разпространени и направени достояние на заинтересованата научна общност чрез публикуването им в научни доклади на конференции и статии в научни списания.

Ето защо давам своята положителна оценка на представения дисертационен труд и предлагам на уважаемите членове на Научното жури да бъде присъдена образователната и научна степен „доктор“ на **маг. инж. Вельо Енев Василев** по научна специалност „Системи с изкуствен интелект“ в професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника.

29.08.2025 г.

Рецензент:

/ проф. д-р Милена Лазарова–Мицева /



REVIEW

on a dissertation for "Doctor of Philosophy" degree

Author of the dissertation: **MSc. Eng. Velyo Enev Vasilev**

Title of the dissertation: **"New algorithms and models for intelligent agents-assistants in risk environments"**

Reviewer: **Prof. Milena Kirilova Lazarova–Mitseva, PhD**

Dept. Computer Systems, FCST, Technical University of Sofia

This review is prepared in my capacity as a member of the Scientific Jury appointed by Order № OЖ-5.3-34/18.06.2025 of the Rector of the Technical University of Sofia and Protocol No.1/1.07.2025 from the first meeting of the Scientific Jury.

MSc. Eng. Velyo Enev Vasilev was enrolled as a full-time PhD student in doctoral program "Artificial Intelligence Systems", professional field 5.3 Communication and Computer Engineering" at the Department "Computer Systems and Technologies" of the Faculty of Electronics and Automation at Technical University of Sofia, Branch Plovdiv on 1.03.2021 with scientific supervisors Assoc. Prof. Dr. Eng. Dilyana Budakova and Assoc. Prof. Dr. Eng. Stanimir Stefanov. The PhD study have been transformed from full-time to part-time as of 15.04.2021. MSc. Eng. Velyo Enev Vasilev has fulfilled all the requirements in the individual plan of his PhD study and has successfully passed all the required exams. He was discharged as a PhD with the right to defend his thesis on 1.02.2025 by Order No. 1005/19.03.2025 of the Rector of Technical University of Sofia. The procedure for the public defence of his dissertation has started by a decision of the Faculty Council of the Faculty of Electronics and Automation (Protocol № 12/17.07.2025) on the proposal of the Department "Computer Systems and Technologies" (Protocol № 13/05.06.2025).

1. Relevance of the dissertation topic in scientific and applied aspects

The dissertation addresses a relevant topic related to the use of virtual reality and machine learning for modelling virtual 3D intelligent agents in a risk environment for power system objects. The improvement of the risk analysis when working in such environment, the increase of situational awareness of the personnel and the organizational decision making in regard to the construction and the operation of electrical sites and facilities are significant issues of great importance especially when emergency situations occur. On the other hand, both virtual reality and machine learning are subject to intensive research efforts in the recent years that lead to their successful utilization for solving a variety of problems in many different application domains. The dissertation successfully combines these two topical scientific areas in a research study by proposing the use of virtual reality and machine learning methods to model a virtual three-dimensional simulator and virtual 3D intelligent agent-assistants in an electrical substation as well as a medium and/or a high voltage power system objects.



The thesis aim is to model, implement and investigate new algorithms and behaviour models for intelligent virtual agent-assistants in a risky environment. Based on the analysis of the current state of the art in the problem area several research tasks are defined related to the dissertation aim: (1) To propose a realistic 3D prototype of an electrical substation using virtual reality, which allows to reflect the impact of atmospheric conditions on the equipment, dynamic occurrence of accidents, conducting routine walkthroughs and monitoring of electrical substation objects, problem detection and student training; (2) To model and explore the behaviour of an intelligent virtual agent-assistant in a risky environment that has knowledge of the evolving situation and spatial knowledge, exhibits empathy, holds priority and priority shifting capabilities, supports social power strategy, social communication skills and realism; (3) To investigate the effectiveness of various incentive learning algorithms in a risky environment, to propose modified algorithms to enhance their effectiveness, and new algorithms and models for learning and for improving the behaviour of intelligent agent-assistants in a risky environment; (4) To utilize the mathematical apparatus of generalized networks and to propose a generalized-network model in order to investigate and to analyse the behaviour of an intelligent virtual agent-assistant in a risky environment. The dissertation aim and the objectives related to its achievement are correctly and thoroughly formulated and defined.

2. Degree of knowledge on the dissertation topic and constructive interpretation of the bibliography

The dissertation demonstrates a thorough knowledge of the current state of the art in the targeted problem area. The author clearly identifies the importance of increasing situational awareness and risk analysis in the operation of power facilities especially in the context of emergency situations. The study reflects the current trends in the development of two dynamically evolving fields, virtual reality and machine learning, taking into account their wide range of applications and their continuous improvement. The analysis of existing approaches and technologies allows the formulation of specific research tasks related to the modelling 3D virtual environments, the creation of realistic scenarios and the integration of intelligent agents with behavioural models, adaptability and social skills. The bibliographic reference of the dissertation contains a total of 230 sources, of which 176 in English, 2 in Bulgarian and 52 Internet addresses. The cited literature sources on which the literature analysis is based include research papers and articles in scientific journals and international conferences, more than half of them published in the last 10 years that indicates the author's high level of awareness of the current challenges and the potential solutions in the field. The creative contribution of the thesis is expressed in the synergy between virtual reality and machine learning methods applied in a specific and a critical context of the power system. The author does not limit himself to a review of existing approaches but proposes innovative solutions aimed at modelling a risky environment with a high degree of realism and creating learning virtual agents with complex behaviours including strategic thinking, social communication and adaptation to changing conditions. The implementation of incentivized learning algorithms and their modifications to work in risky environments is an original approach complemented by the application of generalized network models to analyse agents' behaviour. This demonstrates the ability of the author to creatively interpret the literature and develop it in innovative directions beyond classical solutions.



3. Consistency of the used research methodology with the dissertation aim and objectives

Methodologically the dissertation is logically consistent and adequate in terms of the chosen and applied methodology of conducting research. The used methodological approach is complex and covers a systematic comparative analysis of the features and the different aspects of the research field under consideration. On that basis consistent decisions and selection of methods, algorithms and means are made for solving the dissertation tasks and objectives. The proposed, developed and investigated algorithms and models are based on well-reasoned decisions, theoretical justification, experimental evaluation, verification and validation of the possibilities of their practical utilization which ensures not only the achievement of the dissertation goals but also the allows objective evaluation of the proposed solutions and the achieved contributions.

4. Brief analytical characteristic of the dissertation and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built

The presented dissertation is structured in an introduction, four chapters, a conclusion, a list of contributions, a list of publications on the dissertation, a list of citations of the publications on the dissertation, a list of participation of the PhD student in research projects, a list of bibliographic references of the used literature sources, a list of figures, a list of tables, a list of used abbreviations and terms. The dissertation has 133 pages. The dissertation comprises 11 tables and 37 figures. The list of cited bibliographic references comprises 230 references.

In the first chapter of the dissertation an overview of machine learning algorithms used to achieve security in a risky environment is presented as well as the possibilities of applying virtual reality for modelling and realistic visualization of processes, phenomena and critical situations in the field of energy to ensure safe and reliable training of professionals are discussed. The second chapter presents a model of a real existing open switchgear and proposes a model of an intelligent virtual agent for working in a risky environment based on the psychological theories of motivation, emotion and power. The chapter also presents an empirical study of the credibility and the degree of realism and utility achieved by the agent. In the third chapter a modified incentive based machine learning algorithm is proposed (Intensity of Characteristic Q-learning, InCh Q-learning) used to discover an optimal escape path, as well as a model of an intelligent virtual agent-leader that utilizes the author's algorithm with multiple implementation plans for adaptive behaviour. Two generalized-network models are suggested in chapter four used to investigate the effectiveness of the intelligent virtual agents to operate in a risky environment by applying different scenarios and different machine learning algorithms. A comparative performance analysis of the PPO, SAC, GAIL and CB algorithms supported by Unity's ML-Agents Toolkit is performed. Two scenarios of training a virtual drone to extinguish a fire as well as training a virtual electrical engineer to implement a rescue operation are also presented.

Based on the dissertation content, the formulated dissertation aim and the research objectives defined in the dissertation as well as the means used for their accomplishment, a conclusion can be made that MSc. Eng. Velyo Enev Vasilev is well aware of the state of the art of the scientific topics under consideration. The dissertation is built on a solid and extensive theoretical and practical foundation. The structure of the dissertation is logical and coherent – from the analysis of the current state of the studied problems to modelling, experimental verification and evaluation of the proposed solutions.



This gives me a reason to conclude that the achieved results and the research contributions obtained in the dissertation are reliable and practically valuable and justifies the originality and scientific value of the proposed models and algorithms.

5. Scientific and applied contributions of the dissertation

I accept the research contributions formulated by the author in his dissertation as a result of the research carried out. The contributions can be related to enrichment of the existing scientific knowledge and scientific achievements in practice as well as development of new and modification of existing approaches, methods, models and algorithms for their application for solving the problems investigated in the dissertation.

On the base of the results obtained in the dissertation the contributions of the dissertation can be classified as scientific, applied-scientific and applied as follows:

▪ *scientific contributions:*

- A generalized-network model is proposed for investigation of the efficiency and the behaviour of an intelligent agent-assistant for working in a risky environment;

▪ *applied-scientific contributions:*

- A novel architecture of a utility-based learning intelligent virtual agent for operating in risky environments is presented that changes its priorities to train users when it is safe and to evacuate and rescue them when an emergency occurs;
- The behaviour of intelligent virtual agents-assistant in risk environments is investigated to demonstrate the need for holding a role that gives social power as leaders; to exhibit spatial knowledge, knowledge about the use and availability of firefighting equipment and knowledge about the evolution of the risk situation; to demonstrate emotions, priorities and social communication skills;
- An Intensity of Characteristic Q-learning algorithm (InCh Q-learning) is proposed utilized to find an optimal evacuation path using fire characteristic intensity data;
- An approach to achieve adaptive behaviour of an intelligent agent in a risky environment is proposed using multiple plans and two neural networks that support the selection of a specific plan;
- The performance of the behaviour of intelligent virtual agents trained with incentive learning algorithms (SAC, PPO) and imitation learning algorithms (BC, GAIL) is analysed;

▪ *applied contributions:*

- Prototypes and 3D models are proposed for: (1) a real existing outdoor switchgear; (2) a learning virtual agent-assistant that can train users in a risky environment, change its priorities when an emergency occurs, perform a sequence of actions in the implementation of a rescue operation; (3) a virtual electrical substation with dynamically occurring accidents caused by weather conditions.



6. Assessment of the extent of author's personal participation in the dissertation contributions

The presented content and the structure of the dissertation reveals the author's excellent comprehension on the dissertation topic and the presented field of study. One out of the nine research papers published in connection with the research presented in the dissertation is single authored by the applicant and the others are co-authored with his scientific supervisors, in two of which the PhD student is the first author.

The presented dissertation and the research papers on its topic make an excellent impression of the scientific work of MSc. Eng. Velyo Vasilev which is characterized by interdisciplinarity, analytical, thoroughness and precision. His personal contribution to the achievement of the presented scientific results and contributions is undoubted.

7. Evaluation of the author's publications on the dissertation's topic

The results of the dissertation research obtained by the author have been published in 9 scientific papers. Two of the publications are presented at international scientific conferences held abroad (15th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies). Seven of the papers are presented at international scientific conferences held in Bulgaria (11th International Scientific Conference on Engineering, Technologies, and Systems, 12th International Scientific Conference on Engineering, Technologies, and Systems, 13th International Scientific Conference on Engineering, Technologies, and Systems, 12th International Scientific Conference Computer Science, International Scientific Conference on Engineering, Technologies and Systems (TechSys2025)). One of the papers is single authored by the applicant and the others are co-authored with his scientific supervisors. All publications are written in English. The publications are made in the period 2022–2025 and cover the topics of the presented dissertation reflecting the main achieved results and contributions. Six of the papers are indexed in Scopus. Two of the publications have a total of 5 citations by foreign author, two of them are in papers indexed in Scopus.

8. Utilization of the dissertation's results and contributions in scientific and social practice

The research results and the contributions of the dissertation are used in the fulfilment of a research projects funded by the National Science Fund of the Ministry of Education in Bulgaria as well as in the National Scientific Program "Young Scientists and Postdoctoral Students-2" funded by the Ministry of Education and Science.

I consider the practical value of the research as based on the possibility of practical application of the developed models of a smart electrical substation and virtual agent-electricians. On the basis of the results obtained in the thesis, real applied products can be developed and implemented to improve the risk analysis at work in an electrical substation or an object of the medium- and/or high-voltage power system, to increase the situational awareness of personnel as well as to make organizational decisions regarding the construction and operation of electrical objects and facilities.

I also consider the results obtained as useful for both researchers, PhD students and undergraduates in research and training in the scientific field under consideration.



9. Assessment of the compliance of dissertation's autoreferat with the requirements for its preparation as well as its accurate presentation of the dissertation's content and contributions

The dissertation's autoreferat corresponds to the dissertation thesis – correctly and accurately reflects the dissertation aims and objectives, the content by chapters and the research contributions achieved. The autoreferat is prepared *and formatted* in accordance with the requirements and I consider that it presents the essential features of the dissertation reflecting in an adequate volume and in a correct manner its content.

10. Comments, recommendations and remarks

The comments I made on the version of the thesis submitted for preliminary discussion in the department are taken into account and are reflected in the submitted thesis. I only have a technical remark to the dissertation regarding the complete and accurate bibliographic description of the references using a uniform style.

The dissertation presented for a review reveals a large amount of research studies carried out, demonstrates the author's excellent research comprehension on the addressed scientific problems, reveals the thoroughness of the research carried out and provides an opportunity for its further development and practical utilization. I would recommend the author to continue his research on the dissertation topic and to focus his efforts towards the implementation of the developed algorithms and models in practice in order to achieve direct applied results.

I have the following questions for the PhD student:

1. What are the main challenges in integrating the proposed models of intelligent virtual agents in real power systems?
2. Is it possible to adapt the developed models of intelligent virtual agents to other critical infrastructures and what modifications would be needed?

11. Conclusion

Based on the above said I consider the dissertation presented for review in the procedure for awarding the "Doctor of Philosophy" degree as fully corresponding to and fulfilling all the requirements of the Act on the Academic Staff Development in Republic of Bulgaria and the Regulations governing the application of the Act as well as the Regulations for the application of the Act in the Technical University of Sofia. The dissertation topic falls in a relevant scientific field subject to intensive research studies. The author fulfilled the dissertation goals and the objectives. The results obtained contain scientific and applied contributions that are significant for both science and practice and are achieved by the applicant himself. The contributions of the dissertation are published in scientific papers that are adequately disseminated and made available to the international scientific community through presentation and publication in research conference proceedings.

Therefore I am convinced of my positive assessment of the dissertation presented and propose to the honourable members of the Scientific Jury **MSc. Eng Velyo Enev Vasilev** to be awarded a "Doctor of Philosophy" degree in the professional field 5.3 "Communication and Computer Engineering", scientific specialty "Artificial Intelligence Systems".

Date: 29.08.2025

REVIEWER:

/ Prof. Milena Lazarova-Mitseva, PhD /

