

НАУКОВІ ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БІОІНЖЕНЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

І. С. Чернова, кандидат технічних наук

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України

E-mail: bioischernova@ukr.net

Анотація. У статті розглянуто проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів для біологічного захисту рослин на основі використання онтологій.

Мета дослідження – розроблення наукових основ проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів.

Об'єктом дослідження є спеціалізовані сільськогосподарські біоінженерні комплекси.

Предметом дослідження є застосування онтологічного підходу до проєктування інтелектуальних інформаційних систем для біологічного захисту рослин.

Методи дослідження – системний підхід, онтологічний інжиніринг, безкоштовне програмне середовище Visual Understanding Environment.

Проведено аналіз досліджень вітчизняних та іноземних науковців стосовно проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів. У вигляді онтологій формалізовано процеси проєктування інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин, зокрема, структурування дій щодо управління виробництвом біологічних засобів захисту рослин (на рівні техноценозу), структурування дій щодо управління використанням біологічних засобів захисту рослин (на рівні агротехноценозу), розроблення бази знань інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин.

Перевагами використання онтологій у проєктуванні інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин є автоматизація аналізу знань, агрегація знань, підвищення рівня компетентності людини-технолога в процесах управління виробництвом та використанням біологічних засобів захисту рослин.

Ключові слова: *агротехноценоз, база знань, біологічний захист рослин, інтелектуальна інформаційна система, онтології, техноцено.*

Актуальність. Нині отримання екологічно чистої сільськогосподарської продукції поєднано з біологічним методом захисту рослин. Біологічні засоби захисту рослин мають чималий ступінь екологічної безпеки, позитивно впливають

на ґрунтову біоту, забезпечують збереження та розширення біорізноманіття для підтримки екосистемних послуг в агроекосистемах [1].

Біологічні засоби захисту (бактерії, грибки, ентомофаги) є ефективною альтернативою синтетичним пестицидам [2]. Важливого значення біологічний метод набуває в овочівництві відкритого і закритого ґрунту, де продукція споживається у свіжому вигляді протягом усього вегетаційного періоду [3]. При цьому виробництво та використання біологічних засобів захисту рослин пов'язано зі спеціалізованими сільськогосподарськими біоінженерними комплексами, що містять біоінженерні комплекси виробництва ентомокультур та біологічних препаратів, інтелектуальні системи керування, агротехноценоз (ґрунт, агрокультура, технічні засоби, біоагенти, оператори, комп'ютеризовані системи, агроландшафти); властивостями цих комплексів є складність, використання людини у процесах прийняття рішень, наявність міждисциплінарної складової (біологічної, технічної, математичної, технологічної, агробіоінженерної) [4].

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення рівня інтелектуалізації процесів проектування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів, використовуючи при цьому різні прийоми проектування залежно від складності та специфіки об'єкта проектування [5]. Саме інтелектуалізація виробництва є основною умовою формування в Україні високотехнологічного сільського господарства [6].

Складовими інтелектуалізації процесів проектування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів є використання онтологій як засобів систематизації інформації за допомогою сучасних програмних середовищ. Так, застосування онтологічного принципу проектування біоінженерних комплексів у виробництві ентомофагів дозволяє структурувати знання щодо управління якістю процесів виробництва, контролю виду комахи-хазяїна, виду поживного середовища, якості поживного середовища та ін. [7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомі наукові праці стосовно проектування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів присвячено:

- проєктуванню інформаційної технології у захисті рослин за допомогою UML діаграм [8];
- системному проєктуванню технологічних комплексів промислового виробництва ентомофагів [9];
- формуванню відновлювальних баз даних і баз знань для забезпечення додаткового технічного інтелекту в системах управління технологічними процесами сільськогосподарського виробництва [10];
- використанню м'яких обчислень (штучних нейронних мереж, нечіткої логіки, генетичних алгоритмів) для підтримки прийняття рішень у точному землеробстві [11];
- застосуванню нечіткої логіки під час створення систем керування виробництвом ентомофагів за критерієм якості [12];
- прогнозуванню показників ефективності управління аграрним виробництвом із використанням нейронних мереж [13];
- прогнозуванню врожайності сільськогосподарських культур за допомогою нейронної мережі [14];
- структурному методу конструювання біоінженерних комплексів виробництва ентомокультур [12];
- побудові систем підтримки прийняття рішень за допомогою онтологій (щодо захисту врожаю винограду [15]; діагностики та боротьби з комахами-шкідниками [16], [17]; для діагностики хвороб рису та рекомендацій щодо контролю [18]);
- визначенню засад щодо побудови кіберфізичних систем контролю та управління виробництвом зернових культур [19];
- удосконаленню методів системного підходу до розроблення біоінженерних комплексів в адаптивних технологіях вирощування ентомокультур [20];
- визначенню основних принципів щодо проєктування біоінженерних комплексів для виробництва ентомологічних засобів захисту рослин [7];
- онтолого-синергетичному підходу до побудови структури інноваційної інтелектуальної системи керування виробництвом ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*) [21];

– адаптуванню біоінженерних комплексів до умов агропідприємств [22].

Мета дослідження – розроблення наукових основ проєктування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів.

Матеріали і методи дослідження. Об'єкт досліджень – спеціалізовані сільськогосподарські біоінженерні комплекси. Предмет досліджень – використання онтологічного підходу до проєктування інтелектуальних інформаційних систем для біологічного захисту рослин. Методи досліджень – системний підхід, онтологічний інжиніринг, безкоштовне програмне середовище Visual Understanding Environment.

Онтологічний підхід забезпечує ефективне проєктування компонентів будь-якої знання-орієнтованої інформаційної системи [23]. Залежно від призначення, онтології складаються з різних компонентів: понять, властивостей, екземплярів, логічних формул [24]. Онтологія є машинно-інтерпретованою концептуалізацією деякої області знань [25].

Результати досліджень та їх обговорення. Із використанням результатів досліджень [4, 7, 12, 21, 22, 26, 27] розроблено онтології: проєктування інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин (рис. 1), структурування дій щодо управління виробництвом біологічних засобів захисту рослин (на рівні техноценозу) (рис. 2), структурування дій щодо управління використанням біологічних засобів захисту рослин (на рівні агротехноценозу) (рис. 3), розроблення бази знань інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин (рис. 4).



Рис. 1. Онтологія проєктування інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин



Рис. 2. Онтологія структуризації дій щодо управління виробництвом біологічних засобів захисту рослин (на рівні техноценозу)

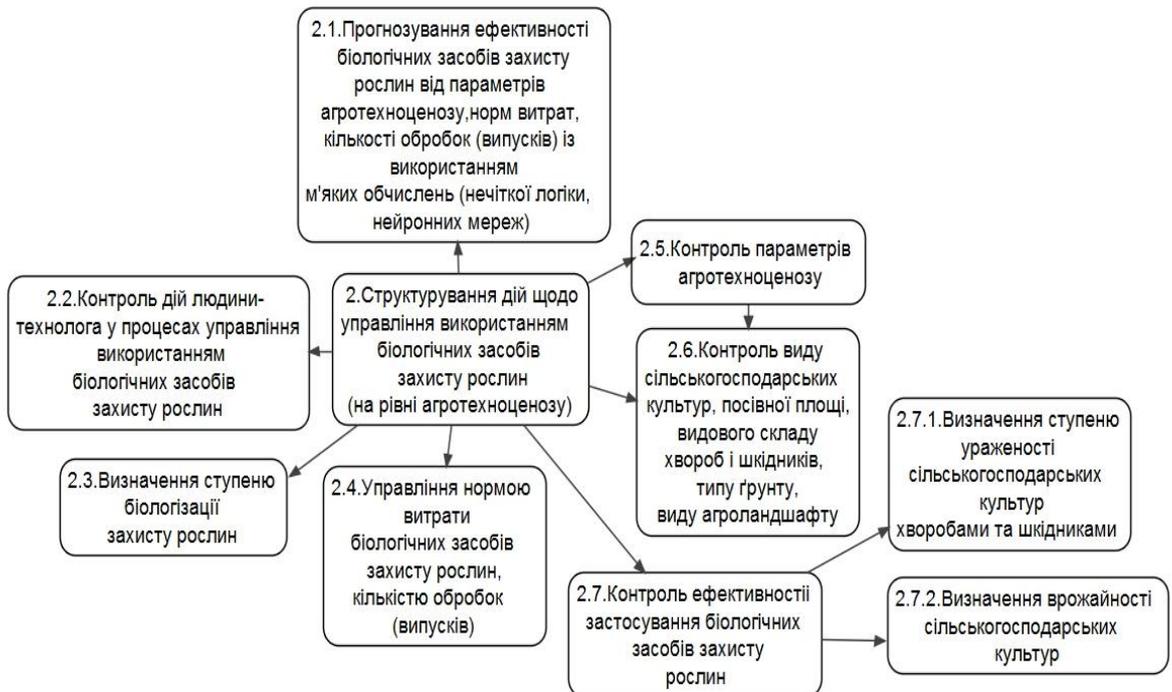


Рис. 3. Онтологія структуризації дій щодо управління використанням біологічних засобів захисту рослин (на рівні агротехноценозу)



Рис. 4. Онтологія розроблення бази знань інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин

Основними складовими щодо розроблення бази знань інтелектуальної інформаційної системи є інформація про параметри техно- та агротехноценозу; показники якості біологічних та ентомологічних препаратів; норми витрат та спектр дії біологічних препаратів, кількість обробок біологічними препаратами; спектр дії та кількість випусків ентомологічних препаратів; показники ефективності застосування біологічних засобів захисту рослин; дії людини-технолога на рівні техно- та агротехноценозу; ступінь біологізації захисту рослин; залежності якості біологічних засобів від параметрів техноценозу; залежності ефективності біологічних засобів від параметрів агротехноценозу, норм витрат, кількості обробок (випусків).

Онтологічний підхід дозволяє провести чітку та ієрархічну декомпозицію процесів проєктування інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин [26].

Висновки і перспективи.

Прийняття обґрунтованих рішень у процесах створення наукового та інженерно-технологічного забезпечення виробництва та використання біологічних засобів захисту рослин нані безпосередньо пов'язано з необхідністю використання інтелектуальних інформаційних технологій, зокрема, онтологій для узагальнення та формалізації знань стосовно проектування інтелектуальної інформаційної системи для біологічного захисту рослин. Застосування онтологічного підходу дозволяє підвищити ефективність процесів проектування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів завдяки підвищенню рівня інтелектуалізації процесів підтримки прийняття рішень. Використання результатів роботи є перспективним у розвитку постіндустріальних інформаційних агротехнологій.

Список використаних джерел

1. Мостов'як І.І. Біологічний метод як складова інтегрованого захисту рослин у сучасних умовах. Агрологія. 2020. 3(1). 46–51. <https://doi.org/10.32819/020007>
2. Кулик А.А., Володченков О.П., Спашиба Є.І. Технології управління якістю продукції агропідприємств в умовах екологізації виробництва. Браславські читання. Економіка ХХІ століття: національний та глобальний виміри: зб. матеріалів ІІ Міжнар. наук.-практ. конф. (06 лист. 2024 року. Одеса, ОДАУ). Одеса: ОДАУ, 2024. С. 170-172.
3. Ткаленко Г.М., Борзих О.І., Ігнат В.В. Сучасний стан застосування біологічних засобів захисту рослин в агроценозах України. Вісник аграрної науки. 2020. № 12(813). С. 18-25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-03>
4. Chernova I. Bioengineering complexes for ecologization of agricultural production. Scientific International Symposium Plant Protection –Achievements and Perspectives (2-3 Oct., 2023 Chisinau, Republic of Moldova): Information Bulletin EPRS/IOBC Section 58. P. 122-128. <https://doi.org/10.53040/ppap2023.18>
5. Карлаш Ю.В., Красінько В.О. Основи проектування біотехнологічних виробництв [Електронний ресурс]: навч. посіб. К.: НУХТ, 2022. 173 с. Доступно за адресою: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/39521>
6. Грицишин М.І., Перепелиця Н.М. Розвиток високотехнологічного агропромислового виробництва в Україні. Механіка та автоматика агропромислового виробництва. 2023. Вип. 2(116). С. 194-201. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-2-21>
7. Чернова І.С., Гармашов В.В., Ходорчук В.Я. Принципи проектування спеціалізованих сільськогосподарських біоінженерних комплексів. Механіка та автоматика агропромислового виробництва: загальнодержавний збірник. Глеваха.

ІМА АПВ НААН України. 2024. Вип. 4(118). С. 233-240.
<https://doi.org/10.37204/2786-7765-2024-1-26>

8. Дубовой В.М., Сольський О.С. Архітектура інформаційної технології у захисті рослин. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Інформаційні технології та комп'ютерна техніка. 2011. № 5. С. 115-119.

9. Ходорчук В.Я., Беспалов І.М. Методика системного проектування технологічних комплексів промислового виробництва ентомофагів. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. Розд. 1. С. 68–76.

10. Мироненко В.Г. Додатковий інтелект у технологічних процесах агропромислового виробництва. Механіка та автоматика агропромислового виробництва. 2023. Вип. 1(115). С. 199-205. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-1-22>

11. Yanbo H., Yubin L., Steven J. Thomson et al. Development of soft computing and applications in agricultural and biological engineering. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2010. V. 71. No. 2. P. 107-127. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.01.001>

12. Бельченко В.М., Чернова І.С., Таргоня В.С. Методи розроблення біоінженерних комплексів виробництва ентомокультур. Вісник аграрної науки. 2017. № 9. С. 49–52. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201709-09>

13. Соловійов А.І. Прогнозування та нейромережеве моделювання в управлінні аграрними виробничими структурами. Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. Ужгород: Гельветика, 2016. Вип. 8. Ч. 2. С. 87–90.

14. Bejo S.K., Mustaffha S., Ismail W.I. Application of Artificial Neural Network in Predicting Crop Yield: A Review. *Journal of Food Science and Engineering*. 2014. V. 4. No. 1. P. 1-9.

15. Chougule A., Kumar V., Mukhopadhyay D. Decision support for grape crop protection using ontology. *International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems*. 2019. V. 11. No 1. 24-37. <https://doi.org/10.1504/IJRIS.2019.098051>

16. Lagos-Ortiz K., del Pilar Salas-Zárate M., Paredes-Valverde M.A. et al. AgriEnt: A Knowledge-Based Web Platform for Managing Insect Pests of Field Crops. *Applied Sciences*. 2020. 10. No. 3. 1040. <https://doi.org/10.3390/app10031040>

17. Lagos-Ortiz K., Medina-Moreira J., Morán-Castro C. et al. An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. In: Valencia-García R., Alcaraz-Mármol G., Del Cioppo-Morstadt, J. et al. (eds) *Technologies and Innovation*. CITI 2018. Communications in Computer and Information Science. 2018. V. 883. Springer. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1

18. Jearanaiwongkul W., Anutariya C., Racharak T., Andres F. An Ontology-Based Expert System for Rice Disease Identification and Control Recommendation. *Applied Sciences*. 2021. 11. 10450. <https://doi.org/10.3390/app112110450>

19. Бубела Т.З., Ванько В.М., Столярчук П.Г. Засади побудови кіберфізичних систем контролю та управління виробництвом зернових культур. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні системи та мережі. 2015. № 830. С. 12-18.

20. Піщанська Н.О., Булгаков В.М., Бельченко В.М. Біоінженерні комплекси для реалізації адаптивних технологій вирощування ентомокультур. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи: матер. Міжнар. наук. конф. (Одеса, 4–5 жовт. 2022 р.). Інф. бюл. ІТІ «Біотехніка» НААН. № 1. С. 16–19.

21. Чернова І.С., Лисенко В.П. Онтолого-синергетичний підхід до управління виробництвом ентомофагів. Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами: матер. X Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. (Київ, 24 лист. 2023 р.). К: НУХТ, 2023. С. 74-75.

22. Чернова І.С., Ходорчук В.Я., Ткаленко Г.М., Гармашов В.В. Адаптування біоінженерних комплексів до умов агропідприємств. Інновації у сучасному агропромисловому виробництві: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 21–22 верес. 2023 р.). 2023. С. 225-228.

23. Пікуляк М.В. Онтологічний підхід до побудови предметної області на основі квантово-фреймової моделі. Медична інформатика та інженерія. 2014. № 1. С. 50-54.

24. Roussey C. et al. Ontologies in Agriculture. AgEng 2010, International Conference on Agricultural Engineering, Sep 2010, Clermont-Ferrand, France. <https://hal.science/hal-00523508>

25. Stucky B. et al. Developing a vocabulary and ontology for modeling insect natural history data: example data, use cases, and competency questions. Biodivers Data Journal, 2019. Mar. 13; 7. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33303>

26. Федорович О., Малєєв Л. Онтологічна модель структури та параметрів компонент високотехнологічних виробів у проектах їх модернізації. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1(27). С. 179-191. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.179>

27. Новогрудська Р.Л. Онтологічний підхід до проєктування Інтернет-порталів знань. Наукові записки Малої Академії наук України. 2020. № 2(18). С. 33-42. <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2020-18-04>

References

1. Mostoviak, I.I. (2020). Biologichnyi metod yak skladova intehrovanoho zakhystu roslin u suchasnykh umovakh [Biological method as a component of integrated plant protection in modern conditions]. Ahrolohiia, 3(1), 46–51. <https://doi.org/10.32819/020007>

2. Kulyk, A.A., Volodchenkov, O.P., & Spashyba, Ye.I. (2024). Tekhnolohii upravlinnia yakistiu produktsii ahropidpriemstv v umovakh ekolohizatsii vyrobnytstva. Braslavski chytannia. Ekonomika XXI stolittia: natsionalnyi ta hlobalnyi vymiry: mater. II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Odesa, 6 lyst.) [Technologies for managing the quality of products of agro-enterprises in conditions of environmentalization of production. Braslav Readings. Economy of the 21st Century: National and Global Dimensions: proceed. of the II Intern. scientific and practical conf. (Odesa, Nov. 6)]. Odesa: ODAU, 170-172.

3. Tkalenko, H.M., Borzykh, O.I., & Ihnat, V.V. (2020). Suchasnyi stan zastosuvannia biologichnykh zasobiv zakhystu roslin v ahrotsenozakh Ukrainy [Current

status of the use of biological plant protection products in agrocenoses of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12(813), 18-25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-03>

4. Chernova, I. (2023). Bioengineering complexes for ecologization of agricultural production. *Plant Protection – Achievements and Perspectives: Information Bulletin EPRS/IOBC Section 58 Scientific International Symposium (Chisinau, Republic of Moldova, Oct. 2-3)*. Chisinau, 122-128. <https://doi.org/10.53040/ppap2023.18>

5. Karlash, Yu.V., & Krasinko, V.O. (2022). *Osnovy proektuvannia biotekhnolohichnykh vyrobnytstv [Elektronnyi resurs]: navch. posib. [Fundamentals of biotechnological production design [Electronic resource]: training. manual]*. Kyiv: NUKhT, 173. Available at: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/39521>

6. Hrytsyshyn, M.I., & Perepelytsia, N.M. (2023). *Rozvytok vysokotekhnolohichnoho ahropromysloвого vyrobnytstva v Ukraini [Development of high-tech agro-industrial production in Ukraine]*. *Mekhanika ta avtomatyka ahropromysloвого vyrobnytstva*, 2(116), 194-201. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-2-21>

7. Chernova, I.S., Harmashov, V.V., & Khodorchuk, V.Ia. (2024). *Pryntsypy proiektuvannia spetsializovanykh silskohospodarskykh bioinzhenernykh kompleksiv [Principles of designing specialized agricultural bioengineering complexes]*. *Mekhanika ta avtomatyka ahropromysloвого vyrobnytstva*, 4(118), 233-240. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2024-1-26>

8. Dubovoi, V.M., & Solskyi, O.S. (2011). *Arkhitektura informatsiinoi tekhnolohii u zakhysti roslyn [Information technology architecture in plant protection]*. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu. Informatsiini tekhnolohii ta kompiuterna tekhnika*, 5, 115-119.

9. Khodorchuk, V.Ia., & Bespalov, I.M. (2022). *Metodyka systemnoho proiektuvannia tekhnolohichnykh kompleksiv promysloвого vyrobnytstva entomofahiv Systemy vyrobnytstva i zastosuvannia zasobiv biolohizatsii zemlerobstva: monohrafiia [The method of system design of technological complexes of industrial production of entomophages. The Systems of Agriculture Biologization Agents Manufacturing and Using: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka, 2022, 1, 68–76.

10. Myronenko, V.H. (2023). *Dodatkovyi intelekt u tekhnolohichnykh protsesakh ahropromysloвого vyrobnytstva [Additional intelligence in technological processes of agro-industrial production]*. *Mekhanika ta avtomatyka ahropromysloвого vyrobnytstva*, 1(115), 199-205. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-1-22>

11. Yanbo H. et al. (2010). *Development of soft computing and applications in agricultural and biological engineering*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 71, 2, 107-127. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.01.001>

12. Belchenko, V.M., Chernova, I.S., & Tarhonia, V.S. (2017). *Metody rozroblennia bioinzhenernykh kompleksiv vyrobnytstva entomokultur [Methods of development of bioengineering complexes of entomoculture production]*. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 49–52. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201709-09>

13. Soloviov, A.I. (2016). *Prohnozuvannia ta neiromerezheve modeliuvannia v upravlinni ahrarnymy vyrobnychymy strukturamy [Forecasting and neural network modeling in the management of agrarian production structures]*. *Naukovyi visnyk*

Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriia: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo. Uzhhorod: Helvetyka, 8, 2, 87–90.

14. Bejo, S.K., Mustaffha, S., & Ismail, W.I. (2014). Application of Artificial Neural Network in Predicting Crop Yield: A Review. *Journal of Food Science and Engineering*, 4, 1, 1-9.

15. Chougule, A., Kumar, V., & Mukhopadhyay, D. (2019). Decision support for grape crop protection using ontology. *International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems*, 11(1), 24-37. <https://doi.org/10.1504/IJRIS.2019.098051>

16. Lagos-Ortiz, K. et al. (2020). AgriEnt: A Knowledge-Based Web Platform for Managing Insect Pests of Field Crops. *Applied Sciences*, 10, 3, 1040. <https://doi.org/10.3390/app10031040>

17. Lagos-Ortiz, K. et al. (2018). An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. In: Valencia-García, R. et al. (eds) *Technologies and Innovation. CITI. Communications in Computer and Information Science*, 883. Springer. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1

18. Jearanaiwongkul, W., Anutariya, C., Racharak, T., & Andres, F. (2021). An Ontology-Based Expert System for Rice Disease Identification and Control Recommendation. *Applied Sciences*, 11, 10450. <https://doi.org/10.3390/app112110450>

19. Bubela, T.Z., Vanko, V.M., & Stoliarchuk, P.H. (2015). Zasady pobudovy kiberfizychnykh system kontroliu ta upravlinnia vyrobnytstvom zernovykh kultur [Principles of building cyber-physical systems for controlling and managing grain crop production]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnikha". Kompiuterni systemy ta merezhi*, 830, 12-18.

20. Pishchanska, N.O., Bulhakov, V.M., & Belchenko, V.M. (2022). Bioinzhenerni komplekсы dlia realizatsii adaptivnykh tekhnolohii vyroshchuvannia entomokultur. *Biologichnyi metod zakhystu roslyn: dosiahnennia i perspektyvy: mater. Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. (Odesa, 4-5 zhovt.)* [Bioengineering complexes for the implementation of adaptive technologies for growing entocultures. Biological control in crop protection: achievements and prospects: proceed. of the Intern. science and technology conf. (Odesa, Oct. 4-5)]. *Inf. biul. ITI «Biotekhnika» NAAN*, 1, 16-19.

21. Chernova, I.S., & Lysenko, V.P. (2023). Ontoloho-synerhetychnyi pidkhid do upravlinnia vyrobnytstvom entomofahiv. *Suchasni metody, informatsiine, prohramne ta tekhnichne zabezpechennia system keruvannia orhanizatsiino-tekhnichnymy ta tekhnolohichnymy kompleksamy: mater. X Mizhnar. nauk.-tekhn. Internet-konf. (Kyiv, 24 lyst.)* [An ontological-synergistic approach to managing entomophages production. Modern methods, information, software and technical support for management systems of organizational, technical and technological complexes: proceed. of the X Intern. scientific and technology Internet-conf. (Kyiv, Nov. 24)]. *Kyiv: NUKhT*, 74-75.

22. Chernova, I.S., Khodorchuk, V.Ia., Tkalenko, H.M., & Harmashov, V.V. (2023). Adaptuvannia bioinzhenernykh kompleksiv do umov ahropidpriemstv. *Innovatsii u suchasnomu ahropromyslovomu vyrobnytstvi: mater. Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Odesa, 21-22 veres.)* [Adaptation of bioengineering complexes to the conditions of agro-enterprises. Innovations in modern agro-industrial production: proceed. of the Intern. scientific and practical conf. (Odesa, Sep. 21-22)]. *Odesa*, 225-228.

23. Pikuliak, M.V. (2014). Ontologichnyi pidkhid do pobudovy predmetnoi oblasti na osnovi kvantovo-freimovoi modeli [Ontological approach to constructing a subject domain based on the quantum-frame model]. Medychna informatyka ta inzheneriia, 1, 50-54.

24. Roussey, C., Soullignac, V., Champomier, J.C., Abt, V., & Chanet, J.-P. (2010). Ontologies in Agriculture. AgEng 2010, International Conference on Agricultural Engineering, Sep 2010, Clermont-Ferrand, France. <https://hal.science/hal-00523508>

25. Stucky, B., Balhoff, J., Barve, N., Barve, V., Brenskelle, L., Brush, M., Dahlem, G., Gilbert, J., Kawahara, A., Keller, O., Lucky, A., Mayhew, P., Plotkin, D., Seltmann, K., Talamas, E., Vaidya, G., Walls, R., Yoder, M., Zhang, G., & Guralnick, R. (2019). Developing a vocabulary and ontology for modeling insect natural history data: example data, use cases, and competency questions. Biodiversity Data Journal, Mar. 13; 7: e33303. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33303>

26. Fedorovych, O., & Malieiev, L. (2024). Ontologichna model struktury ta parametriv komponent vysokotekhnologichnykh vyrobiv u proiektakh yikh modernizatsii [Ontological model of the structure and parameters of components of high-tech products in their modernization projects]. Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen ta tekhnolohii v promyslovosti, 1(27), 179-191. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.179>

27. Novohrudska, R.L. (2020). Ontologichnyi pidkhid do proiektuvannia Internet-portaliv znan [Ontological approach to designing Internet knowledge portals]. Naukovi zapysky Maloi Akademii nauk Ukrainy, 2(18), 33-42. <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2020-18-04>

SCIENTIFIC FOUNDATIONS OF DESIGNING SPECIALIZED AGRICULTURAL BIOENGINEERING COMPLEXES

I. Chernova

Abstract. *The article considers the design of specialized agricultural bioengineering complexes for biological plant protection based on the use of ontologies.*

The aim of the study is to develop scientific foundations for the design of specialized agricultural bioengineering complexes.

The object of research is specialized agricultural bioengineering complexes.

The subject of the research is the use of an ontological approach to the design of intelligent information systems for biological plant protection.

Research methods – systemic approach, ontological engineering, free software environment Visual Understanding Environment.

An analysis of research by domestic and foreign scientists on the design of specialized agricultural bioengineering complexes was conducted. The processes of designing an intelligent information system for biological plant protection are formalized in the form of ontologies, in particular, structuring actions to manage the production of biological plant protection products (at the technocenosis level), structuring actions to manage the use of biological plant protection products (at the agrotechnocenosis level), and developing a knowledge base of an intelligent information system for biological plant protection.

The advantages of using ontologies in designing an intelligent information system for biological plant protection are automation of knowledge analysis, aggregation of

knowledge, and increasing the level of competence of a human technologist in the processes of production management and the use of biological plant protection products.

Key words: *agrotechnocenosis, knowledge base, biological plant protection, intellectual information system, ontologies, technocenosis*