

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Емил Христов Дойчев

ФМИ на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

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

в област на висше образование

4. Природни науки, математика и информатика,

професионално направление

4.6. Информатика и компютърни науки

докторска програма

Информатика

Автор: *Даниел Желязков Русев*

Тема: **Образна диагностика в системи за интелигентно земеделие**

Научен ръководител: *проф. д-р Станимир Стоянов от ФМИ на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“*

1. Общо описание на представените материали

Със заповед № РД 22-254 от 15.12.2025 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определен за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема **Образна диагностика в системи за интелигентно земеделие** за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки докторска програма Информатика. Автор на дисертационния труд е **Даниел Желязков Русев** – докторант в редовна форма на обучение към катедра “Компютърни системи“ с научен ръководител проф. д-р Станимир Стоянов от ФМИ на ПУ.

Представеният ми от **Даниел Желязков Русев** комплект материали на електронен носител е в съответствие с чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- протокол от катедрения съвет, свързан с докладване на готовността за откриване на процедурата и с предварително обсъждане на дисертационния труд;
- дисертационен труд;
- автореферат;

- списък на научните публикации;
- копия на научните публикации по темата на дисертационния труд;
- декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
- справка за спазване на минималните национални изисквания;
- справка за спазването на специфичните изисквания на ФМИ;
- становище на научният ръководител

Докторантът е приложил 4 броя публикации.

2. Кратки биографични данни за докторанта

Даниел Желязков Русев завършва бакалавърска степен по „Информатика“ през 2011 г. и магистърска степен по „Софтуерни технологии“ през 2018 г. във ФМИ на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“. От 2018 г. е докторант в същия университет, където развива изследвания в областта на интелигентното земеделие, образната диагностика и компютърното зрение, както и IoT платформи за прецизно земеделие. Даниел Русев притежава богат международен професионален опит в IT сектора на позиции като IoT архитект, технически директор, системен архитект и ръководител на екипи. Притежава сертификати Google Cloud Architect, Technology Architect и Professional Scrum Master. Сред неговите отличия са награди от European Tech Arch Workshop (Мадрид, 2018), Global Contest Climathon (2016), NASA Space App Challenge (2015) и Националната олимпиада по информатика (2007).

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

Дисертационният труд адресира един от ключовите проблеми на съвременното земеделие – необходимостта от автоматизирано наблюдение и диагностика на земеделски култури чрез анализ на визуална информация. В условията на климатични промени, ограничени водни ресурси и нарастващи изисквания към качеството на продукцията, прецизното земеделие се превръща в стратегически приоритет както на европейско, така и на национално ниво.

Образната диагностика, базирана на спектрален анализ и компютърно зрение, предоставя възможност за ранно идентифициране на проблеми – воден стрес, хранителен дефицит, болести по растенията – преди те да станат визуално забележими за човешкото око. Това позволява навременна и целенасочена намеса, която води до оптимизиране на ресурсите и минимизиране на загубите. Актуалността на темата се подкрепя и от факта, че тя попада в

обхвата на Националната изследователска програма „Интелигентно растениевъдство“, в рамките на която са проведени част от изследванията.

Заслужава внимание фокусът на дисертацията върху регионалната платформа ZEMELA, предназначена за малки и средни земеделски стопани в България. За разлика от глобалните платформи, които често са скъпи и трудно адаптируеми към локални условия, ZEMELA цели максимално използване на спецификите на наблюдаваната земеделска територия. Това е особено релевантно за българския контекст, където производителите на зеленчуци и плодове са предимно дребни и средни фермери с ограничен достъп до високотехнологични решения.

Формулираната цел на дисертацията (стр. 18) – да се разработи система за образна диагностика, специализирана за използване в приложения на интелигентно земеделие" – е ясно дефинирана и постижима. Поставените задачи следват логична последователност: от анализ на съществуващите решения и теоретични основи, през проектиране на архитектура и разработка на конкретни методи за спектрален анализ и разпознаване на обекти, до практическа валидация в реални условия – мониторинг на лозови насаждения. Тази структура осигурява както теоретична задълбоченост, така и практическа приложимост на резултатите.

Въз основа на изложеното, считам че избраната тематика, поставената цел и дефинираните задачи са научно обосновани и целесъобразни, като напълно съответстват на актуалните тенденции в областта на прецизното земеделие и цифровите технологии.

4. Познаване на проблема

Даниел Русев демонстрира солидно и задълбочено познаване на проблематиката, свързана с образната диагностика в интелигентното земеделие. Библиографията на дисертационния труд включва 179 литературни източника, обхващащи широк спектър от тематични области: интелигентно и прецизно земеделие, IoT и сензорни технологии, сателитни данни и дистанционни наблюдения, компютърно зрение и спектрален анализ, мултиагентни системи, както и машинно обучение. Значителна част от източниците са актуални публикации от периода 2019-2025 г., което свидетелства за добра осведоменост относно съвременните тенденции в областта. Преобладават източниците на английски език, като са включени и български (национални стратегии, дисертационни трудове).

В Глава 1 докторантът представя обстоен преглед на проблемната област, като разглежда концепцията за интелигентно земеделие, архитектурите на IoT системи и съществуващите платформи за прецизно земеделие. Анализирани са редица международни и национални решения, като са идентифицирани техните предимства и ограничения. Особено

внимание е отделено на методите за образна диагностика – от спектрален анализ на сателитни изображения до разпознаване на обекти чрез дълбоко обучение.

Авторът показва добро разбиране на спецификите при дистанционното наблюдение на земеделски култури, включително предизвикателствата при обработка на сателитни данни – атмосферна корекция, радиометрична калибрация, облачно покритие. В Глава 3 е представен детайлен анализ на различни спектрални индекси (NDVI, NDRE, NDMI, SIPI, LCI и др.) и тяхното приложение за оценка на състоянието на растенията. Разгледани са и съвременни методи за машинно обучение и компютърно зрение, приложими в земеделието – от класически алгоритми до невронни мрежи и модели за обектно разпознаване.

Заслужава да се отбележи и специфичният фокус върху прецизното лозарство, което е подкрепено от значителен брой източници, разглеждащи мониторинг на лозови насаждения, оценка на воден стрес и оптимизиране на ферментационни процеси. Докторантът демонстрира способност да адаптира теоретични концепции към конкретен практически контекст, което е видно от интеграцията на разработените методи в платформата ZEMELA и проведените експерименти в реални условия.

Въз основа на изложеното, считам че Даниел Русев притежава задълбочено познаване на съвременните тенденции, методи и технологии в областта на образната диагностика и интелигентното земеделие.

5. Методика на изследването

Избраната методика за разработване на дисертационния труд е в съответствие с формулираната цел и поставените задачи. На страница 18 докторантът ясно дефинира стъпките на изследването, които следват логическа последователност: преглед и анализ на съществуващи разработки в областта на образната диагностика, избор на подходящи технологични средства, разработване на метод, модел и прототип, провеждане на тестове и експерименти в реална среда, и накрая – интегриране на системата в платформата ZEMELA.

Дисертацията е структурирана в четири глави, които последователно реализират описаната методика. В първа глава е извършен обстоен теоретичен преглед на съвременните подходи, технологии и платформи в интелигентното земеделие. Втора глава представя методиката за създаване на система за образна диагностика, включително етапите на проектиране и функционалните изисквания. В трета глава е описана практическата реализация на прототипа – архитектура, използвани технологии и интеграция с платформата ZEMELA. Четвърта глава съдържа експерименталните резултати и техния анализ.

Архитектурата на разработената система е изградена върху четирислоен модел, обхващащ: събиране на данни от сателитни изображения (Sentinel-2, Landsat), дроне и IoT сензори; обработка и изчисляване на спектрални индекси; съхранение в геопространствена база данни (PostgreSQL с PostGIS); и потребителски интерфейс за визуализация. Технологичната реализация е базирана на облачната инфраструктура на Google Cloud Platform, с използване на Google Earth Engine за обработка на изображения и Python библиотеки (GDAL, OpenCV, scikit-learn) за анализ и моделиране.

Съществен момент от методиката е валидирането на разработените модули чрез реални теренни експерименти. Изследванията са проведени върху лозови насаждения в няколко пилотни участъка в България – Црънча, Паталеница, Дебращица и Виноградец. Тази териториална диверсификация позволява тестване на алгоритмите в различни агроклиматични условия. Резултатите включват генериране на VRA карти за прецизно торене, напояване и растителна защита, базирани на спектрални индекси като NDVI, NDRE, NDMI и SIPI.

В дисертацията ясно се откроява връзката между теоретичната основа, техническата реализация и експерименталната проверка, което показва методологична последователност и способност за цялостно научно-изследователско мислене. Считаю, че методиката на изследването е подходящо избрана, добре аргументирана и коректно реализирана в контекста на поставената изследователска цел.

6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд на Даниел Русев е с общ обем от 162 страници, включително библиографията, която съдържа 179 литературни източника – предимно на английски език, с включени и български източници (национални стратегии, нормативни документи, дисертационни трудове). Структурата на труда е логически последователна и включва: Увод, четири основни глави, Заключение, списък на литературата, списък на публикациите и списък на проектите.

В увода са формулирани ясно изследователският проблем, целта и задачите на дисертационното изследване, както и използваната методика. Авторът поставя изследването си в контекста на Националната научна програма „Интелигентно растениевъдство" и Стратегията за развитие на изкуствения интелект в България до 2030 г., като обосновава актуалността на темата с нарастващата необходимост от цифровизация на аграрния сектор.

Глава 1, озаглавена „Преглед на интелигентното земеделие и образната диагностика", представя обстоен теоретичен обзор на съвременните подходи, технологии и платформи в

областта. Разгледани са концепцията за интелигентно земеделие, ролята на сензорните системи и IoT, методите за дистанционно наблюдение, както и специфичните приложения в прецизното лозарство и винопроизводство. Впечатление прави анализът на съществуващи платформи и технологични решения, който демонстрира добра осведоменост за състоянието на изследванията в световен мащаб.

Във втора глава - „Технологии за обработка и анализ на изображения в земеделието“, е посветена на методологичната основа на изследването. Подробно са разгледани етапите на обработка на изображения, спектралните индекси (NDVI, NDRE, NDMI, SAVI, SIPI и др.) и тяхното приложение за оценка на състоянието на растенията. Представени са и възможностите на платформата Google Earth Engine за облачно базирана обработка на сателитни данни.

Глава 3 - „Приложен модул за платформата ЗЕМЕЛА“, описва практическата реализация на разработената система. Представена е четирислойната архитектура на модула, източниците на данни (Sentinel-2, Landsat, дренови изображения, IoT сензори), технологичната реализация в Google Cloud Platform, както и функционалностите за генериране на VRA карти за прецизно торене, напояване и растителна защита. Детайлно е описана интеграцията с българската кадастрална система и механизмите за зонироване на земеделските площи.

Глава 4 съдържа резултатите от проведените експерименти върху лозови насаждения в четири пилотни участъка – Црънча, Паталеница, Дебращица и Виноградец. Представени са количествени резултати от валидирането на системата, включително корелационен анализ между спектралните индекси и реалните добиви ($R^2 = 0.84$), както и измерими подобрения в управлението на ресурсите. Иновативен елемент е изследването на връзката между дистанционното наблюдение и параметрите на ферментационния процес при винопроизводството.

Заклучението обобщава основните резултати от научното изследване и очертава насоки за бъдещо развитие, включително разширяване към други култури и региони, усъвършенстване на моделите чрез машинно обучение и интеграция с блокчейн технологии за проследимост.

Дисертационният труд на Даниел Русев е написан в научен стил, с добро структуриране, последователност на изложението и прецизна терминология. Резултатите са подкрепени с конкретни количествени данни от реални експерименти, което свидетелства за достоверност на материала. Налице е убедителна връзка между теоретичната основа, техническата реализация и експерименталната валидация, с реална практическа стойност на постигнатите резултати за развитието на интелигентното земеделие в България.

7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Основните приноси на дисертационната разработка на Даниел Русев са в съответствие с поставената цел и задачи, формулирани в увода на труда. Въз основа на представените в заключението резултати (стр. 134-136), приносите могат да се обособят в две направления:

Приноси с научно-приложен характер:

- 1. Разработена е методика за автоматизирана обработка и анализ на дистанционни изображения**, базирана на платформата Google Earth Engine, адаптирана за специфичните нужди на лозарството. Методиката включва извличане на сателитни данни, изчисляване на спектрални индекси (NDVI, NDRE, NDWI, SAVI, SIPI), зонирание на земеделските площи и генериране на VRA карти за прецизно торене, напояване и растителна защита.
- 2. Реализиран е облачен компонент за дистанционно наблюдение и анализ на лозови насаждения**, интегриращ данни от сателити Sentinel-2, дренови заснемания и наземни IoT сензори. Компонентът е интегриран в платформата ZEMELA и осигурява автоматично картографиране на зони с воден и хранителен стрес, както и прогнозиране на очакваните добиви чрез регресионен модел с висока точност ($R^2 = 0.84$).
- 3. За първи път е изследвана връзката между данните от дистанционното наблюдение и динамиката на ферментационния процес на виното.** Изведени са статистически значими зависимости между спектралните индекси NDRE и NDWI, измерени преди беритбата, и ключови ферментационни показатели. Този принос има иновативен характер и разширява приложението на дистанционното наблюдение отвъд агрономическия анализ, реализирайки интеграция по веригата „от лозето до бутилката“.

Приноси с практически характер:

- 1. Системата е апробирана в реални условия върху 100 декара лозови масиви** в четири локации в Южна България (Црънча, Паталеница, Дебращица, Виноградец). Внедряването на компонента доведе до измерими подобрения в управлението на лозята: намаляване на водопотреблението с 17.5%, на торовите и растително защитните разходи с 12.8%, повишаване на добива с над 6% и съкращаване на времето за полеви обход с над 20%.
- 2. Интеграцията на компонента с интелигентната система Scepter AI** позволява автоматизирано регулиране на параметрите на ферментацията според

прогнозните индекси на зрелост и воден баланс на гроздето. Практическите резултати включват съкращаване на времето за ферментация с 6–10%, повишение на съдържанието на антоциани с до 9% и увеличаване на ароматните естери с до 13%.

Посочените резултати кореспондират със съдържанието на главите в дисертационния труд и показват логична връзка между теоретичната основа, техническата реализация и практическите изпитания на системата. Особено значим е приносът, свързан с интеграцията на дистанционното наблюдение с ферментационните процеси – подход, който до момента не е прилаган в българската и европейската винопроизводствена практика.

Считам, че постигнатите резултати отговарят на изискванията за оригинален принос в науката, съгласно чл. 27, ал. 1 от ППЗРАСРБ, и представляват стойностен принос в областта на приложната информатика, дистанционното наблюдение и интелигентните системи за земеделие.

Разработката има значителен потенциал за практическо внедряване и бъдещо развитие, включително разширяване към други култури и региони, усъвършенстване на моделите чрез машинно обучение и интеграция с блокчейн технологии за проследимост на продукцията.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Към дисертационния труд Даниел Русев е представил четири научни публикации, свързани с тематиката на изследването. Всички публикации са доклади от международни IEEE конференции, индексирани в Scopus, на английски език и в съавторство.

Публикациите от 2024 г. най-пълно отразяват резултатите от дисертационния труд в областта на образната диагностика и интелигентното земеделие, докато по-ранните публикации (2019, 2020) представят концептуалната и технологична основа на изследването в областта на IoT архитектури и разпределени системи.

Не е отбелязано наличие на цитирания. Все пак, самият факт, че и четирите публикации са индексирани в Scopus, показва, че докторантът е успял да представи своята работа на високо научно ниво и да премине през процес на рецензиране, отговарящ на международни критерии.

Считам, че публикациите са релевантни и с достатъчна тежест, за да покрият нормативните изисквания за защита на докторска степен, съгласно чл. 26, ал. 2 от ППЗРАСРБ, група показатели Г.

9. Лично участие на докторанта

Нямам съмнения относно личния принос на Даниел Русев в провеждането на дисертационното изследване и в постигането на представените научно-приложни и практически резултати. Изложението в дисертацията е последователно, технически обосновано и ясно демонстрира задълбочено лично ангажиране на докторанта с всички етапи на разработката – от теоретичния анализ и проектирането на архитектурата до реализацията на облачния компонент, провеждането на теренни експерименти в реални условия и анализа на резултатите.

Макар публикациите по дисертационния труд да са в съавторство, което е характерно за съвременните научни изследвания в областта на информатиката, личният принос на докторанта е ясно разграничим в специфичната тематика на образната диагностика и интеграцията на спектрални анализи в платформата ZEMELA. Стилът на писане, използваната терминология и практическата ориентация на труда свидетелстват за самостоятелна работа и високо ниво на професионална компетентност.

10. Автореферат

Представеният автореферат на дисертационния труд е в обем съответно от 25 страници, и отговаря на формалните изисквания за структура и съдържание. Авторефератът изпълнява предназначението си да обобщи същността на разработката и е адекватен по отношение на обем, яснота и съдържателна кореспонденция с дисертацията.

11. Критични забележки и препоръки

Дисертационният труд на Даниел Русев е цялостно структуриран, научно обоснован и представя оригинално изследване с практическа насоченост. Все пак, в духа на академичната коректност и с цел бъдещо усъвършенстване на работата, бих искал да отправя и някои критични забележки:

1. Забелязва се разминаване в предоставените списъци на публикациите по дисертационния труд:
 - a. В приложения към набора документи „ПЪЛЕН СПИСЪК публикации“ са дадени 4 публикации. Приемам това за списък с публикации по темата на дисертационния труд.
 - b. В „ПЪЛЕН СПИСЪК публикации“ на стр. 138 от дисертационния труд са изброени 7 публикации, като четвъртата публикация от списъка от т. 1a не е включен в него – „Availability Storage Cluster Based on Block-Chain Concepts for

Tracking Scientific-Research Progress“. Това е пропуск, като се има предвид, че докторанта очевидно е съавтор в публикацията.

с. На следващата стр. 139 е даден „СПИСЪК НА ЦИТИРАНИТЕ В ДИСЕРТАЦИЯТА публикации на докторанта“, където е посочена само една публикация от списъка по т. 1а – “Imaging in a Smart Agriculture Platform”. Тази публикация не е цитирана никъде в дисертационния труд. Тя липсва в библиографията на стр. 144 – 161. Вероятно става въпрос за техническа грешка – цитираната публикация е третата от списъка по т. 1а – „Integration of Virtual and Physical Worlds in ViPS“ [14].

2. Липсва пълен текст на публикацията от т. 1а – „Integration of Virtual and Physical Worlds in ViPS“. Затова пък е даден пълен текст на друга публикация, която не е в списъка по т. 1а – „Система от гардове в кибер-физическото пространство“.
3. Наличието на празна страница „Забелязани цитирания“ не е обосновано.
4. Авторефератът не отговаря на изискванията за обем, посочени в ПРАСПУ, чл. 36, ал. 1.

Въпреки добре структурираната работа се забелязва negliжиране на подготовката на документите. Тук трябва да отбележа и факта, че от 4 предоставени публикации по дисертационния труд в него е цитирана само една. Кое поставя въпроса защо другите публикации са в този списък?

Считам за уместно да поставя и следния **въпрос към докторанта**: В раздела за бъдещо развитие планирате внедряване на LSTM мрежи за прогнозиране на сезонна динамика. Какъв обем от данни и какъв времеви хоризонт считате за необходими, за да се постигне надеждно прогнозиране с този подход?

Тези забележки не омаловажават значимостта на проведеното изследване, а целият неговото бъдещо усъвършенстване.

12. Лични впечатления

Не познавам лично докторанта Даниел Русев. Личните ми впечатления се формират изцяло въз основа на представения дисертационен труд и съпътстващите материали. От изложението в дисертацията, автореферата и публикациите проличава, че докторантът е задълбочен, целенасочен и систематичен в научната и практическата си работа. Проявено е сериозно отношение към изследвания проблем, добра информираност по темата и стремеж към реална практическа приложимост на разработката. Стилът на работа и представяне

свидетелства за самостоятелност, дисциплина и професионално отношение към поставените задачи.

Заключение

Дисертационният труд съдържа **научно-приложни и приложни резултати**, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, както и на съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“. Представените материали и резултати напълно съответстват на минималните национални изисквания и специфичните изисквания на ФМИ, включително по отношение на публикационната активност и научната обоснованост на изследването.

Поради гореизложеното, давам своята положителна оценка за проведеното изследване, представено чрез рецензираните дисертационен труд, автореферат и публикации, и предлагам на научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Даниел Желязков Русев в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.6. Информатика и компютърни науки, докторска програма: Информатика.

18.01.2026 г.

Рецензент:

(подпис)

(доц. д-р Емил Дойчев)