ФКСТ-НС1-079
20.01.2026г.

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ ФКСТ СОФИЯ

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: Мария Петрова Влахова-Такова
Тема на дисертационния труд: МЕТОДИ И АЛГОРИТМИ ЗА ПЕРСОНАЛИЗИРАНИ СИСТЕМИ ЗА ПРЕПОРЪКИ
Рецензент: проф. дтн. Красимира Стоилова

Рецензията е изготвена в качеството ми на член на научно жури, назначено със Заповед № ОЖ-5.3-60/21.11.2025 г. на Ректора на Техническия университет-София.

Дисертационният труд е в обем от 197 страници като включва увод, четири глави, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 143 литературни източници, всички на латиница.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Големият обем цифрова информация в нашето съвремие води до информационно претоварване на потребителите. Едно решение за филтриране на информацията са системите за препоръки и в частност презентациите, непрекъснато използвани в академичните и бизнес среди. Основната цел на системата за препоръки е анализиране на презентациите на потребителите, идентифициране на най-често срещаните проблеми и предоставяне на персонализирани препоръки за подобрение на презентациите. Традиционните подходи за подобряване на презентации разчитат основно на шаблони, което ограничава динамичното и персонализирано обучение на потребителите. Това обуславя необходимост от интелигентна система за препоръки, която не само да посочва слабостите на дадена презентация, но и да предлага обосновани препоръки с елемент на обучение. Актуалността на изследването в дисертацията се обуславя от две съвременни тенденции: необходимост от автоматизирани и адаптивни технологии за подобряване на цифровите комуникационни умения на потребителите и развитието на персонализираните препоръки чрез методи на изкуствен интелект.

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

Целта на изследванията в дисертацията е да се проектира, разработи и валидира персонализирана система за препоръки, която използва съвременни подходи от областта на машинното и дълбокото обучение за анализ и подобряване на презентации чрез интелигентна, обяснима и обучителна обратна връзка. Докторантката е отлично запозната със състоянието на проблема. Направила е задълбочен обзор на развитието на системите за препоръки и подробно е анализирала особеностите, предимствата и ограниченията на евристични и експертно-базирани системи за препоръки, класически алгоритми с колаборативна филтрация и филтрация, базирана на съдържание, хибридни препоръчителни системи, както и съвременни подходи с използване на дълбоко обучение, рекурентни мрежи, автоенкодери, обучение с подсилване. При разработване на поставените задачи във връзка с постигане на целта на изследванията е демонстрирано високо професионално ниво на интерпретация на литературния материал и много умело прилагане на широк спектър от актуални информационни технологии, методи на изкуствения интелект и статистиката в разработените от докторантката методи, подходи, стратегии, модели и алгоритми.

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

Налице е задълбочено знание на широк кръг от методи, между които: теоретично изследване на методи и алгоритми за машинно и дълбоко обучение с приложение в системи за препоръки; сравнителен анализ и синтез на хибридни архитектури на дълбоки невронни мрежи за идентифициране на визуални, структурни и стилови проблеми в презентации и генериране на персонализирани обучителни препоръки; проектиране и имплементация на прототип на система за препоръки за анализ и подобряване на презентации чрез интелигентна, обяснима и обучителна обратна връзка; оценка, валидация и верификация на предложената методология и хибридни архитектури за персонализирана система за препоръки; статистически методи за обработка и представяне на получените експериментални резултати. Считам, че има пълно съответствие на избраните научни методи за постигане на поставената цел в дисертацията.

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

Генерирането на персонализирани препоръки за подобряване на презентационните умения на потребител и за усъвършенстване на конкретна презентация представлява сложен проблем, който изисква интеграция на множество технологии и подходи.

На етапа на обучение са тествани различни алгоритми за машинно обучение, за да се определи най-ефективният за задачата по мулти-етикетна класификация на изображения в препоръчителната система за презентации. За решаване на задачата за мулти-етикетна класификация на изображения е избран подходът на трансформиране на проблема. Този метод позволява използването на добре проучени бинарни класификатори като всяка категория (етикет) се третира като самостоятелна бинарна класификационна задача.

Оценените модели включват логистична регресия, дърво на решенията, класификатор със случайни гори (Random Forest), метод на опорните вектори (SVM), класификация с най-близки съседи (K-Nearest Neighbours), наивен Бейсов класификатор (Naive Bayes), невронна мрежа с обратно разпространение на грешката (Back Propagation Neural Network, BPNN) и конволюционна невронна мрежа (Convolutional Neural Network, CNN). От всички оценени модели използването на конволюционна невронна мрежа е показала най-добри резултати, поради което е избрана за обучение на модела в мулти-класовата препоръчителна система за презентации Избраният препоръчващ модел, представен в дисертационния труд, прилага обучение чрез подсилване (Reinforcement Learning) и алгоритъм Deep Qnetwork (DQN). Този избор е обусловен от възможността на модела да се учи от взаимодействията с потребителите и да адаптира препоръките с времето. DQN използва дълбоко обучение за апроксимация на оптималните Q-стойности, което позволява на агента ефективно да изследва голямото пространство от действия и да балансира между изследване и използване на най-награждаваните действия. Предизвикателство при препоръчителните системи е проблема с начална липса на данни (cold start) когато нови потребители или нови елементи имат ограничени исторически взаимодействия. Традиционните методи като колаборативна филтрация се справят слабо в такива ситуации, но модели, базирани на обучение с подсилване като DQN проявяват по-добра адаптивност. Изборът на DQN е уместен, тъй като позволява на модела да се „адаптира динамично“ както към нови потребители, така и към нови елементи, подобрявайки процеса на препоръки без да разчита изцяло на исторически данни. Във връзка с динамиката на потребителските взаимодействия, е използвана и „стратегия за предварително обучение“ (pre-training). Тъй като моделите за обучение чрез подсилване непрекъснато обновяват своята политика въз основа на нови взаимодействия, процесът на повторно обучение се различава от този при класическите алгоритми за машинно обучение. В някои случаи е необходимо пълно преобучение, например при значителни промени в потребителското поведение, при голям приток на нови потребители

или при голямо влошаване на метриките за представяне. При по-малки промени е достатъчно дообучаване върху нови данни. Планираното повторно обучение може да се задейства автоматично, ако се наблюдава намаляване на производителността под зададен праг. Тъй като моделът следва принципите на „Temporal Difference Learning“ и „Q-Learning“, не винаги е необходимо пълно обучение от начало. Q-стойностите се актуализират поетапно след всяко взаимодействие чрез уравнението на Белман, което дава възможност на модела да се усъвършенства и адаптира в реално време, намалявайки нуждата от ресурсно-интензивно преобучение.

Оценявам високо разработеният подход за оценка на класификационния модел, която е важна за измерване доколко точно, стабилно и надеждно работи даден модел в реална среда. Тази оценка включва както офлайн методи (от съществено значение за оценка на препоръчителните системи, защото позволяват измерване на многообразието и качеството на преживяването преди системата да бъде използвана за реална употреба), така и онлайн методи (измерват ефективността на препоръчителната система в реално време с участието на действителни потребители и предоставят директни индикации за практическата стойност на препоръките). Онлайн оценката на препоръчителните системи е важна за оптимизацията на системата въз основа на реална обратна връзка, тъй като осигурява информация за това как потребителите взаимодействат с препоръките в реална среда. Докторантката не се ограничава само до тези важни оценки (за всеки от двата типа са ползвани набор от показатели), но предвижда по-нататък оценка на системата след внедряване в реална среда по отношение на нейната устойчивост, справедливост и мащабируемост.

При внедряване на системата с цел поддържане на висока точност и съвместимост с текущите реални данни е от съществено значение обновяването на модела. Това изискване е удовлетворено чрез прилагане на подхода за итеративно (инкрементално) обучение, при който моделът се адаптира към новопостъпваща информация без нужда от пълно преобучение. Това позволява едновременно бърза реакция на промени и запазване на вече придобити знания, което е важно при динамична среда и обновяване на данните. Моделите се внедряват с помощта на TensorFlow Serving, опаковани в Docker контейнери, което гарантира последователна, мащабируема и лесно преносима среда за хостване. Всеки модел се съхранява във версионна директория като достъпът до него се осъществява чрез REST API (Representational State Transfer Application Programming Interface), след което: моделът извършва предсказване на базата на подадените данни; получените предсказания се съхраняват в база данни; тези резултати служат като вход за двигателя на препоръки (Recommendation Engine), който генерира конкретни предложения. Финалната препоръка се филтрира и прецизира чрез модул за оценка на полезност (utility-based scoring), който отчита: релевантност спрямо потребителя; новост на съдържанието; дълга опашка (long-tail) – препоръки извън най-популярните елементи; актуалност на предложенията.

Методологията използва разделно обучение на подмодулите, което позволява паралелно тестване на отделните кули и независимо оптимизиране на техните параметри. Това улеснява адаптацията към специфични сценарии на употреба, например бизнес потребители с кратки презентации и академични потребители с по-дълги и структурирани материали. Подходът позволява също внедряване на многозадачна (multi-task) архитектура, при която освен прогнозиране на рейтинг, моделът може паралелно да класифицира типа на проблема или да прогнозира вероятността от успех при прилагане на препоръката. За преодоляване на дисбаланс в данните се използва претегляне на класовете и адаптиране на функцията за загуба. Времевите входове се моделират чрез синусоидални трансформации, а при нужда се включва времево-чувствителен механизъм за внимание (time-aware attention), който да фокусира обучението върху най-релевантните точки във времето. Постобработката на препоръките включва филтри за разнообразие, новост и покритие, което е важно за избягване на повтарящи се препоръки и за стимулиране на образователния напредък. Прилагането на обратна връзка от потребителите (feedback loop) осигурява динамично самоусъвършенстване на модела и позволява бърза адаптация към променящи се предпочитания. Така методологията съчетава дълбока персонализация, времева адаптивност и мащабируема архитектура, пригодна за дългосрочно внедряване и развитие.

Този многообразен спектър от съвременни методи, подходи и метрики за машинно обучение, персонализирана обратна връзка в динамична среда и оценка на препоръчителните системи са обективна основа за постигнатите приноси от изследванията в дисертацията.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Научни приноси

- Разработена е методология за персонализирана система за препоръки за подобряване на презентационните умения и визуалната съгласуваност на слайдове чрез методи на машинно и дълбоко обучение.
- Предложена е концепция за интегрирана система, комбинираща поведенчески, съдържателен и визуален анализ на презентации за дългосрочно подобряване на презентационните умения на потребителите, изградена от три основни модула: Pstyle Checker за автоматизирана оценка на стилова кохерентност; Presentation Checker за откриване на проблеми и грешки в слайдове чрез иновативна двуклонова конволюционна невронна мрежа и машина за препоръки с хибриден препоръчващ модел, комбиниращ филтриране по съдържание и машинно обучение; PAdvisor за генериране на персонализирани обучителни препоръки. Системата е изградена върху модулна архитектура за микроуслуги и се отличава с гъвкавост, мащабируемост и устойчивост като прилага най-добрите практики на Machine Learning Operations и е съвместима с концепциите за непрекъсната интеграция и доставка (CI/CD), наблюдаемост (observability) и устойчивост на грешки (fault tolerance).
- Синтезирани са и сравнени два подхода за мулти-етикетна класификация на изображения за стилова съгласуваност на презентации, базирани на трансформация на проблема чрез независими бинарни класификатори и адаптиране на алгоритъма чрез единен модел. Анализирани са ограниченията на подхода с адаптиране на алгоритъма по отношение на преобучаване, мащабируемост и интерпретируемост. Изведени са предимствата на подхода с трансформация на проблема, който е по-ефективен в условия на небалансирани класове.
- Съставена е дву-клонова архитектура на конволюционна невронна мрежа за оценка на стилова съгласуваност на слайдове в презентация, която извлича паралелно характеристики от два слайда, използва свързване и допълнителни плътни слоеве за по-прецизно моделиране на взаимовръзките и постига по-висока точност спрямо класически сиамски невронни мрежи и традиционни метрики като SSIM (Structural Similarity Index Measure) или ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF). Предимствата на предложената архитектура са по-висока точност при оценка на сходство, по-добро моделиране на взаимовръзките между визуалните характеристики, адаптиране към различни типове изображения, по-стабилно обучение благодарение на техниките за регуляризация и добра разширяемост при бъдещи подобрения.

Научно-приложни приноси

- Предложен е подход за формиране и структуриране на комплексен набор от данни, който интегрира разнообразни източници и типове информация, необходими за изграждането на система за персонализирани препоръки и включва обединяване на потребителски профили, анотирани презентации, учебни материали и автогенерирани данни.
- Разработена е процедура за предварителна обработка и унифициране на данните в числов формат, съвместим с алгоритми за машинно и дълбоко обучение, която включва процедура за предварителна обработка и унифициране на данните, включваща преобразуване на всички категориални и текстови характеристики в числов формат чрез бинарно кодиране; изравняване на вложени структури за постигане на съвместимост с алгоритми за машинно и дълбоко обучение; премахване на несъвместими и дублирани атрибути; обединяване на данни от различни източници в унифицирана структура, позволяваща лесно сравнение и изчисляване на сходство.
- Системата е отворена за подобрения - за обучение на модели за всяка от подзадачите на съответните модули на системата (откриване на проблеми в съдържанието на презентации, оценка на стилова съгласуваност между слайдове, генериране на препоръки, адаптирани към

индивидуалния потребителски контекст) могат да бъдат приложени и адаптирани усъвършенствани алгоритми за машинно и дълбоко обучение.

- Препоръчителната система за презентации е проектирана като модулна архитектура, в която всеки компонент може да се внедрява и актуализира независимо от другите.
- Дефинирани са ясни критерии и е определен набор от метрики за класификационните и препоръчителните модули, осигуряващ обективна оценка на ефективността на всеки компонент и на цялостната система, в това число офлайн метрики (точност, F1, MAE), онлайн методи (A/B тестване, потребителска обратна връзка), както и методи за последваща оценка след внедряване на системата в реална среда, което осигурява надежден механизъм за валидиране и адаптиране на системата спрямо нуждите на крайните потребители.
- Предложена е цялостна MLOps (Machine Learning Operations) инфраструктура за внедряване на системата за препоръки за интелигентно и персонализирано създаване на презентации, която включва контейнеризация, версиониране, автоматично разположение и мониторинг, стратегии за инкрементално и активно обучение с включени механизми срещу катастрофално забравяне и събиране на потребителска обратна връзка за затворен цикъл на подобрение.

Приложни приноси

- Описан е потребителския сценарий на използване на системата – от зареждането на презентация до получаването на обучителни препоръки, както и данните, с които е обучен всеки от модулите.
- Създадени са два специализирани набора от данни: ръчно въведени данни от 912 реални слайдове за структурно-съдържателен анализ и синтетичен набор от 6000 изображения за стилова съгласуваност с контрол върху визуални параметри.
- Изследването е подкрепено с експериментална част, която представя детайлно планирането, провеждането и анализа на експерименти за валидиране на системата "Presentation Advisor". Изчерпателно е представен целия процес – от формулиране на експерименталната рамка до интерпретация на резултатите – както за отделните модули (визуална квалификация и стилова кохерентност), така и за цялата система. За всеки модул са описани използваните данни и експерименталната методология, в рамките на която са дефинирани метрики за оценка на ефективността и качеството на препоръките. Представени са възможни стратегии за внедряване, обновяване и оценка на „интегрираната система", в която модулите работят съвместно за генериране на крайни персонализирани препоръки. Направен е сравнителен анализ между различни архитектури, включително такива, които са разгледани в теоретичната и експерименталната фаза, но не са избрани за финалната реализация. Това обуславя обоснован избор на най-подходящи модели за употреба въз основа на опитни резултати.

Оценявам високо научните, научно-приложни и приложни приноси на дисертацията.

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

За личното участие на дисертанта в приносите съдя от една страна от изложението в дисертацията, което е логично последователно, с изчерпателна обосновка на прилагани методи, подходи и метрики; със задълбочени анализи и сравнения на различни използви съвременни интелигентни технологии и обоснован избор на използване в дисертацията, с добре обоснована и добре илюстрирана експериментална част. От друга страна, съгласно научните публикации докторантът е на първо място в четири съвместни публикации с научния ръководител, а другите две публикации са самостоятелни. Това ми дава основание да считам, че постигнатите резултати от изследванията в дисертацията са лично дело на докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Значително са надвишени минималните изисквания по този показател - отпечатани са 6 научни публикации с резултати от дисертацията, от които две са самостоятелни [1, 2]. Четири от публикациите са в списания "Computer and Communication Engineering" [1], „Journal on Information Technologies & Security" [4], „Journal Engineering, Technology & Applied Science Research" [5], Международно научно списание на MDPI „Electronics" [6]. Две публикации са индексирани в WoS и имат импакт фактор, [4] и [6]. Три публикации са индексирани в SCOPUS [3, 5, 6] като [6] има SJR и квартил.

Резултатите от последните изследвания на дисертанта вече са цитирани от чуждестранни автори: [4] има 1 цитиране през 2025 в „International Journal on Information Technologies & Security" ; [6] има 2 цитирания в списание „Electronics". Това е потвърждение за значимостта на постигнатите в дисертацията резултати, признати от международната научна общност.

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

Разработената персонализирана препоръчителна система отговаря на съвременните изисквания за адаптивно, технологично и образователно подпомагане на потребителите. Не само е предложено ефективно техническо решение за подобряване на презентациите, но е създадена методология за интелигентна обучителна технология с висока степен на персонализация и обяснимост. Внедряването на системата се основава на принципа на модулност като всеки модел представлява самостоятелен и независим модул от архитектура на микроуслуги. Този подход осигурява гъвкавост, оперативна надеждност и улеснява управлението на системата в динамична среда. Всеки модул функционира изолирано, което дава възможност за паралелно развитие, тестване и преобучаване. Обучението на моделите се извършва офлайн с цел гарантиране на стабилност, контролирана оценка на производителността и избягване на нежелани ефекти в реално време. Предложената концептуална архитектура на препоръчителната система следва най-добрите практики в областта на MLOps (Machine Learning Operations) и е съвместима с концепциите за непрекъсната интеграция и доставка (CI/CD), наблюдаемост (observability) и устойчивост на грешки (fault tolerance). Разработената архитектура позволява мониторинг на производителността, лесно добавяне на нови модели и минимална взаимозависимост между компонентите. Това води до по-добра устойчивост на системата и осигурява възможност за бърза адаптация към нови изисквания и данни.

Резултатите от модула за проверка на съдържанието и структурата на презентациите показват висока степен на точност при идентифициране на често срещани грешки в презентациите с използване на предложения в дисертационния труд модел. Постигнати са високи стойности за метриките за оценка на класификация (точност, прецизност, пълнота), което показва, че моделът е способен да се адаптира към различни видове презентации. При модула за стилова съгласуваност, предложеният модел успява да разграничи стилово несъвместими двойки. Това е особено важно за визуалната цялост на професионални презентации. Препоръчителният модул демонстрира висока персонализация, особено след включване на контекстуални и времеви фактори. Прилагането на оценка на полезност и времево-чувствителен механизъм за внимание значително подобрява ранга на препоръките и повишава тяхната уместност спрямо нуждите на потребителя. Цялостната оценка на системата „Presentation Advisor", извършена чрез комбинация от офлайн метрики показва, че системата е не само функционално пълноценна, но и потенциално приложима в реална среда. Разработена е схема за поетапна онлайн оценка, осигуряваща надеждно измерване на дългосрочния ефект върху презентационните умения на потребителите при използване на системата за препоръки.

Тези характеристики на разработената интелигентна система за препоръки обуславя широкото ѝ приложение в научен, социален и бизнес аспект. Модулната архитектура и използването на съвременни информационни подходи са предпоставка за внедряване в реална среда. Системата е

полезен инструмент за обучение и самооценка на презентационни умения, приложим в университетски курсове, обучителни центрове и фирмени обучения. Проведените експерименти доказват ефективността, надеждността и устойчивостта на системата при реални условия, което е потенциал за приложение и в други области на цифровото обучение.

9. Оценка на съответствието на автореферата с дисертационния труд.

Авторефератът отразява основните методи, подходи, модели, алгоритми и приноси от дисертацията.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Считам, че работата е много добра в теоретично и приложно направление. Препоръката към докторантката е да продължи изследванията в избраната посока, спомената в края на дисертацията и да продължава да публикува резултатите в престижни издания.

11. Заключение

Дисертацията на маг. Мария Петрова Влахова-Такова отговаря на условията на ЗРАСРБ и ППЗРАСРБ. Дисертационният труд съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати с иновативен характер. Те имат оригинален принос в науката, които **оценявам положително**. Поставената цел на дисертационната работа е изпълнена. Кандидатката притежава задълбочени знания по изследваната тематика. Тя демонстрира способност за самостоятелни изследвания и успешно изпълнение на решаваните проблеми. **Убедено препоръчвам на Уважаемото научно жури присъждане на образователната и научна степен „доктор“ на маг. Мария Петрова Влахова-Такова** в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника, докторска програма „Системи с изкуствен интелект“.

Дата: 20.01.2026

РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф.дтн.Красимира Стоилова/

OPINION

of a Dissertation for awarding the educational and scientific degree "Doctor"

Ph.D. student: Maria Petrova Vlahova-Takova
Title of the Ph.D. thesis: METHODS AND ALGORITHMS FOR PERSONALIZED RECOMMENDATION SYSTEMS
Professional field of study: 5.3 „Communication and computer technology"
Doctoral program: "Artificial Intelligence Systems".
Member of the jury: Prof. D.Sc. Krasimira Petrova Stoilova,
Institute of information and communication technologies – Bulgarian Academy of Sciences

This review was prepared in my capacity as a member of a scientific jury, appointed by Order No. ОЖ-5.3-60/21.11.2025 of the Rector of the Technical University-Sofia.

The dissertation is 197 pages long and includes an introduction, four chapters, a list of main contributions, a list of publications on the dissertation, and a bibliography. A total of 143 literary sources are cited, all in Latin.

1. Actuality of the problems in the PhD thesis

The large volume of digital information in our time leads to information overload for users. One solution for filtering information is recommender systems and in particular presentations, which are constantly used in academic and business environments. The main goal of the recommendation system is to analyze users' presentations, identify the most common problems, and provide personalized recommendations for improving the presentations. Traditional approaches to improving presentations rely primarily on templates, which limits dynamic and personalized user learning. This necessitates the need for an intelligent recommendation system that not only points out the weaknesses of a given presentation, but also offers reasoned recommendations with an element of learning. The relevance of the research in the dissertation is determined by two contemporary trends: the need for automated and adaptive technologies to improve users' digital communication skills and the development of personalized recommendations through artificial intelligence methods.

2. Degree of knowledge of the state of the problem

The aim of the research in the dissertation is to design, develop and validate a personalized recommendation system that uses modern approaches from the field of machine and deep learning to analyze and improve presentations through intelligent, explainable and educational feedback. The doctoral student is well acquainted with the state of the problem. She has conducted an in-depth review of the development of recommender systems and has analyzed in detail the features, advantages and limitations of heuristic and expert-based recommender systems, classical algorithms with collaborative and content-based filtration, hybrid recommender systems, as well as modern approaches using deep learning, recurrent networks, autoencoders, and reinforcement learning. When developing the tasks set in connection with achieving the research goal, a high professional level of interpretation of the literary material and very skillful application of a wide range of current information technologies, artificial intelligence methods and statistics in the methods, approaches, strategies, models and algorithms developed by the doctoral student have been demonstrated.

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

There is in-depth knowledge of a wide range of methods, including: theoretical research of methods and algorithms for machine and deep learning with application in recommender systems; comparative analysis and synthesis of hybrid architectures of deep neural networks for identifying visual, structural and style problems in presentations and generating personalized learning recommendations; design and implementation of a prototype of a recommendation system for analyzing and improving presentations through intelligent, explainable and learning feedback; evaluation, validation and verification of the proposed methodology and hybrid architectures for a personalized recommendation system; statistical methods for processing and presenting the obtained experimental results. I believe that there is full compliance of the selected scientific methods to achieve the goal set in the dissertation.

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

Generating personalized recommendations to improve a user's presentation skills and to refine a specific presentation is a complex problem that requires the integration of multiple technologies and approaches.

In the training phase, various machine learning algorithms have been tested to determine the most effective one for the multi-label image classification task in the recommended presentation system. The problem transformation approach was chosen to solve the multi-label image classification task. This method allows the use of well-studied binary classifiers, with each category (label) being treated as a separate binary classification task.

The models evaluated include logistic regression, decision tree, random forest classifier, support vector machine, K-Nearest Neighbors, Naive Bayes, Back Propagation Neural Network, and Convolutional Neural Network. Of all the evaluated models, the use of a convolutional neural network showed the best results and that is why it was chosen for training the model in the multi-class presentation recommender system. The selected recommender model presented in the dissertation applies Reinforcement Learning and the Deep Qnetwork (DQN) algorithm. This choice is driven by the model's ability to learn from user interactions and adapt recommendations over time. DQN uses deep learning to approximate optimal Q-values, allowing the agent to efficiently explore a large space of actions and balance exploration and use of the most rewarding actions. A challenge in recommender systems is the problem of cold start when new users or new items have limited historical interactions. Traditional methods such as collaborative filtering perform poorly in such situations, but reinforcement learning-based models such as DQN exhibit better adaptability. The choice of DQN is appropriate because it allows the model to "dynamically adapt" to both new users and new items, improving the recommendation process without relying entirely on historical data. Traditional methods such as collaborative filtering perform poorly in such situations, but reinforcement learning-based models such as DQN exhibit better adaptability. The choice of DQN is appropriate because it allows the model to "dynamically adapt" to both new users and new items, improving the recommendation process without relying entirely on historical data. In some cases, a complete retraining is necessary, for example, in the case of significant changes in user behavior, a large influx of new users, or a significant deterioration in performance metrics. For smaller changes, retraining on new data is sufficient. Scheduled retraining can be triggered automatically if performance declines below a set threshold. Since the model follows the principles of Temporal Difference Learning and Q-Learning, full training from scratch is not always necessary. Q-values are updated incrementally after each interaction via the Bellman

equation, allowing the model to improve and adapt in real time, reducing the need for resource-intensive retraining.

I highly appreciate the developed approach to classification model evaluation, which is important for measuring how accurate, robust, and reliable a model performs in a real-world environment. This evaluation includes both offline methods (essential for evaluating recommender systems because they allow for measuring the diversity and quality of experience before the system is deployed for real-world use) and online methods (they measure the effectiveness of the recommender system in real-time with the participation of actual users and provide direct indications of the practical value of the recommendations). Online evaluation of recommender systems is important for system optimization based on real-world feedback, as it provides information on how users interact with recommendations in a real-world environment. The doctoral student is not limited to these important assessments (a set of indicators were used for each of the two types), but further envisages an evaluation of the system after implementation in a real environment in terms of its sustainability, fairness and scalability.

When implementing the system in order to maintain high accuracy and compatibility with current real data, updating the model is essential. This requirement is met by applying the iterative (incremental) learning approach, in which the model adapts to new incoming information without the need for complete retraining. This allows for both rapid response to changes and preservation of previously acquired knowledge, which is important in a dynamic environment and data updating. Models are deployed using TensorFlow Serving, packaged in Docker containers, ensuring a consistent, scalable, and easily portable hosting environment. Each model is stored in a versioned directory and accessed via a REST API (Representational State Transfer Application Programming Interface), after which: the model makes predictions based on the data provided; the resulting predictions are stored in a database; these results serve as input to the Recommendation Engine, which generates specific suggestions. The final recommendation is filtered and refined through a utility-based scoring module, which takes into account relevance to the user; novelty of the content; long-tail – recommendations outside the most popular elements; topicality of the suggestions.

The methodology uses separate training of submodules, which allows parallel testing of individual towers and independent optimization of their parameters. This facilitates adaptation to specific usage scenarios, for example, business users with short presentations versus academic users with longer and more structured materials. The approach also allows for the implementation of a multi-task architecture, where in addition to predicting a rating, the model can simultaneously classify the type of problem or predict the probability of success when applying the recommendation. To overcome imbalance in the data, class weighting and loss function adaptation are used. Temporal inputs are modeled using sinusoidal transformations, and a time-aware attention mechanism is included when needed to focus learning on the most relevant points in time. Post-processing of recommendations includes filters for diversity, novelty, and coverage, which is important for avoiding repetitive recommendations and stimulating educational progress. The implementation of a feedback loop ensures dynamic self-improvement of the model and allows rapid adaptation to changing preferences. Thus, the methodology combines deep personalization, temporal adaptability, and a scalable architecture suitable for long-term implementation and development.

This diverse spectrum of modern methods, approaches and metrics for machine learning, personalized feedback in a dynamic environment and evaluation of recommender systems are an objective basis for the contributions achieved by the research in the dissertation.

5. Scientific and practical achievements in the PhD thesis

Scientific contribution

- A methodology has been developed for a personalized recommendation system to improve presentation skills and visual coherence of slides using machine and deep learning methods.
- A concept for an integrated system combining behavioral, content and visual analysis of presentations for long-term improvement of users' presentation skills is proposed, built from three main modules: Pstyle Checker for automated assessment of style coherence; Presentation Checker for detecting problems and errors in slides using an innovative two-branch convolutional neural network and a recommendation engine with a hybrid recommendation model combining content filtering and machine learning; PAdvisor for generating personalized training recommendations. The system is built on a modular micro-services architecture and is characterized by flexibility, scalability, and resilience by implementing Machine Learning Operations best practices and is compatible with the concepts of continuous integration and delivery (CI/CD), observability, and fault tolerance.
- Two approaches for multi-label image classification for presentation style consistency, based on problem transformation using independent binary classifiers and algorithm adaptation using a single model, are synthesized and compared. The limitations of the algorithm adaptation approach in terms of overtraining, scalability, and interpretability are analyzed. The advantages of the problem transformation approach, which is more effective in unbalanced class conditions, are derived.
- A two-branch architecture of a convolutional neural network has been developed for assessing the stylistic consistency of slides in a presentation, which extracts features from two slides in parallel, uses connection and additional dense layers for more precise modeling of relationships, and achieves higher accuracy compared to classical Siamese neural networks and traditional metrics such as SSIM (Structural Similarity Index Measure) or ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF). The advantages of the proposed architecture are higher accuracy in similarity estimation, better modeling of the relationships between visual features, adaptation to different image types, more robust learning thanks to regularization techniques, and good extensibility for future improvements.

Scientific-applied contribution

- An approach is proposed for forming and structuring a complex data set that integrates various sources and types of information necessary for building a personalized recommendation system and includes the unification of user profiles, annotated presentations, learning materials, and auto-generated data.
- A procedure for pre-processing and unification of data in a numerical format compatible with machine and deep learning algorithms has been developed, which includes a procedure for pre-processing and unification of data, including conversion of all categorical and text features into numerical format through binary encoding; alignment of nested structures to achieve compatibility with machine and deep learning algorithms; removal of incompatible and duplicate attributes; merging data from different sources into a unified structure, allowing easy comparison and calculation of similarity.
- The system is open to improvements - advanced machine and deep learning algorithms can be applied and adapted to train models for each of the subtasks of the relevant modules of

the system (detecting problems in the content of presentations, assessing style consistency between slides, generating recommendations adapted to the individual user context).

- The recommender presentation system is designed as a modular architecture in which each component can be implemented and updated independently of the others.
- Clear criteria have been defined and a set of metrics has been determined for the classification and recommendation modules, providing an objective assessment of the effectiveness of each component and the overall system, including offline metrics (accuracy, F1, MAE), online methods (A/B testing, user feedback), as well as methods for subsequent evaluation after implementing the system in a real environment, which provides a reliable mechanism for validating and adapting the system to the needs of end users.
- A comprehensive MLOps (Machine Learning Operations) infrastructure is proposed for implementing the recommendation system for intelligent and personalized presentation creation, which includes containerization, versioning, automatic deployment, and monitoring, strategies for incremental and active learning with mechanisms against catastrophic forgetting and user feedback collection for a closed loop of improvement.

Applied contributions

- The user scenario of using the system is described - from loading a presentation to receiving training recommendations, as well as the data with which each of the modules is trained.
- Two specialized datasets were created: manually entered data from 912 real slides for structural-content analysis and a synthetic set of 6000 images for stylistic consistency with control over visual parameters.
- The study is supported by an experimental part that presents in detail the planning, implementation and analysis of experiments to validate the "Presentation Advisor" system. The entire process is comprehensively presented – from formulating the experimental framework to interpreting the results – both for the individual modules (visual qualification and style coherence) and for the entire system. For each module, the data used and the experimental methodology are described, within which metrics for evaluating the effectiveness and quality of recommendations are defined. Possible strategies for implementing, updating and evaluating the "integrated system" in which the modules work together to generate final personalized recommendations are presented. A comparative analysis was made between different architectures, including those that were considered in the theoretical and experimental phases but were not selected for the final implementation. This has led to a reasoned selection of the most suitable models for use based on experimental results.

I highly appreciate the scientific, scientific-applied and applied contributions of the dissertation.

6. Assessment of the degree of the dissertation candidate's personal participation in the contributions.

I judge the personal participation of the dissertation candidate in the contributions on the one hand from the presentation in the dissertation, which is logically consistent, with a comprehensive justification of applied methods, approaches and metrics; with in-depth analyses and comparisons of various modern intelligent technologies used and a justified choice of use in the dissertation, with a well-founded and well-illustrated experimental part. On the other hand, according to the

scientific publications, the doctoral student is in first place in four joint publications with the scientific supervisor, and the other two publications are independent. This gives me reason to believe that the results achieved from the research in the dissertation are the personal work of the doctoral student.

7. Assessment of the Ph.D. publications

The minimum requirements for this indicator have been significantly exceeded - 6 scientific publications with results from the dissertation have been published, two of which are independent [1, 2]. Four of the publications are in the journals "Computer and Communication Engineering" [1], "Journal on Information Technologies & Security" [4], "Journal Engineering, Technology & Applied Science Research" [5], MDPI International Scientific Journal "Electronics" [6]. Two publications are indexed in WoS and have an impact factor, [4] and [6]. Three publications are indexed in SCOPUS [3, 5, 6] with [6] having an SJR and quartile.

The results of the dissertation's recent research have already been cited by foreign authors: [4] has 1 citation in 2025 in the "International Journal on Information Technologies & Security"; [6] has 2 citations in the journal "Electronics". This is confirmation of the significance of the results achieved in the dissertation, recognized by the international scientific community.

8. Using the results of the dissertation work in scientific and social practice

The developed personalized recommendation system meets the modern requirements for adaptive, technological and educational support of users. Not only is an effective technical solution proposed to improve presentations, but a methodology for intelligent learning technology with a high degree of personalization and explainability has been created. The system implementation is based on the principle of modularity, with each model representing a separate and independent module of a micro-services architecture. This approach provides flexibility, operational reliability and facilitates system management in a dynamic environment. Each module operates in isolation, which allows for parallel development, testing and retraining. The training of the models is performed offline to ensure stability, controlled performance evaluation and avoidance of unwanted effects in real time. The proposed conceptual architecture of the recommender system follows the best practices in the field of MLOps (Machine Learning Operations) and is compatible with the concepts of continuous integration and delivery (CI/CD), observability and fault tolerance. The developed architecture allows for performance monitoring, easy addition of new models, and minimal interdependencies between components. This leads to better system resilience and provides the ability to quickly adapt to new requirements and data. The results of the module for checking the content and structure of presentations show a high degree of accuracy in identifying common errors in presentations using the model proposed in the dissertation. High values were achieved for the classification evaluation metrics (accuracy, precision, completeness), which shows that the model is able to adapt to different types of presentations. In the module for style consistency, the proposed model manages to distinguish stylistically incompatible pairs. This is especially important for the visual integrity of professional presentations. The recommendation module demonstrates high personalization, especially after including contextual and time factors. The implementation of a usefulness assessment and a time-sensitive attention mechanism significantly improves the rank of recommendations and increases their relevance to the user's needs. The overall evaluation of the Presentation Advisor system, carried out through a combination of offline metrics, shows that the system is not only functionally complete, but also

potentially applicable in a real environment. A step-by-step online assessment scheme has been developed, providing reliable measurement of the long-term effect on users' presentation skills when using the recommendation system.

These characteristics of the developed intelligent recommendation system determine its wide application in scientific, social and business aspects. The modular architecture and the use of modern information approaches are a prerequisite for implementation in a real environment. The system is a useful tool for training and self-assessment of presentation skills, applicable in university courses, training centers and company trainings. The conducted experiments prove the effectiveness, reliability and sustainability of the system under real conditions, which has potential for application in other areas of digital learning.

9. Assessment of the correspondence of the abstract to the dissertation work

The abstract reflects the main methods, approaches, models, algorithms and contributions of the dissertation.

10. Opinions, recommendations and notes

I believe that the work is very good in both theoretical and applied aspects. The recommendation to the doctoral student is to continue her research in the chosen direction, mentioned at the end of the dissertation, and to continue publishing the results in prestigious publications.

11. Conclusion

The Dissertation of Maria Vlahova-Takova **meets the requirements of the Law on the Educational and Scientific Degree "Doctor" and the Regulations for its implementation**.

The dissertation work contains scientific, scientifically applied and applied results of an innovative nature. They have an **original contribution to science**, which I evaluate **positively**. The set goal of the dissertation work has been fulfilled. The candidate has in-depth knowledge of the research topic. She demonstrates the ability for independent research and successful implementation of the problems being solved. **I strongly recommend** to the Honorable Scientific Jury **the award** of the educational and scientific degree "**Doctor**" to **Maria Petrova Slavova-Takova** in the field of higher education 5. Technical sciences, professional field 5.3 "Communication and computer technology" in the doctoral program: „Artificial Intelligence Systems".

20.01.2026 **Member of the Scientific Jury:**

/Prof. DSc. Krasimira Stoilova/