

## СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА ОСНОВІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

*Анатолій Тригуба<sup>1</sup>, д. т. н., Назар Коваль<sup>2</sup>, ад'юнкт, Інна Тригуба<sup>1</sup>, к. с.-г. н., Роман Падюка<sup>1</sup>, к. т. н., Олег Боярчук<sup>1</sup>, к. т. н.*

<sup>1</sup>Львівський національний університет природокористування,  
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,  
e-mail: trianamik@gmail.com, trinle@ukr.net, radyukaroman@gmail.com, boyarchuko@ukr.net,

<sup>2</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, Україна,  
e-mail: ldubzh.lviv@dSNS.gov.ua

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2022.26.177>

### **Тригуба А., Коваль Н., Тригуба І., Падюка Р., Боярчук О. Системна модель цифрової трансформації сільських територіальних громад на основі обчислювального інтелекту**

Проведено аналіз діяльності сільських громад. Проаналізовано наукові праці, які присвячені цифровій трансформації в різних сферах людської діяльності. Обґрунтовано потребу розроблення інструментарію розв'язання задач цифрової трансформації сільських громад із використанням обчислювального інтелекту. Сформульовано дванадцять різновидів задач, які стосуються розвитку сільських громад на основі цифрової їх трансформації з використанням обчислювального інтелекту. Запропоновано шляхи розв'язання задач, що забезпечить розвиток як сільських громад, так і окремих процесів, які в них реалізуються. Запропонована системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту. Вона передбачає виконання семи рівнів цифрової трансформації сільських громад. Окремі рівні формують чотири підцикли цифрової трансформації сільських громад. Кожен підцикл цифрової трансформації сільських громад забезпечує отримання бажаного результату та підвищує ефективність зазначеного процесу. Виконано математичний опис повного циклу цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту. Означено результати реалізації підциклів цифрової трансформації сільських громад. Вони лежать в основі вибору потрібних рівнів цифрової трансформації для кожної окремої сільської громади з урахуванням їхніх можливостей. Запропонована системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини є основою для розроблення інструментарію підтримки прийняття управлінських рішень під час планування процесів заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту. Подальші дослідження слід проводити в напрямі розроблення інструментарію для планування процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту.

Обґрунтовано доцільність формулювання задач, які стосуються розвитку сільських громад на основі цифрової трансформації з використанням обчислювального інтелекту.

**Ключові слова:** цифрова трансформація, сільські громади, обчислювальний інтелект, модель.

### **Tryhuba A., Koval N., Tryhuba I., Padiuka R., Boiarchuk O. System model of the digital transformation of rural territorial communities based on computational intelligence**

The article gives analysis of rural community activity. Scientific works devoted to digital transformation in various spheres of human activity are analyzed. The need to develop tools for solving problems of digital transformation of rural communities with the use of computational intelligence is substantiated. Twelve types of problems related to the development of rural communities on the basis of their digital transformation with the use of computational intelligence have been formulated. The ways to solve problems, which will ensure both the development of rural communities and individual processes that are implemented in them, are proposed. A system model of digital transformation of the process of procurement of food raw materials on the territory of rural communities with the use of computational intelligence is proposed. It provides for the implementation of seven levels of digital transformation of rural communities. Separate levels form four sub-cycles of digital transformation of rural communities. Each sub-cycle of digital transformation of rural communities provides the desired result and increases the efficiency of this process. A mathematical description of the complete cycle of digital transformation of the process of procurement of food raw materials in rural areas is done by using computational intelligence. The results of implementation of the subcycles of digital transformation of rural communities are defined. They form the basis of the required levels of digital transformation for each individual rural community, taking into account their capabilities. The proposed system model of digital transformation of the process of procurement of food raw materials is the basis for the development of tools to support management decisions in planning the processes of

procurement of food raw materials in rural communities using computational intelligence. Further research should be conducted in the direction of developing tools for planning the process of procurement of food raw materials in rural communities using computational intelligence. The expediency of formulating tasks related to the development of rural communities on the basis of digital transformation with the use of computational intelligence is substantiated.

**Key words:** digital transformation, rural communities, computational intelligence, model.

**Постановка проблеми.** Розвиток окремих сільських територіальних громад, а також забезпечення безпеки життя та діяльності їхніх жителів неможливі без їх діджиталізації. Водночас спостерігається розвиток інформаційних технологій, що забезпечує проникнення цифрових технологій у всі сфери життя та діяльності людей [13; 19]. Окрім того, усе це супроводжується глобальними викликами та загрозами останніх років для України, зокрема тривалою пандемією COVID-19, воєнним станом тощо. При цьому виникають нові науково-прикладні задачі цифрової трансформації як окремих територій, так і галузей та організацій [4; 8; 16]. У цьому напрямі держава робить певні кроки через новостворене профільне міністерство цифрової трансформації України. Одним із напрямів діяльності, який координує зазначене міністерство, є трансформація, завдяки впровадженню цифрових інновацій, електронного документообігу та розвитку інформаційного суспільства, зокрема й сільських територіальних громад. Стосовно сільських громад, то вони, попри свою автономність, перебувають у динамічному та мінливому середовищі, прогнозування та моделювання якого лежить в основі розроблення ефективного інструментарію для цифрової трансформації [2; 11; 12]. При цьому в основі цифрової трансформації сільських територіальних громад є дані, інформація та знання щодо процесів, які в них відбуваються.

Важливе значення під час вибору ефективного інструментарію для цифрової трансформації має наявність даних, що забезпечують отримання інформації та формування знань про процеси, які відбуваються на території сільських громад [9; 10]. Завдяки цифровій трансформації можливо досягти підвищення ефективності реалізації низки напрямів діяльності, які стосуються виробництва, заготівлі та переробки сільськогосподарської сировини. Розвиток цих напрямів діяльності неможливий без використання «Industry 4.0» [17; 20]. Саме це досягнення четвертої промислової революції забезпечує прогнозування складових процесів і подій проектного середовища на підставі отриманої інформації та сформованих знань завдяки цифровій трансформації сільських громад. У результаті цього забезпечується створення виробництв і прийняття управлінських рішень без участі або з частковою участю виконавців, що

значно знижує можливість прийняття помилкових управлінських рішень та сприяє вчасному обміну потрібною інформацією, а також керування виробничими процесами в єдиній виробничо-інформаційній системі.

За досягнення сільськими громадами окремих рівнів цифрової трансформації, що забезпечує отримання потрібних даних зі сформованих баз, оперативне отримання інформації, подальший їх розвиток можливий у напрямі використання обчислювального інтелекту для розв'язання низки управлінських задач та формування знань щодо процесів з урахуванням динамічного та мінливого їх проектного середовища [6; 7; 15]. Обчислювальний інтелект є складовою штучного інтелекту і одним із найпопулярніших напрямів виконання досліджень науковцями та використання розробленого інструментарію практиками. Саме обчислювальний інтелект належить до ключових драйверів цифрової трансформації сільських громад. Обчислювальний інтелект належить до базових напрямів, які забезпечують реалізацію на території сільських громад четвертої промислової революції «Industry 4.0» [14]. Це сприяє значному розвитку виробничих бізнесових структур сільських громад завдяки підвищенню рівня цифрової трансформації, продуктивності праці, ефективності діяльності інфраструктури та забезпечує продовольчу безпеку для населення під час надзвичайних ситуацій.

Отже, системна цифрова трансформація сільських територіальних громад на основі обчислювального інтелекту є досить актуальним і перспективним напрямом, що забезпечує розвиток цих громад. Для цього слід розробляти інструментарій цифрової трансформації сільських територіальних громад на основі обчислювального інтелекту.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Багато науковців присвятили свої праці цифровій трансформації та використанню сучасних цифрових технологій в окремих галузях народного господарства [4; 12; 16]. Вони стосуються як розроблення концепцій цифрової трансформації, так і розв'язання задач цифровізації суспільства. Окремі з них присвятили свої праці цифровій трансформації громад [2; 11; 12]. У цих працях досліджувалися основні аспекти цифрової трансформації громад, було означено основні проблеми щодо

впровадження цифрових технологій у діяльності територіальних громад [2]. Заслужують на увагу наукові праці, в яких подано результати дослідження процесів діджиталізації та цифрової трансформації в Україні, зокрема цифрової економіки та її взаємозв'язку з бізнес-процесами [5]. Однак у вищезазначених працях не розглядаються взаємозв'язки цифрової трансформації з досягнення четвертої промислової революції, що забезпечує прогнозування складових процесів та подій проектного середовища сільських громад.

У деяких роботах [14; 17] подано окремі аспекти нового напрямку розвитку економіки «Industry 4.0», а також означено проблеми впровадження у виробництво різних галузей тощо. Попри те, досить мало є вітчизняних наукових праць, які присвячено «Industry 4.0» та її використанню з урахуванням специфіки окремих сільських громад. Окрім того, відсутні системні моделі цифрової трансформації виробничих процесів сільських громад із врахуванням досягнень четвертої промислової революції «Industry 4.0» та використанням обчислювального інтелекту.

**Постановка завдання.** Мета досліджень – сформулювати задачі розвитку сільських громад на основі їх цифрової трансформації з використанням обчислювального інтелекту та для однієї з них обґрунтувати системну модель цифрової трансформації виробничого процесу з урахуванням досягнень четвертої промислової революції «Industry 4.0». Для досягнення цієї мети потрібно виконати такі завдання:

- сформулювати задачі розвитку сільських громад на основі їх цифрової трансформації з використанням обчислювального інтелекту;
- обґрунтувати системну модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту.

**Основні методи дослідження.** Формулювання задач розвитку сільських громад на основі їх цифрової трансформації, а також розв'язання науково-прикладної задачі обґрунтування системної моделі цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту виконували на основі теорії системного підходу, використання методології функціонального моделювання процесів SADT, аналізу та синтезу чинників мінливого проектного середовища, методів і технологій обчислювального інтелекту, індукції та дедукції.

**Виклад основного матеріалу.** Обчислювальний інтелект є одним із розділів штучного інтелекту, розвиток якого частково пов'язаний із цифровою трансформацією окремих сфер життя та діяльності людей, яка стосується формування великих даних про окремі об'єкти та їх діяльність [3; 18]. Окрім того, цьому розвитку значно сприяє розвиток інформаційних технологій, що забезпечують присутність жителів сільських громад у мережі Інтернет, дають можливість зберігати великі обсяги інформації, що забезпечило цифрування облікової документації і дало змогу створити потрібні набори даних для машинного навчання. До основних задач, які стосуються розвитку сільських громад на основі цифрової їх трансформації з використанням обчислювального інтелекту, належать:

1. Створення цифрових персоналізованих програм із функціями спілкування та підтримки клієнтів сервісних структур, а також аналізу клієнтів та заохочення потенційних споживачів завдяки виконанню аналізу їхніх запитів.

2. Створення безпечних умов та заощадження коштів на електроенергії завдяки керуванню освітленням виробничих цехів, вулиць у населених пунктах сільських громад, а також виконання онлайн-моніторингу стану доріг та наявності на них перешкод для руху технічних засобів, що забезпечує уникнення аварійних ситуацій.

3. Використання у медпунктах та медичних амбулаторіях сільських громад хмарних сервісів з метою зберігання та класифікації медичних даних про жителів громад і прогнозування їхнього здоров'я на основі інтелектуальних інформаційних систем.

4. Моніторинг стану здоров'я жителів сільських громад завдяки використанню інтелектуальних додатків на мобільних пристроях, а також завдяки підключенню до мережі натільних гаджетів з інтелектуальними додатками.

5. Налагодження ефективних комунікацій між керівництвом громади, жителями та бізнесовими структурами з використанням інтелектуальних систем, що значно підвищить продуктивність і забезпечить унікальність вирішення спірних питань.

6. Прогнозування цінової політики та попиту на сировину, яка виробляється на території сільських громад, із врахуванням їх виробничих та природно-кліматичних умов, що лежить в основі розв'язання задач щосезонного планування обсягів та видів вирощування сільськогосподарської продукції.

7. Оперативне планування діяльності інфраструктурних об'єктів сільських громад на підставі сформованих баз великих даних.

8. Створення окремих бізнесових структур на території сільських громад, виробничі процеси яких відбуватимуться за участю розумних об'єктів.

9. Планування роздрібною торгівлі та підвищення якості обслуговування покупців завдяки розробленню інтелектуальних вебпрограмних продуктів та мобільних додатків.

10. Прогнозування окремих процесів діяльності інфраструктурних об'єктів сільських громад із використанням моделей машинного навчання та статичних моделей.

11. Обґрунтування планів процесів заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад під час надзвичайних ситуацій та воєнного стану в умовах неточності даних та невизначеності проєктного середовища, а також наявності пропусків даних або ж їх викидів.

12. Узгодження обсягів генерування електроенергії відновлюваними джерелами та споживання її інфраструктурними об'єктами з прогнозованими характеристиками природно-кліматичних умов сільських громад.

Кожна зі сформульованих задач потребує розроблення специфічного інструментарію для їх розв'язання на підставі проведення відповідних досліджень.

**Експериментальні результати та їх аналіз.** Розглянемо одну з вищезначених задач, яка є досить актуальною на сьогодні для сільських громад. Вона стосується обґрунтування планів процесів заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад під час надзвичайних ситуацій та воєнного стану [18]. Особливістю її є те, що вона вирішується в умовах неточності даних та невизначеності проєктного середовища, а також наявності пропусків даних або ж їх викидів. Розв'язання цієї задачі потребує як цифрової трансформації сільських громад, так і використання «Industry 4.0», що забезпечує створення автоматизованих виробництв та автоматизоване прийняття управлінських рішень, а також сприяє обміну даними та керуванню виробничими процесами в єдиній виробничо-інформаційній системі [1]. Між цифровою трансформацією сільських громад та використанням «Industry 4.0» існують системні взаємозв'язки, які відображено в запропонованій системній моделі (див. рис.).

Представлена на рисунку системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту передбачає виконання семи рівнів, кожен із яких дає змогу отримати бажаний результат, що має цінність для громад:

1. **Формування бази даних (Level1)**, що дає можливість зібрати таку множину даних про стан виробничих об'єктів на території сільських громад за наявності у них сировини із встановленням потрібних характеристик цих даних, а також взаємозв'язків між їх атрибутами.

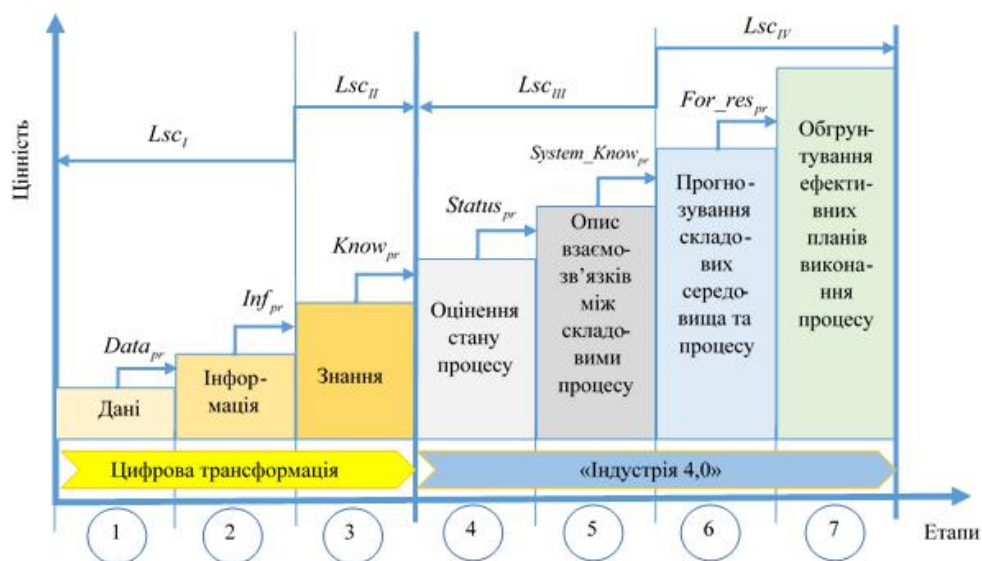
2. **Оперативне отримання потрібної інформації** на підставі зібраних даних (Level2), що забезпечує зменшення «інформаційного перевантаження» користувачів, а також лежить в основі розсилання потрібної інформації (information routing) для окремих користувачів, виконання сортування інформації (information filtering), здійснення упорядкування (класифікації) інформації (information categorization) та забезпечує потрібний відбір інформації (information extraction).

3. **Отримання потрібних знань (Level3)**, які являють собою зафіксовану та перевірену на практиці попередньо оброблену інформацію, що надалі може багаторазово використовуватися для ухвалення необхідних рішень у процесі заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад.

4. **Виконання оцінення стану процесу** та проєктного середовища заготівлі продовольчої сировини на території заданої сільської громади (Level4), що ґрунтується на отриманих знаннях і забезпечує встановлення тенденцій зміни обсягів заготівлі продовольчої сировини за зміни стану проєктного середовища.

5. **Здійснення опису взаємозв'язків** між складовими процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад та складовими його проєктного середовища (Level5), що забезпечує наявність системних знань про них і лежить в основі вибору ефективного інструментарію для використання обчислювального інтелекту.

6. **Прогнозування складових проєктного середовища та процесу заготівлі продовольчої сировини** на території заданої сільської громади з використанням обчислювального інтелекту (Level6), що дає змогу позбутися неточності, невизначеності та наявності пропусків даних щодо стану проєктного середовища або ж їх викидів.



**Рис.** Системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту:  $Lsc_I, Lsc_{II}, Lsc_{III}, Lsc_{IV}$  – відповідно перший, другий, третій і четвертий підцикли трансформації процесу;  $Data_{pr}$  – база даних;  $Inf_{pr}$  – інформація про стан процесу;  $Know_{pr}$  – знання про процес;  $Status_{pr}$  – стан процесу та проектного середовища;  $System\_Know_{pr}$  – системні знання про процес;  $For\_res_{pr}$  – результати прогнозування складових проектного середовища та процесу з використанням обчислювального інтелекту

**Fig.** System model of the digital transformation of the process of food raw material procurement in the territory of rural communities with the use of computing intelligence:  $Lsc_I, Lsc_{II}, Lsc_{III}, Lsc_{IV}$  – respectively, the first, second, third, and fourth sub-cycles of the process transformation;  $Data_{pr}$  – database;  $Inf_{pr}$  – information about the status of the process;  $Know_{pr}$  – knowledge about the process;  $Status_{pr}$  – conditions of the process and project environment;  $System\_Know_{pr}$  – system knowledge about the process;  $For\_res_{pr}$  – results of forecasting the components of the project environment and process using computational intelligence

**7. Обґрунтування ефективних планів** заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади (*Level7*), що базується на результатах прогнозування складових проектного середовища та процесу заготівлі продовольчої сировини з використанням обчислювального інтелекту, що забезпечує підвищення якості, точності та тривалості ухвалення відповідних рішень.

Кожен з етапів цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту має свої особливості, які зумовлюють обґрунтування інструментарію для їх виконання. Виконання окремих етапів здійснюється послідовно без можливості переходу на наступні етапи без виконання попередніх етапів цифрової трансформації. При цьому виконання цифрової трансформації на кожному з етапів дає

можливість отримувати цінність для сільських громад. Зростання рівня сільських громад щодо трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини приводить до зростання цінності для них. Найбільшу цінність отримують ті сільські громади, які домоглися цифрової трансформації, що забезпечує виконання етапу обґрунтування ефективних планів заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади з використанням обчислювального інтелекту.

Цифрова трансформація процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту здійснюється на підставі виконання чотирьох циклів, кожен із яких забезпечує отримання свого результату, що використовується для прийняття потрібних рішень. Тобто повний цикл цифрової трансформації зазначеного процесу становить:

$$Lc_{dt} = Lsc_I \cup Lsc_{II} \cup Lsc_{III} \cup Lsc_{IV}, \quad (1)$$

де  $Lc_{dt}$  – цикл цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади;  $Lsc_I$  – перший підцикл, що забезпечує отримання інформації про стан процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади;  $Lsc_{II}$  – другий підцикл, що забезпечує отримання знань про процес заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади;  $Lsc_{III}$  – третій підцикл, що забезпечує формування системних знань про процес заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади з урахуванням змін проектного середовища;  $Lsc_{IV}$  – четвертий підцикл, що забезпечує обґрунтування ефективних планів заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади з використанням обчислювального інтелекту.

Перший підцикл ( $Lsc_I$ ) передбачає виконання двох рівнів цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що стосуються формування бази даних ( $Level1$ ) та отримання інформації ( $Level2$ ) про стан процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади:

$$Lsc_I = (Level1 \cup Level2) \rightarrow Inf_{pr}, \quad (2)$$

де  $Level1$  – перший рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує формування бази даних;  $Level2$  – другий рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує оперативне отримання потрібної інформації;  $Inf_{pr}$  – інформація про стан процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади.

Другий підцикл ( $Lsc_{II}$ ) передбачає виконання третього рівня цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади ( $Level3$ ), що стосується отримання потрібних знань щодо зазначеного процесу:

$$Lsc_{II} = (Level3) \rightarrow Know_{pr}, \quad (3)$$

де  $Level3$  – третій рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує отримання потрібних знань;  $Know_{pr}$  – знання про процес

заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади.

Третій підцикл ( $Lsc_{III}$ ) охоплює виконання четвертого та п'ятого рівнів цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що стосуються оцінення стану процесу і проектного середовища ( $Level4$ ) та опису взаємозв'язків між складовими процесу заготівлі продовольчої сировини і складовими його проектного середовища ( $Level5$ ):

$$Lsc_{III} = (Level4 \cup Level5) \rightarrow System\_Know_{pr}, \quad (4)$$

де  $Level4$  – четвертий рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує оцінення стану процесу та проектного середовища;  $Level5$  – п'ятий рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує виконання опису взаємозв'язків між складовими процесу та складовими його проектного середовища;  $System\_Know_{pr}$  – системні знання про процес заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади із врахуванням змін проектного середовища.

Четвертий підцикл ( $Lsc_{IV}$ ) передбачає виконання шостого та сьомого рівнів цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що стосуються прогнозування складових проектного середовища та процесу з використанням обчислювального інтелекту ( $Level6$ ) та обґрунтування ефективних планів заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади ( $Level7$ ):

$$Lsc_{IV} = (Level6 \cup Level7) \rightarrow Plan\_effective_{pr}, \quad (5)$$

де  $Level6$  – шостий рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує прогнозування складових проектного середовища та процесу з використанням обчислювального інтелекту;  $Level7$  – сьомий рівень цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади, що забезпечує обґрунтування ефективних планів заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади;  $Plan\_effective_{pr}$  – ефективний план заготівлі продовольчої сировини на території сільської громади.

У результаті виконання повного циклу цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту отримують множину результатів, що сприяють підвищенню його ефективності:

$$Effective_{pr} = Level^{1-7} : \{Lsc_I, Lsc_{II}, Lsc_{III}, Lsc_{IV}\} \rightarrow \{Inf_{pr}, Know_{pr}, System\_Know_{pr}, Plan\_effective_{pr}\} \cdot (6)$$

Запропонована системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту передбачає виконання семи рівнів, які входять до чотирьох підциклів. Вона лежить в основі вибору рівнів цифрової трансформації для кожної окремої сільської громади з врахуванням їх можливостей і потреби отримання бажаних результатів, а також є основою розроблення інструментарію для підтримки прийняття управлінських рішень під планування процесів заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту.

**Висновки.** Виконаний аналіз діяльності сільських громад і наукових праць, які присвячені цифровій трансформації в різних сферах людської діяльності, дав змогу встановити доцільність формулювання задач, які стосуються розвитку сільських громад на основі цифрової їх трансформації з використанням обчислювального інтелекту та розроблення інструментарію для їх розв'язання, що потребує проведення відповідних досліджень. На підставі аналізу предметної галузі та сучасних досягнень у сфері інформаційних технологій сформульовано дванадцять різновидів задач, які стосуються розвитку сільських громад на основі цифрової їх трансформації з використанням обчислювального інтелекту, розв'язання яких забезпечить як розвиток цих громад, так і окремих процесів, які в них реалізуються. Запропонована системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту передбачає виконання семи рівнів, які входять до чотирьох підциклів, кожен із яких забезпечує отримання бажаного результату для підвищення ефективності зазначеного процесу. Виконано математичний опис повного циклу цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту з означенням отриманих результатів, що забезпечує вибір потрібних рівнів цифрової трансформації для кож-

ної окремої сільської громади з врахуванням їхніх можливостей. Розроблена системна модель цифрової трансформації процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад є основою розроблення інструментарію для підтримки прийняття управлінських рішень під час планування процесів заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту. Подальші дослідження слід проводити в напрямі розроблення інструментарію для планування процесу заготівлі продовольчої сировини на території сільських громад із використанням обчислювального інтелекту.

### Бібліографічний список

1. Використання штучних нейронних мереж для прогнозування складових гібридних проектів / А. Тригуба, В. Пташник, А. Татомир, Н. Коваль, І. Кондисюк. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XXII Міжнар. наук.-практ. форуму, 5-7 жовт. 2021р.: у 2 т. Львів: ННВК «АТБ», 2021. Т. 2. С. 96-100.
2. Євсюкова О. В. Цифрова спроможність територіальних громад в Україні: проблеми та перспективи. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2021. 6. doi: 10.32702/2307-2156-2021.6.1.
3. Кузьомко В., Бурангулова В., Бурангулова В. Можливості використання штучного інтелекту в діяльності сучасних підприємств. *Економіка та суспільство*. 2021. 32. doi: 10.32782/2524-0072/2021-32-67.
4. Перспективні напрямки цифрової трансформації публічного управління / С. Квітка, Н. Новіченко, Н. Гусаревич, Н. Піскоха, О. Бардах, Г. Демощенко. *Аспекти публічного управління*. 2020. 8(4). С. 129-146.
5. Піжук О. І. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка, управління та адміністрування*. 2019. 3(89). С. 41-46. doi: 10.26642/ema-2019-3(89)-41-46.
6. Планування змісту та часу виконання робіт у гібридних проектах із використанням штучних нейронних мереж / А. М. Тригуба, І. Л. Тригуба, І. В. Кондисюк, Н. Я. Коваль. *Управління проектами у розвитку суспільства: Управління проектами в умовах пандемії COVID-19*: тези доп. XVII Міжнар. конф. Київ: КНУБА, 2021. С. 279-284.
7. Прогнозування обсягів заготівлі сировини на території громад із використанням штучних нейронних мереж / А. Тригуба, І. Тригуба, Р. Чубик, І. Кондисюк, Н. Коваль, Я. Панюра. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2020. № 24. С. 143-151.
8. Разумей Г. Ю., Разумей М. М. Діджиталізація публічного управління як складник цифрової трансформації України. *Публічне управління та митне адміністрування*. 2020. 2 (25). С. 139-145. doi: 10.32836/2310-9653-2020-2.25.
9. Сидорчук А. В., Тригуба А. Н., Маланчук А. В. Оцінка цінностей сервісних програм аграрного произ-

водства. *MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture*. 2013. Vol. 15 (4). P. 153-159.

10. Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Шолудько П. В. Особливості планування проектів та програм аграрного виробництва. *Управління проектами: стан та перспективи*: матеріали VI Міжнар. конф. Миколаїв: НУК, 2010. С. 313-316.

11. Цифрові громади: в Україні розпочато реалізацію пілотного проекту з електронного урядування в ОТГ. URL: <http://surl.li/chebl> (Last accessed: 20.05.2022).

12. Як створити «громаду у смартфоні»: необхідні інгредієнти. URL: <http://surl.li/chebn> (Last accessed: 20.05.2022).

13. Conceptual model of management of technologically integrated industry development projects / A. Tryhuba, I. Tryhuba, O. Bashynsky, I. Kondysiuk, N. Koval, L. Bondarchuk. *15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2020. 2. P. 155–158. doi: 10.1109/CSIT49958.2020.9321903.

14. Cugno M., Castagnoli R., Büchi G. Openness to Industry 4.0 and performance: the impact of barriers and incentives. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. Vol. 168. 120756. doi: 10.1016/j.techfore.2021.120756.

15. Forecasting the Risk of the Resource Demand for Dairy Farms Basing on Machine Learning / A. Tryhuba et al. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLeT+DS 2020)*. 2020. 1. P. 327-340.

16. Research of the variable natural potential of the wind and energy energy in the northern strip of the ukrainian carpathians / O. Bashynsky et al. *6th International Conference: Renewable Energy Sources (ICoRES 2019)*. E3S Web of Conferences 154, 2020.06002. P. 68-72.

17. Schneider P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. *Rev. Manag. Sci.* 2018. 12 (3). P. 803–848. doi: 10.1007/s11846-018-0283-2.

18. Smart Sensors and Computer Devices for Agriculture, Food Production Process Control and Medicine / V. Romanov, I. Galelyuka, O. Voronenko, O. Kovyrova, S. Dzyadevych, L. Shkotova. *29th International Conference on Computer Theory and Applications ICCTA 2019*, 29-31 October 2019, Alexandria, Egypt. Alexandria, 2019. P. 9-12.

19. The Model of Projects Creation of the Fire Extinguishing Systems in Community Territories / A. Tryhuba, R. Ratushny, I. Tryhuba, N. Koval, I. Androshchuk. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 2020. 68, 2. P. 419-431.

20. Tryhuba A. Computer model of resource demand planning for dairy farms. *Independent Journal of Management & Production (Special Edition ISE, S&P)*. 2021. 12(3). P. 138-149. URL: <http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/1531/1971> (Last accessed: 21.05.2022).

Стаття надійшла 03.07.2022