

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

професионално направление **4.6. Информатика и компютърни науки**

научна специалност „**Информатика**”

Автор на дисертационния труд: **Венцислав Юриев Полименов**

Тема на дисертационния труд: **Адаптивна невронна мрежа за обработка на сателитни данни с различни пространствени и спектрални характеристики**

Член на научното жури: проф. д-р Петя Дойчева Копринкова-Христова

Определена съм за член на Научното жури по процедурата за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ от Венцислав Юриев Полименов със заповед №44/18.05.2026г. на Директора на ИМИ-БАН. Като член на журито получих следните документи:

1. Дисертационен труд на английски език
2. Автореферат на български и английски език
3. Справка Приноси
4. Списък на публикации и цитирания
5. Декларация за авторство
6. Копия на публикациите на кандидата
7. Заявление и професионална автобиография на кандидата

Дисертационният труд е в обем от 138 страници, 26 фигури и 25 таблици. Той се състои от увод, три глави, заключение и библиография. Цитирани са общо 127 литературни източника, всички на английски език.

Авторефератът отразява в резюме достоверно всички основни части от дисертационния труд. Той е в обем от 46 страници на български език и от 45 страници на английски език.

Разработваният в дисертационния труд проблем е свързан с обработката на сателитни изображения с цел определяне на индекса на листната маса за целите на прецизното земеделие – тематика несъмнено актуална с оглед нуждата от повишаване на добивите на земеделски култури. За тази цел е използвана съвременна технология от областта на изкуствения интелект (ИИ) – конволюционни невронни мрежи с подобрена структура и стратегия на обучение с цел интеграция на мултисензорната дистанционна сателитна информация, постигайки подобрена точност на оценката на листната маса в наблюдаваните региони.

В обзорната глава докторантът показва задълбочени познания на състоянието на проблема, представяйки аналитичен литературен обзор, с използване на актуални литературни източници (94 от които от периода след 2010 година, а 48 – от периода след 2020) на спецификата на сателитните наблюдения, особеностите на получаваните изображения и тяхното приложение за дистанционно изследване на земната повърхност и на използваните до момента архитектури на дълбоки невронни мрежи и тяхното приложение за целите на определяне на индекса на листната маса. Докторантът ясно дефинира нерешените проблеми, с което мотивира целта и задачите на дисертационния си труд и избира методите за тяхното решаване.

В следващата глава, озаглавена Методология, докторантът описва в детайли разработената от него цялостна концепция на работа, включваща всички необходими етапи започвайки от маркиране на данните, филтриране, обогатяване (аугментация) и нормализация, оригинална архитектура, наречена Multi-Sensor U-Net с ASPP и Conditional Batch Normalisation, стратегия за обучение с балансиране на данните, метрики за оценка и валидация на обучениния модел.

Глава Експериментални резултати представя приложението на разработената в предходната глава методология върху сателитни данни на два спътника - Sentinel-2 и Landsat 8/9 - от региона на град Бургас.

Заклучителната глава представя кратко резюме на получените резултати, справка за приносите, насоки за бъдеща работа, списък на публикациите, свързани с дисертационния труд, както и информация за участие на докторанта с доклади в конференции и в научни проекти.

Приносите в дисертационния труд са разделени на научни, научно-приложни и приложни. Приемам предложената от докторанта класификация и формулировка на приносите му. Обобщени накратко те са:

1. Научни

- Разработена е авторска архитектура на конволюционна невронна мрежа, комбинираща няколко техники, използвани в дълбоките невронни модели, а именно: U-Net архитектура със специфични за конкретния сензор входни проекции, генерирани от модул за семантична сегментация на изображенията (Atrous Spatial Pyramid Pooling), и с използване на скалиране (Conditional Batch Normalization) между конволюционните слоеве на енкодера и декодера.
- Предложен е метод за балансиране на обучението при мулти-сензорни данни чрез обогатяване на данните с изкуствено генерирани такива (аугментация) и балансиране на участието на отделните сензори в рамките на обучителните епохи.
- Разработена е методология за генериране на псевдо-еталонни данни за индекса на листната маса чрез ансамблово комбинирание на няколко вегетационни индекса.
- Предложена е многостепенна рамка за валидация на обучавания модел.

2. Научно-приложни

- Разработена е цялостна методология за оценка на индекса на листна маса от мулти-сензорни сателитни данни и е приложена върху земеделски райони в България с използване на данни от два сателита – Sentinel-2 и Landsat 8/9.
- Проведени са тестове, доказващи пръвзходството на разработения мултисензорен модел в сравнение с едносензорни модели и с класическите модели за изчисляване на вегетационните индекси.
- Тествана е обобщаващата способност на обучениния модел върху изображения от региона, използван при обучението му, но от различни времеви периоди, както и за изображения от региони, които не са използвани при обучението.

3. Приложни:

- Разработеният цялостен подход за обработка на многоспектрални изображения и обучение на авторската архитектура на дълбока невронна мрежа за генериране карти на индекса на листната маса е имплементиран върху високопроизводителна инфраструктура.

Особено добро впечатление прави фактът, че докторантът вече има идеи за развитие в бъдеще на своята работа в две насоки: включване на нови входни данни, допълващи сателитните изображения с цел подобряване на класификационната му точност и използване на полеви данни за целите на обучението и тестването на модела.

Докторантът е представил 3 публикувани доклада в базата IEEE Xplore конференции по темата на дисертационния труд, всички реферирани в Scopus. Съгласно Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България тези публикации носят на докторанта по 18 точки или общо 54, с което е постигнато и надвишено изпълнено изискването на минимум 30 точки по показател Г за дисертация за получаване на образователната и научна степен „доктор“. Всички публикации са в съавторство, като докторантът е първи автор на две от тях и трети от общо 5 съавтора на третата публикация. Считаю, че това доказва съществения му принос във всички публикации.

Макар процедурата да не изисква цитати, вече има и данни за два цитата на една от публикациите в реферирани в Scopus статии, което е доказателство, че работата на докторанта е видима и считана за полезна от световната научна общност.

Освен това докторантът е представил части от резултатите по своята дисертация на 5 международни научни форума. Има и участие в три проекта по национални научни програми.

Дисертационният труд е написан на английски език, като по този начин е избегната необходимостта от превод на български език на използваната терминология от областта на дълбоките невронни мрежи. В автореферата на български език са останали доста чуждици или буквален превод на термините, което не намалява неговите научни качества. В нашата научна общност липсва общоприет превод, но бих препоръчала в бъдеще да се прецизира превода, ако се налага да се представя работа пред българска аудитория.

Представеният дисертационен труд е едно завършено научно изследване, включващо стъпките от получаването на суровите сателитни данни, тяхната предварителна обработка, обогатяване (аугментация), обучение на дълбока невронна мрежа с използване на данни от два спътника с различни характеристики, тестване на модела и анализ на точността му и способността му да обобщава при използване на нови данни. Смятам, че докторантът е изградил сериозна научна компетентност и умения да прилага знанията си при решаване на практически задачи. Препоръчвам му да продължи да се развива и в бъдеще в тази несъмнено актуална област с голямо практическо значение.

Кандидатът отговаря на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав за присъждане на образователната и научна степен „доктор“. В заключение давам **положителна оценка** на дисертационния труд.

Всичко това ми дава основание да препоръчам на членовете на уважаемото Научно жури да присъди на **Венцислав Юриев Полименов** образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление **4.6 Информатика и компютърни науки, научна специалност „Информатика“**.

Дата: 30.06.2026г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

(Проф. П. Копринкова-Христова)