

М. В. Білоус<sup>1</sup>, О. А. Ришов<sup>2</sup>, О. П. ШМАТЕНКО<sup>1</sup><sup>1</sup> Українська військово-медична академія, Україна<sup>2</sup> Запорізький державний медичний університет, Україна

## КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ЕКСПЕРТІВ В ОПИТУВАННІ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМУ МЕДИЧНОГО ПОСТАЧАННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

На теперішній час медична служба Збройних Сил (ЗС) України працює в нормативному полі, яке закріплене змінами до Конституції України щодо стратегічного курсу держави на набуття повноправного членства України в Європейському Союзі та в Організації Північно-атлантичного договору. Формування нової структури медичної служби згідно з J-структурою НАТО, що відбулося 5 лютого 2020 року, та безпосередня участь ЗС України в операції Об'єднаних сил ставлять перед Командуванням Медичних сил ЗС України нові складні завдання з медичного забезпечення військ у сучасних умовах. З огляду на процес впровадження єдиної системи логістичного забезпечення ЗС України, адаптованої до стандартів країн-членів НАТО, перехід організації та управління медичним постачанням ЗС України до більш досконалих технологій та інструментів управління потоковими процесами у відповідності до міжнародних норм стає вимогою сьогодення. Особливу увагу в управлінні потоковими процесами необхідно приділити їх інформатизації.

**Метою дослідження** є проведення кластерного аналізу розподілу експертів, які брали участь в експертному опитуванні з впровадження у систему медичного постачання ЗС України інформатизації логістичних процесів.

**Результати.** Одним з необхідних кроків у напрямку підвищення якості та ефективності логістичних процесів у закладах і підрозділах медичного постачання ЗС України є впровадження інформаційних технологій у вказані процеси. З метою дослідження стану готовності системи медичного постачання ЗС України до впровадження інформатизації логістичних процесів було впроваджено метод експертного опитування за допомогою спеціально розробленої анкети. В якості експертів виступали військовослужбовці медичної служби та працівники ЗС України, які задіяні у системі медичного постачання військ. Наступним етапом дослідження стало застосування методів багатфакторного і багатовимірного статистичного аналізу результатів експертного опитування. Слід зазначити, що в цьому дослідженні всі експерти були розділені за місцем їх служби на 7 груп: 1 група – орган управління медичною службою ЗС України; 2 група – медичні склади Міністерства оборони (МО) України; 3 група – фармацевтичні центри (аптеки); 4 група – групи медичного постачання пересувні; 5 група – Військово-медичні клінічні центри регіонів; 6 група – центри формування та зберігання медичної техніки та майна непорушних запасів. До 7 групи потрапили експерти, які не вказали свою посаду та місце проходження служби (анонімні респонденти). Зважаючи на тип даних, на базі яких проводилося статистичне опрацювання результатів дослідження, вважаємо за доцільне подальшу обробку проводити методами, які передбачають не обрахування, а класифікацію отриманих результатів, що відносяться до непараметричних, а саме технології ієрархічного агломеративного кластерного аналізу та неієрархічного кластерного методу «к-найближчих середніх».

**Висновки.** Шляхом застосування методів кластерного аналізу визначений досить високий рівень узгодженості висновків експертів системи медичного постачання ЗС України до необхідності впровадження інформатизації логістичних процесів, оскільки у дендрограмі максимальна величина «Linkage Distance» дорівнювала 0,62, а середнє значення – 0,21. Аналіз отриманих результатів показав, що експерти з різних місць служби у системі медичного постачання ЗС України підтримують впровадження інформаційних технологій в свою професійну діяльність, але найбільшу узгодженість всередині своєї професійної групи мали експерти з органу управління медичною службою ЗС України, медичних складів МО України та фармацевтичних центрів (аптек) ЗС України. В результаті кластеризації отримано 6 кластерів, у які об'єдналися експерти з системи медичного постачання ЗС України. Встановлено, що кількість експертів, які потрапили до кожного кластеру, різні. Також визначена відмінність за складом експертів у кожному кластері. Особи, чії реєстраційні номери потрапили як елементи у такі кластери,

відносяться до різних груп учасників дослідження з практично всіх закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України. Тільки респонденти з реєстраційними номерами 1-6 – експерти з медичних складів МО України згрупувались в один малий перший кластер. Крім того, кластерний аналіз забезпечив виявлення пов'язаних структурних елементів та їх зв'язків всередині кластера. Так, спостерігається об'єднання усіх експертів з першої, більшості експертів другої групи та експертів з шостої групи всередині одного кластера, що свідчить про прямий контроль та координацію органу управління медичною службою ЗС України над медичними складами МО України та центрами формування і зберігання медичного майна і техніки непорушного запасу. З'ясовано, що експерти з різних Військово-медичних клінічних центрів регіонів (п'ята група) та фармацевтичних центрів (аптек) (третья група) об'єдналися між собою в кожному з трьох кластерів. Це пояснюється здійсненням організації медичного постачання ЗС України за територіальним принципом відповідно до наказу МО України від 16.11.2016 № 608 «Про затвердження адміністративно-територіальних зон відповідальності закладів охорони здоров'я Збройних Сил України за організацію медичного забезпечення».

*Ключові слова:* кластерний аналіз; медичне постачання; Збройні Сили України

M. V. BILOUS<sup>1</sup>, O. A. RYZHOV<sup>2</sup>, O. P. SHMATENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Ukrainian Military Medical Academy, Ukraine*

<sup>2</sup> *Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine*

#### CLUSTER ANALYSIS OF EXPERTS DISTRIBUTION IN THE POLL FOR THE INTRODUCTION OF INFORMATIZATION OF LOGISTIC PROCESSES IN THE SYSTEM OF MEDICAL SUPPLY OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

Currently, the Medical service of the Armed Forces of Ukraine is working in the regulatory field, which is fixed by amendments to the Constitution of Ukraine at the strategic course of the state for the acquisition of full membership of Ukraine in the European Union and North Atlantic Treaty Organization. The formation of the new structure of the Medical service, according to the NATO J-structure, which took place on February 5, 2020 and the direct participation of the Ukrainian Armed Forces in the operation of the Joint Forces, pose new complex tasks for the medical support of troops in modern conditions before the Command of the Medical Forces of the Ukrainian Armed Forces. Given the process of introducing a unified logistics system for the Armed Forces of Ukraine, adapted to the standards of NATO member countries, there is a need to transfer the organization and management of medical supplies to the Armed Forces of Ukraine to more advanced technologies and tools for managing stream processes. Particular attention in the management of stream processes must be given to their informatization.

**Aim.** To conduct a cluster analysis of experts distribution who took part in an expert survey on the implementation of logistics processes informatization in medical supply system of the Armed Forces of Ukraine.

**Results.** One of the necessary steps towards improving the quality and efficiency of logistics processes in institutions and units of the medical supply of the Armed Forces of Ukraine is the introduction of information technologies in these processes. In order to study the state of readiness of the medical supply system of the Armed Forces of Ukraine for the implementation of informatization of logistics processes, an expert survey has been conducted using a specially designed questionnaire. The experts were members of medical service and employees of the Armed Forces of Ukraine, who are involved in medical supply system of the troops. The next stage of the study was the use of multifactorial and multivariate statistical analysis of expert survey results. It should be noted that in this study, all experts have been divided at their place of service into 7 groups. The 1-st group presented experts from Command of the Medical Forces of the Ukrainian Armed Forces, the 2nd group – medical warehouses of the Ministry of Defense of Ukraine, 3-d group – Pharmaceutical Centers (pharmacies), 4-th group – mobile medical supply groups, 5-th group – Military Medical Clinical Centers of the regions, 6-th group – Centers for the formation and storage of medical equipment and medical supplies of emergency reserves (stocks). The 7-th group included experts who did not indicate their position and place of service (anonymous respondents). Considering the type of data on the basis of which statistical processing of the research results has been carried out, we consider it to be appropriate to conduct further data processing using nonparametric methods that are nonparametric, namely the technology of hierarchical agglomeration cluster analysis and the non-hierarchical cluster method «k-Nearest Averages».

**Conclusions.** By applying the methods of cluster analysis, a sufficiently high level of consistency of the conclusions of experts of the medical supply system of the Armed Forces of Ukraine to the need for the introduction of informatization of logistics processes. Since, in the dendrogram the maximum value of “Linkage Distance” was 0,62 and the average value was 0,21. An analysis of the results showed

that experts from different duty stations in the medical supply system of the Armed Forces of Ukraine support the implementation of information technology in their professional activities. The greatest consistency in the middle of their professional group has been held by experts from the Command of the Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine, Medical Warehouses of the Ministry of Defense of Ukraine and Pharmaceutical Centers (pharmacies) of the Armed Forces of Ukraine. The clustering resulted in six clusters, which brought together experts from the medical supply system of the Armed Forces of Ukraine. However, the number of experts grouped in each cluster was different. The difference in the composition of experts in each cluster has been also determined. Persons whose registration numbers were included as elements in such clusters belong to different groups of study participants from almost all institutions and medical supply units of the Armed Forces of Ukraine. Only respondents with registration numbers 1-6 – experts from the medical warehouses of the Ministry of Defense of Ukraine were grouped into one small first cluster. In addition, cluster analysis provided the identification of related structural elements and their relationships in the middle of the cluster. There is a union of all experts from the first, most experts of the second group and experts from the sixth group within the same cluster. This testifies to the direct control and coordination of the Command of the Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine over the medical warehouses of the Ministry of Defense of Ukraine, Centers for the formation and storage of medical equipment and medical supplies of emergency reserves. Experts from different Military Medical Clinical Centers of the regions (group 5) and Pharmaceutical Centers (pharmacies) (group 3) joined together in each of the three clusters. This is explained by the implementation of the organization of medical supply of the Armed Forces of Ukraine according to the territorial principle in accordance with the order of the Ministry of Defense of Ukraine dated 16.11.2016 No. 608 “On approval of the administrative-territorial zones of responsibility of healthcare institutions of the Armed Forces of Ukraine for the organization of medical support”.

*Key words:* cluster analysis; medical supply; Armed Forces of Ukraine

М. В. БЕЛОУС<sup>1</sup>, А. А. РЫЖОВ<sup>2</sup>, А. П. ШМАТЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Українська військово-медична академія, Україна*

<sup>2</sup> *Запорізький державний медичний університет, Україна*

#### **КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ В ОПРОСЕ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМУ МЕДИЦИНСКОГО СНАБЖЕНИЯ ВООРУЖЁННЫХ СИЛ УКРАИНЫ**

В настоящее время медицинская служба Вооружённых Сил (ВС) Украины работает в нормативном поле, которое закреплено изменениями к Конституции Украины по стратегическому курсу государства на приобретение полноправного членства Украины в Европейском Союзе и в Организации Северо-атлантического договора. Формирование новой структуры медицинской службы согласно J-структуры НАТО, которое произошло 5 февраля 2020 года, и непосредственное участие ВС Украины в операции Объединённых сил ставят перед Командованием Медицинских сил ВС Украины новые сложные задания по медицинскому обеспечению войск в современных условиях. Учитывая процесс внедрения единой системы логистического обеспечения ВС Украины, адаптированной к стандартам стран-членов НАТО, возникает необходимость в переходе организации и управления медицинским снабжением ВС Украины к более совершенным технологиям и инструментам управления потоковыми процессами. Особенное внимание в управлении потоковыми процессами необходимо уделить их информатизации.

**Целью исследования** является проведение кластерного анализа распределения экспертов, которые принимали участие в экспертном опросе о внедрении информатизации логистических процессов в систему медицинского снабжения Вооружённых Сил Украины.

**Результаты.** Одним из необходимых шагов в направлении повышения качества и эффективности логистических процессов в учреждениях и подразделениях медицинского снабжения ВС Украины является внедрение информационных технологий в указанные процессы. С целью исследования состояния готовности системы медицинского снабжения ВС Украины к внедрению информатизации логистических процессов был внедрен метод экспертного опроса при помощи специально разработанной анкеты. В качестве экспертов выступали военнослужащие медицинской службы и работники ВС Украины, задействованные в системе медицинского снабжения войск. Следующим этапом исследования стало применение методов многофакторного и многомерного статистического анализа результатов экспертного опроса. Следует отметить, что в этом исследовании все эксперты были разделены по месту их службы на 7 групп: 1 группа – орган управления медицинской службой ВС Украины; 2 группа – медицинские склады Министерства обороны (МО) Украины; 3 группа – фармацевтические центры (аптеки);



4 група – групи медичного снабження передвижні; 5 група – Воєнно-медичні клінічні центри регіонів; 6 група – центри формування і зберігання медичної техніки і майна неприкосновенних запасів. В 7 групі – експерти, які не вказали свою посаду і місце проходження служби (анонімні респонденти). Враховуючи тип даних, на основі яких проводилась статистична обробка результатів дослідження, вважаємо цілком природним подальшу обробку проводити методами, які передбачають не розрахунок, а класифікацію отриманих результатів, що стосуються до непараметричних, а саме, до технологій ієрархічного агрегативного кластерного аналізу і неієрархічного кластерного методу «к-найближчих середніх».

**Висновки.** шляхом застосування методів кластерного аналізу визначено достатньо високий рівень узгодженості висновків експертів системи медичного забезпечення ВС України щодо необхідності впровадження інформатизації логістичних процесів, оскільки в дендрограмі максимальна величина «Linkage Distance» була рівною 0,62, а середнє значення – 0,21. Аналіз отриманих результатів показав, що експерти з різних місць служби в системі медичного забезпечення ВС України підтримують впровадження інформаційних технологій в свою професійну діяльність, але найбільшу узгодженість всередині своєї професійної групи мали експерти з органу управління медичною службою ВС України, медичних складів МО України і фармацевтичних центрів (аптек) ВС України. В результаті кластеризації отримано 6 кластерів, в які об'єдналися експерти з системи медичного забезпечення ВС України. Однак кількість експертів, які згрупувалися в кожному кластері, різні. Також визначено відміння за складом експертів в кожному кластері. Особи, чий реєстраційний номер потрапив як елемент в такі кластери, належать до різних груп учасників дослідження з практично всіх установ і підрозділів медичного забезпечення ВС України. Тільки респонденти з реєстраційними номерами 1-6 – експерти з медичних складів МО України згрупувалися в один малий перший кластер. Крім того, кластерний аналіз об'єктивним чином виявив зв'язні структурні елементи і їх зв'язі всередині кластера. Так, спостерігається об'єднання всіх експертів з першої, більшості експертів другої групи і експертів з шостої групи всередині одного кластера, що свідчить про пряме управління і координацію органу управління медичною службою ВС України над медичними складами МО України, центрами формування і зберігання медичної техніки і майна неприкосновенних запасів. Виявлено, що експерти з різних Воєнно-медичних клінічних центрів регіонів (5 група) і фармацевтичних центрів (аптек) (3 група) об'єдналися між собою в кожному з трьох кластерів. Це пояснюється реалізацією організації медичного забезпечення ВС України за територіальним принципом відповідно до наказу МО України від 16.11.2016 № 608 «Про затвердження адміністративно-територіальних зон відповідальності установ охорони здоров'я Збройних Сил України за організацію медичного забезпечення».

*Ключові слова:* кластерний аналіз; медичне забезпечення; Збройні Сили України

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На теперішній час Медична служба Збройних Сил (ЗС) України працює в нормативному полі, яке закріплено змінами до Конституції України (щодо стратегічного курсу держави на набуття повноправного членства України в Європейському Союзі та в Організації Північно-Атлантичного договору). Формування нової структури медичної служби згідно з J-структурою НАТО, що відбулося 5 лютого 2020 року, крім того, безпосередня участь ЗС України в операції Об'єднаних сил ставлять перед Командуванням Медичних сил ЗС України нові складні завдання щодо медичного забезпечення військ у сучасних умовах.

З огляду на процес впровадження єдиної системи логістичного забезпечення ЗС України, адаптованої до стандартів країн-членів НАТО, перехід організації і управління медичним постачанням ЗС України до більш досконалих

технологій та інструментів управління потоковими процесами у відповідності до міжнародних норм стає вимогою сьогодення. Особливу увагу в управлінні потоковими процесами необхідно приділити їх інформатизації.

Інформатизація логістичних процесів у ЗС України – одна з найактуальніших проблем сучасної української армії [1]. З огляду на світову тенденцію переходу до цифрових методів створення, передачі, обробки та зберігання інформації та стандартів країн-членів НАТО виникає необхідність у впровадженні єдиної інформаційної системи у логістичне забезпечення ЗС України.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій свідчить про перспективу впровадження інформаційної системи (ІС) LOGFAS, яка

може забезпечити частину необхідних функцій планування логістичної підтримки сил (військ) як в Україні, так і в інших країнах [2-5]. Вітчизняні вчені відмічають, що основними перевагами використання IC LOGFAS в Україні є можливість швидкого запуску в експлуатацію і отримання практичних результатів (програмне забезпечення LOGFAS вже готове і не потребує часу і зусиль на розробку) та повна відповідність стандартам НАТО [5]. Подальший аналіз літературних джерел показав, що існуюча IC LOGFAS не надає функції обліку наявності та переміщення матеріальних засобів, оформлення нарядів (рознарядок) на переміщення військового майна [5], в тому числі і медичної техніки та медичного майна, інших документів, що є важливою складовою в організації медичного постачання ЗС України.

#### ВИДІЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Таким чином, питання впровадження інформаційних технологій для реалізації ефективного логістичного управління потоковими процесами у Медичних силах ЗС України та набуття ними функціональної сумісності з медичними службами збройних сил країн-членів Альянсу є актуальними та потребують детального вивчення. Для цього потрібно враховувати емпіричний досвід фахівців (експертів), які задіяні у системі постачання медичного майна закладам та підрозділам медичного постачання ЗС України. Отже, через відсутність подібних досліджень вбачаємо за доцільне з'ясувати оцінку експертів щодо готовності впровадження інформаційних технологій та автоматизації у логістичне управління забезпеченням медичним майном закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України.

Тому попередніми етапами виконання нашого дослідження були:

- збір інформації від експертів – осіб, які є представниками органу управління медичної служби ЗС України, відповідних закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України. Метод збору інформації – експертне опитування (заочне анонімне анкетування);
- узагальнення результатів експертного опитування задля одержання об'єктивної інформації щодо рівня узгодженості висновків експертів до впровадження інформатизації логістичних процесів у системі медичного постачання ЗС України.

Наступним етапом є застосування методів багатофакторного і багатовимірного статистичного аналізу результатів експертного опитування.

#### ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Мета роботи полягає у проведенні кластерного аналізу розподілу експертів, які брали участь в експертному опитуванні щодо впровадження у систему медичного постачання ЗС України інформатизації логістичних процесів.

Для досягнення мети дослідження проведено аналіз вітчизняної та зарубіжної наукової літератури, чинної нормативно-правової бази України, результатів експертного опитування. Під час виконання дослідження використано два методи кластерного аналізу: ієрархічного агломеративного та неієрархічного методу «к-найближчих середніх».

#### ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Одним з необхідних кроків у напрямку підвищення якості та ефективності логістичних процесів у закладах і підрозділах медичного постачання ЗС України є впровадження інформаційних технологій у вказані процеси. З метою дослідження стану готовності системи медичного постачання ЗС України до впровадження інформатизації логістичних процесів було проведено експертне опитування за допомогою спеціально розробленої анкети. У попередній роботі [6] були наведені та проаналізовані інформаційні характеристики експертів з медичного постачання ЗС України, які задіяні в експертному опитуванні. Загальна кількість становила 103 особи, що більше за мінімальну достатню чисельність вибірки для закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України.

Узгодженість висновків експертів щодо відповідей на запитання, оскільки вони мають декілька певних варіантів відповідей, результатом яких є дані, виміряні у категоріальній шкалі, перевірялася за допомогою методу, який відомий як «конкордація Фрідмана» у програмі «STATISTICA for Windows 6,0». Номер ліцензії програми AXXR712D833214FAN5.

Слід зазначити, що в цьому дослідженні всі експерти були розділені за місцем їх служби на 7 груп. В якості експертів виступали військовослужбовці та працівники медичного постачання ЗС України, характеристика їх інформаційної групи та належність до складових системи медичного постачання ЗС України представлена у табл. 1.

Професійна характеристика експертів за рівнем освіти підтверджує їх якісний підбір, так як 96 % з них мають вищу освіту. Також при доборі експертів враховувалось багато чинників: займана посада, вік, стаж роботи в даній галузі, освіта. Дуже істотними якостями експерта є набута практика, адже експерти так чи інакше зацікавлені в дослідженні проблеми, яка аналізується.

## ІНФОРМАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКСПЕРТІВ

Найменування ознаки		Інформаційна група (реєстраційні номери експертів)	Код групи
Складові системи медичного постачання у Збройних Силах України	Орган управління медичною службою	Командування Медичних сил (46, 75, 76, 77)	1
	Заклади медичного постачання	Медичні склади (МС) МО України (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 73, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92)	2
		Центри формування та зберігання медичної техніки та майна непорушних запасів (ЦФТЗ МТіМ НЗ) (47, 48, 49, 50, 51, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 74)	6
	Підрозділи медичного постачання	Відділи (відділення) медичного постачання Військово-медичних клінічних центрів (ВМКЦ) регіонів (18, 19, 20, 31, 97)	5
		Фармацевтичні центри (аптеки) ВМКЦ регіонів (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 24, 25, 27, 33, 53, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103)	3
		Групи медичного постачання (пересувні) військових мобільних госпіталів (ВМГ) (93, 94)	4
	Анонімні респонденти (21, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 78, 79, 80, 81, 82)		7

Це відслідковується при аналізі добору експертів з урахуванням займаних посад.

Найбільший відсоток займають військово-службовці на посаді провізор – 22 %, 11 % – начальники відділень медичного постачання (ВМКЦ, ВГ), 7 % – командири військових частин (МС, ЦФТЗ МТіМ НЗ) по 5 % – начальники відділення зберігання медичного майна (МС, ЦФТЗ МТіМ НЗ). Майже однаковий відсоток (з 4 % до 1 %) складають інші задіяні в опитуванні респонденти. Таким чином, група експертів забезпечена спеціалістами, які мають вищу та середню фармацевтичну освіту, досвід роботи і високу кваліфікаційну категорію.

До 7 групи потрапили експерти, які не вказали свою посаду та місце проходження служби (анонімні респонденти).

Отже, зважаючи на тип даних, на базі яких проводилося статистичне опрацювання результатів дослідження, вважаємо доцільним подальшу обробку проводити методами, які передбачають не обрахування, а класифікацію отриманих результатів, що відносяться до непараметричних, а саме технології ієрархічного агломеративного кластерного аналізу та неієрархічного кластерного методу «к-найближчих середніх».

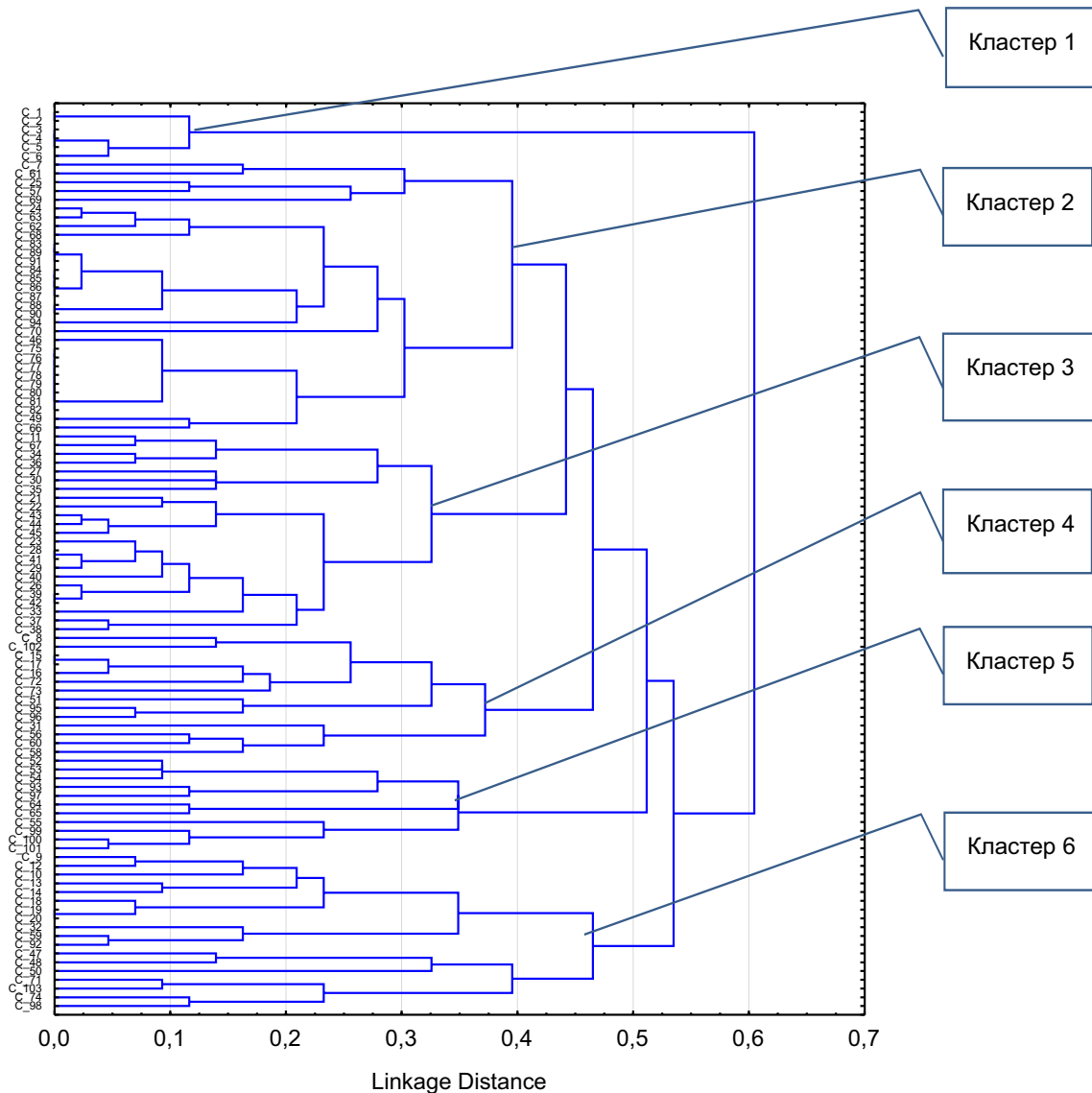
Кластерний аналіз вважається непараметричним аналогом методу багатофакторного дисперсійного аналізу, але завдяки урахуванню великої кількості факторів, що змінюються водночас, його використання є більш сприятливим для категоріальних даних. Наявність або відсутність стійких кластерних угруповань з певним рівнем тісноти зв'язку між ознаками всередині

і між кластерними угрупованнями характеризує стан колективної свідомості, за яким можна судити про реальний рівень постановки і вирішення питань, внесених до анкет. Завдяки можливості проаналізувати персональний склад кожного кластера цей метод допоможе оцінити якість, взаємопов'язаність та узгодженість відповідей [7, 8]. Також слід відмітити, що кластерний аналіз дає змогу прослідкувати та виявити внутрішню логіку розташування досліджуваних об'єктів, їх взаємозв'язків та взаємозалежності [9].

Два методи для одного набору даних було застосовано для перевірки якості кластеризації і відповідності результатів між собою, що має свідчити про адекватність відповідей і не випадковість отриманих висновків.

Загальновідомо, що ієрархічні алгоритми пов'язані з побудовою деревоподібних діаграм – дендрограм (dendrogram). Дендрограма описує близькість окремих елементів з набору даних і кластерів один до одного та представляє в графічному вигляді послідовність об'єднання елементів у кластер. Коли кожен об'єкт являє собою окремих кластер, відстані між ними визначаються обраною мірою. Існують правила, названі методами об'єднання або зв'язку для двох кластерів. В агломеративному методі кластеризації при створенні дендрограм нами було обрано метод «найбільш віддалених сусідів», або «повний зв'язок» ("Complete linkage"). Тут відстані між кластерами визначаються найбільшою відстанню між будь-якими двома об'єктами в різних кластерах. Такий метод використовується,





**Рис.** Дендрограма розподілу експертів, які брали участь в експертному опитуванні щодо готовності до впровадження інформаційних технологій у логістичне забезпечення медичним майном ЗС України

коли об'єкти дійсно походять з різних груп, що є логічним для даних, які оброблялися.

Для обчислення відстані між об'єктами, що вже потрапили в один кластер, та між іншими кластерами використовується міра «відсоток незгоди», тобто виражена у процентах до загальної кількості неспівпадаючих відповідей на питання. Ця відстань обчислюється, якщо дані є категоріальними. Слід зауважити, що кількість кластерів, які виникли, визначається програмою побудови дендрограм, без будь-яких припущень дослідника щодо їх кількості.

На рисунку представлена дендрограма, побудована ієрархічним агломеративним методом.

Змінними елементами в цьому процесі виступали експерти з їх відповідями на запитання анкети. За ознаками відповідей експертів

програмою їх було згруповано у шість великих кластерів, кожен з яких складається з більш дрібних структур. Номери, розташовані на вертикальній осі графа на рисунку, є реєстраційними номерами учасників дослідження – експертів. Кожен кластер, у свою чергу, розподіляється на декілька більш дрібних кластерів, їх склад відбуває поступове об'єднання елементів, що мали найбільший збіг за багатьма ознаками одночасно, за складом відповідей на усі запитання анкети.

Чим ближче до лівої вертикальної осі розташована планка, що з'єднує елементи між собою, тим більше збігу існує між відповідями осіб. Загальний огляд отриманої дендрограми виявляє декілька дрібних кластерів, які входять до більш великих угруповань.

## РОЗПОДІЛ ЕКСПЕРТІВ ЗА СФОРМОВАНИМИ КЛАСТЕРАМИ

№ кластера	Кількість експертів	Реєстраційні номери експертів
1	6	(1, 2, 3, 4, 5, 6)
2	31	7, 61, 25, 57, 69, 24, 63, 62, 68, (83, 89, 91, 84, 85, 86, 87, 88, 90), 94, 70, (46, 75, 76, 77), (78, 79, 80, 81, 82), 49, 66
3	23	11, 67, 34, 36, 27, 30, 35, 21, 22, (43, 44, 45), 23, 28, 41, 29, 40, 26, 39, 42, 33, 37, 38
4	14	8, 102, (15, 16, 17), 72, 73, 51, 95, 96, 31, 56, 60, 58
5	11	52, 53, 54, 93, 97, 64, 65, 55, (99, 100, 101)
6	18	(9, 12, 10, 13, 14), (18, 19, 20), 32, 59, 92, 47, 48, 50, 71, 103, 74, 98
Всього	Σ 103	

За горизонтальною шкалою “Linkage Distance”, яка відбиває розходження у думках експертів на запитання даної анкети, мінімально можливе значення за цим параметром – «0» (повна узгодженість), максимальна – «1» (повна незгода). Слід підкреслити, що відповіді на запитання тут виявили узгодженість між різними групами респондентів: максимальна величина “Linkage Distance” дорівнює 0,62; середнє значення – 0,21.

Таким чином, у результаті кластеризації ми отримали розподіл експертів на шість кластерів, які утворені завдяки подібним відповідям на запитання. Це найбільш адекватно відбиває класифікацію оцінок експертів щодо заданої теми дослідження. Цікавим було проаналізувати та виявити внутрішні взаємозв'язки та взаємозалежність елементів генеральної сукупності у кожному кластері. Для цього у табл. 2 перераховані об'єкти (експерти), які увійшли в кожен кластер, при цьому застосована така ж кольорова індикація, яка була використана для розподілу експертів на 7 груп.

Це зроблено з метою відслідкувати, яким чином розподіляться учасники цих груп, чи будуть вони змішуватись між собою, чи потраплятимуть в одні і ті ж кластери.

Отже, кількість експертів, які потрапили до кожного кластера, різна та спостерігається їх неоднорідність. Особи, чиї реєстраційні номери потрапили як елементи у такі кластери, відносяться до різних груп учасників дослідження з практично всіх закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України. Тільки респонденти з реєстраційними номерами 1-6 – експерти з медичних складів Міністерства оборони (МО) України згрупувались в один малий перший кластер.

Проведений аналіз показав, що особи, які складають кластери з найбільш співпадаючими відповідями на запитання анкети, є представниками першої групи (орган управління медичною службою ЗС України), другої (медичні склади МО України), третьої груп (фармацевтичні центри, аптеки) та окремої групи анонімних

респондентів. Крім того, всередині свого складу вищезазначені особи створили дві-три окремі групи, що мають спільну думку і відповідають на запитання схожим чином. У таблиці вони виділені в дужках. “Linkage Distance” у таких групах дорівнює 0. Тобто експерти з цих вищезазначених трьох груп мають всередині своєї групи найбільший рівень узгодженості щодо готовності впровадження інформатизації та автоматизації у логістичні процеси при забезпеченні медичним майном закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України.

Також спостерігається об'єднання всіх експертів з першої, більшості експертів другої групи та експертів з шостої групи всередині одного кластера, що свідчить про прямий контроль та координацію органу управління медичною службою ЗС України над медичними складами МО України та центрами формування і зберігання медичного майна і техніки непорушного запасу.

Експерти з різних Військово-медичних клінічних центрів регіонів (п'ята група) та фармацевтичних центрів (аптек) (третья група) об'єдналися між собою в кожному з трьох кластерів. Це пояснюється здійсненням організації медичного постачання ЗС України за територіальним принципом відповідно до наказу МО України від 16.11.2016 № 608 “Про затвердження адміністративно-територіальних зон відповідальності закладів охорони здоров'я Збройних Сил України за організацію медичного забезпечення”.

З метою порівняння результатів розподілу респондентів за групами та перевірки невідповідності такого розподілу було проведено кластеризацію масиву даних за методом «k-найближчих середніх» як найбільш поширеним серед неієрархічних методів. Результати кластеризації наведені у табл. 3.

На відміну від ієрархічних методів, які не вимагають попередніх припущень щодо числа кластерів, для можливості використання цього методу необхідно застосувати гіпотезу про найбільш ймовірну кількість кластерів. Алгоритм



## РОЗПОДІЛ ЕКСПЕРТІВ ЗА МЕТОДОМ «k-НАЙБЛИЖЧИХ СЕРЕДНІХ»

№ кластера	Кількість елементів	№ елемента
1	25	(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), 24, 25, 50, 57, 61, 62, 63, 68, (83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91), 94
2	22	11, 21, 22, 23, 26, 27, (28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45), 67
3	11	(46, 49, 66, 75, 76, 77), (78, 79, 80, 81, 82)
4	27	8, 9, 10, (15, 16, 17), 52, 53, (54, 55, 56, 58, 60), 64, 65, 71, 72, 73, 74, 93, 97, 98, (99, 100, 101, 102, 103)
5	18	(12, 13, 14), (18, 19, 20), 30, 31, 32, 47, 48, 51, 59, 69, 70, 92, 95, 96
Всього	Σ 103	

«k-середніх» буде k-кластери, розташовані на максимально можливих відстанях один від одного. Основний тип задач, які вирішує алгоритм «k-середніх» – це наявність припущень (гіпотез) щодо числа кластерів, при цьому вони повинні бути різноманітними настільки, наскільки це можливо.

З нашої точки зору, найбільш вдала кластеризація відбулася при заявленій кількості кластерів, що дорівнює п'яти.

З табл. 3 видно, що значною мірою склад кластерів, визначений за допомогою методу «k-найближчих середніх», майже співпадає зі складом кластерів, визначених за допомогою дендрограми.

Більше того, визначились ті ж сталі за складом групи експертів, що об'єднались спільною думкою в експертному опитуванні. Це є свідченням, по-перше, якості проведеної кластеризації; по-друге, об'єктивної реальності отриманих груп респондентів.

#### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Шляхом застосування методів кластерного аналізу визначений досить високий рівень узгодженості висновків експертів системи медичного постачання ЗС України у необхідності впровадження інформатизації логістичних процесів, оскільки у дендрограмі максимальна величина «Linkage Distance» дорівнювала 0,62, а середнє значення – 0,21.

Аналіз отриманих результатів показав, що експерти з різних місць служби у системі медичного постачання ЗС України підтримують впровадження інформаційних технологій в свою професійну діяльність, але найбільшу узгодженість всередині своєї професійної групи мали експерти з органу управління медичною службою ЗС України, медичних складів МО України та фармацевтичних центрів (аптек) ЗС України.

У результаті кластеризації отримано 6 кластерів, у які об'єднались експерти із системи медичного постачання ЗС України. Встановлено, що кількість експертів, яка потрапила до кожного кластера, різна. Також визначена відмін-

ність за складом експертів у кожному кластері. Особи, чії реєстраційні номери потрапили як елементи у такі кластери, відносяться до різних груп учасників дослідження з практично всіх закладів та підрозділів медичного постачання ЗС України. Тільки респонденти з реєстраційними номерами 1-6 – експерти з медичних складів МО України згрупувались в один малий перший кластер.

Крім того, кластерний аналіз забезпечив виявлення пов'язаних структурних елементів та їх зв'язків всередині кластера. Так, спостерігається об'єднання усіх експертів з першої, більшості експертів другої групи та експертів з шостої групи всередині одного кластера, що свідчить про прямий контроль та координацію органу управління медичною службою ЗС України над медичними складами МО України та центрами формування і зберігання медичного майна і техніки непорушного запасу.

З'ясовано, що експерти з різних Військово-медичних клінічних центрів регіонів (п'ята група) та фармацевтичних центрів (аптек) (третья група) об'єднались між собою в кожному з трьох кластерів. Це пояснюється здійсненням організації медичного постачання ЗС України за територіальним принципом відповідно до наказу МО України від 16.11.2016 № 608 «Про затвердження адміністративно-територіальних зон відповідальності закладів охорони здоров'я Збройних Сил України за організацію медичного забезпечення».

Для подальшого вивчення сучасного стану готовності системи медичного постачання ЗС України до впровадження інформатизації логістичних процесів та з'ясування найбільш важливих та першочергових кроків у реалізації цієї задачі саме в закладах та підрозділах медичного постачання ЗС України планується проведення кластеризації відповідей експертів на запитання анкети ієрархічним агломеративним методом. У ролі змінних будуть виступати вже не експерти, а варіанти відповідей на запитання анкети.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Карпюк Г. Реформа логістичного забезпечення армії: натовські орієнтири 2020-го. URL: <http://www.mil.gov.ua/ministry/zmi-pro-nas/2019/04/10/reforma-logistichnogo-zabezpechennya-armii-natovski-orientiri-2020-go/> (дата звернення: 12.07.2020).
2. Pecina M., Dufek R. Use of LOGFAS tools in logistics planning in NATO. *Revista academiei forțelor terestre*. 2016. № 2 (82). P. 120–126.
3. Szabados J. J. A logisztikai információs rendszer szükségessége és fejlesztési lehetőségei a Magyar Honvédségben. *HSz Logisztika*. 2018. № 4. P. 89–102. URL: [https://honvedelem.hu/files/files/111397/hsz\\_2018\\_4\\_beliv\\_089\\_102.pdf](https://honvedelem.hu/files/files/111397/hsz_2018_4_beliv_089_102.pdf) (дата звернення: 12.07.2020).
4. Беляченко В. В., Педан Ф. Ф., Романченко О. А. Підходи до створення, підтримки і вдосконалення АСУ логістичного забезпечення ЗС України з урахуванням досвіду країн-членів НАТО. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ ім. Івана Черняхівського*. 2018. № 3 (64). URL: <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/177510/177369> (дата звернення: 12.07.2020).
5. Степанюк М. Ю., Сініцин І. П., Котеля О. В. Проблема створення інформаційної системи логістики в Збройних Силах України, що відповідає стандартам НАТО. *Проблеми програмування*. 2018. № 4. С. 101–110. DOI: <https://doi.org/10.15407/pp2018.04.101> (дата звернення: 12.07.2020).
6. Білоус М. В., Дроздов Д. В., Шматенко О. П., Трохимчук В. В. Дослідження сучасного стану логістичних процесів у закладах та підрозділах медичного постачання Збройних Сил України. *Здоров'я суспільства*. 2019. № 5-6, Т. 8). С. 244–249. DOI: <https://doi.org/10.22141/2306-2436.8.6.2019.198397> (дата звернення: 12.07.2020).
7. Писарькова В. Р., Науменко Н. Ю. Підходи кластерного аналізу до оцінки фінансово-економічної діяльності підприємства. Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація. 2019. № 1. С. 63–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.32434/2521-6406-2019-5-1-63-69> (дата звернення: 12.07.2020).
8. Комчатних О. В. Кластерний аналіз в оцінюванні інноваційного потенціалу підприємств транспортної логістики. *Інтернаука*. 2019. № 2 (22). С. 31–37. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2019-2-4776> (дата звернення: 12.07.2020).
9. Яцина Ю. О., Кудінов І. О. Кластерне моделювання в політичному аналізі. *Молодий вчений*. 2015. № 7 (22). С. 130–134.

## REFERENCES

1. Karpiuk, H. *Reforma lohistrychnoho zabezpechennia armii: natovs'ki oriyentyry 2020-ho*. Available at: <http://www.mil.gov.ua/ministry/zmi-pro-nas/2019/04/10/reforma-logistichnogo-zabezpechennya-armii-natovski-orientiri-2020-go/>
2. Pecina, M., Dufek, R. (2016). Use of LOGFAS tools in logistics planning in NATO. *Revista Academiei Forțelor Terestre*, 2 (82), 120–126.
3. Szabados, J. J. (2018). A logisztikai információs rendszer szükségessége és fejlesztési lehetőségei a Magyar Honvédségben. *HSz Logisztika*, 4, 89–102. Available at: [https://honvedelem.hu/files/files/111397/hsz\\_2018\\_4\\_beliv\\_089\\_102.pdf](https://honvedelem.hu/files/files/111397/hsz_2018_4_beliv_089_102.pdf)
4. Beliachenko, V. V., Pedan, F. F., Romanchenko, O. A. (2018). Approaches to the creation and direction of development, improvement and support of the automated control systems of the Armed Forces of Ukraine, taking into account the experience of NATO member countries. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen NUOU im. Ivana Cherniakhovskoho*, 3 (64). Available at: <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/177510/177369>
5. Stepaniuk, M. Yu., Sinitsyn, I. P., Kotelia, O. V. (2018). Problemy prohamuvannia, 4, 101–110. Available at: <https://doi.org/10.15407/pp2018.04.101>
6. Bilous, M. V., Drozdov, D. V., Shmatenko, O. P., Trokhymchuk, V. V. (2019). *Zdorovia suspilstva*, 5–6 (8), 244–249. Available at: <https://doi.org/10.22141/2306-2436.8.6.2019.198397>
7. Pysar'kova, V. R., Naumenko, N. Yu. (2019). *Kompiuterne modeliuvannia: analiz, upravlinnia, optyimizatsiia*, 1, 63–69. Available at: <http://dx.doi.org/10.32434/2521-6406-2019-5-1-63-69>.
8. Komchatnykh, O. V. (2019). *Internauka*, 2 (22), 31–37. Available at: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2019-2-4776>
9. Yatsyna, Yu. O., Kudinov, I. O. (2015). *Molodyi vchenyi*, 7 (22), 130–134.

Адреса для листування:

01015, м. Київ, вул. Московська, 45/1, буд. 33.

Тел. (044) 280-00-34. E-mail: [maryvictory@ukr.net](mailto:maryvictory@ukr.net)

Українська військово-медична академія

Білоус М. В. (ORCID – <https://orcid.org/0000-0002-4370-8813>)Рижов О. А. (ORCID – <https://orcid.org/0000-0003-3964-5984>)Шматенко О. П. (ORCID – <https://orcid.org/0000-0002-6145-460X>)

Надійшла до редакції 01.06.2020 р.