# С Т А Н О В И Щ Е

от **доц. д-р инж. Александър Красимиров Ефремов**,

катедра “Автоматизация на непрекъснатите производства”, ТУ – София

по дисертационен труд на тема

**Приложение на методите на машинното самообучение за решаване на бизнес задачи**

Многоагентни автоматизирани системи за решаване на сложни задачи в бази данни, с помощта на големи езикови модели

с автор **маг. Сергей Сергеев Вичев**

научен ръководител: доц. д-р Ангел Марчев

за присъждане на образователната и научна степен **„Доктор“**

в област на висшето образование **3.8 Икономика**

докторска програма **Аналитични изследвания върху данни (Data Science)**

## 1. Актуалност на темата

В последните години се наблюдава значителен напредък в създаването и прилагането на големи езикови модели (LLM) за автоматизация на човешката дейност, в т.ч. и на бизнес процеси. Големите по обем и сложност корпоративни данни, които често са неструктурирани, налагат разработването на нови подходи за извличане на полезната съставка от този непрекъснато растящ ресурс. Съчетаването на LLM с процеса на извличане на знания от данни предлага нови хоризонти в автоматизацията на процеси.

Агентите с вградени LLM притежават ценното свойство – автономност, което същевременно е голямо предизвикателство в процеса на автоматизация. Особено внимание привличат и многоагентните системи, в които множество модели работят координирано за постигане на по-висока ефективност при работата с данни и вземането на решения. В този контекст интеграцията между LLM и бази данни открива големи възможности за изграждане на адаптивни и аргументиращи се системи, способни частично или напълно да вземат решения в реални динамични бизнес задачи.

Дисертационният труд е фокусиран върху една съвременна и важна тема, която съчетава иновации от различни области на изкуствения интелект (AI). В днешно време автоматизацията на бизнес процесите е жизнено важна за много организации като им осигурява рентабилни, бързи, оптимални, консистенти и скалируеми решения.

## 2. Преглед на дисертационния труд

Дисертационният труд на Сергей Вичев е структуриран логически, последователно и ясно като в него, в дълбочина се разглеждат възможностите за изграждане на едно- и мултиагентни автоматизирани системи с използване на LLM, в контекста на реални бизнес проблеми и бази данни функционално свързани с разглежданите бизнес задачи. Целта на труда е формулиране и прилагане на методика за създаване на автоматизирани многоагентни системи, базирани. Тя е успешно постигната чрез детайлен теоретичен преглед на съществуващите разработки и наличните инструменти от областта на AI, създаване на архитектура и имплементация на автоматизирана система за бизнес анализи, както и експериментални изследвания.

Първа глава на труда представя съвременните теоретични основи, свързани с архитектурите на LLM, трансформър механизмите, методите за аргументация (Chain-of-thought, Tree-of-thought) и подходи за обработка на естествен език. Специално внимание е отделено на методите за извличане на знания от бази данни и приложението на Retrieval-Augmented Generation (RAG) системите.

Втората част е фокусирана върху разработването на методика за изграждане на автоматизирана система за решаване на сложни бизнес задачи, базирана на LLM, бази данни, методи за аргументация с моно-агентна и много-агентна структура и RAG системи. Подробно са описани архитектурата на системата, ключовите ѝ компоненти, както и алгоритмите и програмната реализация в симулационна среда с висока степен на автоматизация.

Трета глава е експериментална и включва две изследвания, които представят ефективността на създадената архитектура за автоматизирано извличане на знания от бази данни чрез LLM. Изследвани са различни конфигурации: с агент без памет, с контекстуална памет и многоагентен подход. Второто изследване се фокусира върху критични фактори влияещи на ефективността на системата - обучението и оценката на embedding модели, предназначени за текст-към-SQL задачи в контекста на извличането на знания.

В обобщение трудът е напълно завършен, както по отношение на теоретичния обзор, извършената разработка и проведените експерименти. Изводите са аргументирани и показват значимостта на разработената методика.

## 3. Характеристика и оценка на приносите по дисертационния труд

Намирам предложените приноси в дисертационния труд като оригинални методически и приложни приноси, както следва:

- **методически приноси:**

    1. Изграждане на цялостна архитектура за автоматизиран бизнес анализ (RAGSQL), работеща в режим *text-to-SQL-to-insights*, без нужда от намеса на потребителя.

2. Въвеждане на иновативен подход за специализиращо обучение на embedding модели с възможност за трансфер на обучение между различни приложни области, водещ до по-добри резултати с по-компактни модели.
3. Създаване на ReAct-базирана многоагентна система с допълващи се роли на агентите и сравнителен анализ с други ReAct подходи.

- **приложни приноси:**

4. Разработка на автоматизирана експериментална рамка за оценка на embedding модели, базирана на реалистични бизнес данни от 80 бази в 37 области.
4. Имплементирани две софтуерни приложения: многоагентна структура с футкционалност за комуникация, собствена памет и алгоритъм за оценка на RAGSQL системата.

**4. Съответствие между автореферата и дисертационния труд**

В автореферата са представени всички значими резултати по дисертационния труд. Съдържанието и структура му съответстват на изложението в дисертацията, представени са приносите и в съкратен вид са описани свързаните с тях основни моменти от извършената работа.

**5. Мнение за публикациите по дисертационния труд**

Публикувани са четири публикации на докторанта, две от които самостоятелни. Те отразяват извършената работа през годините, както и включват важна част от приносите. Броят им отговаря (надхвърля) изискванията за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности.

**6. Бележки и коментари**

За мен беше истинско удоволствие и да се запозная с работата на Сергей Вичев. В професионално отношение оценявам високо както темата, така и постигнатите от него резултати - именно в посока автоматизация на бизнес процеси.

Дисертационният труд представя по систематизиран и разбираем начин засегнатата актуална тема и би бил много полезен за специалисти занимаващи се с изграждане на многоагентни системи. Едновременно с това виждам потенциала и полезността на разработката. С натупаните знания и опит, както и със своята научноизследователска нагласа, Сергей е на гребена на новата вълна на автоматизацията, а именно в области извън чисто техническата сфера.

**7. Лични впечатления за дисертанта**

Познавам Сергей Вичев от времето, когато беше студент. Имах щастието както да работя професионално с него, така и да го познавам лично. Сергей е много

внимателен, зачитащ околните, за мен е винаги удоволствие да общувам с него и много ценя познанството ни. Пожелавам на Сергей много вдъхновение и професионални успехи.

## 8. Заключение

Извършената от докторанта работа представя задълбочените му познания в избраната област, както и полезните умения, които тепърва ще се търсят и ценят от бизнеса.

Трудът напълно отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото приложение и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности.

С оглед на изложеното до момента давам **положителна оценка** на дисертационния труд на **маг. Сергей Сергеев Вичев** и предлагам на уважаемото Научно жури да му присъди образователната и научна степен **„доктор“** в област на висшето образование 3.8 Икономика, докторска програма Аналитични изследвания върху данни (Data Science).

16.06.2024,

София

Член на журито:

доц. д-р инж. Александър Ефремов,
ТУ–София