

**РЕЦЕНЗИЯ**

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

Област на висше образование 5. Технически науки;  
професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“;  
научна специалност „Автоматизация на инженерния труд и системи за автоматизирано проектиране“.

Автор на дисертационния труд: маг. Блерим Зюлфиу

Тема на дисертационния труд: „Методи и онлайн платформа за изследване на динамиката и оценка на жизнеспособността на фирма за автоматизирано проектиране във време на технологичен преход“

Репензент: доц. д-р Анка Цветанова

**1. Актуалност на разработвания проблем**

Дисертационният труд е посветен на количественото изследване на сливанията и придобиванията (M&A) в индустрията за автоматизирано проектиране в електрониката (EDA), прогнозирането на тяхната динамика и оценяването на жизнеспособността на компаниите в сектора. Разработваната проблематика се отличава с висока актуалност в научно и научноприложно отношение. EDA инструментите имат ключово значение за проектирането и верификацията на интегрални схеми, а високата степен на пазарна концентрация, ускореното развитие на изкуствения интелект и нарастващата сложност на полупроводниковите системи извеждат на преден план въпросите, свързани с устойчивостта на компаниите, технологичната конкуренция и процесите на последваща консолидация.

Актуалността на изследването е убедително обоснована на няколко взаимносвързани равнища. В отраслов аспект тя се изразява в анализа на процесите на консолидация на EDA пазара за период от пет десетилетия. В методическо отношение произтича от съчетаването на методи за клъстеризация, композитни показатели, анализ на времеви редове, модели на преживяемост и мрежов анализ. Приложната значимост се проявява в интегрирането на разработените методи и аналитични средства в онлайн платформата EDA-DYV. Целта на дисертационния труд е ясно формулирана и съответства на избраната тема, а поставените изследователски задачи са логически обвързани и последователно насочени към нейното постигане – от изграждането и валидирането на базата данни до разработването, апробирането и софтуерната реализация на предложените методи.

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

Литературният обзор обхваща основните теоретични и методически направления, свързани с развитието и структурата на EDA индустрията, теорията на вълните на сливания и придобивания, методите за клъстеризация и прогнозиране, анализа на преживяемостта, графовите модели и автоматизираното извличане на информация. Проучени са 120 литературни източника, сред които основополагащи научни разработки и актуални публикации по изследваната проблематика. Авторът не се ограничава до описателно представяне на съществуващите изследвания, а анализира и съпоставя възможностите и ограниченията на DBSCAN, K-Means, йерархичната клъстеризация, сингулярния спектрален анализ, модела на Кокс и показателите за мрежов анализ, въз основа на което идентифицира недостатъчно изследвани аспекти на разглеждания проблем.

Творческият подход на автора се изразява най-ясно в обединяването на различни научни направления в единна аналитична рамка, съобразена със спецификата на EDA индустрията. Литературните източници са използвани целенасочено за обосноваване на необходимостта от предложените методически решения и за определяне на мястото на изследването в съществуващото научно познание. Литературният обзор има аналитичен характер и осигурява необходимата теоретична основа за формулирането и разработването на дисертационната теза.

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

Избраната изследователска методика съответства на комплексния характер на поставената цел и на произтичащите от нея задачи. Изследването е организирано в три последователни етапа, включващи изграждане и валидиране на база данни, разработване и прилагане на аналитични методи, както и статистическа проверка и междуетраслова апробация на получените резултати. Емпиричната основа обхваща 661 потвърдени сделки по сливания и придобивания в EDA индустрията за периода 1975–2025 г., систематизирани въз основа на информация от регулаторни документи, корпоративни публикации, отраслови източници и научна литература.

За решаването на отделните изследователски задачи е приложен комплекс от взаимно допълващи се количествени методи. Предложеният алгоритъм за обратно хибридно клъстеризиране (Reverse Hybrid Clustering) съчетава DBSCAN и K-Means с последваща реинтеграция на изолираните наблюдения. За оценяване на технологичното въздействие на сделките е разработен композитният показател TechImpactScore, който обединява патентни, финансови, времеви и стратегически характеристики. Динамиката на сливанията и придобиванията е изследвана чрез сингулярен спектрален анализ, а жизнеспособността на компаниите – посредством модела на пропорционалните рискове на Кокс. Мрежовата структура и степента на

пазарна концентрация са оценени чрез показатели за централност и индекса на Херфиндал-Хиршман.

Достоверността и устойчивостта на получените резултати са проверени чрез дисперсионен анализ, теста на Kruskal-Wallis, пермутационни тестове, bootstrap процедури и аблационни изследвания. Налице е ясно съответствие между поставените задачи, избрания методически инструментариум и постигнатите резултати. Особено положителна оценка заслужава интегрирането на различни аналитични подходи в единна изследователска последователност, което позволява проблемът да бъде разгледан в технологичен, времеви, структурен и прогностичен аспект. По този начин приложената методика осигурява необходимата основа за постигане на целта на дисертационния труд и за обосноваване на неговите научни и научноприложни приноси.

#### **4. Характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.**

Приносите се основават на значителен по обхват авторски набор от данни, проследяващ публично оповестени EDA транзакции. Посочена е 99,8% пълнота на релевантните полета, приложени са процедури за дедупликация, проверка чрез източници и статистическа валидация. Докладваните резултати – среден silhouette 0,98, ARI 0,94 при bootstrap, ANOVA  $F=175,6$  ( $p<0,001$ ), корелация на TechImpactScore със стойността на сделките  $r=0,71$  ( $p<0,001$ ) и C-index 0,78 – показват добра вътрешна съгласуваност.

Достоверността на материала се подкрепя и от коректно представените в дисертацията ограничения на използваните данни. Авторът посочва, че базата обхваща публично оповестени сделки, че при част от липсващите стойности е приложена статистическа импутация и че патентните източници не могат да отразят изцяло всички форми на технологично знание. Това свидетелства за добро разбиране на границите на емпиричния материал и за отговорно интерпретиране на резултатите. Представените проверки, сравнителни анализи и количествени оценки дават достатъчно основание получените резултати да бъдат приети като достоверни в рамките на определения обект и обхват на изследването.

#### **5. Научни, научно-приложни и приложни приноси**

Представените в дисертационния труд приноси са резултат от последователното изпълнение на поставените изследователски задачи и могат да бъдат разграничени като научни, научно-приложни и приложни. Те са ясно формулирани, обосновани чрез получените резултати и подкрепени с подходящи статистически проверки.

Като научни приноси приемам: (1) разработването и експерименталното валидиране на триетапния алгоритъм Reverse Hybrid Clustering, който съчетава DBSCAN и K-Means с последващо реинтегриране на шумовите наблюдения и

постига по-висока точност спрямо сравняваните алгоритми; (2) извеждането на пет емпирично обосновани архетипа на поведение при сливания и придобивания в EDA индустрията, формиращи нова класификация на стратегическите модели в сектора; (3) разработването на композитния показател TechImpactScore за количествено оценяване на технологичното въздействие на сделките въз основа на патентни, финансови, времеви и стратегически характеристики; (4) адаптирането на сингулярния спектрален анализ за идентифициране и прогнозиране на вълните на сливания и придобивания; (5) разработването на многомерен модел за оценяване на жизнеспособността на EDA компаниите и установяването на критичен период на риск от придобиване между третата и седмата година от тяхното развитие; (6) разкриването на мрежовата структура на придобиванията и количественото установяване на тенденцията към нарастваща концентрация на EDA пазара.

Научно-приложен характер имат разработената полуавтоматизирана многоагентна система за откриване и структуриране на информация за сливания и придобивания, основана на взаимодействие между специализирани агенти и експертна проверка, както и композитният показател Innovation Factor, предназначен за сравнителна оценка на стратегиите за придобиване в различни технологични сектори. Приложението на разработените методи при анализа на NVIDIA и Qualcomm разширява обхвата на изследването и потвърждава възможностите за тяхното използване извън непосредствения контекст на EDA индустрията.

Съществен приложен принос представлява онлайн платформата EDA-DYV, която интегрира създадената база данни, аналитичните методи и средствата за визуализация в единна трислойна архитектура. Платформата осигурява възможности за клъстерен анализ, прогнозиране на M&A вълни, оценяване на жизнеспособността на компаниите, мрежов анализ и полуавтоматизирано откриване на нови сделки. Значимостта на приносите се изразява в съчетаването на взаимно допълващи се количествени методи в единна и практически приложима среда за изследване на динамиката, технологичното въздействие и жизнеспособността на компаниите в EDA индустрията.

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

Представеното изложение, детайлното описание на алгоритмите и програмните компоненти, получените експериментални резултати и публикационната дейност дават основание да се приеме, че дисертантът има водещо лично участие във всички основни етапи на изследването – от събирането и структурирането на данните до разработването на методите, провеждането на експериментите и реализацията на платформата. Една от публикациите е самостоятелна, а в шест от съвместните публикации дисертантът е първи автор. Представените резултати носят ясно разпознаваем авторски характер и показват

способност за самостоятелно формулиране и решаване на сложни научноизследователски и инженерни задачи.

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

По дисертационния труд са представени осем публикации - една самостоятелна и седем в съавторство, като в шест от съвместните разработки дисертантът е първи автор. Публикациите включват статия в научно списание и доклади от международни научни конференции. Два от трудовете са индексирани в Scopus, единият от които и в Web of Science, а една публикация е включена в IEEE Xplore. Други два доклада са приети за печат в сборник на Springer. Тематично публикациите обхващат основните резултати от дисертационното изследване, свързани с платформата EDA-DYV, анализа на сливанията и придобиванията, клъстеризацията, SSA прогнозирането, многоалгоритмичната интеграция и полуавтоматизираното откриване на сделки. Публикационната дейност представя в достатъчна степен основните постижения на труда и създава предпоставки за тяхната по-широка научна видимост.

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

Непосредствената приложимост е реализирана чрез платформата EDA-DYV на посочения адрес edadynamics.com. Тя предоставя на изследователи и анализатори достъп до M&A база данни, клъстерен анализ, прогнозиране, анализ на преживяемостта, мрежови визуализации и полуавтоматизирано откриване на сделки. Получените резултати могат да бъдат използвани при провеждането на научни изследвания, разработването на технологични стратегии, извършването на комплексна оценка на сделки и при анализа на пазарната концентрация.

Разработената платформа представлява конкретна форма на практическа реализация на дисертационните резултати и създава възможност те да бъдат използвани, проверявани и надградени от други изследователи и специалисти. Нейният модулен характер и публичната достъпност са предпоставка за бъдещо внедряване в изследователски организации и технологични предприятия. Практическата ориентация на труда е отчетливо изразена и допълва убедително неговите научни резултати.

## **9. Оценка на автореферата**

Авторефератът е разработен в обем от 32 страници и представя последователно целта и задачите на изследването, приложената методика, структурата на дисертационния труд, основните резултати, приносите, както и публикациите по темата. Съдържанието му отразява пълно и коректно основните положения на дисертационния труд, който е в обем от 131 страници и включва пет глави, 21 фигури, 12 таблици и библиография от 120 литературни източника.

Авторефератът е логично структуриран и предоставя ясна и цялостна представа за съдържанието, изследователския подход и постигнатите резултати.

### 10. Мнения, препоръки и бележки

Въз основа на направения анализ и с оглед на възможностите за бъдещо развитие на изследването могат да се формулират следната препоръка и следният въпрос:

1. Методическото представяне на композитната метрика „Иновационен фактор“ би могло да се допълни с по-ясно описание на начина за определяне на теглата, нормализирането на компонентите и изчисляването на крайните оценки. Това би повишило проследимостта и възпроизводимостта на получените резултати.
2. Счита ли авторът, че композитната метрика „Иновационен фактор“ би могла да бъде доразвита така, че наред с оценката на стратегиите за сливания и придобивания да позволява и по-цялостна оценка на иновационния капацитет на компаниите?

### 11. Заключение

Дисертационният труд представлява завършено и самостоятелно научно изследване с ясно формулирани цел и задачи, комплексна и обоснована методика, значителна емпирична база и съществени научни, научно-приложни и приложни резултати. Направените бележки имат конструктивен характер и очертават възможности за бъдещо развитие на изследването, без да променят цялостната положителна оценка на дисертационния труд.

Считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Техническия университет - София. Давам положителна оценка и предлагам на уважаемото научно жури да присъди на маг. Блерим Зюлфиу образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“, научна специалност „Автоматизация на инженерния труд и системи за автоматизирано проектиране“.

Дата: 08.09.2026 г.

София

РЕЦЕНЗЕНТ:

доц. д-р Аика Цветанова

DTK 88-HE1-100  
09.09.2026

## REVIEW

of a dissertation submitted for the award of the educational and scientific degree of  
Doctor

Area of Higher Education 5. Technical Sciences;  
Professional Field 5.3 Communication and Computer Engineering;  
doctoral programme Automation of Engineering Work and Computer-Aided Design  
Systems.

Author of the dissertation:

MSc Blerim Zylfiu

Title of the dissertation:

Methods and Online Tool for Studying the  
Dynamics and Evaluating the Viability of  
Electronic Design Automation Companies  
in Times of Technological Disruption

Reviewer:

Assoc. Prof. Anka Tsvetanova, PhD

### 1. Relevance of the Research Problem

The dissertation is devoted to the quantitative study of mergers and acquisitions (M&A) in the electronic design automation (EDA) industry, forecasting their dynamics, and assessing the viability of companies in the sector. The subject matter is highly relevant from both scientific and applied-scientific perspectives. EDA tools are essential to the design and verification of integrated circuits, while the high degree of market concentration, the rapid development of artificial intelligence, and the increasing complexity of semiconductor systems bring to the fore issues relating to company sustainability, technological competition, and further consolidation processes.

The relevance of the research is convincingly substantiated at several interconnected levels. From an industry perspective, it lies in the analysis of consolidation processes in the EDA market over a period of five decades. From a methodological perspective, it derives from the combination of clustering methods, composite indicators, time-series analysis, survival models, and network analysis. Its practical significance is demonstrated by the integration of the developed methods and analytical tools into the EDA-DYV online platform. The aim of the dissertation is clearly formulated and corresponds to the selected topic, while the research tasks are logically interrelated and consistently directed towards its achievement—from database construction and validation to the development, testing, and software implementation of the proposed methods.

### 2. Degree of Knowledge of the Current State of the Problem and Creative Interpretation of the Literature

The literature review covers the principal theoretical and methodological areas related to the development and structure of the EDA industry, M&A wave theory, clustering and forecasting methods, survival analysis, graph models, and automated information

extraction. A total of 120 sources have been examined, including seminal scientific works and recent publications on the subject. The author does not confine the review to a descriptive presentation of existing research, but analyses and compares the capabilities and limitations of DBSCAN, K-Means, hierarchical clustering, singular spectrum analysis, the Cox model, and network-analysis metrics, thereby identifying insufficiently explored aspects of the problem under consideration.

The author's creative approach is most clearly expressed in the integration of different scientific fields into a unified analytical framework tailored to the specific characteristics of the EDA industry. The literature is used purposefully to substantiate the need for the proposed methodological solutions and to position the research within the existing body of scientific knowledge. The literature review is analytical in nature and provides the theoretical foundation required for the formulation and development of the dissertation thesis.

### **3. Correspondence of the Selected Research Methodology to the Aim and Tasks of the Dissertation**

The selected research methodology corresponds to the complex nature of the stated aim and the tasks arising from it. The research is organised into three consecutive stages comprising database construction and validation, the development and application of analytical methods, and the statistical verification and cross-industry testing of the results obtained. The empirical basis encompasses 661 confirmed mergers and acquisitions in the EDA industry during the period 1975–2025, systematised on the basis of information from regulatory documents, corporate publications, industry sources, and scientific literature.

A set of mutually complementary quantitative methods is applied to address the individual research tasks. The proposed Reverse Hybrid Clustering algorithm combines DBSCAN and K-Means, followed by the reintegration of isolated observations. The composite TechImpactScore indicator is developed to assess the technological impact of transactions by combining patent-related, financial, temporal, and strategic characteristics. M&A dynamics are examined through singular spectrum analysis, while company viability is modelled using the Cox proportional hazards model. Network structure and the degree of market concentration are assessed through centrality metrics and the Herfindahl–Hirschman Index.

The reliability and robustness of the results are verified through analysis of variance, the Kruskal–Wallis test, permutation tests, bootstrap procedures, and ablation studies. There is a clear correspondence between the stated tasks, the selected methodological toolkit, and the results achieved. Particularly commendable is the integration of different analytical approaches into a unified research sequence, enabling the problem to be examined from technological, temporal, structural, and predictive perspectives. The methodology thus provides the necessary basis for achieving the aim of the dissertation and substantiating its scientific and applied-scientific contributions.

#### **4. Nature and Reliability of the Material Underpinning the Contributions of the Dissertation**

The contributions are based on a substantial original dataset tracking publicly disclosed EDA transactions. A completeness rate of 99.8% for the relevant fields is reported, and procedures for deduplication, source verification, and statistical validation are applied. The reported results—an average silhouette score of 0.98, an ARI of 0.94 under bootstrap validation, ANOVA  $F = 175.6$  ( $p < 0.001$ ), a correlation between TechImpactScore and transaction value of  $r = 0.71$  ( $p < 0.001$ ), and a C-index of 0.78—demonstrate good internal consistency.

The reliability of the material is further supported by the appropriately presented limitations of the data used. The author notes that the database covers publicly disclosed transactions, that statistical imputation has been applied to some missing values, and that patent sources cannot fully capture all forms of technological knowledge. This demonstrates a sound understanding of the boundaries of the empirical material and a responsible interpretation of the results. The checks, comparative analyses, and quantitative assessments presented provide sufficient grounds for accepting the results as reliable within the defined object and scope of the research.

#### **5. Scientific, Applied-Scientific, and Applied Contributions**

The contributions presented in the dissertation result from the consistent fulfilment of the stated research tasks and may be classified as scientific, applied-scientific, and applied. They are clearly formulated, substantiated by the results obtained, and supported by appropriate statistical verification.

I accept the following as scientific contributions: (1) the development and experimental validation of the three-stage Reverse Hybrid Clustering algorithm, which combines DBSCAN and K-Means with the subsequent reintegration of noise observations and achieves higher accuracy than the algorithms used for comparison; (2) the derivation of five empirically grounded archetypes of M&A behaviour in the EDA industry, forming a new classification of strategic patterns in the sector; (3) the development of the composite TechImpactScore indicator for the quantitative assessment of the technological impact of transactions on the basis of patent-related, financial, temporal, and strategic characteristics; (4) the adaptation of singular spectrum analysis for identifying and forecasting M&A waves; (5) the development of a multidimensional model for assessing the viability of EDA companies and the identification of a critical acquisition-risk period between the third and seventh years of their development; and (6) the elucidation of the acquisition network structure and the quantitative identification of the trend towards increasing concentration in the EDA market.

The semi-automated multi-agent system for discovering and structuring information on mergers and acquisitions, based on interaction between specialised agents and expert verification, and the composite Innovation Factor metric, designed for the comparative

assessment of acquisition strategies across different technology sectors, constitute applied-scientific contributions. Applying the developed methods to the analysis of NVIDIA and Qualcomm broadens the scope of the research and confirms their potential for use beyond the immediate context of the EDA industry.

A significant applied contribution is the EDA-DYV online platform, which integrates the created database, analytical methods, and visualisation tools within a unified three-tier architecture. The platform supports cluster analysis, M&A wave forecasting, company viability assessment, network analysis, and the semi-automated discovery of new transactions. The significance of the contributions lies in combining mutually complementary quantitative methods within a unified and practically applicable environment for studying the dynamics, technological impact, and viability of companies in the EDA industry.

#### **6. Assessment of the Doctoral Candidate's Personal Contribution**

The presentation, the detailed description of the algorithms and software components, the experimental results obtained, and the publication record provide grounds for concluding that the doctoral candidate has played a leading personal role in all principal stages of the research—from data collection and structuring to method development, experimental work, and platform implementation. One publication is single-authored, and the doctoral candidate is the first author of six of the jointly authored publications. The results bear a clearly recognisable authorial character and demonstrate the ability to independently formulate and solve complex scientific and engineering problems.

#### **7. Assessment of the Publications Related to the Dissertation**

Eight publications related to the dissertation are presented—one single-authored and seven co-authored, with the doctoral candidate listed as first author in six of the joint publications. The publications comprise a journal article and papers presented at international scientific conferences. Two works are indexed in Scopus, one of which is also indexed in Web of Science, and one publication is included in IEEE Xplore. Two further papers have been accepted for publication in Springer proceedings. The publications cover the principal results of the dissertation research concerning the EDA-DYV platform, M&A analysis, clustering, SSA forecasting, multi-algorithm integration, and semi-automated transaction discovery. The publication record adequately presents the main achievements of the dissertation and creates favourable conditions for their wider scientific visibility.

#### **8. Use of the Dissertation Results in Scientific and Social Practice**

The immediate applicability of the results is realised through the EDA-DYV platform available at [edadynamics.com](http://edadynamics.com). It provides researchers and analysts with access to an M&A database, cluster analysis, forecasting, survival analysis, network visualisations, and semi-

automated transaction discovery. The results obtained may be used in scientific research, the development of technology strategies, comprehensive transaction assessment, and market-concentration analysis.

The platform constitutes a tangible practical implementation of the dissertation results and enables their use, verification, and further development by other researchers and professionals. Its modular design and public availability provide a basis for future deployment in research organisations and technology companies. The practical orientation of the dissertation is clearly expressed and convincingly complements its scientific results.

## **9. Assessment of the Author's Abstract**

The author's abstract comprises 32 pages and consistently presents the aim and tasks of the research, the methodology applied, the structure of the dissertation, the principal results and contributions, and the publications related to the topic. Its content fully and accurately reflects the main elements of the dissertation, which comprises 131 pages, five chapters, 21 figures, 12 tables, and a bibliography of 120 sources. The author's abstract is logically structured and provides a clear and comprehensive overview of the content, research approach, and results achieved.

## **10. Opinions, Recommendations, and Comments**

On the basis of the analysis conducted and in view of the opportunities for the future development of the research, the following recommendation and question may be formulated:

1. The methodological presentation of the composite Innovation Factor metric could benefit from a more detailed explanation of the procedures for assigning weights, normalising its components, and calculating the final scores. Such clarification would further improve the transparency, traceability, and reproducibility of the results.
2. Does the author consider that the composite Innovation Factor metric could be further developed so that, in addition to assessing merger and acquisition strategies, it would also permit a more comprehensive assessment of companies' innovation capacity?

## **11. Conclusion**

The dissertation constitutes a completed and independent scientific study with clearly formulated aims and tasks, a comprehensive and well-substantiated methodology, a substantial empirical basis, and significant scientific, applied-scientific, and applied results. The comments made are constructive in nature and outline opportunities for the future development of the research without altering the overall positive assessment of the dissertation.

I consider that the dissertation meets the requirements of the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria Act, its Implementing Regulations, and the Regulations on the Terms and Procedure for the Acquisition of Academic Degrees at the Technical University of Sofia. I give a positive assessment and propose that the esteemed Scientific Jury award MSc Blerim Zylfiu the educational and scientific degree of Doctor in Area of Higher Education 5. Technical Sciences, Professional Field 5.3 Communication and Computer Engineering, doctoral programme Automation of Engineering Work and Computer-Aided Design Systems.

Date: 8 September 2026  
Sofia

REVIEWER:

Assoc. Prof. Anka Tsvetanova, PhD