



РЕЦЕНЗИЯ

От: *доц. д-р Моника Веселинова Цанева;*
УНСС, катедра „Информационни технологии и комуникации“;
Научна специалност „Приложение на изчислителната техника в икономиката“

Относно: дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен **„доктор“** по научна специалност в УНСС 3.8 Икономика, докторска програма „Приложение на изчислителната техника в икономиката“.

Основание за представяне на рецензията: участие в състава на научното жури по защита на дисертационния труд съгласно Заповед № 972/06.04.2023. на Заместник-ректора по НИД на УНСС.

Автор на дисертационния труд: *Мариана Бойкова Ковачева*
Тема на дисертационния труд: *“Проектиране на бизнес референтни архитектури насочени към използване на NoSQL бази от данни”*

1. Информация за дисертанта

Дисертантът се е обучавал по докторска програма към катедра „Информационни технологии и комуникации“ на УНСС по научна специалност *Приложение на изчислителната техника в икономиката (професионално направление 3.8 Икономика)* съгласно Заповед № 969/30.04.2020 г. на Ректора на УНСС. Обучението е осъществено в *задочна* форма през периода 27.04.2020 - 27.04.2023 г.

Мариана Ковачева започва работа по специалността веднага след дипломирането си като бакалавър по „Бизнес информатика и комуникации с преподаване на английски език“, като до момента е придобила значителен и разнообразен професионален опит в разработката, администрирането и експлоатацията на информационни системи в бизнеса включително и координирането на ИТ проекти. Отлично впечатление прави умението ѝ да съчетава научно-изследователската работа (и до момента тя е изследовател

по проект „Дигитализация на икономиката в среда на Големи данни“) с преподавателската и развойната дейности.

По време на своето обучение в докторантура регулярно, качествено и в срок изпълняваше своя индивидуален план. Впечатленията ми от занятията, проведени от нея пред студентите от УНСС са отлични.

2. Обща характеристика на представения дисертационен труд

Дисертационният труд на Мариана Ковачева е структуриран във Въведение, четири глави, Заключение, Списък на научните и научно-приложните приноси, Списък на направените публикации по темата на дисертацията, Бъдеща работа, Литература, Списък на фигури, Списък на графики, Използвани термини и съкращения и Приложения с общ обем от 123 страници, от които 110 страници основен текст и 13 страници приложения. В разработката са включени 45 фигури, 5 таблици и 1 графика. Библиографията обхваща 85 литературни източника, издадени последните през няколко години предимно на английски език.

Темата на дисертационния труд е много актуална и е едновременно практико-приложна и със сериозен научен потенциал. Разработката разширява възможностите за приложение на модерни информационни технологии (големи данни и NoSQL бази данни) във финансовата сфера на бизнеса, който се отличава с голяма динамика, широка клиентска база и огромен брой бизнес транзакции изискващи изпълнение в реално време.

Въведението представя актуалността на проблема, предмета и обекта на изследването. Като обект на дисертационния труд са посочени бизнес референтните архитектури насочени към използването на нерелационни (NoSQL) бази от данни свързани със системи за Големи данни насочени към финансовите услуги, а неговият предмет е проектиране на референтна архитектура за избор на NoSQL бази от данни свързани със системи за Големи данни, насочени към финансови услуги и методът за избор и оценка на нерелационните бази от данни за финансови услуги. Целта на дисертационния труд е дефинирана като „проектирането на бизнес референтна архитектура насочена към използването на NoSQL бази от данни свързани със системи за Големи данни, която да бъде приложена и тествана с данни за конкретна финансова услуга и дефинирането на метод за оценка и избор на NoSQL бази от данни за финансови услуги.“. Формулирани са изследователският въпрос, основните хипотези на дисертационния труд, дефинирани са групи задачи и подзадачи, които разработката трябва да реши.

Първа глава има обзореен характер. Освен това тя мотивира логиката на изследването и разработка: изхождайки от бизнес процесите в

съответната сфера (финансовата) се обуславя необходимостта от приложение на адекватни технологии за обработка на различните видове големи данни, които възникват и се обработват и без които дейността на финансовите институции не може да се изпълнява нормално. Въвеждат се основните понятия използвани в труда и се прави обстоен анализ на NoSQL БД и системите за големи данни (HADOOP). Особен интерес представлява частта от първа глава посветена на референтните архитектури (същност, видове и подходи за създаването им). В заключение е обоснована необходимостта от създаване на метод за оценка и избор на NoSQL бази от данни за финансови услуги, които да се интегрират в референтна архитектура свързана със система за Големи данни насочена към финансови услуги .

Втора глава е озаглавена “Метод за избор и проектиране на бизнес референтна архитектура за NoSQL бази от данни за финансови услуги” и съдържа основните научни постижения на дисертационния труд. Задълбочено и детайлно е анализиран практическият опит при експлоатация на различни видове (документно ориентирани, ключ-стойност, широко-колонни и граф) NOSQL бази данни и различни СУБД, които ги реализират (MongoDB, Couchbase, Amazon DynamoDB, Redis, HBase и мн.др.) в редица финансови компании. На тази основа е синтезиран наборът финансови услуги, които са реализирани на основата на NOSQL бази данни и е съпоставен с теоретично необходимия набор услуги дефиниран в първа глава. Логично продължение на тези резултати са формулираните критерии за избор на NoSQL бази от данни приложими в сферата на финансовите услуги. Обобщени и отлично са представени и резултатите от направената експертна оценка на тяхната значимост при осъществяването на този избор. Най-същественото постижение в тази глава е проектираната бизнес референтна архитектура насочена към използване на NoSQL бази от данни във финансовата сфера. Предложен е и подход за използването на проектираната референтна архитектура за създаване на реална ICT архитектура.

Трета глава представя инструмент, оригинална авторска разработка на докторанта, за избор на NoSQL бази от данни за финансови услуги базиран на метода за проектиране на референтни архитектури, критериите и оценката създадени в глава II. Архитектурата на приложението е правилно проектирана, потребителският интерфейс е удобен и отговаря на приетите съвременни стандарти за простота и удобство на използване. Тази част на дисертацията представя постигнатите научно-приложни приноси на разработката.

Четвърта глава представя експерименталната част на дисертационния труд. Апробирана е практическата приложимост на метода за проектиране на референтна архитектура за финансови услуги и по-конкретно свързването на документно-ориентираната база от данни – MongoDB, чрез Apache Spark конектора за MongoDB с Hadoop. Реализираната архитектура поддържа съхранение, обmena и анализа на данни с използване на Apache Spark и MongoDB. Тази част на дисертацията доказва постигнатите научно-приложни приноси на разработката.

В Заключение то се обобщават постигнатите чрез дисертационния труд резултати, а именно че формулираните хипотези са доказани, задачите са изпълнени, което води до извода, че поставената пред дисертационния труд цел е постигната.

Докторантът изразява намерения да продължи изследванията и разработките си в областта на дисертационния труд в посока приложение на разработения инструментариум при избор на сфери за разширяване на бизнеса на финансови институции в направления, които към момента не са обхванати или са слабо обхванати.

3. Оценка на получените научни и научно-приложни резултати

Цялостното впечатление от дисертационния труд е, че той е отлично структуриран, оформен и илюстриран резултат от задълбочена и добросъвестно извършена изследователска дейност.

Високо оценявам огромното количество изследователска работа за анализ и класифициране на съществуващия в световен мащаб опит в използването на NoSQL бази данни в сферата на финансовите услуги, в резултат от което е дефиниран подход за количествена оценка за избор на нерелационна база от данни в сферата на финансовите услуги и са синтезирани критерии за оценка на NoSQL бази в сферата на финансовите услуги. Направен е избор на пет основни критерия: Сигурност, Анализ в реално време, Персонализация, Съдействие преди търговия и Целеви маркетинг, като са съобразени както характеристиките на възникващите, съхраняваните и обработваните данни съобразно спецификите на финансовата сфера, така и изискванията към информационните технологии, прилагани за автоматизация на дейностите и анализ на постигнатите бизнес резултати. Приложимостта на всеки от четирите вида NoSQL бази от данни – документно-ориентирани (на примера на Couchbase и Mongo DB), двойка ключ-стойност (Amazon DynamoDB и Redis), широко-колонна (HBase и Cassandra) и граф бази (Neo4j и Orient DB) в областта на финансовите услуги, е оценена на основата на направената експертна оценка по всеки от дефинираните критерии и получените резултати са

заложен в създадения инструмент за оценка и избор на NoSQL бази от данни за финансови услуги.

Като най-същественото постижение на труда може да се посочи проектираната бизнес референтна архитектура насочена към използване на NoSQL бази от данни във финансовата сфера. Референтната архитектура е трислойна и включва система за съхранение на данни, интеграционен слой и сървър на специфичен NoSQL, в която могат да бъдат интегрирани комбинация и/или поотделно всеки един от четирите типа нерелационни бази от данни. Тя е представена логично и последователно чрез концептуален, логически и физически модел. Предложеният подход за използване на проектираната референтна архитектура за създаване на реална ICT архитектура доказва на практика нейната консистентност, функционална пълнота и работоспособност.

Специално внимание следва да се отдели и на сериозните усилия положени за преодоляване на всички технологични проблеми, които неизбежно съпътстват инсталирането, конфигурирането и интегрирането на нови платформи, в условията на неостатъчно опит и ограничена документация.

В разработката са отразени направените по време на докторантски изпит “Реферат по темата на дисертационния труд” предложения за реструктуриране и допълване на изложението, както и бележките отправени по време на защита на труда пред Катедрата.

Като цяло резултатите от разработката могат да се използват като добра основа както за бъдещи научни изследвания, така и за практически проекти в областта на интегрирането на NoSQL бази от данни със система за съхранение на големи данни във финансовата сфера, като по този начин се създават условия за откриване на нови възможности пред този бизнес.

4. Оценка на научните и научно-приложни приноси

В дисертационния труд на Мариана Ковачева коректно и обосновано се посочват следните основни научни приноси:

1. Създаден е метод за количествена оценка на NoSQL бази данни за внедряване на цифрови финансови услуги;
2. Формулиране на индикатори и измерители за избор на NoSQL бази от данни за финансови услуги;
3. Проектиране на концептуален, логически и физически модел на референтна архитектура за финансови услуги с NoSQL бази от данни.

Приемам и основните научно- приложен приноси посочени в разработката:

1. Проектиране и създаване на инструмент за избор на NoSQL бази от данни за финансови услуги;

2. Структурна и интеграционна трансформация на бизнес референтна архитектура към детайлна архитектура за използване на NoSQL бази от данни.

Считам, че посочените научни и научно-приложни приноси показват, че поставената цел пред дисертационния труд е постигната, а Мариана Ковачева притежава способности за цялостно провеждане на значимо научно изследване с реално използвани практически резултати.

5. Оценка на публикациите по дисертацията

Свързаните с дисертационния труд публикации на докторанта са 4 (3 от тях самостоятелни), включително 1 статия и 3 доклада на английски език, всичките в международни научни форуми, един от които в Испания. Още една нейна публикация е под печат. Публикациите представят поетапно и системно извършената изследователска работа и нейните резултати, както и сериозното научно израстване на докторанта в периода на обучение.

6. Оценка на автореферата

Авторефератът коректно отразява съдържанието на дисертационния труд и систематизира резултатите от изследването доказвайки успешното изпълнение на поставените научно-изследователски задачи..

7. Критични бележки, препоръки и въпроси

Нямам съществени забележки към разработката, но бих препоръчала при структуриране на следващи научни разработки да се потърси възможност за по-детайлно отразяване на целия процес на проектиране, конфигуриране, разработка и тестване, за да може от една страна да се улесни използването на резултатите в бъдещи научни и практически разработки, а от друга - вложените усилия да бъдат оценени по достойнство.

8. Заключение

Представеният дисертационен труд обхваща резултатите от задълбочено, добросъвестно и самостоятелно научно изследване извършено от Мариана Ковачева, които могат да бъдат полезни в теорията на обработка на големи данни и в бизнес практиката на финансовите институции. На основата на представените в рецензията изводи и оценки, се обобщава, че дисертационният труд разработен от

Мариана Ковачева отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, на Правилника за провеждането на конкурси за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на УНСС, както и на Правилника за учебната дейност на УНСС за получаването на образователната и научната степен „доктор”. Това ми дава основание да гласувам „за“ и да предложа на научното жури да присъди на Мариана Ковачева образователната и научна степен доктор по професионално направление 3.8. Икономика, научна специалност „Приложение на изчислителната техника в икономиката“.

25.05.2023

Подпис:

Доц.д-р Моника Цанева

EVALUATION REVIEW

From: *assoc. prof. Dr Monika Veselinova Tsaneva;*

*UNWE, Department „Information Technologies and Communications“;
Scientific Specialty: „Application of Computing Technology in
Economics“*

About: Dissertation for the award of educational and scientific degree "**Doctor**"
in the scientific specialty 3.8 Economics, doctoral program
„Application of Computing Technology in Economics “.

*Grounds for submitting the review: participation in the composition of the
scientific jury for the defence of the dissertation according to Order №
972/06.04.2023. of the Vice-Rector for Research and International Affairs at the
UNWE.*

Author of the dissertation: *Mariana Boykova Kovacheva*

Topic of the dissertation: *“Design of business reference architectures aimed for
using NoSQL databases”*

1. Information about the author

The doctoral student is studying in a doctoral program at the Department of Information Technologies and Communications of the UNWE in the scientific specialty Application of Computing Technology in Economics (professional direction 3.8 Economics) according to Order No. 969/04/30/2020 of the Rector of the UNWE. The training was established in correspondence form during the period 27.04.2020 - 27.04.2023.

Mariana Kovacheva started working in the specialty immediately after graduating as a bachelor in "Business Informatics and Communications taught in English" and has thus far acquired significant and diverse professional experience in the development, administration and operation of information systems in business, including the coordination of IT projects. An excellent impression is made by her ability to combine research work (and until now she is a researcher in the project "Digitalization of the Economy in a Big Data Environment" with teaching and development activities.

During her doctoral studies, she regularly, qualitatively and on time fulfilled her individual plan. My impressions of the classes she conducted for the students of UNWE are excellent.

2. General characteristics of the presented dissertation

The dissertation work of Mariana Kovacheva is structured in Introduction, four chapters, Conclusion, List of scientific and scientific-applied contributions, List of publications made on the topic of the dissertation, Future work, References, List of figures, List of graphics, used terms and abbreviations and Appendices totaling 123 pages, of which 110 pages are main text and 13 pages are appendices. The development includes 45 figures, 5 tables and 1 graph. The bibliography covers 85 literary sources, published in the last few years mainly in English.

The topic of the dissertation work is very up-to-date and is both practical and with serious scientific potential. The development expands the possibilities of applying modern information technologies (big data and NoSQL databases) in the financial sphere of business, which is characterized by great dynamics, a wide customer base and a huge number of business transactions requiring real-time execution.

The introduction presents the relevance of the problem, the subject and the object of the research. Business reference architectures aimed at the use of non-relational (NoSQL) databases connected with Big Data systems aimed at financial services are indicated as the object of the dissertation, and its subject is the design of a reference architecture for the selection of NoSQL databases connected with Big Data systems targeting financial services and the method for selection and evaluation of non-relational databases for financial services. The aim of the dissertation work is defined as "the design of a business reference architecture aimed at the use of NoSQL databases connected with Big Data systems, to be implemented and tested with data for a specific financial service and the definition of a method for evaluation and selection of NoSQL databases for financial services. The research question, the main hypotheses of the dissertation work are formulated, groups of tasks and sub-tasks that the development must solve are defined.

The first chapter is organized like an overview. In addition, it motivates the logic of the research and development: starting from business processes in the relevant (financial) sphere, the need to apply adequate technologies for processing the various types of big data that arise and are processed and without which the activity of financial institutions cannot run normally. The main concepts used in the work are introduced and a thorough analysis of NoSQL DB and big data systems (HADOOP) is made. Of particular interest is the part of the first chapter devoted to reference architectures (essence, types and approaches to their creation). In conclusion, the need for creation of a method for evaluating and selecting NoSQL databases for financial services to be integrated into a

reference architecture related to a Big Data system aimed at financial services is substantiated.

The second chapter is entitled "A Method for Selecting and Designing a Business Reference Architecture for NoSQL Databases in Financial Services " and contains the main scientific achievements of the dissertation work. The practical experience in the operation exploitation of various types (document-oriented, key-value, column-oriented and graph) NOSQL databases and various DBMSs that implement them (MongoDB, Couchbase, Amazon DynamoDB, Redis, HBase and many others) have been analyzed in depth and detail. etc. in several financial companies. Based on that the set of financial services, which are implemented using NOSQL databases, has been synthesized and compared with the theoretically necessary set of services defined in the first chapter. A logical continuation of these results are the formulated criteria for selecting NoSQL databases applicable in the field of financial services. The results of the expert assessment of their significance in making this choice are summarized and excellently presented. The most significant achievement in this chapter is the designed business reference architecture aimed at using NoSQL databases in the financial sphere. An approach for using the designed reference architecture to create a real ICT architecture is also proposed.

The third chapter presents a tool, an original author's development of the PhD student, for selecting NoSQL databases for financial services based on the reference architecture design method, criteria and evaluation created in chapter II. The architecture of the application is properly designed, the user interface is convenient and meets the currently adopted modern standards of simplicity and ease of use. This part of the dissertation presents the achieved scientific and applied contributions of the development.

The fourth chapter presents the experimental part of the dissertation work. The practical applicability of the method for designing a reference architecture for financial services and, more specifically, the connection of the document-oriented database - MongoDB, through the Apache Spark connector for MongoDB with Hadoop, has been tested. The implemented architecture supports data storage, exchange and analysis using Apache Spark and MongoDB. This part of the dissertation proves the achieved scientific and applied contributions of the development.

The Conclusion summarizes the results achieved through the dissertation work, namely that the formulated hypotheses have been proven, the tasks have been fulfilled, which leads to the conclusion that the goal set before the dissertation work has been achieved.

The doctoral student expresses his intentions to continue his research and development in the field of dissertation work in the direction of applying the

developed toolkit in choosing areas for expanding the business of financial institutions in directions that are currently not covered or are poorly covered.

3. Evaluation of the obtained scientific and scientific-applied results

The overall impression of the dissertation is that it is an excellently structured, formatted and illustrated result of thorough and conscientious research.

I highly appreciate the vast amount of research work to analyze and classify the existing world-wide experience in using NoSQL databases in the financial services sphere, as a result of which a quantitative evaluation approach for selecting a non-relational database in the financial services sphere has been defined and criteria for evaluating NoSQL databases in the field of financial services have been synthesized. A selection of five main criteria was made: Security, Real-time Analysis, Personalization, Assistance before trading and Targeted marketing, taking into account both the characteristics of the emerging, stored and processed data in accordance with the specifics of the financial sphere, as well as the requirements for the information technologies applied for automation of activities and analysis of achieved business results. The applicability of each of the four types of NoSQL databases—document-oriented (such as Couchbase and Mongo DB), key-value pairs (Amazon DynamoDB and Redis), wide-column (HBase and Cassandra), and graph databases (Neo4j and Orient DB) in the field of financial services according to each of the defined criteria is based on the expert evaluation method and the obtained results are included in the created tool for evaluating and selecting NoSQL databases for financial services.

The most significant achievement of the work can be outlined in the designed business reference architecture aimed at using NoSQL databases in the financial sphere. The reference architecture is three-layered and includes a data storage system, an integration layer, and a NoSQL-specific server in which a combination and/or individually each of the four types of non-relational databases can be integrated. It is presented logically and consistently through a conceptual, logical and physical model. The proposed approach of using the designed reference architecture to create a real ICT architecture proves in practice its consistency, functional completeness, and operability.

Special attention should also be paid to the serious efforts made to overcome all the technological problems that inevitably accompany the installation, configuration and integration of new platforms, in the conditions of insufficient experience and limited documentation.

All the proposals for restructuring and supplementing the presentation made during the doctoral exam "Essay on the topic of the dissertation work", as

well as the notes made during the defense of the work before the Department have been amended in the dissertation.

In general, the results of the development can be used as a good basis for both future scientific research and practical projects in the field of integrating NoSQL databases with a big data storage system in the financial sphere, thereby creating conditions to open new opportunities for this business.

4. Evaluation of the scientific and applied scientific contributions

In the dissertation of Mariana Kovacheva, the following main scientific contributions are correctly and groundedly indicated:

1. Creation of a method for quantitative evaluation of NoSQL databases for implementation of digital financial services;
2. Formulation of Indicators and Metrics for Selecting NoSQL Databases for Financial Services;
3. Designing a conceptual, logical and physical model of a referential architecture for financial services with NoSQL databases.

I also accept the main applied - scientific contributions indicated in the development:

1. Design and creation of a NoSQL database selection tool for financial services;
2. Structural and integration transformation of a business referential architecture to a detailed architecture for using NoSQL databases.

I believe that the specified scientific and applied-scientific contributions show that the goal set for the dissertation work has been achieved and that Mariana Kovacheva can comprehensively conduct significant scientific research with real usable practical results.

5. Evaluation of publications

The doctoral student's dissertation-related publications are 4 (3 of them individual), including 1 article and 3 reports in English, all in international scientific forums, one of them in Spain. Another publication of hers is in print. The publications present the step-by-step and systematic research work and its results, as well as the serious scientific growth of the doctoral student during the training period.

6. Evaluation of the abstract

The abstract correctly presents the content of the dissertation work and systematizes the results of the research, proving the successful implementation of the set research tasks.

7. Notes, recommendations, questions

I have no significant objections to the development, but I would recommend that when structuring further scientific developments, look for the opportunity to describe in more detail the entire process of design, configuration, development and testing, in order to facilitate the use of the results in future scientific and practical developments, and on the other hand - that the efforts made be evaluated on merit.

8. Conclusion

The presented dissertation covers the results of a thorough, conscientious, and independent scientific research carried out by Mariana Kovacheva, which can be useful both in the theory of big data processing and in the business practice of financial institutions. Based on the conclusions and assessments made, it is summarized that the dissertation work developed by Mariana Kovacheva meets the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for Conducting Competitions for the Acquisition of Scientific Degrees and occupying academic positions at the UNWE, as well as the Regulations for the educational activities of the UNWE for obtaining the educational and scientific degree "doctor". This gives me the reason to vote "YES" and to recommend to the scientific jury to award Mariana Kovacheva the educational and scientific degree of Doctor of Professional Direction 3.8 Economics, doctoral program „Application of Computing Technology in Economics“.

25.05.2023

Reviewer:
Assoc. prof. Monika Tsaneva, Ph.D.