

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.1. „Машинно инженерство“, област на висше образование 5 „Технически науки“

**Автор на дисертационния труд:** ас. инж. Аспарух Иванов Атанасов, докторант по докторска програма „Приложна механика“, катера „ММЕ“, Машинно-технологичен факултет, Технически университет – Варна

**Тема на дисертационния труд:** „ИЗСЛЕДВАНЕ ПРИЛОЖИМОСТТА И ЕФЕКТИВНОСТТА НА СЕНЗОРНИ СИСТЕМИ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО“

**Рецензент:** проф. д-р Иван Димитров Киряков, Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, професионално направление 6.2. Растителна защита, определен за рецензент съгласно Заповед №3/05.01.2024 на Ректора на ТУ – гр. Варна.

### **I. Обща характеристика на дисертационния труд и автореферата.**

Представеният за рецензия дисертационен труд е разработен върху 151 страници и включва 89 фигури, 35 таблици и 5 приложения, оформени в 5 глави. Дисертационният труд е оформен както следва: Въведение; Списък на използваните символи и съкращения; Обзор на литературата (Глава 1); Резултати и обсъждане оформени в 4 глави; Приноси, Резюме на получените резултати; Публикации свързани с дисертационния труд; Приложения; Библиография, възлизаща на 211 заглавия на латиница и 16 линка към сайтове с научна информация.

Представеният автореферат на дисертационния труд отговаря на изискванията на ТУ - Варна и включва 13 фигури и една таблица, представящи основните насоки на изследване и формулираните изводи, и приноси.

### **II. Актуалност на разработваната тема.**

Стремежът на земеделските производители е насочен основно към достигане биологичния потенциал на отглежданите сортове и хибриди при снижаване себестойността на продукцията. Бурното развитие на компютърните технологии и въвеждането им в земеделската практика дава възможност за прецизиране технологията на отглеждане на микро ниво, т.е. вземане на решение в рамките на конкретен посев или участък от него. Своевременното събиране на данни за развитието на дадена култура, в конкретен посев, през вегетационния период е от първостепенно значение за

своевременно откриване на нарушения в развитието на растенията причинени от абиотични или биотични стресови фактори. Към настоящия момент позиционирането на земеделската техника на база GPS технологиите намира все по-голямо приложение при подготовка на площите, сеитба, окопаване, провеждане на растителнозащитни мероприятия. Засилва се интереса към използване на Безпилотни летателни апарати (БПЛА), снабдени с сензорни технологии, даващи възможност за проследяване състоянието на съответните посеви. За съжаление у нас все още липсват достатъчно натрупани данни, събрани чрез тези технологии, при конкретните култура, особено като се има предвид широката гама от сортове и хибриди, както и различните почвени типове.

*Изложеното по-горе ми дава основанието да разглеждам настоящата разработка като значим принос за по-нататъшното развитие на прецизното земеделие у нас.*

### **III. Литературна обезпеченост и теоретична подготовка на кандидата.**

Базирайки се на значителен брой литературни източници, инж. Атанасов последователно и умело проследява голяма част от съществуващите към момента: сензори и методите за определяне свойствата на почвата; глобалните системи за позициониране; сензорите за измерване на преместване и скорост; сензори за дистанционно спектрално изследване; сензори за разделяне на цветовете; мултисензорни устройства. В тази глава е формулиран и обекта, и предмета на изследване, а именно обследване на земеделски посеви в Североизточна България чрез сензорни системи с приложение в прецизното земеделие използвани в БПЛА. Прави впечатление, че значителна част от цитираната литература е публикувана след 2000 година. Представена информация, илюстрирана с 13 фигури и 11 таблици, *показва много добрата осведоменост на докторанта относно приложението на сензорните системи за мониторинг в растениевъдството.* Умелото представяне и анализиране на научната информация дава възможност на докторанта правилно да формулира целта на изследването и задачите за нейното постигане.

### **IV. Методически подходи.**

Изследванията са проведени през периода 2019-2022 год. върху посеви от зимни зърнено-житни култури, слънчоглед и царевица в Южна Добруджа, обл. Добрич. Направени са 185 заснемания на комерсиални и опитните посеви с БПЛА, в различни фази от развитието на културите, като са реализирани 93 500 снимки на проучваните площи. Проследени са изменения в 4 индекса на

основа изображения от MAPIR Survey 3W камера, чрез Pix4Damprrer програмен продукт. Събраният снимков материал с RGB и NIR камери са обработени със софтуерна платформа MatLab за определяне на четири индекса. За сравняване на кривите на вегетационните индекси на пшеничени посеви са използвани снимки от MAPIR Survey 3W и Hasseblad L1D-20 камери, обработени с Pix4Damprrer. С оглед установяване тенденциите в зависимостта на индекс NDWI с метеорологичните данни е проведен регресионен анализ. Измененията на осем вегетационни индекса в царевични посеви са установени чрез прилагане на дескриптивен анализ. Проведени са серия от изпитвания на създаден сензор за почвена влажност. *Считам, че използваните от докторанта методи и подходи на изследване гарантират изпълнението на поставените задачи и постигане на формулираната цел.*

#### **V. Значимост и убедителност на получените резултати интерпретации и изводи.**

Резултатите от проучването са отразени в четири основни глави, като към всяка от тях са направени съответните изводи. Представените в Глава 2 данни показват, че БПЛА DJI mavic 2 е подходящ за наблюдение на малки и средни по размер площи, което дава възможност за неговото приложение при провеждането на научни изследвания. Представени са доказателства за ефикасността на дистанционното наблюдение при установяване на тенденциите в изменението на кривата на основните вегетационни индекси, свързани с оценката на типовете абиотичен и биотичен стрес. Обработката на данните от заснемане с програмни продукти MetaLab и ImageJ дават надежда оценка при обследване на малки площи. Заснемането с камери регистриращи близката инфрачервена светлина позволява ранна диагностика на епифитотийно развитие на болести в посевите на обикновен зимна пшеница. Резултатите, отразени в Глава 3 доказват наличието на съответствие между изменението на индекс NDVI с климатичните условия през периода на наблюдение. Докторантът прави извод, че софтуерната платформа MetaLab е удобен инструмент за изчисляване на вегетационните индекси. Натрупаните данни позволяват използването на набор от показатели, за определяне темпа на развитие на отделни генотипи. Представени са доказателства за ефективността на инфрачервените камери при ранна диагностика на поражения от стресови фактори през вегетацията. Резултатите отнесени към Глава 4 представят доказателства за приложимостта на БПЛА снабдени с инфрачервена камера при следене на влагата в горните почвени слоеве. Установена е пряка връзка между почвената влажност и етапа от развитие на културата в момента на заснемане. На база регресионен анализ е разработен модел даващ

информация за влиянието на три фактора, които представляват цифрова стойност на трите цвята заснемани с камерата. В Глава 5 е представена информация за разработен от инж. Атанасов сензор, за определяне на почвената влага. Сензорът осигурява наблюдения на тенденциите в изменението на почвената влажност, като евтина алтернатива на професионалните метеорологични станции.

*Считам, че много добрата литературна осведоменост на докторанта, както и коректно подобрите методи и подходи за анализ на резултатите са в основата на убедителното интерпретиране на данните и формулираните изводи.*

#### **VI. Приноси на дисертационния труд.**

Приемам представената от докторанта справка за приносите, произтичащи от неговите научни изследвания. Те подчертават силните страни на дисертацията, посочват новостите и се основават на установени резултати и заключения, *които са лично дело на докторанта*. В обобщен вид те могат да бъдат представени както следва:

##### **Научни и научно приложни приноси:**

- Създадена е база данни за тенденциите и динамиката на изменение на вегетационните индекси NDVI, EVI2 и SAVI за набор от сортове обикновена зимна пшеница при конкретни почвено-климатични условия на Южна Добруджа, което дава възможност за използването на БПЛА в селекционните програми;
- Доказани са корелационни зависимости между спектралните данни и отражението от обследваните култури по отношение фенологичните, биометричните и физиологични показатели, даващи възможност за своевременно откриване на нарушения в посевите, резултат от абиотичен и биотичен стрес;
- Установена е тенденция за факторите, които имат най-голямо значение за индекса на влага (NDWI) – относителна влажност, температура на въздуха и слънчева радиация, даващи възможност за наблюдение на почвената влага в началните етапи от развитието на културите;
- Доказано е, че диапазонът на вегетационния индекс NDVI при обикновената зимна пшеница в Южна Добруджа е в интервал -1 до 0.5, като тези данни са оригинални за нашата страна.

#### **Приложни приноси:**

- Приложен е оригинален метод за извличане на информация от пикселовите матрици, посредством софтуерна платформа MatLab, даваща възможност за проследяване вегетацията на растенията. Методът е подходящ за приложение при наблюдение на малки експериментални участъци;
- Създаден е оригинален прототип на WiFi сензор за влажност на почвата и температура на въздуха, с автономно електрическо захранване, значително по-евтин от професионалните метеорологични станции;
- Създадена е база данни за фенологичното развитие на културите чрез регистриране на отражението от специфични спектърни области, даващ възможност за прогнозиране съдържанието на биомаса и потенциала на изследваните растения.

В качеството си на специалист в професионално направление 6.2. Растителна защита считам, че настоящата разработка е със значим принос за внедряване на сензорните технологии при мониторинга на болести при културните растения, които биха били пропуснати при конвенционалните методи и подходи на обследване. Това от своя страна би дало възможност за вземане на своевременни и адекватни решения с оглед предотвратяване на тяхното епифитотийно развитие.

#### **VII. Оценка качеството на научните публикации, отразяващи резултатите в дисертацията.**

По материалите свързани с дисертационния труд са публикувани 10 научни статии, две от които на български, а останалите на английски език. Една от публикациите е самостоятелна, в четири от тях докторантът е водещ автор, а в останалите втори или следващ автор. Пет от публикациите са отпечатани в сборници от научни форуми в чужбина, а останалите в научни списания или сборници на научни организации. Една от публикациите е индексирана в база данни на научната платформа SCOPUS. Една от публикациите е отпечатана през 2019 г., а останалите през периода 2020-2023 год., което обуславя и липсата на справка за тяхната цитируемост поради факта, че не са станали достояние до широката научна общност. В публикациите са отразени основни части от дисертацията, оформени са съгласно изискванията на редколегиите, с добро научно ниво и

несъмнено ще превликат вниманието на специалистите в изследваната от докторанта научна област.

### **VII. Критични бележки, препоръки и въпроси.**

Дисертационният труд е написан на високо научно ниво, добре оформен, а наблюдаваните пропуски са незначителни и не дават отражение върху неговата научна стойност. Като *критична бележка* мога да посоча неправилното използване на някои термени свързани с растениевъдството.

*Препоръчвам* на инж. Атанасов да продължи своите изследвания в областта на сензорните технологии в земеделието, като разшири диапазона на земеделските култури и районите на изследване.

Кам инж. Атанасов имам следните *въпроси*:

1. Възможно ли е чрез дистанционното наблюдение да се определяне видовия състав и популационната плътност на плевелите и причинители на болести при отделни земеделски култури?
2. Какви са възможностите и ограниченията на технологията за дистанционно наблюдение от гледна точка на почвено-климатичните условия?

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основавайки се на приложените от докторанта методи и подходи на изследване, правилно проведените експерименти, направените обобщения и изводи, научните и научно приложни приноси, и не на последно място високото научно ниво при оформяне и представяне на научната информация считам, че настоящия дисертационен труд отговаря на изискванията залегнали в ЗРАСРБ, Правилника за неговото приложение и Правилника на Технически университет – Варна. Всичко това ми дава основание да оценя настоящия дисертационен труд **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Позволявам си да препоръчам на членовете на уважаемото Научно жури да гласува **ПОЛОЖИТЕЛНО** за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ на ас. инж. **Аспарух Иванов Атанасов** в професионално направление 5.1 „Машинно инженерство“, докторска програма „Приложна механика“.

20 февруари 2024 г.  
ТУ - Варна

Рецензент:

/проф. д-р Иван Киряков/