

УДК 004.73:[616-036.1:614.46]

DOI: 10.30857/2413-0117.2020.5.8

**Валерія Г. Щербак**

**Київський національний університет технологій та дизайну, Україна  
ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ  
НОВОГО СПАЛАХУ ПАНДЕМІЇ COVID-19**

*Статтю присвячено дослідженню особливостей і переваг використання сучасних цифрових технологій для превенції поширення коронавірусної інфекції. Нова хвиля пандемії Covid-19 погіршила епідеміологічну ситуацію в Україні. Це спричинило необхідність посилення карантинних заходів, які були введені з 31.08.2020 року. Проведений аналіз показав, що існує 3 групи технологій цифрового відстеження контактів: від максимального (25%) до мінімального (20%). Метою дослідження є розроблення онлайн-платформи для відстеження поширення COVID-19 у сільській місцевості. Для вирішення поставлених завдань застосовано такі наукові методи дослідження: факторний аналіз визначив ключові фактори поширення вірусу COVID-19; кластерний аналіз виявив скупчення поширення COVID-19; таксономічний підхід встановив межі використання методів відстеження контактів; дискримінаційний метод надає можливість змінити застосовуваний метод трасування контактів. Результати показали, що виявлені фактори (медико-демографічні особливості поширення вірусу Covid-19; сільська інфраструктура для протидії зараженню) описують загалом 83,24% оброблених даних. Зазначені 4 кластери відрізняються рівнем сприйнятливості населення до COVID-19 та розвитком інфраструктури: від мінімального (33% об'єднаних територіальних громад) до максимального – 13% об'єднаних територіальних громад. Розраховане значення інтегрального показника забезпечує засіб встановлення максимальної (8,5) та мінімальної (2) межі змін у способі цифрового відстеження контактів. Запропонований метод впроваджено на базі об'єднаних територіальних громад Вінницької області. Моніторинг змін епідеміологічної ситуації дав змогу обґрунтувати необхідність зміни моделі відстеження контактів, що зменшить епідеміологічний рівень загалом по регіону на 30%.*

**Ключові слова:** коронавірус (COVID-19); цифрові технології відстеження контактів; показники; моніторинг; сільські райони; об'єднані територіальні громади.

**Валерія Г. Щербак**

**Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ  
НОВОЙ ВСПЫШКИ ПАНДЕМИИ COVID-19**

*Статья посвящена исследованию особенностей и преимуществ использования современных цифровых технологий для превенции распространения коронавирусной инфекции. Эпидемиологическая ситуация в Украине ухудшилась с появлением новой волны пандемии Covid-19. Это вызвало необходимость усиления карантинных мероприятий, которые были введены с 31.08.2020 года. Проведённый анализ показал, что существуют 3 группы технологий цифрового отслеживания контактов: от максимального (25%) до минимального (20%). Целью исследования является разработка онлайн-платформы для отслеживания распространения COVID-19 в сельской местности. Для решения поставленных задач использованы такие научные методы исследования: факторный анализ определил ключевые факторы распространения вируса COVID-19; кластерный анализ выявил скопления распространения COVID-19; таксономический подход установил границы использования методов отслеживания контактов; дискриминационный метод позволяет изменить применяемый метод трассировки контактов. Результаты показали, что*

выявленные факторы (медико-демографические особенности распространения вируса Covid-19; сельская инфраструктура для противодействия заражению) описывают в целом 83,24% обработанных данных. Указанные 4 кластера отличаются уровнем восприимчивости населения к COVID-19 и развитием инфраструктуры от минимального (33% объединённых территориальных общин) до максимального – 13% объединённых территориальных общин. Рассчитанное значение интегрального показателя обеспечивает средство установления максимального (8,5) и минимального (2,0) предела изменений в способе цифрового отслеживания контактов. Разработанный методический подход был внедрён на базе объединённых территориальных общин Винницкой области. Мониторинг изменения эпидемиологической ситуации позволяет обосновать необходимость изменения модели отслеживания контактов в случае ухудшения эпидемиологического уровня в регионе на 30%.

**Ключевые слова:** коронавирус (COVID-19); цифровые технологии отслеживания контактов; показатели; мониторинг; сельские районы; объединённые территориальные общины.

**Valeriia G. Shcherbak**

*Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine*

**USING A DIGITAL PLATFORM TO PREVENT A NEW OUTBREAK  
OF THE COVID-19 PANDEMIC**

*This article seeks to explore the specifics and benefits of applying modern digital technologies to prevent the spread of a coronavirus disease. A new wave of the Covid-19 pandemic has aggravated the epidemiological situation in Ukraine which challenged the need to toughening of quarantine measures that were announced on 31 August, 2020. The analysis results revealed 3 groups of digital contact tracing technologies being currently used: from maximum (25%) to minimum (20%). The purpose of this study is to develop an online platform to track the spread of COVID-19 in rural areas. To attain the research objectives, the following methods were employed: factor analysis which identified the key factors affecting the COVID-19 virus spreading; cluster analysis which revealed the clusters of COVID-19 concentration; the taxonomy approach that enabled to identify the limitations in the contact tracing methods application; the discriminant analysis technique that provides for the possibility of change the contact tracing method currently used. The findings record that the identified impact factors (medical and demography specifics in the spread of Covid-19; rural infrastructure to avoid the coronavirus transmission and contamination) describe a total of 83.24% of the processed data. The identified 4 clusters differ in the level of COVID-19 susceptibility of population and infrastructure development: from the minimum (33% of the united territorial communities) to the maximum – 13% of the united territorial communities. The calculated value of the integrated indicator provides for setting the maximum (8.5) and the minimum (2) limits on changes in the digital contact tracing method. The developed methodology has been implemented within the united territorial communities of Vinnytsia region. Epidemiological surveillance to monitor pandemic fluctuations has enabled to justify the need to change the model of contact tracing which will contribute to reducing the Covid-19 transmission dynamics in the region by 30% overall.*

**Keywords:** coronavirus (COVID-19); digital contact tracing technologies; indicators; monitoring; rural areas; united territorial communities.

**Постановка проблеми.** Новітній спалах коронавірусу представляє собою глобальну проблему і серйозний ризик для всього населення світу. У зв'язку з незвичайними темпами поширення хвороби Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) 11.03.2020 р. оголосила

про початок пандемії COVID-19. Поява вірусу COVID-19 на території України був зафіксований 03.03.2020 р., коли підтвердився перший випадок в Чернівецькому регіоні. За даними Центру коронавірусних ресурсів Університету Джона Хопкінса, станом на 20.08.2020 р. підтверджено випадків зараження у 20 млн осіб у 188 країнах, померло – 700 тис. осіб, видужало – 12 млн. Україна на глобальній карті «COVID-19 Dash board by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)» за кількістю зареєстрованих випадків зараження COVID-19 (84 тис. випадків) займає 32 місце. Тенденція поширення захворювання в Україні така ж, як в світі: за цей період видужало – 45 тис. осіб, померло – 2 тис. осіб, знаходяться в легкому стані – 14 тис. осіб (98%), в критичному – 304 (2%). Як свідчать наведені дані, глобальний ризик летального результату (CFR) рівний 5,71% і коефіцієнт одужання 50%.

Страх перед пандемією привів до глобальної паніки, в результаті якої всі країни світу опинилися у надзвичайній ситуації. Як відзначають провідні вчені світу, ірраціональна реакція на вірус багато в чому шкідливо вплинула на життя населення всіх країн та їх економіку. На щастя, всі заходи, які були одночасно здійснені по всьому світу, дали позитивний результат. Але залишається дуже великий ризик повторної хвилі пандемії. Це пов'язано з тим, що в деяких країнах, що знаходяться в «червоній» зоні поширення захворювання, з'явився SARS-CoV-2 (коронавірус 2 з важким гострим респіраторним синдромом); передчасно зняті певні обмеження запобігання ризику інфікування; до сих пір немає ліків і дієвих щеплень проти вірусу COVID-19; існує ймовірність подальшої мутації цього вірусу. Ці обставини роблять великий тиск на систему охорони здоров'я, збільшується попит на різні ресурси: технічні і інформаційні засоби попередження поширення захворювання, медичний персонал, медикаменти і медичні установи, засоби догляду за важкохворими і т. д.

**Аналіз останніх досліджень і невирішена частина проблеми.** Проведений аналіз літературних джерел довів, що для захисту суспільства від вірусу необхідно вживати заходів не тільки з фізичного дистанціювання [1], а й використання інформаційних технологій щодо розриву ланцюжків передачі і зменшення поширення SARS-CoV-2 [2]. Цифрові інструменти для поліпшення боротьби з інфекційними захворюваннями і епідеміями з серйозними наслідками почали розроблятися вченими ще до пандемії COVID-19 [3]. Однак вони використовувалися в основному для полегшення ведення документації. Темпи і масштаб поширення пандемії COVID-19 зажадало розробки принципово нових інформаційних технологій [4] з повною оцифруванням або автоматизацією процесу відстеження контактів [5]. Зараз існує 3 принципово різних технології і платформ цифрового відстеження контактів [6].

**Метою** статті є аналіз існуючих DCT методів і вибір оптимального методу відстеження контактів і зниження темпів поширення COVID-19 на території України.

**Результати дослідження.** CDC (Center for Disease Control and Prevention) опублікував попередні критерії оцінки і результатів використання інструментів відстеження контактів для активного нагляду за поширенням COVID-19 [6]. В цілому всі використовувані зараз технології і платформи цифрового відстеження контактів (DCT) для активного нагляду за поширенням COVID-19 можна об'єднати в три: перший – максимальний централізований підхід (приклад: збір даних урядами Китаю, Південної Кореї [7]); другий – мінімальний децентралізований підхід (відстеження наближення для захисту конфіденційності в Німеччині, Австрія, деякі штати Америки [5]); третій – проміжний підхід. При використанні третього проміжного підходу відстеження контактів вручну доповнюється збором цифрових даних. Використання даного підходу відбувається в двох варіантах: добровільна передача даних про близькість: Данія [8], про місцезнаходження GPS органам охорони здоров'я: Сінгапур, Тайвань [9]; інтеграція сканованих QR-кодів з мобільних телефонів: Австралія, Нова Зеландія [10], в громадському транспорті Бразилія [11], камери розпізнавання осіб,

транзакцій по кредитних картах, соціальних мережах. Другий варіант – відстеження наближення зі збереженням конфіденційності (PPPT) з використанням «рукостискань» Bluetooth Low Energy (BLE), збереження інформації в телефонах у вигляді анонімних «маяків» без повторної ідентифікації користувачів, повідомлення потенційно заражених про контакт [12]. Все різноманітність використовуваних підходів спрямовані на досягнення балансу між технологічною потенційною реалізацією, корисністю для громадської охорони здоров'я, захистом конфіденційності користувачів. У використовуваних підходах зберігання даних можливо в двох варіантах: централізоване сховище знеособлених даних; децентралізоване сховище даних, що дозволяють встановити особу.

Аналіз літературних джерел підтвердив, що використання DCT моделей довели свою ефективність в стримуванні поширення COVID-19. Проведений огляд дозволяє стверджувати, що для сільських територій, де рівень поширення COVID-19 і смертність від нього низька досить використовувати мінімальний метод DCT, для територій із середніми темпами поширення COVID-19 – проміжний метод DCT моделі, для територій з високими темпами поширення COVID-19 – максимально централізований DCT моделі.

Вихідні дані для оцінки рівня протистояння сільських територій Вінницької регіону COVID-19 наведені в табл. 1. Дослідницька база складалася з 13 індикаторів за 6 місяців карантину (березень 2020 – серпень 2020) в Вінницькому регіоні.

Таблиця 1

**Система індикаторів, що впливають на рівень протистояння сільських територій  
 Вінницького регіону COVID-19**

Показники	Позначення
щільність населення (кількість жителів на 1 кв. км)	X1
питома вага дітей у віці до 7 років (% від загальної кількості жителів)	X2
питома вага жителів у віці старше 65 років (% від загальної кількості жителів)	X3
питома вага молоді у віці 20–35 років (% від загальної кількості жителів)	X4
коефіцієнт летальності від COVID-19 (число смертей, поділене на число підтверджених випадків)	X5
смертність на 100 000 осіб населення території	X6
кількість підтверджених випадків COVID-19 на 100 000 осіб населення території	X7
кількість видужали COVID-19 на 100 000 осіб населення території	X8
кількість об'єктів інфраструктури освіти, культури, спорту на 100 000 осіб населення території	X9
кількість об'єктів інфраструктури охорони здоров'я і рекреації на 100 000 осіб населення	X10
питома вага підприємств, що працюють он-лайн (% від загальної кількості підприємств території)	X11
питома вага працюючих он-лайн жителів (% від загальної кількості працездатного населення території)	X12
кількість медичного персоналу на 100 000 осіб населення території	X13

Джерело: запропоновано автором.

На першому етапі був використаний факторний аналіз. За допомогою цього методу можна виявити найбільш значущі індикатори, що впливають на рівень поширення COVID-19 і смертність від нього в сільських територіях. Рядки підсумкової таблиці факторного аналізу дорівнюють кількості індикаторів, стовпці – кількості факторних навантажень індикаторів. Факторні навантаження відображають кореляцію (залежність) індикаторів і факторів,

наявність червоного кольору показує до якого фактору відноситься індикатор, знак (+) відображає прямий вплив, знак (-) – негативний вплив. В даному дослідженні було виявлено 2 фактори. Перший відображає демографічну ситуацію в досліджуваному регіоні, тобто ступінь фізіологічної сприйнятливості до COVID-19. Другий фактор відображає інфраструктурну підготовленість сільських територій до протидії інфекції. Аналіз проводився за допомогою програми STATISTICA. В цілому ситуація протидії COVID-19 описується як стійкість сільської території до поширення COVID-19 в залежності від двох факторів: демографічної ситуації та розвитку інфраструктури території.

На першому етапі для визначення індикаторів, які мають вплив на темпи поширення COVID-19 і можливість обмеження поширення вірусу COVID-19 був проведений факторний аналіз (табл. 2).

Таблиця 2

**Результати факторного аналізу. Визначення індикаторів  
 обмеження поширення вірусу COVID-19**

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (data) Extraction: Principal components (Marked loadings are > 0,700000)	
	Factor 1	Factor 2
X1	-0,790815	-0,495010
X2	0,745745	-0,272548
X3	-0,753503	-0,338784
X4	0,986729	-0,368339
X5	-0,275268	-0,028653
X6	-0,518377	0,016648
X7	-0,201241	0,013647
X8	-0,072538	0,609842
X9	-0,272548	-0,863570
X10	-0,230653	0,758107
X11	-0,028653	0,863570
X12	0,016648	0,916809
X13	-0,595590	0,753435
Expl. Var	4,062440	2,858818
Prp. Totl	0,512495	0,319909

Джерело: STATISTICA 10 listing.

За даними табл. 2 в перший фактор потрапили 8 індикаторів: щільність населення (кількість жителів на 1 кв. км); питома вага дітей у віці до 7 років (% від загальної кількості жителів); питома вага жителів у віці старше 65 років (% від загальної кількості жителів); питома вага молоді у віці 20–35 років (% від загальної кількості жителів); коефіцієнт летальності від COVID-19 (число смертей, поділене на число підтверджених випадків); смертність на 100 000 осіб населення території; кількість підтверджених випадків COVID-19 на 100 000 осіб населення території; кількість видужали COVID-19 на 100 000 осіб населення території. У другій фактор потрапили інші 5 індикаторів: кількість об'єктів інфраструктури освіти, культури, спорту на 100 000 осіб населення території; кількість об'єктів інфраструктури охорони здоров'я і рекреації на 100 000 осіб населення; питома вага підприємств, що працюють он-лайн (% від загальної кількості підприємств території); питома вага працюючих он-лайн жителів (% від загальної кількості працездатного населення території); кількість медичного персоналу на 100 000 осіб населення території.

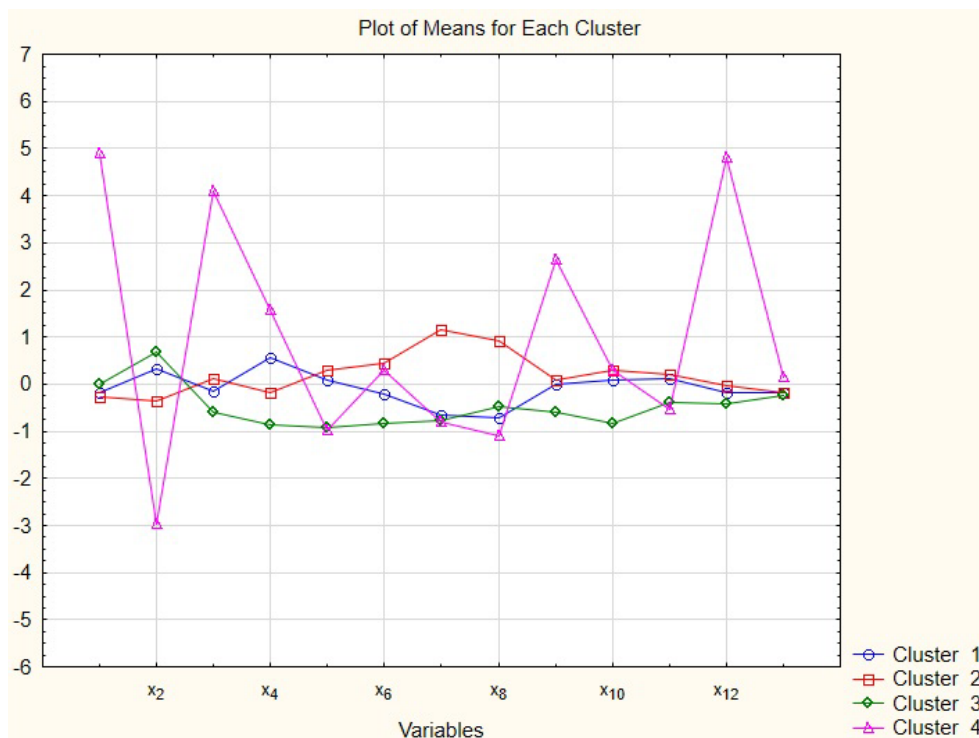
Результати проведеного факторного аналізу показали, що особливості поширення і обмеження епідемії COVID-19 сільських територій Вінницького регіону повністю характеризуються отриманими двома факторами, що є достатнім для обґрунтування вибору для кожної сільської території моделі DCT. Перший фактор можна охарактеризувати як медико-демографічні особливості поширення вірусу COVID-19, він описує 51,2495% дисперсії і має найбільший вплив на епідеміологічну ситуацію сільських територій. Другий фактор описує 31,9909% дисперсії. Він характеризує інфраструктурне стан сільських територій території, причому ступінь соціально-культурної диверсифікації території має негативний вплив на обмеження поширення COVID-19 (в зв'язку із зосередженням людей в одному місці). Решта індикаторів другого фактору мають позитивний вплив на обмеження поширення COVID-19 (в зв'язку з можливістю організації соціальної дистанції або надання медичної допомоги). Відповідно до таблиці 2, величина впливу першого фактору на обмеження поширення COVID-19 описується рівнянням:

$$F_1 = 1/4,062440 \cdot (-0,790815 x_1 + 0,745745 x_1 - 0,753503 x_3 + 0,986729 x_4 - 0,275268 x_5 - 0,518377 x_6 - 0,201241 x_7 - 0,072538 x_8).$$

Величина впливу другого фактору на можливості обмеження поширення COVID-19 визначається рівнянням:

$$F_2 = 1/2,858818 \cdot (-0,863570 x_9 + 0,758107 x_{10} + 0,863570 x_{11} + 0,916809 x_{12} + 0,753435 x_{13}).$$

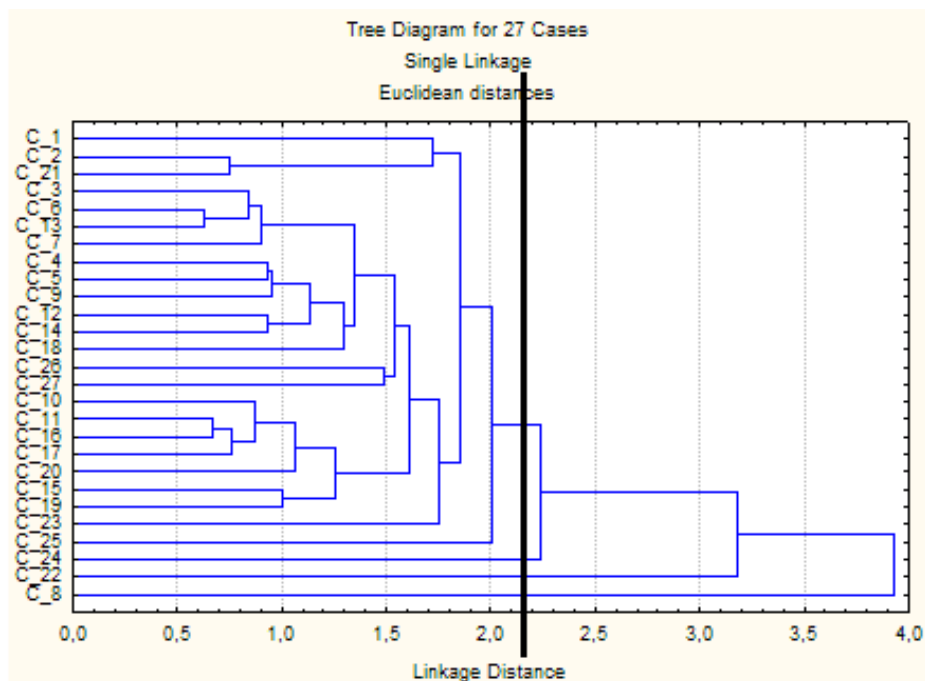
На другому етапі для обґрунтованого поділу сільських територій на групи за рівнем поширення і сприйнятливості населення до COVID-19 був проведений кластерний аналіз К-середніх. Графік К-середніх наведено на рис. 1.



Джерело: STATISTICA 10 listing.

Рис. 1. Графік середніх значень індикаторів рівня поширення і сприйнятливості населення до COVID-19 сільських територій Вінницького регіону

Дані рис. 1 показують, що за рівнем поширення і сприйнятливості населення до COVID-19 все сільські території Вінницького регіону діляться на чотири кластери. На третьому етапі були розраховані інтегральні індикатори рівня поширення COVID-19 для кожного з кластерів методом таксономії. За ідентифікаційним ознакою – «рівень соціально-економічного розвитку сільських територій» – до кластеру 1 потрапили території, які у своїй господарській діяльності використовують переважно сільське господарство і знаходяться на досить низькому рівні соціально-економічного розвитку за рахунок невеликої присутності переробних підприємств і є сировинною базою всього регіону. Райони, які потрапили в кластер 2 також займаються переважно сільськогосподарською діяльністю, але мають більш розвинену інфраструктуру, тому на цих територіях переважає третинний (змішаний) сектор економіки. Для 3-го кластера характерно крім промислового виробництва харчових продуктів наявність виробництва в незначних масштабах особистих селянських господарств, що спеціалізуються в основному на м'ясо-молочних продуктах. Для 4 кластера характерна наявність вторинного сектора економіки (переробна промисловість, будівництво, енергетика), де найбільш важливе місце в них займає переробна (харчова) промисловість, представлена в основному виробництвами харчових продуктів. Для проведення подальшого аналізу були визначені типові представники в кожному з виявлених кластерів. Це можна зробити за допомогою побудови дендограми, в якій в залежності від мети аналізу визначається кількість цих типо-представників шляхом перетину вертикальної лінії в графіку дендограми (рис. 2).



Умовні позначення сільських районів Вінницького регіону: Барський С\_1; Бершадський С\_2; Вінницький С\_3; Гайсинський С\_4; Жмеринський С\_5; Іллінецький С\_6; Калиновський С\_7; Козятинський С\_8; Крижопільський С\_9; Липовецький С\_10; Літинський С\_11; Могилів-Подільський С\_12; Мурованокуриловецький С\_13; Немирівський С\_14; Оратівський С\_15; Піщанський С\_16; Погребищенський С\_17; Теплицький С\_18; Тиврівський С\_19; Томашпільський С\_20; Тростянецький С\_21; Тульчинський С\_22; Хмельницький С\_23; Чернівецький С\_24; Чечельницький С\_25; Шаргородський С\_26; Ямпільський С\_27.

Джерело: STATISTICA 10 listing.

**Рис. 2. Визначення району – типового представника для кожного кластеру сільських територій Вінницького регіону**

Дані рис. 2 свідчать про те, що чим ближче величина інтегрального показника протистояння і поширення COVID-19 до 10, тим більш жорсткі заходи з відстеження контактів з носіями COVID-19 необхідно застосовувати. На останньому етапі був використаний дискримінантний аналіз. З його допомогою був здійснена організація моніторингу динаміки зміни епідеміологічної ситуації в виявлених кластерах. У разі погіршення або поліпшення ситуації необхідно міняти використовувані засоби відстеження контактів з носіями COVID-19. Результат проведеного дискримінантного аналізу наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**Результати дискримінантного аналізу. Моніторинг зміни епідеміологічної ситуації COVID-19 в сільських територіях Вінницького регіону**

Дискримінантна функція зміни епідеміологічної ситуації COVID-19 і-го кластера	Умова використання моделі DCTT для жителів UTCi-го кластера	Пропоновані методи DCTT цифровий-платформи запобігання нового спалаху пандемії COVID-19
$Int_1 = 0,262 - 0,81x_1 + 0,74x_2 - 0,75x_3 + 0,98x_4 - 0,27x_5 - 0,51x_6 - 0,21x_7 - 0,07x_8 - 0,86x_9 + 0,75x_{10} + 0,86x_{11} + 0,91x_{12} + 0,75x_{13}$	$Int_1 = \max$	Для жителів і-го кластера пропонується використовувати мінімальні методи відстеження контактів: ручне повідомлення про випадок COVID-19 за допомогою телефонного зв'язку, sms-повідомлень
$Int_2 = 0,321 - 0,73x_1 + 0,83x_2 - 0,62x_3 + 0,99x_4 - 0,19x_5 - 0,42x_6 - 0,19x_7 - 0,06x_8 - 0,77x_9 + 0,82x_{10} + 0,83x_{11} + 0,92x_{12} + 0,79x_{13}$	$Int_2 = \max$	Для і-го кластера пропонується використовувати середньо-мінімальні методи відстеження контактів: ручне повідомлення про випадок COVID-19 за допомогою телефонного зв'язку, sms-повідомлень; добровільна обсервація людей, що мали контакт з носієм COVID-19
$Int_3 = 0,428 - 0,69x_1 + 0,86x_2 - 0,59x_3 + 1,02x_4 - 0,17x_5 - 0,40x_6 - 0,17x_7 - 0,05x_8 - 0,75x_9 + 0,88x_{10} + 0,88x_{11} + 0,93x_{12} + 0,81x_{13}$	$Int_3 = \max$	Для і-го кластера пропонується використовувати середні методи відстеження контактів: автоматичне повідомлення про випадок COVID-19, перевірка органами охорони здоров'я умов дотримання карантину, фіксація шляховий точки за допомогою GPS, відправка «Селфі» фотографій в контрольне агентство для дотримання карантину
$Int_4 = 0,555 - 0,59x_1 + 0,88x_2 - 0,49x_3 + 1,03x_4 - 0,13x_5 - 0,37x_6 - 0,13x_7 - 0,03x_8 - 0,66x_9 + 0,98x_{10} + 0,98x_{11} + 0,99x_{12} + 0,88x_{13}$	$Int_4 = \max$	Для жителів і-го кластера пропонується використовувати максимально жорсткі методи відстеження контактів: автоматичне повідомлення про випадок COVID-19, централізація інформації в адміністрації UTC, органів охорони здоров'я, примусова обсервація людей, що мали контакт з носієм COVID-19

Використання запропонованого дискримінантного методу моніторингу ситуації поширення COVID-19 дозволяє: виявити можливе погіршення (поліпшення) ситуації,



оперативно запропонувати зміна методів відстеження контактів COVID-19 і відповідних карантинних заходів.

**Висновки і пропозиції.** Проведений аналіз існуючих методів реагування на пандемію COVID-19 показав, що традиційні методи необхідно доповнити цифровими технологіями, які полегшують епідеміологічний нагляд за громадським здоров'ям та відстеження контактів. Технології та платформи цифрового відстеження контактів за методичним підходом збору даних можна умовно поділити на 3 групи: максимальний підхід (централізований збір даних урядом); мінімальний підхід (децентралізована конфіденційність і контактна повідомлення); різні варіанти проміжного підходу (додаток ручного відстеження контактів збором цифрових даних, які можуть бути передані органам охорони здоров'я). Результати аналізу підтверджують, що не існує універсального підходу до ДСТТ. Дизайн технологій не повинен бути статичним, але він повинен мати можливість розвиватися в залежності від місцевих умов, нових даних, ймовірності мутації вірусу, мінливих переваг і пріоритетів. Ці передумови було покладено в основу розробленої цифрової платформи для системи відстеження за поширенням і протистоянням COVID-19 в сільських територіях.

Використання запропонованої платформи базується на методології, що складається з чотирьох етапів. На першому етапі за допомогою факторного аналізу визначаються найбільш значущі індикатори, що впливають на епідеміологічну ситуацію. Ці індикатори було згруповано у 2 фактори. Перший фактор відображає медико-демографічні особливості поширення вірусу COVID-19. Другий фактор відображає інфраструктурну підготовленість сільських територій до протидії інфекції. Апробація запропонованої методики була зроблена на прикладі сільських територій Вінницького регіону. На другому етапі було виявлено 4 кластери за рівнем сприйнятливості населення і протистояння UTC до COVID-19 методом кластерного аналізу К-середніх. На третьому етапі за допомогою методу таксономії була визначена гранична величина рівня поширення COVID-19 для кожного з кластерів у вигляді інтегрального індикатора. Проведені розрахунки показали, що максимальна величина інтегрального індикатора у Вінницької об'єднаної територіальної общини (8,5), мінімальна – у Іллінецькій об'єднаної територіальної общини (2,0). На четвертому етапі за допомогою дискримінантного аналізу проводиться моніторинг зміни епідеміологічної ситуації COVID-19 в сільських територіях Вінницького регіону і при необхідності корекції застосовується ДСТТ моделі. Інтерактивне використання цифрової платформи дозволяє вдосконалити систему відстеження за поширенням і протистоянням COVID-19 в сільських територіях Вінницького регіону.

#### References

#### Література

1. Chire, J. (2020). Data mining approach to analyze Covid19 dataset of Brazilian patients. *Preprint from MEDRXIV*, P. 1–14. <https://doi.org/10.1101/2020.08.13.20174508>.
  2. Darwish, A., Rahhal, Y., Jafar, A. (2020). A comparative study on predicting influenza outbreaks using different feature spaces: application of influenza-like illness data from Early Warning Alert and Response System in Syria. *BMC Res. Notes*, 13(33): 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-4889-5>.
  3. Danquah, L., Hasham, N., MacFarlane, M., Conteh, F., Momoh, F., Tedesco, A., Jambai, A., Ross, D.,
1. Chire J. Data mining approach to analyze Covid19 dataset of Brazilian patients. *Preprint from MEDRXIV*. 2020. P. 1–14. <https://doi.org/10.1101/2020.08.13.20174508>.
  2. Darwish A., Rahhal Y., Jafar A. A comparative study on predicting influenza outbreaks using different feature spaces: application of influenza-like illness data from Early Warning Alert and Response System in Syria. *BMC Res. Notes*. 2020. No. 13 (33). P. 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-4889-5>.
  3. Danquah L., Hasham N., MacFarlane M., Conteh F., Momoh F., Tedesco A.,

- Weiss, H. (2019). Use of a mobile application for Ebola contact tracing and monitoring in northern Sierra Leone: a proof-of-concept study. *BMC Infect. Dis.*, 19(810): 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4354-z>.
4. Reyes, A. (2020). A mindfulness mobile app for traumatized COVID-19 healthcare workers and recovered patients: a response to "The use of digital applications and COVID-19". *Community Ment. Health J.*, 56: 1204–1205. <https://doi.org/10.1007/s10597-020-00690-9>.
5. Teslya, A., Pham, T., Godijk, N., Kretzschmar, M., Bootsma, M., Rozhnova, G. (2020). Impact of self-imposed prevention measures and short-term government-imposed social distancing on mitigating and delaying a COVID-19 epidemic: A modelling study. *PLoS Med.*, 17(7): e1003166: 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003499>.
6. CDCP (2020). COVID-19 provisional counts—weekly updates by select demographic and geographic characteristics. Center for Disease Control and Prevention, National Vital Statistics System.
7. Kraemer, M., Yang, C.-H., Gutierrez, B., Wu, C.-H., Klein, B., Pigott, D., du Plessis, L., Faria, N., Li, R., Hanage, W., Brownstein, J., Layan, M., Vespignani, A., Tian, H., Dye, C., Pybus, O., Scarpino, S. (2020). The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Sci.*, 368(6490): 493–497. DOI: 10.1126/science.abb4218.
8. Schmidt-Kraepelin, M., Toussaint, P., Thiebes, S., Hamari, J., Sunyaev, A. (2020). Archetypes of gamification: an analysis of mHealth apps. *JMIR Mhealth Uhealth*, 8(10): e19280. DOI: 10.2196/19280.
9. Wang, C., Ng, C., Brook, R. (2020). Response to COVID-19 in Taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. *J. Am. Med. Assoc.*, 323(14): 1341–1342. DOI:10.1001/jama.2020.3151.
- Jambai A., Ross D., Weiss H. Use of a mobile application for Ebola contact tracing and monitoring in northern Sierra Leone: a proof-of-concept study. *BMC Infect. Dis.* 2019. No. 19 (810). P. 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4354-z>.
4. Reyes A. A mindfulness mobile app for traumatized COVID-19 healthcare workers and recovered patients: a response to "The use of digital applications and COVID-19". *Community Ment. Health J.* 2020. No. 56. P. 204–1205. <https://doi.org/10.1007/s10597-020-00690-9>.
5. Teslya A., Pham T., Godijk N., Kretzschmar M., Bootsma M., Rozhnova G. Impact of self-imposed prevention measures and short-term government-imposed social distancing on mitigating and delaying a COVID-19 epidemic: A modelling study. *PLoS Med.* 2020. No. 17 (7). e1003166. P. 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003499>.
6. COVID-19 provisional counts—weekly updates by select demographic and geographic characteristics. Center for Disease Control and Prevention (CDCP), National Vital Statistics System, 2020.
7. Kraemer M., Yang C.-H., Gutierrez B., Wu C.-H., Klein B., Pigott D. du Plessis L., Faria N., Li R., Hanage W., Brownstein J., Layan M., Vespignani A., Tian H., Dye C., Pybus O., Scarpino S. (2020). The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Sci.* 2020. No. 368 (6490). P. 493–497. DOI: 10.1126/ science.abb4218.
8. Schmidt-Kraepelin M., Toussaint P., Thiebes S., Hamari J., Sunyaev A. Archetypes of gamification: an analysis of mHealth apps. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020. No. 8 (10). e19280. DOI: 10.2196/19280.
9. Wang C., Ng C., Brook R. Response to COVID-19 in Taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. *J. Am. Med. Assoc.* 2020. No. 323 (14). P. 1341–1342. DOI:10.1001/jama.2020.3151.

10. Ferretti, L., Wymant, C., Kendall, M., Zhao, L., Nurtay, A., Abeler-Dörner, L., Parker, M., Bonsall, D., Fraser, C. (2020). Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Sci.*, 368(6491), eabb6936(1): 1–7. DOI: 10.1126/science.abb6936.

11. De Biazzi, D. (2020). Resilição unilateral, contratos relacionais e a Covid19: breve leitura do ordenamento jurídico brasileiro aplicável. *International Journal of Development Research*, 10(6): 37186–37188. <https://doi.org/10.37118/ijdr.19083.06.2020>.

12. Davis, E., Lucas, T., Borlase, A., Pollington, T., Abbot, S., Ayabina, D., Crellen, T., Hellewell, J., Pi, L., Medley, G., Hollingsworth, T., Klepac, P. (2020). An imperfect tool: COVID-19 ‘test & trace’ success relies on minimising the impact of false negatives and continuation of physical distancing. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci. Preprint from MEDRXIV and BIORXIV*, 1–22. <https://doi.org/10.1101/2020.06.09.20124008>.

10. Ferretti L., Wymant C., Kendall M., Zhao L., Nurtay A., Abeler-Dörner L., Parker M., Bonsall D., Fraser C. Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Sci.* 2020. No. 368 (6491). eabb6936(1). P. 1–7. DOI: 10.1126/science.abb6936.

11. De Biazzi D. Resilição unilateral, contratos relacionais e a Covid19: breve leitura do ordenamento jurídico brasileiro aplicável. *International Journal of Development Research*. 2020. No. 10 (6). P. 37186–37188. <https://doi.org/10.37118/ijdr.19083.06.2020>.

12. Davis E., Lucas T., Borlase A., Pollington T., Abbot S., Ayabina D., Crellen T., Hellewell J., Pi L., Medley G., Hollingsworth T., Klepac P. An imperfect tool: COVID-19 ‘test & trace’ success relies on minimising the impact of false negatives and continuation of physical distancing. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci. Preprint from MEDRXIV and BIORXIV*. 2020. P. 1–22. <https://doi.org/10.1101/2020.06.09.20124008>.