



## СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд  
за придобиване на образователната и научна степен "доктор"

в област на висше образование - 5. Технически науки  
профессионално направление - 5.2 Електротехника, електроника и автоматика  
докторска програма - Автоматизирани системи за обработка на информация и управление (по отрасли)

**Автор:** маг. инж. Светослав Стефанов Атанасов

**Тема:** Изследване на влиянието на микроклиматични параметри на почвата върху цветови признания на оранжерийни домати с оглед автоматизация на напояването

**Член на научното жури:** проф. д-р инж. Звездлица Петрова Ненова, Технически университет - Габрово

Дисертационният труд на маг. инж. Светослав Стефанов Атанасов е в обем от 199 страници, структуриран във въведение, 5 глави, общи изводи, приноси, 3 приложения и списък на цитираната литература. Работата включва 71 фигури и 39 таблици.

### 1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Темата на дисертационния труд е в областта на автоматизацията в прецизното земеделие, като е разработена автоматизирана система за отдалечно автономно наблюдение на посева от оранжерийни домати и управление на процеса на напояването им.

Напояването е от решаващо значение за продуктивността на земеделието в световен мащаб. От друга страна, прясната вода е ценен природен ресурс, като запасите от него са в недостиг в голяма част от планетата, особено във връзка с климатичните промени. В селското стопанство се използва значителна част от световните запаси от прясна вода. Затова постигането на ефективност при използване на водата за напояване, минимизирането на загубите при това и опазването на водните ресурси е от голямо значение. Дигитализацията в селското стопанство прави земеделските дейности все по-достъпни, като се използват комбинации от различни технологии за подобряване на прецизността им. Това е предпоставка за решаването и на задачата за автоматизирането на процесите при напояването и оптималното използване на водните ресурси.

В тази връзка разработената в дисертационната работа автоматизирана система за следене и управление на процеса на напояването решава актуална задача. Извършен е избор на информативни количествени (цветови – RGB и HSL) и качествени (млади-стари листа, преди-след поливка) признания и са синтезирани модели между микроклиматичните параметри на почвата и цвета на листата на оранжерийните домати. На основата на получените модели е базирано действието на система за следене и напояване на посевите, позволяващо автоматизация на този процес без излишен разход на вода.

## **2. Обзор на цитираната литература**

В дисертационната работа са използвани 142 литературни източника, 11 (7.8%) от които са на кирилица, 131 (92.2%) - на латиница, като 21 (14.8%) са интернет източници. На базата на разгледаните публикации е извършен преглед на използваните дигитални технологии, сензори и методите за дистанционно наблюдение и управление в прецизното земеделие, както и характеристиките и значението на селскостопанска култура домат. От цитираните литературни източници 57 (40.1%) са от последните 5 години, което е позволило да се направи преглед и на най-новите изследвания в областта на тематиката на дисертационния труд.

## **3. Методика на изследване**

За реализация на поставената в дисертационния труд цел и при решаването на формулираните в работата задачи докторантът използва съвременна методология. Направен е обзор на съвременните методи и технологии за дистанционно изследване на растителни и почвени параметри в селското стопанство. Разгледани са обектът на изследването - листната маса на здрави индетерминантни доматени насаждения и влиянието на параметрите на микроклиматата в оранжерията (влажност и температура на почвата), както и инструментариумът за извършване на изследванията. Цветът на здрави доматени листа се използва като индикатор за необходимостта от поливане и е свързан с директна оценка на водния статус на растенията и стойността на почвената влажност. Изследвани са количествените (цветови – RGB и HSL) и качествени (млади-стари листа, преди-след поливка) признания. Описана е методиката, приложена при събирането на данните за почвена влажност и цвета на листата и методиката за определяне на големината на експерименталната извадка.

Обработката на получените данни е извършена с използването на програмния продукт Statsoft Statistica и включва статистически оценки на изследваните признания, построяване и анализ на хистограми за определяне на нормалното разпределение, двуфакторен регресионен и дисперсионен анализ. При избора на информативни количествени признания за определяне на необходимостта от поливане на насажденията е използвана нелинейна оценка от типа частично-линейна регресия. Установено е, че най-информативни за нуждата от напояване са младите листа преди поливка.

Получените модели са използвани при функционирането на разработената система за дистанционно следене и автоматизация на напояването на доматени оранжерийни насаждения.

## **4. Приноси на дисертационния труд**

По мое мнение могат да се обобщят следните основни научно-приложни и приложни приноси в дисертационния труд:

1. Предложен е индиректен метод за установяване на влажността на почвата посредством модел на базата на частично-линейна регресия с точка на прекупуване, позволяващ прогнозиране на влажността на почвата на основата на цвета на младите листа на индетерминантни доматени насаждения и температурата на почвата.

2. Установено е, че точката на прекупуване при частично-линейния регресионен модел съвпада със средноаритметичната стойност на всеки изследван цветови компонент.

3. На базата на определеното време за усвояване на вода от индетерминантни доматени растения се доказва, че промяната на цвета на младите листа на тези растения не е късен индикатор за установяване на воден стрес.

4. Предложена е система за отдалечно автономно наблюдение на посеви и автоматизирано управление на процеса на поливане по цвета на млади листа на доматени насаждения и температурата на почвата.

5. На базата на синтезирания модел е разработен програмен инструмент, позволяващ прогнозиране с висока точност на почвената влажност и способстващ автоматизирането на обработката на изображението и процеса на напояване.

## **5. Публикации и цитирания по дисертационния труд**

По тематиката на дисертационния труд са приведени 5 публикации – 2 статии в индексирани в Scopus списания с Q3 ранг: Bulgarian Journal of Agricultural Science и IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 2 статьи в Сборник научни трудове на Русенски университет "Ангел Кънчев" и 1 доклад, публикуван в Сборник научни трудове от XXIV Международна научна конференция "Мениджмънт и качество" за млади учени. Две от публикациите са на английски език, а останалите – на български език. Една от приведените публикации има 2 цитирания в публикации в Scopus.

Приведените публикации, които описват основните постигнати резултати в дисертационната работа и наличието на цитирания показват, че резултати в докторската работа са достатъчно апробирани сред научната общност в страната и в чужбина.

## **6. Авторство на получените резултати**

От приведените 5 публикации докторантът е самостоятелен автор в три от тях и в другите две е първи автор. Това убедително показва личния принос на маг. инж. Светослав Атанасов в авторството на тези публикации и получените резултати.

## **7. Автореферат**

Авторефератът е с обем 35 страници, като включва списък на използвани съкращения, обща характеристика на дисертационния труд – актуалност на проблема, обект, цел и задачи на изследването, методи на изследването, научна новост и практическа полезност на изследването, апробация на работата, обем и структура на дисертационния труд, както и кратко съдържание на дисертацията по глави, общи изводи, приноси, списък на научните публикации по дисертационния труд, резюме на работата на английски език. Авторефератът достатъчно пълно отразява съдържанието на дисертационната работа и постигнатите от докторанта резултати. Номерацията на формулите, фигури, таблиците и цитираната литература съответстват на тази в дисертационния труд.

## **8. Лични впечатления от докторанта**

Не познавам лично маг. инж. Светослав Атанасов. Становището ми е на базата на предоставената дисертационна работа, автореферат и материали.

## **9. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд**

Представеният дисертационен труд показва, че докторантът маг. инж. Светослав Атанасов достатъчно добре е навлязъл в проблематиката и възможностите на приложението на автоматизираните системи в прецизното земеделие и при

използването им за целите на ефективното напояване на оранжерийните доматени насаждения, както и с апарат и приложението на методите на математическата статистика и моделиране. Извършена е значителна по обем и интересна теоретична и експериментална работа, като получените резултати и предложената автоматизирана система могат да намерят успешно практическо приложение и развитие.

Към дисертационния труд могат да се направят следните забележки и препоръки:

- техническите характеристики на използваните сензори и измервателни средства би могло да се дадат по-кратко в текста на дисертацията, като се направи позоваване на съответните източници;

- би следвало да се представят графично (като тримерни и/или като семейства характеристики) зависимостите на съответните цветови параметри от влажността и температурата на почвата за целите диапазони на изменение, за да се представи нагледно нелинейния характер на тези зависимости и възможността за използването на частично-линейни регресионни зависимости с точка на пречупване;

- препоръчвам маг. инж. Светослав Атанасов да продължи работата си по тематиката на дисертационния труд, да разшири изследването в посока на проследяване на температурното влияние в по-широк диапазон и влиянието на други фактори върху експерименталните резултати с цел използване на предлагания подход не само за оранжерийни посеви, но и за полски насаждения;

- в обобщената схема на предложената система за дистанционно наблюдение на насажденията и автоматизирано управление на напояването би следвало да се укаже и измерването на температурата на почвата, участваща в модела за определяне на влажността на почвата, наред с цветовите параметри;

- продължаването и развитието на изследователската дейност по тематиката ще даде възможност на маг. инж. Светослав Атанасов да развие публикационната си дейност и в издания с импакт фактор.

Предложеният подход, основан на физическото наблюдение на растенията и използването им като „биологични сензори“, е много обещаващ за решаване на широк кръг задачи в прецизното земеделие.

## 10. Заключение

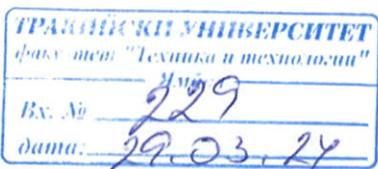
Оценката ми за представения дисертационен труд е **положителна**. Смяtam, че дисертационният труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за неговото прилагане.

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „**доктор**“

от **маг. инж. Светослав Стефанов Атанасов** в  
област на висше образование - 5. Технически науки,  
профессионалено направление - 5.2 Електротехника, електроника и автоматика,  
докторска програма - Автоматизирани системи за обработка на информация и  
управление (по отрасли).

Член на научното жури: /П/  
/проф. д-р инж. З. Ненова/

28.03.2024 г.



## OPINION

### on a dissertation for obtaining the educational and scientific degree "Doctor"

in the field of higher education - 5. Technical sciences

professional field - 5.2 Electrical engineering, electronics and automation

doctoral program - Automated systems for information processing and management (by industries)

**Author:** M.Eng. Svetoslav Stefanov Atanasov

**Topic:** Study of the influence of soil microclimatic parameters on color characteristics of greenhouse tomatoes with a view to irrigation automation

**Member of the scientific jury:** Prof. Zvezditsa Petrova Nenova, PhD, Technical University of Gabrovo

The dissertation of M.Eng. Svetoslav Stefanov Atanasov is a volume of 199 pages, structured in an introduction, 5 chapters, general conclusions, contributions, 3 appendices and references. The work includes 71 figures and 39 tables.

#### 1. Topic and relevance of the dissertation work

The topic of the dissertation work is in the field of automation in precision agriculture, and an automated system has been developed for remote autonomous monitoring of greenhouse tomato crops and control of their irrigation process.

Irrigation is critical to agricultural productivity worldwide. On the other hand, fresh water is a precious natural resource, and its supplies are in short supply in much of the planet, especially in relation to climate change. Agriculture uses a significant portion of the world's fresh water reserves. Therefore, achieving efficiency in using irrigation water, minimizing losses and protecting water resources is of great importance. Digitization in agriculture is making farming activities increasingly accessible, using a combinations of different technologies to improve their precision. This is a prerequisite for solving the task of automating irrigation processes and optimal use of water resources.

In this regard, the automated system for monitoring and controlling the irrigation process developed in the dissertation solves an actual task. A selection of informative quantitative (color-related – RGB and HSL) and qualitative (young-old leaves, before-after irrigation) factors was made and models were synthesized between the soil microclimatic parameters and the color of greenhouse tomato leaves. Based on the obtained models, the operation of the developed crop monitoring and irrigation system allows for the automation of this processes without excessive water consumption.

#### 2. Overview of references

In the dissertation work 142 references were used, 11 (7.8%) of which are in Cyrillic, 131 (92.2%) - in Latin, and 21 (14.8%) are Internet sources. Based on the references, a review of the digital technologies, sensors and remote monitoring and control methods used in precision agriculture, as well as the characteristics and importance of the tomato agricultural crop, was carried out. Of the cited references, 57 (40.1%) are from the last 5 years, which

made it possible to review the latest research in the field of the subject of the dissertation work.

### **3. Research methodology**

To realize the goal set in the dissertation and to solve the tasks formulated in the work, the doctoral student uses modern methodology. An overview of modern methods and technologies for remote sensing of plant and soil parameters in agriculture has been made. The object of the research - the leaf mass of healthy indeterminate tomato plantations and the influence of the microclimate parameters in the greenhouse (humidity and temperature of the soil), as well as the instrumentation for carrying out the research - were examined.

The color of healthy tomato leaves is used as an indicator of the need for watering and is related to a direct assessment of plant water status and soil moisture value. Quantitative (color-related – RGB and HSL) and qualitative (young-old leaves, before-after watering) factors were investigated. The methodology applied in the collection of soil moisture and leaf color data and the methodology for determining the size of the experimental sample are described.

The processing of the obtained data was carried out using the software product Statsoft Statistica and included statistical evaluations of the studied indicators, construction and analysis of histograms to determine the normal distribution, two-factor regression and dispersion analysis. In the selection of informative quantitative indicators for determining the need to water the plantations, a non-linear estimation of the piecewise linear regression type was used. It was found that the most informative about the need for irrigation are the young leaves before watering.

The obtained models were used in the functioning of the developed system for remote monitoring and automation of the irrigation of tomato greenhouse plantations.

### **4. Contributions of the dissertation work**

In my opinion, the following main scientific-applied and applied contributions in the dissertation work can be summarized:

1. An indirect method for determining soil moisture by means of a piecewise linear regression model with a breakpoint is proposed, allowing prediction of soil moisture based on the color of young leaves of indeterminate tomato plantations and soil temperature.

2. It is established that the breakpoint point of the piecewise linear regression model coincides with the arithmetic mean value of each color component examined.

3. Based on the determined time for water uptake by indeterminate tomato plants, it is proved that the color change of the young leaves of these plants is not a late indicator of the establishment of water stress.

4. A system for remote autonomous monitoring of crops and automated control of the watering process based on the color of young leaves of tomato plantations and soil temperature is proposed.

5. On the basis of the synthesized model, a software tool has been developed, allowing highly accurate prediction of soil moisture and facilitating the automation of image processing and the irrigation process.

### **5. Publications and citations on the dissertation work**

On the topic of the dissertation work, 5 publications have been cited - 2 articles in Scopus indexed journals with Q3 rank: Bulgarian Journal of Agricultural Science and IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 2 articles in Proceedings of the

University of Ruse and 1 report published in Proceedings of the 24<sup>th</sup> International Scientific Conference "Management and Quality" for young scientists. Two of the publications are in English, and the rest are in Bulgarian. One of the cited publications has 2 citations in Scopus publications.

The cited publications that describe the main results achieved in the dissertation work and the presence of citations show that the results in the doctoral work are sufficiently approved among the scientific community in the country and abroad.

## **6. Authorship of the obtained results**

Of the 5 cited publications, the doctoral student is the independent author in three of them and the first author in the other two. This convincingly shows the personal contribution of M.Eng. Svetoslav Atanasov in the authorship of these publications and the obtained results.

## **7. Abstract**

The abstract has a volume of 35 pages, including a list of abbreviations used, general characteristics of the dissertation work - topicality of the problem, object, purpose and tasks of the research, research methods, scientific novelty and practical usefulness of the research, approbation of the work, volume and structure of the dissertation work, as well as a brief content of the dissertation by chapter, general conclusions, contributions, a list of scientific publications on the dissertation work, a summary of the work in English. The abstract sufficiently fully reflects the content of the dissertation work and the results achieved by the doctoral student. The numbering of formulas, figures, tables and cited literature corresponds to that in the dissertation work.

## **8. Personal impressions of the doctoral student**

I don't know M.Eng. Svetoslav Atanasov personally. My opinion is based on the dissertation work, abstract and materials provided.

## **9. Comments, recommendations and remarks on the dissertation work**

The presented dissertation shows that the doctoral student M.Eng. Svetoslav Atanasov is sufficiently well versed in the problems and possibilities of the application of automated systems in precision agriculture and in their use for the purposes of efficient irrigation of greenhouse tomato plantations, as well as with the apparatus and application of the methods of mathematical statistics and modeling. Considerable volume and interesting theoretical and experimental work has been carried out, and the obtained results and the proposed automated system can find successful practical application and development.

The following remarks and recommendations can be made to the dissertation work:

- the technical characteristics of the used sensors and measuring devices could be given more briefly in the text of the dissertation, referring to the relevant sources;

- the dependences of the relevant color parameters on soil moisture and soil temperature for the entire ranges of variation should be graphically presented (as tridimensional and/or as families of characteristics) in order to visualize the non-linear nature of these dependences and the possibility of using piecewise linear regression relationships with a breakpoint;

- I recommend M.Eng. Svetoslav Atanasov to continue his work on the subject of the dissertation work, to expand the research in the direction of tracking the temperature influence in a wider range and the influence of other factors on the experimental results in

order to use the proposed approach not only for greenhouse crops, but and for field crops;

- in the summary scheme of the proposed system for remote monitoring of plantations and automated irrigation control, the soil temperature measurement involved in the soil moisture determination model should be indicated, along with the color parameters;

- the continuation and development of the research activity on the subject will give M.Eng. Svetoslav Atanasov the opportunity to develop his publication activity in publications with an impact factor.

The proposed approach, based on the physical observation of plants and their use as "biological sensors", is very promising for solving a wide range of tasks in precision agriculture.

## 10. Conclusion

My assessment of the presented dissertation work is **positive**. I believe that the dissertation **meets** the requirements of the Act on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations on its implementation.

The achieved results give me reason to **propose** that the educational and scientific degree "**Doctor**" be obtained

by **M.Eng. Svetoslav Stefanov Atanasov**

in the field of higher education - 5. Technical sciences,

professional field - 5.2 Electrical engineering, electronics and automation,

doctoral program - Automated systems for information processing and management (by industries).

**Member of the scientific jury:** /signature/  
/Prof. Z. Nenova, PhD/

28.03.2024 г.