

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Тодорка Атанасова Глушкова

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“

по: област на висше образование 4. *Природни науки, математика и информатика*,

професионално направление 4.6. *Информатика и компютърни науки*,

докторска програма *Информатика*

**Автор: Павел Александров Кюркчиев**

**Тема: „Методи и архитектурни подходи за семантично индексирание и симулация на динамични процеси в облачна среда“**

**Научен ръководител: проф. д-р Антон Илиев, ПУ „Паисий Хилендарски“**

### 1. Общо описание на представените материали

Със заповед No РД-22-1415/17.07.2026 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ проф. д-р Румен Младенов, в съответствие с чл. 4 ЗРАСРБ, чл. 2.(2), чл. 30.(3) ППЗРАСРБ и чл. 37.(1) ПРАСПУ и във връзка с решение на ФС на Факултета по математика и информатика, протокол No 34/15.07.2026 г., съм определена за член на Научно жури за защита на дисертационен труд на тема „Методи и архитектури, подходящи за семантично индексирание и симулация на динамични процеси в облачна среда“ за образователната и научна степен „доктор“ по: област на висше образование 4. *Природни науки, математика и информатика*, професионално направление 4.6. *Информатика и компютърни науки*, докторска програма *Информатика*. Автор на дисертационния труд е Павел Александров Кюркчиев – докторант към катедра „Компютърни технологии“ на Факултет по математика и информатика, с научен ръководител проф. д-р Антон Илиев от ПУ „Паисий Хилендарски“

Представеният от докт. **Павел Кюркчиев** комплект материали на хартиен и електронен носител е в съответствие с чл. 36. (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва следните документи:

- молба до ректора на ПУ за разкриване на процедура за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- протокол от предварително обсъждане в катедрата и становище от научния ръководител относно готовността за предварително обсъждане на дисертационен труд;
- автореферат (на български и английски език);
- списък на научните публикации по темата на дисертацията;
- копия на публикациите по темата на дисертационния труд;

- декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
- справка за съответствие с минималните национални изисквания.

Докторантът е приложил 3 публикации, свързани с тематиката на дисертационния труд. Всички представени документи от комплекта за защитата на дисертационния труд са точно и прецизно подготвени според изискванията на Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за развитие на академичния състав на ПУ.

## **2. Кратки биографични данни за докторанта**

Павел Александров Кюркчиев притежава академична и професионална биография, която стои в основата на приложната стойност на дисертацията. Той завършва бакалавърска (2012 г.) и магистърска степен (2013 г.) в ПУ „Паисий Хилендарски“. Професионалният му път преминава през ключови позиции в ИТ индустрията – от разработчик в BS Technologies до Technical Lead и Capability Lead в Prime Holding. В ролята си на Capability Lead докторантът е отговарял за установяването на технически стандарти и развитието на екипите, което пряко кореспондира с научното му търсене в областта на управлението на знания.

Особено внимание заслужава опитът му по миграцията на онлайн платформи от монолитна (SOA) към микросървисна архитектура, което дава идеята за изграждане на представения в дисертацията прототип- Alpha Cloud Data Hub (ACDH). От 2018 г. Павел Кюркчиев е асистент във Факултета по математика и информатика на Пловдивския университет, където успешно прилага богатия си бизнес опит в академична среда.

## **3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи**

Дисертационният труд на докторант Павел Кюркчиев е посветен на актуална и значима научно-приложна проблематика, свързана с „проблема на лексикалното несъответствие“ (Vocabulary Mismatch), което възпрепятства повторното използване на знания и превръща хранилищата в неструктурирани архиви, където ценни данни, знания и модели остават неоткриваеми.

Целта на дисертационния труд е изследване и приложение на формализма „Системна динамика“ чрез съвременни методи за семантичен анализ и векторно търсене. Авторът защитава хипотезата, че интегрирането на микросървисна облачна архитектура с методи за векторен семантичен анализ ще позволи преодоляване на проблема с „лексикалното несъответствие“ при динамичните модели, което ще повиши точността на търсене чрез преход от синтактично сравнение (по етикети на променливи) към семантично сравнение (по топологична и функционална структура).

Темата е напълно съответна на ПН 4.6 „Информатика и компютърни науки“, тъй като включва: моделиране на информационни процеси; разработка на софтуерни системи;

интеграция на AI технологии; анализ и обработка на данни; проектиране на информационни архитектури.

За постигане на целта са формулирани четири основни задачи, които са логически свързани с основната цел и водят до нейното реализиране. Те включват анализ на състоянието и дефиниране на архитектурен модел, разработване на методология за трансформация и търсене, проектиране и софтуерна реализация на прототипна среда и експериментално и валидация на предложените решения.

Тематиката на дисертационния труд е безспорно актуална и значима както в научно, така и в приложно отношение, а поставената цел и задачи са целесъобразни, конкретни и адекватни на предмета на изследване.

#### **4. Познаване на проблема, стил и език**

Авторът демонстрира висока степен на познаване на предметната област, посочвайки наличните ограничения по отношение на „семантичната слепота“ и затворените формати. Трудът се отличава с висок академичен стил и прецизно боравене с терминология от областите на NLP, системната динамика и облачните архитектури. Библиографската справка съдържа 146 литературни и интернет източника. Всички заглавия са коректно цитирани в текста. Добро впечатление прави, че литературният обзор обхваща както класически изследвания, така и значителен брой актуални научни публикации от последните години. Това показва стремеж на докторанта да проследи и оцени творчески съвременните тенденции и да позиционира изследването си в контекста на най-новите технологични достижения.

Спазени са правилата на добрия език и научен стил на писане на изследователски работи. Текстът на дисертационния труд е ясен, точен и аналитичен.

#### **5. Методика на изследването**

Използваната в дисертационния труд методика е комплексна и адекватна на поставената цел. Тя съчетава основни теоретични, аналитични, експериментални и приложни подходи на изследване. Изследването следва принципите на конструктивния метод (Constructive Research Method), при който се дефинира теоретичен модел за решаване на проблема (липсата на семантична свързаност), който впоследствие се материализира чрез създаване на иновативен артефакт (софтуерния прототип Alpha Cloud Data Hub). Приложен е дедуктивен подход при анализа на архитектурните модели – от общите принципи на микросървисните архитектури и Domain-Driven Design (DDD) към конкретната реализация на специализирани услуги за симулация и търсене. Чрез декомпозиция на предметната област са изолирани отделните поддомейни (Domain, Infrastructure, Application Services), което позволява независимото им развитие и тестване.

## 6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Основният текст на дисертационния труд е в обем от 140 страници и се състои от увод, пет глави, заключение, списък на авторски публикации по дисертационния труд, три приложения и използвана литература. Трудът съдържа 18 фигури и 12 таблици.

Уводът аргументира практическата значимост на темата. Авторът обосновава актуалността на проблема, посочвайки „парадокса на изобилието“ и „лексикалното несъответствие“ като основни бариери пред повторното използване на динамични модели в облачна инфраструктура. Дефинирани са целта, задачите и работната хипотеза, фокусирана върху интегрирането на микросървисна архитектура с векторен семантичен анализ.

Първа глава има теоретико-аналитичен характер. Разглежда се еволюцията на симулационните среди от настолни приложения към Simulation-as-a-Service. Авторът съпоставя дискретно-събитийното, агентното моделиране и системната динамика, избирайки последната заради нейната математическа чистота. Анализират се платформите Stella, AnyLogic и Matlab, като се подчертават техните ограничения като „черни кутии“ със затворени формати, които са трудни за семантично търсене. Дефинира се липсващото звено (The Missing Middle) – нуждата от облачна екосистема, обединяваща системната динамика с AI-базиран анализ.

Втората глава разглежда теоретичните основи и използвания математически формализъм. Обяснени са концепциите за причинно-следствени диаграми и диаграми на запаси и потоци. По отношение на числените методи е избран явния метод на Ойлер за решаване на диференциални уравнения поради неговата семантична яснота в облачна среда. Разглеждат се векторните представяния (Embeddings), архитектурата BERT и стандартът ONNX за преносимост на моделите за машинно обучение. Обосновава се използването на специализирани хранилища (като Qdrant) и алгоритми за приближено търсене.

Третата глава е посветена на изграждането на методология за трансформация, симулация и интелигентно търсене и представя основните приноси на автора в алгоритмичен аспект. Разгледани са алгоритъмът за трансляция (описва се как визуалните графови модели се преобразуват в математически уравнения чрез топологично сортиране), семантична линеаризация (оригинален метод за превръщане на графовата топология в линеен текст чрез обхождане в дълбочина), токенизация на цикли и въвеждане на подходящ маркер за запазване информацията за обратните връзки в модела.

Четвъртата глава представя архитектурата на платформата Alpha Cloud Data Hub и се описва софтуерната реализация на предложения прототип. Архитектурната рамка на микросървисния модел е проектирана по принципите на DDD и Event-Driven дизайна, използвайки RabbitMQ за асинхронна комуникация. Представени са основните компоненти:

Angular SPA (интерфейс), Hermes Processor (векторизатор) и хибридно съхранение (Polyglot Persistence) в MongoDB и Qdrant. Предложеното локално изпълнение е решение за изпълнение на AI моделите локално чрез ONNX, осигуряващо независимост от външни услуги и защита на данните.

Последната пета глава разглежда експериментална валидация и анализ на резултатите. В тестовия корпус са използвани са 63 модела от различни домейни (икономика, екология, епидемиология). Валидацията на симулатора е с доказана точност на изчисленията чрез SIR и Lotka-Volterra модели. Семантичният подход постига F1-Score = 1.00 при праг на сходство 0.72, елиминирайки напълно шума, присъщ на традиционното търсене по ключови думи. Измерено е времезакъснение от ~1.9 сек за търсене, което е приемливо за потребителското преживяване (UX).

В заключението са посочени основните приноси на дисертационния труд. В таблица е представена връзката между приносите, задачите, структурата на дисертационния труд и публикациите. Добро впечатление правят формулираните от докторанта виждания за бъдещо развитие на изследванията по темата. Към дисертационния труд са приложени данни за участия с 2 доклада в научни конференции, както и работа по реализацията на докторанта в проекти, финансирани от Фонд „Научни изследвания“ при ПУ „Паисий Хилендарски“.

## **7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката**

Приносите са в съответствие с поставените цели и задачи на дисертационния труд и могат да бъдат обобщени в две основни направления –научно-приложни и приложни. Научно-приложни приноси:

- Разработване на алгоритъм за семантична линеаризация на графови модели, преобразуващ нелинейна топология в последователен контекст, съобразен с изискванията на съвременните NLP модели.
- Дефиниране на стратегия за сериализация с експлицитна токенизация на циклични зависимости за предотвратяване на загубата на информация при векторизация.

Приложни приноси:

- Проектиране и софтуерна реализация на облачната платформа Alpha Cloud Data Hub с микросървисна архитектура.
- Интеграция на векторни бази данни за интелигентно извличане на знания и преодоляване на терминологичните различия между научните домейни.

Считам, че заявените приноси са реални, аргументирани и в значителна степен доказани в дисертационния труд. Те могат да се отнесат към категориите обогатяване на съществуващо научно знание и научни постижения в практиката, както и създаване на нови и модифициране

на съществуващи методи, подходи и модели за решаване на поставените в дисертационния труд задачи. Считаю, че целта на докторантурата е постигната.

Като цяло предложените от докторанта перспективи за развитие са реалистични, актуални и показват потенциал за по-нататъшно надграждане на постигнатите научни и приложни резултати.

## **8. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Докт. Павел Кюркчиев е представил общо 3 публикации по темата на дисертационния труд, от които две самостоятелни и една, в която е на първо място. Публикация №3 е индексирана в WoS и Scopus, като има IF=4.6 и квантил Q2. Това потвърждава актуалността на темата на дисертацията, значимостта на постигнатите резултати и тяхната приложимост. Приемам, че резултатите от дисертацията са добре представени пред научната общност.

Изпълнени са Минималните национални изисквания по чл.26, ал. 2 и 3, съответно на изискванията по чл. 26, ал. 5 на ЗРАСРБ, определени в ППЗРАСРБ за придобиване на ОНС „доктор“ по ПН 4.6, според които трябва да са налични поне 30 точки по група от показатели Г, а докторантът има 60 точки, т.е 200% изпълнение.

Дисертантът е представил декларация за оригиналност и достоверност. Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представения дисертационен труд и научни трудове.

## **9. Лично участие на докторанта**

От представената разработка е виден личният принос на докторанта и способността му за дефиниране на задачи, решаване на проблеми и получаване на логически обосновани заключения. Нямам съмнения, че дисертационният труд и получените резултати са дело на докторанта или когато са получени в рамките на колективни изследвания, приносът на докторанта е ясно открит.

## **10. Автореферат**

Авторефератът е в съответствие с изискванията на Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България. Обемът му е 32 страници, структуриран е много добре и коректно отразява съдържанието на дисертационния труд, основните моменти в изследването, както и постигнатите резултати.

## **11. Критични бележки и въпроси**

Дисертационният трудът се характеризира с актуалност на тематиката, добра практическа насоченост и значителен обем изследователска и научно-приложна дейност. Наред с неговите безспорни достойнства могат да бъдат отправени следните **бележки**:

- Изследването се фокусира приоритетно върху детерминистични системи (ОДУ), без да отделя детайлно внимание на стохастичните процеси, което би разширило обхвата на симулационното ядро.

- Макар трудът да е отлично структуриран и визуално издържан, прави впечатление наситеното използване на англоезична терминология директно в ключови концептуални фигури (например Фигура 1, Фигура 4.1 и Фигура 4.3), където термини като „Vocabulary Mismatch“, „Semantic Discovery“, „Inference“ и „Mean Pooling“ са оставени без български еквивалент. Въпреки че това е стандартна практика в ИТ индустрията, по-пълното адаптиране на графичните материали на български език би повишило достъпността на изложението за по-широка академична аудитория.
- Постигнатият перфектен резултат (F1-Score = 1.00) е изключително високо постижение. Трябва обаче да се отбележи, че той е реализиран върху контролиран корпус от 63 модела, подбрани от автора като „Златен стандарт“. Както самият докторант коректно посочва в анализа на ограниченията, при преход към реални индустриални системи с хиляди модели, плътността на векторното пространство ще нарасне значително, което би изисквало внедряването на по-сложни, адаптивни прагове на сходство.

Тези бележки имат по-скоро дискуссионен характер и не намаляват високата научно-приложна стойност на дисертационния труд.

**Въпрос:** С оглед на облачната архитектура, как би се променило времезакъснението (latency) при преминаване от метод на Ойлер към по-прецизен, но изчислително тежък метод като Runge-Kutta 4 (RK4) в реално време?

## **12. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати**

Препоръчвам по-нататъшно развитие на Alpha Cloud Data Hub като платформа с отворен код и внедряване на Large Language Models (LLM) за автоматично генериране на текстови описания на моделите въз основа на тяхната топология. Направените бележки и препоръки не намаляват научната стойност на постигнатите резултати, а очертават възможности за по-нататъшно развитие и усъвършенстване на изследването.

### **12. Лични впечатления**

Познавам лично Павел Кюркчиев в ролята му на асистент в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ от 2018 г. и го ценя като изключително подготвен професионалист и отдаден преподавател. Впечатляваща е неговата способност да съчетава успешно академичната дейност с богатия си практически опит, натрупан на ключови позиции в ИТ индустрията – като софтуерен архитект, технически ръководител и Capability Lead. Чрез системната подготовка на учебни ресурси и задания, изцяло базирани на реални индустриални практики, той успява да запознае студентите от ИТ специалностите със съвременните предизвикателства в процеса на софтуерната разработка.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Дисертационният труд на Павел Александров Кюркчиев представлява завършено научно изследване, предлагащо иновативни решения в пресечната точка на системната динамика, облачните технологии и изкуствения интелект. Поставените цел и задачи са изпълнени успешно. Получените резултати имат научно-приложен и приложен характер, и отговарят на

изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и на съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“. Докт. Павел Кюркчиев притежава задълбочени теоретични познания по специалността „Информатика“ и способности за самостоятелни научни изследвания.

Всичко това ми дава доказателства за положителна оценка на дисертационния труд и *предлагам почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Павел Александров Кюркчиев в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки, докторска програма Информатика.*

06.08.2026 г.

Рецензент:  
/проф. д-р Тодорка Глушкова/