

СТАНОВИЩЕ

на дисертационен труд
за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“
по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна
техника,

научна специалност „Автоматизация на инженерния труд и
системи за автоматизация на проектирането“

Автор на дисертационния труд:

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“

доц. д-р инж. Тихомир Брусев,

Технически Университет - София

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

В днешно време компаниите, които работят в областта на индустрията за автоматизиране на електронното проектиране EDA (Electronic Design Automation), трябва да оцелеят в бързо развиваща се и динамична пазарна среда. EDA индустрията е много важна част от световната верига за доставки на полупроводници. Тя използва инструменти за проектиране на електронни схеми, проверка след проектирането им и за производството на полупроводници. EDA индустрията е основен елемент в информационните и комуникационни технологии (ИКТ), които имат мултидисциплинарен характер, съчетаващ аспекти на софтуерното инженерство, електротехниката и компютърните науки.

Сливанията и придобиванията (Mergers and Acquisitions - M&A) в EDA индустрията са се превърнали във важна част от световната икономика и бизнес стратегия. Предходните изследвания за сливания и придобивания на компании в EDA са се основавали на качествени оценки, ръчна класификация и опростена описателна статистика. Има необходимост от изследвания в областта на машинното обучение на дейностите по сливания и придобивания в EDA, които могат да се използват за изграждане на предсказващи модели за прогнозиране на събитията по сливания и придобивания на компании и за оценка на жизнеспособността на фирмите в EDA индустрията.

Основната цел на тази дисертация е да се разработят нови техники за машинно обучение и онлайн изследователска платформа за изучаване на динамиката и оценка на жизнеспособността на EDA компаниите във времето на технологични смущения. Това е от решаващо значение сега, когато има дълбока трансформация в тази област поради нарастващото използване на техники за дълбоко обучение на изкуствен интелект (ИИ), облачните изчисления и непрекъснатото намаляване на размерите в полупроводниковата индустрия.

За да постигне тази цел, докторантът е формулирал задачи, свързани с: анализ на съвременните технологии в областта автоматизиране на електронното проектиране EDA, изкуствения интелект и машинното обучение при анализ на сливанията и придобиванията на компании в EDA сектора, бизнес моделите и оценката на жизнеспособността на компаниите, както и на вълновта теорията сливанията и придобиванията на компании в EDA.

Изградена е и валидирана цялостна база данни за сливания и придобивания на компании в EDA сектора, обхващаща пълния исторически хоризонт на индустрията, обхващаща: целева компания за придобиване, придобиваща компания, година на основаване на компанията, дата на придобиване, жизнен цикъл на компанията и стойност на сделката. Проектиран е алгоритъм за обратно хибридно клъстериране за идентифициране на модели на сливания и придобивания. Въведена е композитната метрика „TechImpactScore“ за количествено определяне на технологичното въздействие върху сделките от сливания и придобивания. Разработена е рамка за прогнозиране на вълните от сливания и придобивания в EDA сектора, базирана на Singular Spectrum Analysis (SSA).

Изградена е структура прогнозиращ жизнеспособността на EDA компаниите. Проектиран е модул за мрежови анализ, който картографира екосистемата за придобиване на EDA използвайки техники на теорията на графите. Внедрен е полуавтоматизиран модул за откриване на сливания и придобивания. Той базиран на многоагентна архитектура използваща Large Language Model (LLM - техники за големи езикови модели), която съдържа с валидация с тип „човек в цикъла“. Проектирана е интегрирана онлайн изследователска платформа за оценка на жизнеспособността на EDA компаниите във времето.

Всичко това определя актуалността на изследвания проблем, както от научноприложна, така и от приложна гледни точки.

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

В тази дисертация са използвани 120 литературни източника. Повечето от тях са от последните 10 години. В литературния обзор и анализа на

изследователската методология и методите, планирани за изследването, които са представени съответно в глава 1 и глава 2, са цитирани повече от 100 публикации.

Това ми дава основание да смятам, че докторантът Блерим Зюлфиу познава съвременното състояние на решаваните от него проблеми, което е основа за успешно решаване на поставените задачи.

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

Докторантът Блерим Зюлфиу е формулирала цел и задачи, които са адекватни и съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

Избраната методология включва анализ на съществуващи решения и проектиране на алгоритъм за обратно хибридно клъстериране за идентифициране на модели на сливания и придобивания, който първо прилага DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), а след това K-Means и реинтегрира шума в рафинираните клъстери. Съставният показател TechImpactScore определя количествено технологичното въздействие на сделката за сливания и придобивания, като комбинира патентния рейтинг, стойността на сделката, възрастта на компанията и честотата на придобиванията от придобиващите компании, и се използва за оценка на технологичната тежест на сделката. Изграден е многомерен модел на Кокс за жизнеспособност на компаниите в EDA индустрията. Изградена е полуавтоматизирана система за разширяване на базата данни за сливания и придобивания, която комбинира извличане на информация, базирано на LLM, с валидиране тип „човек в цикъла“.

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

Представената дисертация се състои от 134 текст, много добре структурирани в пет глави, абстракт, списъци с фигури и таблици, увод, приноси, изпозвана литература и приложения.

В глава I е направен литературен обзор. Представени са съвременните технологии в EDA индустрията, изкуствения интелект и машинното обучение при анализ на сливания и придобивания на компании, бизнес моделите и оценката на жизнеспособността на компаниите, както и вълновата теорията от сливанията. Идентифицирани са редица липсващи звена, които могат да бъдат обобщени както следва: в литературата липсва анализ на моделите на сливания и придобивания на компании в EDA сектова, базиран на изкуствен интелект; не е разработена хибридна техника за клъстериране на данни от сливания и придобивания; не

съществува валидиран съставен показател за количествено определяне на технологичното въздействие върху сделките за сливания и придобивания; не съществува модел за прогнозиране на вълните на сливания и придобивания за сектора; няма калибрирана система за прогнозиране на жизнеспособността за компаниите; не съществува автоматизиран инструмент за събиране на данни за сливания и придобивания, който да бъде използван от за изследователите в областта; няма интегрирана онлайн изследователска платформа, която да комбинира данни за сливания и придобивания, анализ на клъстериране, модели за прогнозиране, визуализация на мрежата и оценка на жизнеспособността на компаниите; методите, разработени за индустрията на електронното проектиране, не са валидирани в съседни отрасли.

Основните математически концепции и методи, необходими за разработването на онлайн инструмент за изучаване на динамиката и оценка на жизнеспособността на EDA компаниите, са описани в Глава II. В тази глава са представени различните видове алгоритми клъстериране, методите за прогнозиране, методите за анализ на оцеляването и мерките за централизиране на мрежовия анализ.

Основните постижения на дисертацият труд са представени в Глава III. Предложени са методи за откриване на клъстери и модели за анализ на сливанията и придобиванията на компании в EDA индустрията. Описан е разработеният алгоритъм за обратно хибридно клъстериране. TechImpactScore е въведен като съставен показател, който може количествено да оцени технологичното въздействие на сливанията и придобиванията върху фирмите в EDA индустрията. С помощта на алгоритъма за обратно хибридно клъстериране са разкрити пет различни модела на клъстери за стратегическо поведение при придобивания. SSA анализа е модифициран и използван за откриване и прогнозиране на вълни на сливания и придобивания в EDA сектора. Версия на модела на на Кокс се използва в рамката за анализ на оцеляването при прогнозиране на жизнеспособността на EDA компаниите. Елементите на модула за мрежов анализ от теорията на графите се използват за анализиране на структурните характеристики на екосистемата за придобиване на EDA. Представено е проектирането и внедряването на система за автоматизирано извличане на информация и валидиране тип „човек в цикъла“, за да се поддържат стандартите за качество на данните, необходими за академичните изследвания.

Проектирането и внедряването на онлайн платформата „Автоматизация на електронното проектиране - динамика и жизнеспособност“ (EDA-DYV - Electronic Design Automation - Dynamics and Viability) са представени в Глава IV. Описани са платформата и нейният веб-базиран интерфейс, където са интегрирани всички техники за анализ. В

тази глава се разглеждат трислойната системна архитектура, дизайнът на базата данни и взаимовръзките между обектите. Представената платформа може да преобразува аналитичните резултати в интерактивни, визуални представяния, използвайки слой за визуализация на изследванията. Представен е дизайнът на потребителския интерфейс на платформата EDA-DYV.

В Глава V са представени експерименталните резултати и валидацията на всички показатели за качеството на клъстеризацията и сравненията на представените алгоритми. Въведен е набор от аналитични методи за сливания и придобивания на компании от EDA индустрията, включително клъстеризация, изграждане на съставни показатели, прогнозиране във времева област, анализ на оцеляването, мрежов анализ и полуавтоматизирано събиране на данни.

5. Научни, научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд.

В докторската дисертация авторът е посочил 9 приноса. Шест от тях са научни, два са научно-приложни и един е приложен. Приемам приносите, формулирани от докторанта Блерим Зюлфиу, които могат да бъдат обобщени по следния начин:

- Разработен е и описан алгоритъмът за обратно хибридно клъстериране. Предложеният алгоритъм първо прилага DBSCAN, а след това K-Means и реинтегрира шума в прецизираните клъстери.
- Пет архетипа на клъстери от сливания и придобивания са извлечени от приложението на алгоритъма за обратно хибридно клъстериране.
- Въведен е съставен показател TechImpactScore, който количествено определя технологичното въздействие върху сделката за сливане и придобиване, като комбинира патентен рейтинг, стойност на сделката, възраст на компанията и честота на придобиванията.
- SSA е адаптиран към времевите серии на сделките за сливания и придобивания
- Изграден е многомерен модел на Кокс за жизнеспособността на компаниите в EDA индустрията, който интегрира принадлежността към клъстери, съставния показател TechImpactScore, централността на мрежата, възрастта на компанията и технологичния сектор.
- Извършен е мрежов анализ на екосистемата за придобиване на компании в EDA сектора.
- Изградена е полуавтоматизирана система за разширяване на базата данни за сливания и придобивания компании, която комбинира извличането на информация, базирано на LLM модели, с валидиране тип „човек в цикъла“.
- Разработен е съставен показател за фактора на иновациите, предназначен за междутраслово сравнение на стратегиите за сливания и придобивания.

- Проектирана и внедрена е онлайн изследователската платформа EDA-DYV, която интегрира всички аналитични методи, разработени в тази дисертация..

Смятам, че получените резултати са оригинални и изцяло съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

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

За личните приноси на докторанта Блерим Зюлфиу съдя от факта, че той има един самостоятелен научен труд, а в шест от останалите той е първи съавтор. Много положителен е факта, че представените статии на докторанта имат 3 цитирания. Това ми дава основание да приема, че дисертационният труд и приносите са лично дело на кандидата.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд. Отражение в науката.

По дисертацията са направени осем публикации. Две от статиите са реферирани в Scopus, като една от тях е реферирана в Web of Science. Една от публикациите е реферирана в IEEE Xplore.

Направените публикации надхвърлят минималните изисквания за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“. Приемам, че основните резултати на дисертационния труд са достояние на международната и българската научна общественост.

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

Представената дисертация и разработената онлайн платформа могат да се използват за академични изследвания и от фирми, които работят в динамична среда и желаят да оценят своята бизнес ефективност и да прогнозират своята жизнеспособност.

9. Мнения, препоръки и бележки.

Всички препоръки и забележки, направени от мен в предварителното мнение, както и на предварителното обсъждане на дисертационния труд са изпълнени.

10. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.

Считам, че дисертационният труд „Методи и онлайн платформа за изследване на динамиката и оценка на жизнеспособността на фирма за автоматизирано проектиране във време на технологичен преход“ на докторанта Блерим Зюлфиу покрива изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за неговото приложение. Приемам че, направените изводи и заключения са логически и компетентно построени.

Въз основа на получените научни, научноприложни и приложни приноси в дисертацията, демонстрираните образователно ниво и натрупания теоретичен и практически опит, значимите публикации по дисертацията, предлагам на научното жури да присъди на Блерим Зюлфиу научната степен „Доктор“ по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника, научна специалност „Автоматизация на инженерния труд и системи за автоматизация на проектирането“.

24 .08. 2026 г.

Изготвил:

(доц. д-р Тихомир Брусев)

QTR 88-HC /
01.09.2024

STATEMENT

of doctoral thesis
for obtaining the educational and scientific degree "Doctor"
in a professional field

**5.3 Communication and Computer Engineering,
in the scientific specialty „Computer-aided engineering and
computer-aided design systems"**

Author of doctoral thesis:

M.Sc. Blerim Zylfiu

Topic of doctoral thesis: „Methods and Online Tool for Studying the
Dynamics and Evaluating the Viability of Electronic Design Automation
Companies in Times of Technological Disruption"

Assoc. Prof. Dr. Eng. Tihomir Brusev,

Technical University of Sofia

1. Relevance of the problem developed in the doctoral thesis in scientific and applied science. Degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks developed in the doctoral thesis.

Nowadays, the companies which work in the field of electronic design automation industry (EDA) must survive in a rapidly evolving and dynamic market environment. The EDA industry is very important part of the global semiconductor supply chain, being the source of design tools and IP (intellectual property) used in designing, verifying and manufacturing semiconductors. It is a fundamental element in the Information and Communications Technology (ICT), which has a multi-disciplinary character combining aspects of software engineering, electrical engineering and computer science.

Mergers and Acquisitions (M&As) in the EDA industry has become a vital part of the worldwide economy and business strategy. The previous studies about M&A in EDA have been based on qualitative case studies, manual classification of industry, and simple descriptive statistics. There is a research gap in the field of machine learning analysis of M&A activities in EDA, which can be used to build predictive models to forecast M&A events of companies and to evaluate the viability of firms in the EDA industry.

The main goal of this thesis is to develop new machine learning techniques and an online research platform for studying the dynamics and evaluating the viability of EDA companies in times of technological disruption. This has crucial role now, when there is a profound transformation in this field due to the increasing adoption of deep learning techniques of Artificial Intelligence (AI), Cloud

Computing, and by the continuous scaling down to even smaller technology nodes in the semiconductor industry.

To achieve this goal, the doctoral student has formulated tasks connected with analysis of the state of the art within Electronic Design Automation, AI and machine learning in M&A analysis, business models and company viability assessment within technology companies, and merger wave theory. A comprehensive EDA M&A database covering the full historical horizon of the industry, with all the standard fields needed for downstream analysis: target company, acquirer, founding year, acquisition date, lifetime, and deal value where available are built and validated. The Reverse Hybrid Clustering algorithm for M&A pattern identification is designed. The TechImpactScore composite metric for quantifying the technological impact of M&A transactions is introduced. A forecasting framework for M&A waves in the EDA sector based on Singular Spectrum Analysis (SSE) is developed.

A survival-analysis framework that predicts the viability of EDA companies is built. A network-analysis module that maps the EDA acquisition ecosystem with graph-theoretic techniques is constructed. A semi-automated M&A discovery module based on a multi-agent Large Language Model architecture with human-in-the-loop validation is implemented. An integrated online research platform for evaluating the viability of EDA companies in times is designed.

All this determines the relevance and significance of the researched problem and the tasks set in the dissertation, both from a scientific-applied and applied point of view.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material.

In this doctoral thesis are used 120 literature sources. Most of them are from the last 10 years. In the literature review and the analysis of research methodology and methods planned for the study, which are presented respectively in chapter 1 and chapter 2, are cited more than 100 references.

This gives me reason to believe that PhD student Blerim Zylfiu is familiar with the current state of the problems posed by her, which is the basis for successful solution of the defined tasks.

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

PhD student Blerim Zyliu has formulated a goal and tasks that are adequate and meet the requirements for dissertation work for obtaining the educational and scientific degree "Doctor".

The chosen methodology includes analysis of existing solutions and designing of Reverse Hybrid Clustering algorithm for M&A pattern identification, which first applies DBSCAN and then K-Means and reintegrates the noise into the refined clusters. The TechImpactScore composite metric quantifies the technological impact of an M&A transaction by combining patent score, deal value, company age and acquirer frequency is used to assess the technological weight of a deal. A multi-dimensional Cox Proportional Hazards model is built for EDA company viability that integrates cluster membership, TechImpactScore, network centrality, company age and technology sector. A semi-automated multi-agent system has been built for M&A database expansion that combines Large Language Model LLM-based information extraction with human-in-the-loop validation.

4. Brief analytical description of the doctoral thesis and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built.

The presented dissertation consists of 134 pages of text, very well structured in five chapters, abstract, lists of figures and tables, introduction, contributions and references.

In Chapter I is performed literature review. The state-of-the art of Electronic Design Automation Industry, AI and machine learning in M&A analysis, business models and company viability assessment within technology companies, and merger wave theory is presented. Based on the analysis of the literature review seven research gap are identified. They can be summarized as follows: AI-driven M&A pattern analysis is missing in the EDA literature; No hybrid clustering technique has been designed for M&A data; No validated composite metric exists to quantify the technological impact of an M&A transaction; No M&A wave-forecasting model exists for the EDA sector; No viability-prediction framework is calibrated for EDA companies; No automated M&A data-collection tool exists for EDA researchers; No integrated online research platform combines EDA M&A data, clustering analysis, forecasting models, network visualisation and viability assessment in a single resource; Methods developed for the EDA industry have not been validated in adjacent domains.

The basic mathematical concepts and methods, required for the development of online tool for studying the dynamics and evaluating the viability of EDA companies, are described in Chapter II. In this chapter are presented: the

mathematical formalizations of the clustering algorithms K-Means, DBSCAN, Reverse Hybrid and Gaussian Mixture Models; the forecasting methods SSA and Holt-Winters exponential smoothing; the survival analysis methods Kaplan-Meier estimator and Cox Proportional Hazards model; the network analysis centrality measures and Herfindahl-Hirschman Index; and the statistical validation silhouette analysis, Davies-Bouldin Index, Calinski-Harabasz Index, ANOVA and the bootstrap cross-validation.

The main achievements of the thesis are presented in Chapter III. Cluster and pattern discovery methods are proposed for M&A analysis. The developed Reverse Hybrid Clustering algorithm is described. The TechImpactScore is introduced as a composite metric which can quantitatively assess the technological impact of M&A on firms in EDA industry. Using the Reverse Hybrid Clustering algorithm five distinct cluster patterns for strategic acquisition behavior are revealed. The Singular Spectrum Analysis (SSA) is modified and used for M&A wave detection and forecasting for M&A in EDA sector. A version of the Cox Proportional Hazards model is used in the survival analysis framework to forecast EDA companies' viability. The network analysis module elements of graph theory are used to analyze the structural characteristics of the EDA acquisition ecosystem. The design and implementation of a multi-agent system, for automated information extraction and human-in-the-loop validation to uphold the data quality standards necessary for academic research, is presented.

The design and Implementation of Electronic Design Automation - Dynamics and Viability (EDA-DYV) online research is presented in Chapter IV. The platform and its web-based interface, where all the analysis techniques are integrated, is described. The three-tier system architecture, database design and entity relationships are considered in this chapter. The presented platform can convert the analytical results into interactive, explorable visual representations by using a research visualization layer. The user interface design of EDA-DYV platform is presented.

In Chapter V are provided experimental results and validation for all the clustering quality metrics, comparisons of algorithms, test of significant differences, and forecasting accuracy, based on an integrated analysis from multiple perspectives. A set of analytical methods for M&A in the EDA industry were introduced, including clustering, composite metric construction, time-series forecasting, survival analysis, network analysis and semi-automated data collection.

5. Scientific, scientific-application and application contribution of the dissertation.

In the doctoral thesis the author has indicated 9 contributions. Six of them are scientific, two of the indicated contributions are scientific-application and one is application contribution. I accept the contributions formulated by the PhD student Blerim Zylfiu, which can be summarized as follows:

- The Reverse Hybrid Clustering algorithm is developed and described. The proposed algorithm first applies DBSCAN and then K-Means and reintegrates the noise into the refined clusters.
- Five M&A cluster archetypes are extracted from the application of the Reverse Hybrid Clustering algorithm to 661 EDA M&A transactions from 1975 to 2025. The results show five distinct strategic archetypes: High-Tech Targets, Growth-Stage Scale, Mature Portfolio, Young Startup Tuck-ins and Rapid High-Value.
- The TechImpactScore, composite metric quantifies the technological impact of an M&A transaction by combining patent score, deal value, company age and acquirer frequency, is introduced.
- The Singular Spectrum Analysis (SSA) is adapted to M&A transaction time series.
- A multi-dimensional Cox Proportional Hazards model is built for EDA company viability that integrates cluster membership, TechImpactScore, network centrality, company age and technology sector.
- A network and concentration analysis of the EDA acquisition ecosystem was performed.
- A semi-automated multi-agent system has been built for M&A database expansion that combines LLM-based information extraction with human-in-the-loop validation.
- An Innovation Factor composite metric has been developed for cross-industry comparison of M&A strategies.
- The EDA-DYV online research platform, which integrates all analytical method developed in this thesis is designed and implemented.

I believe that the results obtained are original and fully comply with the requirements for dissertation work for obtaining the educational and scientific degree "Doctor".

6. Assessment of the degree of personal participation of the dissertation in the contributions.

For the personal contributions of the PhD student judges from the fact that he has one independent scientific paper, and in six of the others he is the first co-author. It is very positive that presented papers of the PhD student have 3 citations. This gives me reason to accept that the dissertation and contributions are the personal work of the candidate.

7. Evaluation of dissertation publications. Reflection in science.

Eight publications have been made on the dissertation. Two of the articles are cited in Scopus, and one of them is cited in Web of Science. One of the articles is cited in IEEE Xplore.

The publications made exceed the minimum requirements for the award of the educational and scientific degree "Doctor". I accept that the main results of the dissertation are available to the international and Bulgarian scientific community.

8. Application of the results of the dissertation in scientific and social practice.

The thesis and the designed online platform can be used for academic research and for businesses that work in dynamic environments that desire to assess their business performance and forecast their business viability.

9. Critical remarks and recommendation

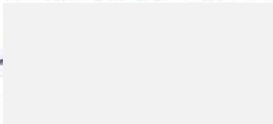
All recommendations and remarks made by me in the preliminary statement, as well as in the preliminary discussion of the dissertation are fulfilled.

10. Conclusion

I believe that the doctoral thesis "Methods and Online Tool for Studying the Dynamics and Evaluating the Viability of Electronic Design Automation Companies in Times of Technological Disruption" by PhD student Blerim Zylfiu meets the requirements of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations for its implementation. I accept that the conclusions and conclusions made are logically and competently constructed.

Based on the scientific and applied contributions received in the dissertation, the demonstrated educational level and accumulated theoretical and practical experience, the presented scientific papers, I propose to the Scientific Jury to award the scientific degree "Doctor" in professional field 5.3 Communication and computer engineering, scientific specialty "Computer-aided engineering and computer-aided design systems" to Blerim Zylfiu.

24. 08. 2026

Reviewer: 
(Assoc. prof. Tihomir Brusev)