

ФКСТУЧ - НСА - 064

26.04.2024г.



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

професионално направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника**

докторска програма **Автоматизирани системи за обработка на информация и управление**

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Берат Тефик Уйкани**

Тема на дисертационния труд: **АЛГОРИТМИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ**

Рецензент: доц. д-р инж. Йорданка Найденова Анастасова

Съответствие на процедурата със законовите разпоредби и нормативните документи.

Процедурата за защита на дисертационния труд на маг. инж. Берат Тефик Уйкани на тема "Алгоритми и технологии за изкуствен интелект за прогнозиране ефективността във висшето образование" за придобиване на образователна и научна степен „доктор” в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, научна специалност Автоматизирани системи за обработка на информация и управление, е инициирана със заповед ОЖ-5.3-13 от 19.03.2024 г. на г-н Ректора на ТУ-София. Предоставен ми е пълен комплект материали, свързани с дисертационния труд, съгласно чл. 26 (1) от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-София.

Берат Уйкани е завършил специалност Информатика, ОКС „Бакалавър“ в Университета в гр. Прищина, Косово през 2012 г. и специалност Софтуерно инженерство и телекомуникации, ОКС „Магистър“ в Университета в Шефилд, Великобритания през 2015 г. Бил е задочен докторант (срещу заплащане) в катедра Програмиране и компютърни технологии, ФКСТ, ТУ-София.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

Дисертационния труд разглежда особено актуално след отминалите кризи направление за развитие във висшето образование, а именно потенциала за приложението на изкуствения интелект при дигиталното и дистанционно обучение.

Фокусът е поставен върху належащите нужди, пред които се изправя висшето образование днес, които основно са повишаване ангажираността на студентите, оптимизиране на процесите на записване, намаляване на процента на отпадане и осигуряване на качество на фона на глобалната промяна към онлайн и смесена учебна среда.

Използвайки машинно обучение и усъвършенствани алгоритми за дълбоко обучение, дисертационният труд използва на точни и разбираеми прогнози, осигурявайки прозрачното

им прилагане. Включването на система за осигуряване на качеството, базирана на обработка на естествен език, допълнително подчертава приложното му значение, като демонстрира потенциала на ИИ за рационализиране администрацията на образованието.

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

В дисертационния си труд авторът е реферирал 174 източника, всички на английски език, като прави впечатление че над 50 % от източниците са публикувани през последните 3 години.

Направено е изчерпателно проучване в 1 глава, озаглавена „Преглед на изкуствения интелект и неговото приложение във висшето образование“, където авторът разглежда основите, еволюцията и видовете изкуствен интелект. Представени са и основните концепции на машинното обучение, възможните приложения на ИИ във висшето образование за извличане и анализ на данни и обработката на естествен език за подобряване качеството на обучение, като са засегнати и етичните норми при приложението им.

Представеното проучване показва задълбочените познания на докторанта в изследваната област.

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

Основната цел на представения дисертационен труд е да се приложат възможностите на ИИ в областта на висшето образование, като фокусът е поставен върху възможностите за прогнозиране на алгоритмите за машинно обучение (ML) и дълбоко обучение (DL).

В изпълнение на поставената цел авторът е формулирал 6 основни задачи, които анализират и предлагат методики за приложение на AI при:

- ✓ Създаване на модел за прогнозиране отпадането на студенти;
- ✓ Разработване на прогнозни модели за записването на нови студенти;
- ✓ Идентифициране и анализ на рискови за отпадане студенти;
- ✓ Използване на нов XAI метод с цел прозрачност на AI моделите и идентифициране фактори за успех на студентите;
- ✓ Разработване на система, базирана на естествен език за подобряване качеството на обучение;
- ✓ Проучване и библиометричен анализ на съществуващата литература в Web of Science относно теоретичния аспект за приложението на AI във висшето образование.

Считам, че избраната от автора методика на изследване и реализация ѝ напълно съответстват на поставените в дисертацията цел и задачи.

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

Представеният от маг инж. Берат Уйкани дисертационен труд е със структура и съдържание на научно изследване, състоящ се от въведение в проблема и библиометричен анализ на теоретичния аспект относно приложението на AI в Web of Science, въз основа на което са дефинирани целта и формулирани задачите на дисертационния труд.

Във втора глава, озаглавена „Библиометричен анализ на основано на AI прогнозиране на резултати във висшето образование“ авторът изследва 1431 публикувани документа с общо 4250 автори за периода 2009 – 2023 година, включени в Web of Science Core Collection посредством инструментариума на VOSviewer и R-bibliometrix, като анализира годишното производство, най-подходящите автори, образователни институции, държави, теми и ключови термини. Резултатите от изследването показват рязко нарастване на публикуваните изследвания от 2020 година и тенденция за интегриране на AI в образователния процес.

В трета глава „Прогнозиране отпадането на студенти: Подход с логистична регресия“ авторът изследва данни, извлечени за 6 академични години от Държавен университет – Косово и включва 4697 записа. Избраната за автора методика се състои от 2 етапа – събиране и предварителна обработка и прилагане на логистична регресия за прогнозиране и създаване на модел за предвиждане отпадане или успешно завършване на обучението. Предложението от автора модел е обучен и тестван и показва точност от 90 %, което означава че е достатъчно надежден и ефективен.

Четвърта глава „Прогнозиране на записването на студенти в университета: сравнителен анализ на алгоритмите за машинно обучение“ има за цел да изгради точен и надежден прогнозен модел чрез сравняване на работата на различни алгоритми, базирайки се на данни от университета „Иса Болетини“ в Митровица, Косово. Направеното изследване се състои от 2 фази – Събиране, почистване и компилация на набори от данни и Сравнение на модели.

Предложението от автора модел е обучен и тестван с данни от три академични години, използвани са 4 техники за контролирано машинно обучение и са сравнени точността, прецизността и производителността на 12 алгоритъма. Обучението и тестването на моделите е реализирано с помощта на софтуера Weka.

Петта глава „Прогнозиране успеха от курса и ранно идентифициране на изложените на риск студенти с помощта на обясним ИИ“ проучва използването на машинно обучение и алгоритми за дълбоко обучение за прогнозиране представянето на студентите в онлайн учебната среда. Изследването ползва изчерпателна методология, която включва избор на набор от данни и обширната им предварителна обработка, сложно разработване на модели, настройка на хиперпараметри, цялостна оценка на модела и иновативно прилагане на метода SHAP за интерпретация на модели.

Изследването използва набор от данни на Open University Learning Analytics, който съдържа подробни записи на 32 593 студенти за 9-месечен период на обучение от 2014 до 2015 г. От решаващо значение е фазата на предварителна обработка за подготовката на набора от данни за анализ, включващ поредица от стъпки за обединяване на таблици, обработка на липсващи стойности, инженерни функции и ефективно разделяне на данните. При реализацията на прогнозния модел са изследвани 8 различни модели за машинно обучение и задълбочено обучение (Random Forest Classifier, Gradient Boosting Classifier, k-Nearest Neighbors, Multi-layer Perceptron, Custom Neural Network Architectures, Convolutional Neural Network, Long Short-Term Memory, XGBoost), като за да се подобрят предсказуемите възможности на модела за прогнозиране на успеха е приложен подход за фина настройка на хиперпараметрите към най-ефективните модели чрез коригиране на броя на слоевете, епохите и филтрите.

При проучването е използван метода SHAP, обясним подход на изкуствен интелект за

интерпретиране на глобални и локални фактори, влияещи върху прогнозите за представянето на обучаемите, който подобрява разбирането на вероятността за отпадането им, но и позволява прилагането на групови или индивидуални интервенции чрез разкриване на основните фактори, влияещи върху успеха или провала им.

В шеста глава, озаглавена „Използване на обработка на естествен език за осигуряване на качеството във висшето образование“ изследва интегрирането на осигуряването на качество (QA) във висшето образование с напредъка в областта на изкуствения интелект (ИИ) и обработката на естествен език (NLP).

Предложена е нова система, използваща обработка на естествен език, която на база учебни планове и програми извлича и оценява резултатите от обучението спрямо таксономията на Блум, осигурявайки образователно уравниване и последователност. Системата рационализира процеса на осигуряване на качеството, като осигури уравниване на учебните планове по учебни програми, но и отваря пътища за по-нататъшно развитие и персонализиране, за да отговори на специфичните институционални нужди.

Създадените модели и използваните методи, техники и система на естествен език за подобряване качеството на обучение са успешно внедрени в учебния процес на студентите от Факултета по компютърни науки и инженерство на Университета в Митровица, Косово. Това ми дава пълното основание да приема, че получените резултати, представени в дисертационния труд са достоверни и чрез тях могат да се формулират научните, научно-приложните и приложни приноси.

5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд

Като **научни приноси** оценявам:

1. Разработени са модели на ИИ за прогнозиране записването, отпадането и успеха на студенти, допълващи развитието в областта на анализа на образователни данни и допринасящи за теоретичното разбиране на прогнозния анализ в контекста на висшето образование.
2. В моделите на ИИ е интегриран обясним ИИ, чрез въвеждането на стойностите на SHAP, допринасяйки за научния дискурс за тълкуването на модела и прозрачността на ИИ в образователните среди.

Приемам **научно-приложните приноси**, предложени от дисертанта, както следва:

1. Предложен е подход за прогнозиране на отпадането на студентите, използващ логистична регресия въз основа на демографски данни, академично представяне и данни за записване.
2. Изследвани са техники за машинно обучение за прогнозиране приема в университети, чрез анализиране на резултатите от приемните изпити, матурите и оценките от средното образование.
3. Предложен е прогностичен анализ за идентифициране на обучаеми в риск, комбинирайки научни изследвания с практическо приложение, в подкрепа на средите за образование в реалния свят и повишаване на процента на задържане на студентите.
4. Въведена е система за осигуряване на качеството на учебната програма, използваща обработка на естествен език за анализ на учебните програми, извличане резултатите

от обучението и оценката им с помощта на Bloom's таксономия на глаголите.

Приемам следните **приложни** приноси:

1. Анализирани са алгоритми за ИИ за прогнозиране на представянето на студентите във висшето образование, допринасящи за разбирането на въздействието на ИИ върху академичния успех.
2. Демонстрирано е практическото приложение на технологиите за ИИ за повишаване качеството на обучение във висшето образование, които могат да бъдат приложени, за да се извлекат ползите от технологията с ИИ.

Оценявам цялостно приносите като иновативни, насочени към създаване на нови прогностични модели при приложение на ИИ и реализацията им при внедряване технологиите на ИИ във висшето образование.

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

Не познавам лично докторанта, но базирайки се на представения ми дисертационен труд, създадените, внедрени и апробирани модели, методи и техники и свързаните с тях научни публикации убедително сочат, че получените резултати са изключително дело на Берат Тефик Уйкани и са постигнати под ръководството на научните му ръководители.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката - използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Представени са 7 публикации, свързани с изследванията от дисертационния труд, от които 1 самостоятелна електронна книга, 6 в съавторство като дисертанта е първи автор във всички, от които 5 с научните ръководители на докторанта. Статиите са докладвани на международни научни конференции в периода 2020 – 2023 г., като пет от тях са индексирани в SCOPUS. Самостоятелната електронна книга е публикувана в Research gate. Към настоящия момент се откриват 16 цитирания, което е атестат за значимостта на изследванията на докторанта.

Представените статии надхвърлят минималните изисквания публикации за ОНС „доктор“ съгласно Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София в област 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.

Маг. инж. Берат Уйкани е участник в 5 проекта, от които 4 европейски и е проект мениджър на проект за онлайн курс по Киберхигиена в университета в Митровица, Косово.

За периода 2020-2023 година докторантът е участвал в 18 различни международни научни форуми в 9 страни, като в някои е бил и гост лектор.

Създадените модели за прогнозиране записването, успеха и отпадането на студенти и

използваните методи, техники и система на естествен език за подобряване качеството на обучение са успешно внедрени в учебния процес на студентите от Факултета по компютърни науки и инженерство на Университета в Митровица, Косово.

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.

В автореферата са включени целта и задачите на дисертационния труд, методите, техниките и моделите за прогнозиране записването, успеха и отпадането и качеството на обучение с помощта на AI и списък на публикациите, отразяващи проведените изследвания. В синтезиран вид са представени съществени части от съдържанието на главите, като е запазена оригиналната номерация на таблиците и фигурите от дисертационния труд.

Представянето на резултатите в табличен и графичен вид улесняват възприемането и създават оптимална представа за постигнатото от автора при разработване на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Дисертационният труд е изготвен прецизно и в стройна логическа последователност. Прави впечатление информираността на автора относно най-новите и иновативни технологии в областта, които са приложени при разработване на дисертационния труд.

Считам че докторантът може да продължи успешно работата си по тематиката, като разшири и допълни изследванията си.

11. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.

Оценявам **положително** дисертационния труд **„Алгоритми и технологии за изкуствен интелект за прогнозиране ефективността във висшето образование“** с автор маг. инж. **Берат Тефик Уйкани** и считам, че е изготвен прецизно и на високо професионално ниво, като научните, научно-приложните и приложни приноси са значими и съответстват на изискванията за придобиване на научно-образователната степен „доктор“ съгласно Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за приложението му и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София.

Предлагам на уважаемото Научно жури да присъди образователна и научна степен **„доктор“** на маг. инж. Берат Тефик Уйкани в област 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма Автоматизирани системи за обработка на информация и управление.

Дата: 25.04.2024 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

(доц. д-р инж. Й. Анастасова)

REVIEW

of a PhD thesis for the acquisition of an educational and scientific degree "doctor"

Professional field **5.3. Communication and Computer Technology**

Doctoral program: **Automated Information Processing and Management Systems**

Author of the PhD thesis: **MSc. Eng. Berat Tefik Ujkani**

Topic of PhD thesis: **ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS AND TECHNOLOGIES FOR PERFORMANCE PREDICTION IN HIGHER EDUCATION**

Reviewer: Assoc. Prof. Eng. Yordanka Naydenova Anastasova, PhD

Compliance of the procedure with the legal provisions and regulations.

The procedure for the defense of the PhD thesis of MSc. Eng. Berat Tefik Ujkani on the topic "Artificial Intelligence Algorithms and Technologies for Performance Prediction in Higher Education" for the acquisition of an educational and scientific degree "doctor" in the higher education field 5. Technical Sciences, Professional field 5.3. Communication and Computer Technology, Doctoral Program: Automated systems for information processing and management, was initiated by order OЖ-5.3-13 of 19.03.2024 of the Rector of the Technical University (TU) - Sofia. I have been provided with a complete set of materials related to the dissertation, according to Art. 26 (1) of the Regulations on the Terms and Conditions for Acquiring Scientific Degrees at TU-Sofia.

Berat Ujkani graduated in Informatics, Bachelor's degree at the University of Pristina, Kosovo, in 2012 and acquired a Master's degree in Software Engineering and Telecommunications at the University of Sheffield, Great Britain, in 2015. He was a part-time doctoral student (paid) at the Department of Programming and Computer Technologies, Computer Systems and Technologies Faculty, TU-Sofia.

1. Relevance of the topic discussed in the thesis paper in scientific and scientific-applied terms. Degree and levels of relevance of the topic and specific tasks developed in the dissertation.

The dissertation examines a development trend in higher education that is especially relevant after the past crises, namely the potential for the application of artificial intelligence in digital and distance learning.

The focus is on the pressing needs facing higher education today, which are primarily related to increasing the student engagement, optimizing the enrollment processes, reducing the dropout rates, and ensuring the quality amid the global shift to online and blended learning environments.

Using machine learning and advanced deep learning algorithms, the thesis uses accurate and understandable predictions, ensuring their transparent application. The inclusion of a quality assurance system based on natural language processing further highlights its applied importance, demonstrating the potential of AI to improve education administration.

2. Degree of knowledge of the topic and creative interpretation of the reference material.

In his dissertation, the author has referenced 174 sources, all in English.

A comprehensive study has been done in chapter I titled "Overview of Artificial Intelligence and its Application in Higher Education" where the author examines the basics, evolution and types of artificial intelligence. The basic concepts of machine learning, the possible applications of AI in higher education for data mining and analysis, and natural language processing for improving the quality of learning are also presented, and the ethical norms in their application are also discussed.

The research presented demonstrates the in-depth knowledge of the PhD student in the research area.

3. Correspondence of the chosen research methodology with the set objective and tasks of the thesis paper.

The main goal of the presented dissertation is to apply the capabilities of AI in the field of higher education, focusing on the predictive capabilities of machine learning (ML) and deep learning (DL) algorithms.

To fulfil the set goal, the author has formulated 6 main tasks, which analyze and propose methods for the application of AI in:

- ✓ Creation of a model for predicting student dropout;
- ✓ Development of predictive models for the enrollment of new students;
- ✓ Identification and analysis of students at risk of dropping out;
- ✓ Use of a new XAI method with the aim of transparency of AI models and identification of success factors for students;
- ✓ Development of a system based on natural language to improve the quality of training;
- ✓ Survey and bibliometric analysis of the existing literature in Web of Science on the theoretical aspect of AI application in higher education.

I believe that the chosen methodology of research and implementation fully correspond to the aim of the thesis paper.

4. A brief analytical description of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the dissertation are based.

The dissertation presented by Eng. Berat Ujkani, has the structure and content of a scientific study, consisting of an introduction to the problem and a bibliometric analysis of the theoretical aspect regarding the AI application in the Web of Science, on the basis of which the purpose and the tasks of dissertation work are defined.

In the second chapter, entitled "A Bibliometric Analysis of AI-based Performance Prediction of Results in Higher Education", the author examines 1431 published documents with a total of 4250 authors for the period 2009 - 2023 included in the Web of Science Core Collection using the VOSviewer and R-bibliometrix toolkit, analyzing annual production, most relevant authors, educational institutions, countries, topics and key terms. The research results show a sharp increase in published research as of 2020 and a trend towards integrating AI into the educational process.

In the third chapter, "Predicting Student Dropout: A Logistic Regression Approach", the author examines data extracted over 6 academic years from the State University - Kosovo and includes 4,697 records. The methodology chosen by the author consists of 2 stages - collection and pre-processing and application of logistic regression for forecasting and creation of a model for predicting dropout or successful completion of training. The model proposed by the author has been trained and tested and shows an accuracy of 90%, which means that it is sufficiently reliable and effective.

The fourth chapter "Predicting Student Enrollment in the University: A Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms" aims to build an accurate and reliable forecasting model by comparing the performance of different algorithms, based on data from Isa Boletini University in Mitrovica, Kosovo. The research done consists of 2 phases, (i) dataset collection, cleaning and compilation and (ii) model comparison.

The model proposed by the author has been trained and tested with data from three academic years, four supervised machine learning techniques are used, and the accuracy, precision, and performance of twelve algorithms are compared. The training and testing of the models were implemented using the Weka software.

Chapter Five, "Course Success Predicting and Early Identification of At-Risk Students Using Explainable AI," explores the use of machine learning and deep learning algorithms to predict student performance in online learning environments. The study employs a comprehensive methodology that includes data set selection and extensive pre-processing, sophisticated model development, hyperparameter tuning, comprehensive model evaluation, and innovative application of the SHAP method for model interpretation.

The research uses the Open University Learning Analytics dataset, which contains detailed records of 32,593 students over a 9-month study period from 2014 to 2015. The pre-processing phase for the preparation of the dataset for analysis, including a series of steps to join tables, handle missing values, engineer functions, and efficiently partition data, is crucial. In the implementation of the predictive model, 8 different models for machine learning and deep learning have been studied (Random Forest Classifier, Gradient Boosting Classifier, k-Nearest Neighbors, Multi-layer Perceptron, Custom Neural Network Architectures, Convolutional Neural Network, Long Short-Term Memory, XGBoost). To improve the model's predictive capabilities for predicting success, a hyperparameter fine-tuning approach was applied to the best-performing models by adjusting the number of layers, epochs, and filters.

The SHAP method is used in the study - an explanatory artificial intelligence approach to interpret global and local factors influencing student performance predictions, which improves understanding of the likelihood of dropping out, but also enables the implementation of a group or individual interventions by uncovering the underlying factors affecting their success or failure.

The models created and the natural language methods, techniques and system used to improve the quality of learning have been successfully implemented in the learning process of the students at the Faculty of Computer Science and Engineering in the University of Mitrovica, Kosovo. This gives me full reason to assume that the obtained results presented in the dissertation work are reliable and based on them, the scientific, scientific-applied and applied contributions can be formulated.

5. Scientific and/or scientific-applied contributions of the thesis paper

As scientific contributions, I appreciate:

1. The development of AI models for predicting student enrollment, dropout, and success, which complements developments in the field of educational data analytics and contributes to the theoretical understanding of predictive analytics in the context of higher education.

2. The integration of explainable AI into AI models through the introduction of SHAP values, which contributes to the scientific discourse on model interpretation and transparency of AI in educational settings.

I accept the scientific and applied contributions proposed by the dissertation student as follows:

1. An approach is proposed to predict student dropout using logistic regression based on demographics, academic performance, and enrollment data.

2. Machine learning techniques have been explored for predicting university admissions by analyzing the results of entrance exams, matriculation exams and high school grades.

3. Prognostic analysis is proposed to identify at-risk learners, combining research with practical application, to support real-world learning environments and increase student retention rates.

4. A curriculum quality assurance system has been introduced using natural language processing to analyze syllabi, extract learning outcomes and assess them using Bloom's taxonomy of verbs.

I accept the following applied contributions:

1. AI algorithms for predicting student performance in higher education are analyzed, contributing to the understanding of the impact of AI on academic success.

2. The practical application of AI technologies to enhance the quality of higher education learning that can be applied to reap the benefits of AI technology is demonstrated.

Overall, I assess the contributions as innovative, aimed at the creation of new prognostic models in the application of AI and their use in the implementation of AI technologies in higher education.

6. Evaluation of the degree of personal participation of the PhD student in the contributions.

I do not know the PhD student personally, but the presented dissertation, the elaborated, implemented and tested models, methods and techniques and related scientific publications strongly indicate that the results obtained are the exclusive work of Berat Tefik Uykani and have been achieved under the guidance of his scientific supervisors.

7. Evaluation of the publications related to the thesis paper: number, nature of the journals in which they were published. Reflection in science - use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

Seven publications related to the research from the dissertation, of which 1 is an independent e-book, 6 are co-authorship (with the dissertation student being the first author in all of them), and five of them include the PhD student's supervisors. The articles were reported at international scientific

conferences in the period 2020 – 2023, five of which were indexed in SCOPUS. The self-published e-book was published in Research gate. Currently, 16 citations are found, which certifies the significance of the doctoral student's research.

The presented papers exceed the minimum publication requirements for the educational and scientific degree “doctor” according to the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations on the Terms and Procedures for Acquiring Scientific Degrees at the Technical University - Sofia in the higher educational field 5. Technical Sciences, professional field 5.3. Communication and Computer Technology.

8. Use of the results of the thesis paper in scientific and social practice. Existence of achieved direct economic effect, etc. Documents on which the statement is based.

Mag. Eng. Berat Ujkani is a participant in five projects, four of them are European and he is the project manager of a project for an online Cyber Hygiene course at the University of Mitrovica, Kosovo.

During the period 2020-2023, the doctoral student participated in 18 different international scientific fora in 9 countries, in some of them he was also a guest lecturer.

The created models for predicting student enrollment, academic scores and dropout and the used natural language methods, techniques and system to improve the quality of learning have been successfully implemented in the learning process of the students at the Faculty of Computer Science and Engineering in the University of Mitrovica, Kosovo.

9. Assessment of the compliance of the dissertation abstract with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the thesis paper.

The abstract includes the aim and tasks of the dissertation, methods, techniques, and models for predicting enrollment, academic scores and dropout, and quality of AI-assisted learning, and a list of publications reflecting the research conducted. Essential parts of the content of the chapters are presented in a synthesized form, while the original numbering of the tables and figures from the dissertation work has been preserved.

The presentation of the results in tabular and graphic form facilitates perception and create an optimal idea of the author's achievements during the elaboration of the dissertation.

10. Opinions, recommendations and notes.

The dissertation is prepared precisely and in a neat logical sequence. The awareness of the author regarding the latest and innovative technologies in the field, applied in the development of the dissertation work, is impressive.

I believe that the doctoral student can successfully continue his work on the subject by expanding and supplementing his research.

11. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the dissertation.

I positively assess the thesis paper " **Artificial Intelligence Algorithms and Technologies for**

Performance Prediction in Higher Education " with author MSc. Eng. Berat Tefik Ujkani and I believe that it was prepared precisely and at a high professional level, with the scientific, scientific-applied and applied contributions being significant and corresponding to the requirements for obtaining the educational and scientific degree "doctor" according to the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its application and the Regulations for the Terms and Procedures for Acquiring Scientific Degrees at the Technical University - Sofia.

I propose to the respected Scientific Jury to award the educational and scientific degree "Doctor" to M.Sc. Eng. Berat Tefik Ujkani in the higher educational field 5. Technical Sciences, Professional field 5.3. Communication and Computer Engineering, Doctoral Program: Automated Information Processing and Management Systems.

25.04.2024

REVIEWER:

(Assoc.Prof. Eng. Yordanka Anastasova, PhD)