



РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Александър Богданов Бекярски
относно дисертационен труд за придобиване на образователна и
научна степен "доктор" по научна специалност:

Системи с изкуствен интелект

в професионално направление:

5.3. Комуникационна и компютърна техника

Автор на дисертационния труд:

маг. инж. Елена Венцеславова Антонова

Тема на дисертационния труд:

МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА АДАПТИВНО ОБУЧЕНИЕ, ИЗПОЛЗВАЙКИ СРЕДСТВА ЗА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

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

Темата на представения дисертационен труд "Моделиране на система за адаптивно обучение, използвайки средства за изкуствен интелект" е актуална, както относно необходимостта от постоянно обновяване на методите, с цел повишаване на ефективността на обучението, така и относно възможността за прилагането в настоящия дисертационен труд на особено актуалните методи, алгоритми и програмни средства на изкуствения интелект за моделиране на система за адаптивно обучение.

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

Дисертационния труд показва достатъчна степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал. Може да се твърди, че в първа глава "Литературен преглед" на дисертационния труд са анализирани голяма част от цитираните 110 научни публикации, на базата на които се аргументира тематиката, целта и задачите на дисертацията, свързани с необходимостта от създаване на нови адаптивни и по-ефективни методи и алгоритми за обучение чрез методите и средствата на изкуствения интелект.

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

Има пълно съответствие между избраната методика на изследване, поставената цел и задачи на дисертационния труд и постигнатите приноси. Избран е правилен подход за формулиране на следната цел и

задачи на дисертацията, които потвърждават тясната връзка с постигнатите приноси:

Цел на дисертацията

Да се разработи и експериментално валидира модел за адаптивно обучение, основан на методи на ИИ, който персонализира учебното съдържание въз основа на идентифицираните типове грешки и индивидуалните резултати на обучаемите при изучаване на въвеждащо програмиране на езика C.

Задачи на дисертацията

1. Литературен преглед на аналогични изследвания в областта на системите за адаптивно обучение, изкуствения интелект в образованието, интелигентни системи за обучение и платформи за електронно обучение.

2. Проектиране на система за обучение с адаптивна архитектура и нейното имплементиране чрез съвременни уеб технологии.

3. Разработване на стратегии за генериране на тестове, създадени от преподавателя, чрез преформулиране и чрез генериране от изкуствения интелект.

4. Разработване на адаптивни алгоритми за дефиниране, подбиране и подреждане на въпроси за тестовете на всеки обучаем

5. Експериментален дизайн при провеждане на контролирани експерименти за оценка на образователното въздействие на модела.

6. Събиране и анализ на данни при провеждане на експерименти с реални студенти, участващи в начален обучителен курс по програмиране на C, от различни специалности.

7. Оптимизация и оценка на модела чрез използване на събраните данни, за определяне ефективността на разработените адаптивните алгоритми за обучение.

8. Заключение и бъдеща работа – обобщение на изводите за финалната оценка на адаптивния модел.

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

В дисертационния труд, с обем 167 страници, са реализирани напълно поставената цел и задачи на дисертационния труд, като е постигната правилна последователност в изложението, логическа връзка и методичност в представяне на новите важни, относно приносите на дисертацията, теоретични и практически решения в областта на тематиката на дисертацията.

Обект на изследване в глава 2 на дисертационния труд „Формулиране и моделиране на адаптивната система“ са теоретичните основи и дизайнът на общия модел на предлаганата адаптивна система за обучение, свързаните с него модели за адаптивност и цялостна архитектура, в резултат на което педагогическите цели се трансформират във формална системна спецификация.

В глава 3 на дисертационния труд „Имплементация и автоматизация“ са представени подробно техническите аспекти на разработвания прототип на адаптивната система, базата данни, основните скриптове и конвейери, графичен потребителски интерфейс за управление, алгоритъм за генериране и решаване на тестове, съображения, свързани с поверителността и етично съхранение на данните, с цел защита и предотвратяване на разкриването на чувствителна информация при интеграцията с изкуствения интелект.

В глава 4 на дисертационния труд „Експериментален дизайн и емпирични резултати“ е описана експерименталната постановка, участниците в проведените експерименти, получените резултати от тях и извършената детайлна интерпретация на получените експериментални резултати, анализът на които е документиран чрез съответни таблици, фигури и текст.

В глава 5 на дисертационния труд „Оценка и оптимизация на адаптивната система“ се използват получените емпирични резултати с цел реална оценка на логиката на адаптация и проучване на начини за подобряване и оптимизация на модела на предложената адаптивна система за обучение.

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

Основните резултати, постигнати в настоящия дисертационен труд, са обобщени и представени в синтезиран вид под формата на следните приноси:

Научни приноси:

1. Предложен е модел за адаптивно обучение, базиран на теоретична концепция за типовете теоретични, синтактични и изходни грешки и тяхното формализиране за персонална адаптация на учебно съдържание.
2. Въведена е формална дефиниция на цикъл чрез алгоритми за оптимизация и емпирична проверка на адаптивното обучение за профилиране на обучаемия, избор на съдържание, обратна връзка и анализ на резултатите.

Научно-приложни приноси:

1. Разработена е унифицирана методология за адаптивно обучение по програмиране, базирана на формално дефинирани грешки, с цел тяхното редуциране чрез оптимизационни критерии.
2. Проведено е едно от първите контролирани емпирични сравнения на три подхода за генериране на учебно съдържание (ръчно, автоматизирано и хибридно), с осигурена надеждност и валидност на измерванията.
3. Разработен е лек технологичен стек за управление на съдържание, генерирано от ИИ, включващ формати за инструкции, филтри за качество и механизми за препоръки.
4. Дефиниран е преизползваем набор от данни и аналитични скриптове, позволяващи възпроизводимост и сравнимост на бъдещи изследвания в областта.
5. Интегрирана е комбинация от инженерни решения и педагогически концепции, като овладяване, когнитивно натоварване и конструктивна обратна връзка в общ модел за адаптация.

Приложни:

1. Разработена е методика за ускорено създаване и проверка на въпроси, генерирани с ИИ, чрез използване на ясно дефинирани критерии за качество – приложима от преподаватели и платформи.
2. Въведен е подход за бърз анализ на типове грешки, който съкращава времето за диагностика на обучаемите и повишава ефективността на обучителния процес.
3. Формулирани са насоки за инструкции, въвеждащи ИИ в образованието, с акцент върху минимизиране на събираните данни и осигуряване на прозрачност за обучаемите относно алгоритмичните решения.

6. Оценка на степента на личното участие на докторанта в приносите

Научните, научно-приложните и приложни приноси присъстват в публикационната дейност по дисертацията и са представени в подходящи и утвърдени в областта на дисертацията научни форуми. Това доказва, че резултатите от дисертацията са придобили съответната популярност и признание в научните среди. В представените 3 публикации се очертава в достатъчна степен личното участие на докторанта в приносите. Една от тях е самостоятелна, две са в съавторство с ръководителите на докторанта. Една публикация е индексирана в Scopus.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Преценката на публикациите в дисертацията е въз основа на представените в дисертационния труд три публикации в научни

конференции. Съдържанието на всички публикации е подчертано теоретично и приложно. Свързано е пряко с дисертацията и с професионалното направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника**. Това дава основание за преценка, че публикационната дейност е достатъчна по обем и съдържание и е получила достатъчна известност в националните и международни научни среди.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социална практика.

Независимо, че не са представени данни за използване на резултатите от дисертационния труд, може да се твърди, че използването на теоретичните и практически постижения в научната и социална практика е реално и пряко приложимо в учебния процес по дисциплини в областта на изучаването на програмни езици. Но е напълно възможно предложеният модел и система за адаптивно обучение, използвайки средства за изкуствен интелект, да се адаптира и успешно да се приложи и в много други учебни програми в областта на информационните технологии.

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

Оформянето на автореферата е в съответствие с изискванията и напълно съдържа най-важните и съществени теоретични и практически постижения в дисертацията, което показва неговата адекватност със съдържанието на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки

Представеният дисертационен труд се характеризира с много добро оформление. Могат да се посочат само следните несъществени редакционни забележки:

- в задачите на дисертацията не е необходимо да се раяснява какво предстои да бъде реализирано чрез тях;

- представените в автореферата задачи на дисертацията са в кратка форма в сравнение с представените задачи в самата дисертация, а би следвало тяхното представяне да бъде еднакво;

- формулите в дисертацията следва да се номерират и да се цитира източник, ако е необходимо;

- номерацията на параграфите трябва да започва с номера на съответната глава на дисертацията, за да не се допуска дублирането им, което в момента съществува, например номерацията на параграф 3.1 в

първа глава се дублира с номерацията на параграфите 3.1 във втора и пета глави;

- някои фигури са с много дребен шрифт с малък контраст, например фиг. 3.2;

- правилно е да се посочат конкретните приноси към всяка глава и след това да се обобщят в общите приноси към дисертацията.

Убеден съм, че посочените забележки имат смисъл на препоръки към докторанта в неговата бъдещата научна дейност.

11. Заключение

Считам, че може да се оценят положително постигнатите, както теоретични, така и практически резултати при разработката на настоящия дисертационен труд. Те са дефинирани напълно основателно като научни, научно-приложни и приложни приноси. Представените научни публикации са достатъчни на брой и са публикувани в подходящи научни списания и конференции. Това показва недвусмислено квалификацията на докторанта като перспективен учен в съответната научна област на дисертацията. Затова препоръчвам на Уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на **маг. инж. Елена Венцеславова Антонова** в професионално направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника** по научна специалност **Системи с изкуствен интелект**.

Дата: 06.02.2026 г.

Рецензент:

(проф. д-р Александър Богданов Бекярски)

REVIEW

by Prof. Dr. Eng. Alexander Bogdanov Bekyarski regarding the dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor" in the scientific specialty: Artificial Intelligence Systems in the professional field: 5.3. Communication and Computer Engineering

Author of the dissertation: M.Sc. eng. Elena Ventseslavova Antonova

Topic of the dissertation:

MODELIZATION OF AN ADAPTIVE TRAINING SYSTEM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms

The topic of the presented dissertation "Modeling of an adaptive training system using artificial intelligence tools" is relevant, both in terms of the need for constant updating of methods in order to increase the effectiveness of training, and in terms of the possibility of applying in the current dissertation particularly current methods, algorithms and software tools of artificial intelligence for modeling an adaptive training system.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material

The dissertation shows a sufficient degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material. It can be argued that in the first chapter "Literature Review" of the dissertation work, a large part of the cited 110 scientific publications are analyzed, on the basis of which the topic, goal and objectives of the dissertation are argued, related to the need to create new adaptive and more effective methods and algorithms for training through the methods and tools of artificial intelligence.

3. Correspondence of the selected research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions

There is a full correspondence between the selected research methodology, the set goal and tasks of the dissertation and the achieved contributions. A

correct approach has been chosen to formulate the following goal and tasks of the dissertation, which confirm the close connection with the achieved contributions:

Purpose of the dissertation

To develop and experimentally validate an adaptive learning model based on AI methods that personalizes the learning content based on the identified types of errors and the individual results of learners when studying introductory programming in the C language.

Tasks of the dissertation

1. Literature review of similar studies in the field of adaptive learning systems, artificial intelligence in education, intelligent learning systems and e-learning platforms.
2. Design of a learning system with adaptive architecture and its implementation using modern web technologies.
3. Development of strategies for generating teacher-created tests through reformulation and through generation by artificial intelligence.
4. Development of adaptive algorithms for defining, selecting and arranging questions for each student's tests
5. Experimental design when conducting controlled experiments to assess the educational impact of the model.
6. Data collection and analysis when conducting experiments with real students participating in an introductory C programming course from different majors.
7. Optimization and evaluation of the model using the collected data to determine the effectiveness of the developed adaptive learning algorithms.
8. Conclusions and future work - summary of the conclusions for the final evaluation of the adaptive model.

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

In the dissertation, with a volume of 167 pages, the set goal and objectives of the dissertation have been fully realized, achieving correct consistency in the presentation, logical connection and methodicality in presenting the new

important, regarding the contributions of the dissertation, theoretical and practical solutions in the field of the dissertation's topic.

The object of research in Chapter 2 of the dissertation "Formulation and Modeling of the Adaptive System" is the theoretical foundations and design of the general model of the proposed adaptive training system, the related models for adaptability and overall architecture, as a result of which the pedagogical goals are transformed into a formal system specification. Chapter 3 of the dissertation "Implementation and Automation" presents in detail the technical aspects of the developed prototype of the adaptive system, the database, the main scripts and pipelines, a graphical user interface for management, an algorithm for generating and solving tests, considerations related to confidentiality and ethical storage of data, in order to protect and prevent the disclosure of sensitive information during integration with artificial intelligence.

Chapter 4 of the dissertation "Experimental Design and Empirical Results" describes the experimental setup, the participants in the experiments, the results obtained from them and the detailed interpretation of the experimental results obtained, the analysis of which is documented through relevant tables, figures and text.

In Chapter 5 of the dissertation "Evaluation and Optimization of the Adaptive System", the obtained empirical results are used for the purpose of a real evaluation of the logic of adaptation and the study of ways to improve and optimize the model of the proposed adaptive training system.

5. Scientific and/or scientific-applied contributions of the dissertation work

The main results achieved in this dissertation work are summarized and presented in a synthesized form in the form of the following contributions:

Scientific contributions:

1. A model for adaptive learning is proposed, based on a theoretical concept for the types of theoretical, syntactic and output errors and their formalization for personal adaptation of learning content.
2. A formal definition of a cycle is introduced through optimization algorithms and empirical verification of adaptive learning for profiling the learner, selection of content, feedback and analysis of results.

the contributions of the dissertation, theoretical and practical solutions in the field of the dissertation topic.

1. A unified methodology for adaptive programming training has been developed, based on formally defined errors, with the aim of reducing them through optimization criteria.
2. One of the first controlled empirical comparisons of three approaches to generating learning content (manual, automated and hybrid) has been conducted, with reliability and validity of the measurements ensured.
3. A lightweight technology stack for managing AI-generated content has been developed, including instruction formats, quality filters and recommendation mechanisms.
4. A reusable dataset and analytical scripts have been defined, allowing for reproducibility and comparability of future research in the field.
5. A combination of engineering solutions and pedagogical concepts, such as mastery, cognitive load and constructive feedback, has been integrated into a common adaptation model.

Applied:

1. A methodology has been developed for the accelerated creation and verification of questions generated with AI, using clearly defined quality criteria - applicable by teachers and platforms.
2. An approach for rapid analysis of error types has been introduced, which reduces the time for diagnosing learners and increases the efficiency of the learning process.
3. Guidelines for instructions introducing AI in education have been formulated, with an emphasis on minimizing the data collected and ensuring transparency for learners regarding algorithmic solutions.

6. Assessment of the degree of personal participation of the doctoral student in the contributions

The scientific, scientific-applied and applied contributions are present in the publication activity of the dissertation and are presented in appropriate and established scientific forums in the field of the dissertation. This proves that the results of the dissertation have gained the appropriate popularity and recognition in scientific circles. The 3 publications presented sufficiently outline the personal participation of the doctoral student in the contributions. One of

them is independent, two are co-authored with the doctoral student's supervisors. One publication is indexed in Scopus.

7. Assessment of publications in the dissertation

The assessment of publications in the dissertation is based on the three publications presented in the dissertation at scientific conferences. The content of all publications is emphasized theoretically and applied. It is directly related to the dissertation and the professional field 5.3. Communication and computer technology. This gives grounds for assessing that the publication activity is sufficient in volume and content and has received sufficient fame in national and international scientific circles.

8. Use of the results of the dissertation in scientific and social practice

Despite the fact that no data are presented on the use of the results of the dissertation, it can be argued that the use of theoretical and practical achievements in scientific and social practice is real and directly applicable in the educational process in disciplines in the field of studying programming languages. But it is entirely possible that the proposed model and system for adaptive learning, using artificial intelligence tools, can be adapted and successfully applied in many other curricula in the field of information technology.

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

The design of the abstract is in accordance with the requirements and fully contains the most important and essential theoretical and practical achievements in the dissertation, which indicates its adequacy with the content of the dissertation work.

10. Opinions, recommendations and notes

The presented dissertation work is characterized by a very good layout. Only the following non-essential editorial notes can be indicated:
- in the tasks of the dissertation it is not necessary to explain what is to be implemented through them;

- the tasks of the dissertation presented in the abstract are in a shorter form compared to the tasks presented in the dissertation itself, and their presentation should be the same;
 - the formulas in the dissertation should be numbered and the source should be cited, if necessary;
 - the numbering of the paragraphs should begin with the number of the corresponding chapter of the dissertation, in order to avoid their duplication, which currently exists, for example, the numbering of paragraph 3.1 in the first chapter is duplicated with the numbering of paragraphs 3.1 in the second and fifth chapters;
 - some figures are in very small font with low contrast, for example Fig. 3.2;
 - it is correct to indicate the specific contributions to each chapter and then summarize them in the general contributions to the dissertation.
- I am convinced that the above remarks have the meaning of recommendations to the doctoral student in his future scientific activity.

11. Conclusion

I believe that the achieved, both theoretical and practical results in the development of this dissertation work can be positively assessed. They are defined quite reasonably as scientific, scientifically applied and applied contributions. The scientific publications presented are sufficient in number and have been published in appropriate scientific journals and conferences. This clearly shows the qualification of the doctoral student as a promising scientist in the relevant scientific field of the dissertation. Therefore, I recommend to the Honorable Scientific Jury to award the educational and scientific degree "doctor" to M.Eng. Elena Ventseslavova Antonova in the professional field 5.3. Communication and Computer Engineering in the scientific specialty Artificial Intelligence Systems.

Date: 06.02.2026

Reviewer:

(Prof. Dr. Alexander Bogdanov Bekyarski)