



АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ
Пловдив 4000; бул. «Менделеев» № 12; тел. +359/32/654 300
Факс +359/32/633 157; www.au-plovdiv.bg

Факултет по Агрономство

Утвърждавам:

Декан:

(доц.д-р А. Сегов)



ИНДИВИДУАЛЕН УЧЕБЕН ПЛАН

на

Иво Вълчев Куманов, Заповед РД-26-70/23.12.2021 г.

Област на висшето образование	6. Аграрни науки и ветеринарна медицина
Професионално направление	6.1 Растениевъдство
Научна специалност	Фуражно производство, ливадарство
Форма на обучение	Задочна
Продължителност на обучение	4 години
Тема на дисертационния труд	Проучване върху възможностите на изкуствения интелект за диагностика на растителното здраве на люцерна
Научен ръководител/и или консултант	Проф. д-р Христина Янчева Доц. д-р Борис Евстатиев – Русенски университет „Ангел Кънчев“
Обсъден и приет на КС	Протокол №68/07.03.2022 г.
Утвърден на заседание на ФС	Протокол № 3/07.03.2022 г.

О Б Щ У Ч Е Б Е Н П Л А Н

Учебна и преподавателска работа на докторанта		
ПЪРВА ГОДИНА		
Деятелност	Период	Кредити
Участие в обучителни курсове		
Научна етика	Февруари-Декември 2022	5
Управление на добива и качеството на фуражните култури	Февруари-Декември 2022	5
Сума за I година		10
ВТОРА ГОДИНА		
Деятелност	Период	Кредити
Дигитални технологии в земеделието	Януари –Март 2023	5
Изпит по специалността	Януари –Декември 2023	20
Сума за II година		25
ТРЕТА ГОДИНА		
Деятелност	Период	Кредити
Извеждане на упражнения	Януари –Декември 2024	5
Работа с научна база данни	Януари –Декември 2024	5
Сума за III година		10
ЧЕТВЪРТА ГОДИНА		
Деятелност	Период	Кредити
Математически и симулационни модели за управление на добива при фуражни култури	Януари –Декември 2025	5
Сума за IV година		5
Сума		50

Научноизследователска работа на докторанта

Анотация

Целенасочените научни и приложни изследвания по отношение на приложението на изкуствения интелект в земеделието ще спомогнат за подобряване на управлението добива и качеството на културите, ограничаване на използването на торове и пестициди, подобряване на биологичното разнообразие и създаване на по-здравословна околна среда в контекста на стратегията „От фермата до трапезата“. Традиционната оценка на състоянието на посевите се основава на ръчно събиране на проби за определяне на различни характеристики, свързани с диагностика на основните вредители както и с определяне на добива [2,3,4, 5]. Тази оценка е трудоемка, отнемаща много време, но освен това не дава възможност да се наблюдава състоянието на посева през целия вегетационен [2]. Новите техники за дистанционни наблюдения предоставят ефективен начин за наблюдение на растежа и развитието на културите, нападението от вредители, воден и хранителен дефицит, което дава възможност за детайлен анализ и прогнозиране на добива. През последните години използването на изкуствен интелект навлиза все

по-широко в селското стопанство [7,8,9], за да се оптимизират добива и качеството на продукцията при използване на по-малко ресурси.

Люцерната е една от най-важните и широко разпространени многогодишни бобови култури, с висок добив на сухо вещество и висока хранителна стойност. Прецизното управление на добива и качеството е от решаващо значение за оптимизиране на рентабилността на люцерновите посеви. Навременната оценка на състоянието на посева а в рамките на вегетационния сезон може да предостави информация за прецизни управленски решения за намаляване на потенциалните производствени загуби. Освен това, бързото и точно оценяване на добива в рамките на вегетационния период също има потенциала да подобри времето за прибиране на люцерна за оптимизиране на качеството и производството на фураж [1].

Изследвания за използването на сателитни данни за оценка на добива на люцерна чрез изображения на Landsat са използвани за прогнозиране на добива в Саудитска Арабия, с които се доказва, че нормализирания вегетационен индекс (NDVI), зеления нормализиран вегетационен индекс (GNDVI) и нормализирания индекс на влагата (NDMI) са силно свързани с добива [9]. Комерсиалните Сателитни данни от QuickBird с висока разделителна способност са използвани за оценка на добива на люцерна в хълмисти райони на платото Лъос в Китай и беше постигнато по-добро представяне в сравнение с използването на данните от Landsat [6]. Макар и успешно, приемането на сателитно дистанционно наблюдение в прецизното земеделие е ограничено поради ограничения, като замърсяване на облака и относително груби пространствени и времеви разделителни способности [7,8].

Напоследък голяма част от изследванията за оценка на състоянието на посевите са свързани с безпилотните летателни апарати (дронове), поради тяхната по-голяма гъвкавост и по-фината пространствена разделителна способност на изображенията [10, 11, 12, 13] и други приложения в прецизното земеделие [14,15,16]. По-голямата част от тези изследвания са фокусирани върху зърнените култури.

Изследвани са също и два типа модели за прогнозиране на добива: базирани на симулационни модели на различни култури и модели на машинно зрение. Моделите прогнозират добива чрез симулиране на растежа на културите въз основа на физиологични характеристики на растенията и редица фактори на околната среда, а представителните симулационни модели на люцерна включват ALSIM [17], АЛФАЛФА 1.4 [18], ALF2LP [19], както и моделът DSSAT-CROGRO-Traennial Forage, който може да бъде адаптиран към люцерната [20]. Макар и успешни, тези модели обикновено изискват голям брой входни данни, свързани с екологичните условия, сорта на културата и практиките на управление, които често са трудни за получаване [21]. Изследванията в

България по отношение на изкуствения интелект и неговото приложение са твърде, по често обзорни [23,24].

Цел: Създаване на специализирано хранилище на данни и проучване на възможностите на изкуствения интелект за диагностика на растителното здраве на люцернови посеви в Централна Северна България за целите на прецизното земеделие.

Задачи:

1. Теренни наблюдения за появата, разпространението и степента на нападение от икономически важни вредители по люцернови посеви в Централна Северна България и определяне на видовата им принадлежност.
2. Изследване на възможностите на компютърното зрение и изкуствения интелект за получаване на информация относно състоянието на растенията – фази на развитие, нападение от плевели, болести и неприятели.
3. Разработване на концепция, теоретичен модел и архитектура на специализирано хранилище за данни, подпомагащо методите за разпознаване на образи.
4. Разработване на прототипи на компоненти за разпознаване на икономически важните плевели, болести и неприятели в люцерновите посеви.
5. Разработване на прототипи на функционални компоненти за решаване на различни оптимизационни задачи.

Методика

Опитите ще бъдат изведени в АЖД Агро“ ЕООД - агробизнес компания, която е водещ производител на люцерна в България. Стопанството се намира в района на гр. Летница, която се намира в най-североизточната и най-равнинната част на Ловешка област в Централна Северна България, на границата между Дунавската равнина и Предбалкана. Районът се характеризира с умерено-континентален климат, мека и снежна зима, дълго и топло лято, често с периоди на засушаване, чести температурни инверсии, висок дял на тихо време. Почвите са предимно сивите горски почви със сравнително добро почвено плодородие.

На площ от 30 дка стара люцерна, поливни условия в 5-те откоса ще бъдат извършвани следните наблюдения:

1. Теренни наблюдения
2. Наблюдения с дрон с хиперспектрална камера
3. Наблюдения с Prospera, снабден с On-Pivot сензор

Във всеки вариант при всеки откос ще се извършват наблюдения върху фенологичното развитие на люцерната и появата, разпространението, плътността и степента на нападение от икономически важните вредители по люцерната. Обследването за плевели, болести и неприятели ще се извърши съгласно възприетите методики [25].

При теренните проучвания ще се определя и видовата принадлежност на неприятелите, болестите и плевелите, която база данни ще е необходима за създаване на специализирано хранилище и за разработване на прототипи на компоненти за разпознаване на икономически важните плевели, болести и неприятели в люцерновите посеви.

Наблюденията с дрон ще се извършват 2 пъти за всеки откос.

Наблюденията със системата Prospera ще се извършват непрекъснато (24/7), тъй като сензорите On-Pivot събират изображения непрекъснато като камерата осигурява разделителна способност под mm и поддържа нощно виждане. Изображенията на външния обхват се правят на всеки 20-40 секунди и на вътрешните обхвати на всеки няколко минути.

Ще се отчитат следните вегетационни индекси (VI) - нормализиран вегетационен индекс (NDVI), зелен нормализиран вегетационен индекс (GNDVI) и нормализиран индекс на влагата (NDMI).

Всяка година ще се съпоставят наземните и дистанционните измервания за установяване на точността на вторите.

Ще се идентифицират типичните източници на данни, използвани при разпознаване на образи в земеделието, техния формат, обем, честота и др.

Ще се изберат и маркират референтни зони, ще се извърши заснемане, разработване и избор на модели за разпознаване, обучение на моделите и

тестването им с непознати данни.

Ще се разработи концепция за разпознаване на плевели, болести и др., респективно модел на базата от данни.

На базата на критерии и критични стойности за оптимизация и проведените експериментални и симулационни изследвания ще се разработят прототипи на функционални компоненти за решаване на различни оптимизационни задачи.

Литература:

1. Noland, R.L.; Wells, M.S.; Coulter, J.A.; Tiede, T.; Baker, J.M.; Martinson, K.L.; Sheaffer, C.C. Estimating alfalfa yield and nutritive value using remote sensing and air temperature. *Field Crops Res.* 2018, 222, 189–196.
2. Geipel, J.; Link, J.; Claupein, W. Combined spectral and spatial modeling of corn yield based on aerial images and crop surface models acquired with an unmanned aircraft system. *Remote Sens.* 2014, 6, 10335–10355.
3. Lauer, J. Methods for Calculating Corn Yield. 2002, Volume 33. Available online: <http://corn.agronomy.wisc.edu/AA/A033.aspx> (accessed on 3 March 2020).
4. Ma, Y.; Kang, Y.; Ozdogan, M.; Zhang, Z. County-level corn yield prediction using deep transfer learning. *AGUFM 2019, 2019*, B54D-02.
5. Wang, Y.; Zhang, Z.; Feng, L.; Du, Q.; Runge, T. Combining Multi-Source Data and Machine Learning Approaches to Predict Winter Wheat Yield in the Conterminous United States. *Remote Sens.* 2020, 12, 1232.
6. Pan, G.; Sun, G.-J.; Li, F.-M. Using QuickBird imagery and a production efficiency model to improve crop yield estimation in the semi-arid hilly Loess Plateau, China. *Environ. Model. Softw.* 2009, 24, 510–516.
7. Wahab, I.; Hall, O.; Jirström, M. Remote Sensing of Yields: Application of UAV Imagery-Derived NDVI for Estimating Maize Vigor and Yields in Complex Farming Systems in Sub-Saharan Africa. *Drones* 2018, 2, 28.
8. Su, W.; Zhang, M.; Bian, D.; Liu, Z.; Huang, J.; Wang, W.; Wu, J.; Guo, H. Phenotyping of Corn Plants Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *Remote Sens.* 2019, 11, 2021.
9. Kayad, A.G.; Al-Gaadi, K.A.; Tola, E.; Madugundu, R.; Zeyada, A.M.; Kalaitzidis, C. Assessing the spatial variability of alfalfa yield using

- satellite imagery and ground-based data. *PLoS ONE* 2016, *11*, e0157166.
10. Yun, H.S.; Park, S.H.; Kim, H.-J.; Lee, W.D.; Lee, K.D.; Hong, S.Y.; Jung, G.H. Use of unmanned aerial vehicle for multi-temporal monitoring of soybean vegetation fraction. *J. Biosyst. Eng.* 2016, *41*, 126–137.
 11. Zhou, X.; Zheng, H.B.; Xu, X.Q.; He, J.Y.; Ge, X.K.; Yao, X.; Cheng, T.; Zhu, Y.; Cao, W.X.; Tian, Y.C. Predicting grain yield in rice using multi-temporal vegetation indices from UAV-based multispectral and digital imagery. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2017, *130*, 246–255.
 12. Hassan, M.; Yang, M.; Rasheed, A.; Jin, X.; Xia, X.; Xiao, Y.; He, Z. Time-series multispectral indices from unmanned aerial vehicle imagery reveal senescence rate in bread wheat. *Remote Sens.* 2018, *10*, 809.
 13. Romero, M.; Luo, Y.; Su, B.; Fuentes, S. Vineyard water status estimation using multispectral imagery from an UAV platform and machine learning algorithms for irrigation scheduling management. *Comput. Electron. Agric.* 2018, *147*, 109–117.
 14. Maresma, Á.; Ariza, M.; Martínez, E.; Lloveras, J.; Martínez-Casasnovas, J. Analysis of vegetation indices to determine nitrogen application and yield prediction in maize (*Zea mays* L.) from a standard UAV service. *Remote Sens.* 2016, *8*, 973.
 15. Cárdenas, D.A.G.; Valencia, J.A.R.; Velásquez, D.F.A.; Gonzalez, J.R.P. Dynamics of the Indices NDVI and GNDVI in a Rice Growing in Its Reproduction Phase from Multi-spectral Aerial Images Taken by Drones. In *Advances in Intelligent Systems and Computing, Proceedings of the 2nd International Conference of ICT for Adapting Agriculture to Climate Change (AACC'18), Cali, Colombia, 21–23 November 2018*; Springer: Cham, Switzerland, 2018; pp. 106–119.
 16. Shen, X.; Cao, L.; Yang, B.; Xu, Z.; Wang, G. Estimation of forest structural attributes using spectral indices and point clouds from UAS-based multispectral and RGB imageries. *Remote Sens.* 2019, *11*, 800.
 17. Schreiber, M.M.; Miles, G.E.; Holt, D.A.; Bula, R.J. Sensitivity Analysis of SIMED 1. *Agron. J.* 1978, *70*, 105–108.
 18. Fick, G.W. *ALSIM 1 (Level 2) User's Manual*; Department of Agronomy, Cornell University: Ithaca, NY, USA, 1981.
 19. Denison, R.F.; Loomis, R.S. *An Integrative Physiological Model of Alfalfa Growth and Development*; Publication/University of California, Division of Agriculture and Natural Resources (USA): Davis, CA, USA, 1989.
 20. Bourgeois, G.; Savoie, P.; Girard, J.-M. Evaluation of an alfalfa growth simulation model under Quebec conditions. *Agric. Syst.* 1990, *32*, 1–12.
 21. Malik, W.; Boote, K.J.; Hoogenboom, G.; Cavero, J.; Dechmi, F.

Adapting the CROPGRO model to simulate alfalfa growth and yield. *Agron. J.* 2018, 110, 1777–1790.

22. Cai, Y.; Moore, K.; Pellegrini, A.; Elhaddad, A.; Lessel, J.; Townsend, C.; Solak, H.; Semret, N. Crop yield predictions-high resolution statistical model for intra-season forecasts applied to corn in the US. In Proceedings of the American Geophysical Union 2017 Fall Meeting, New Orleans, LA, USA, 13 December 2017
23. Dimitrov K., Saliev D., Damyanov I., Laskov L., Valkovski Ts., Infrared Thermal Monitoring of Intelligent Grassland via Drone, Proc. XXX International Scientific Conference Electronics - ET2021, September, E-ISBN: 978-1-6654-4518-4, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET52713.2021.9579480.
24. Dimitrov K., Damyanov I., Saliev D., Valkovski Ts., Pasture research using aerial photography and photogrammetry, Proc. 29th National Conference with International Participation "Telecom 2021", October, Electronic ISBN:978-1-6654-3344-0, DOI: 10.1109/TELECOM53156.2021.9659796.
25. Димитрова, М., И. Жалнов, Щ. Калинова, Т. Тонев, С. Миланов, В. Николова, Г. Баева, Р. Накова. 2004. Методика за отчитане и картиране на заплевеляването при основни полски култури

Методичен план

ПЪРВА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Научноизследователска работа-теренни дистанционни наблюдения	Април-Септември 2022	15
Годишен отчет	Януари-Март 2023	10
Сума за I година		25

ВТОРА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Научноизследователска работа-теренни дистанционни наблюдения	Април-Септември 2023	15
Годишен отчет	Януари-Март 2024	10
Сума за II година		25

ТРЕТА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Научноизследователска работа-теренни дистанционни наблюдения	Април-Септември 2024	15
Научна публикация	Януари-Декември 2024	5
Годишен отчет	Януари-Март 2025	10
Сума за III година		30

ЧЕТВЪРТА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Участие в международна конференция	Февруари-Декември 2025	5

Научни публикации	Февруари-Декември 2025	15
Вътрешна защита	Февруари-Декември 2025	50
Сума за IV година		70
Общо / научна дейност/		150
Общо за курса		200

Научни ръководители: проф. Христина Янчева
(.....)

Доц. д-р Борис Евстатиев
(.....)

Докторант: Иво Куманов
(.....)