

ТРАНСПОРТ

УДК 656.7.073.1/3.073.455:629.7.014.9]:[661.12:615.371]](477)"364"
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.3.1/42>

Ботяков А.В.

Національний транспортний університет

БЕЗПЛОТНІ АВІАЦІЙНІ СИСТЕМИ У ГУМАНІТАРНІЙ ЛОГІСТИЦІ: ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАКЦИН З ДОТРИМАННЯМ ХОЛОДОВОГО ЛАНЦЮГА

Стаття присвячена дослідженню питання безпілотних авіаційних систем у гуманітарній логістиці в контексті транспортування вакцин з дотриманням холодового ланцюга. В ході проведеного дослідження автором було сформульовано визначення поняття «гуманітарна логістика». Також особливу увагу приділено визначенню характеристик гуманітарної логістики щодо організації гуманітарних поставок й критеріїв оцінювання їх ефективності, а саме своєчасність доставки, економічна вигідність, екологічність, чітка координація і злагодженість усіх учасників процесу доставки; гуманітарні поставки в умовах невизначеності і не прогнозованості надзвичайної ситуації, а також високий рівень небезпеки її виконання, зокрема необхідність підтримання холодового ланцюга медичних вантажів, а також потреба у постійному зворотному зв'язку з постраждалими для оцінки масштабів надзвичайної ситуації. У статті проаналізовано потреби населення України у гуманітарній допомозі, а також розподіл тих, хто потребує допомоги, за основними секторами/кластерами та гостротою потреб відповідно до їхнього місця проживання.

З огляду на той факт, що в Україні наявні воєнні виклики та необхідність забезпечення медичного обслуговування цивільного населення та військових на прифронтових територіях в статті досліджується БАС у транспортуванні вакцин. Проблема постачання гуманітарної допомоги на прифронтових територіях насамперед пов'язана з ризиками, викликаними бойовими діями, артилерійськими обстрілами та бомбовими, ракетними ударами, внаслідок чого виникають критичні збої в інфраструктурі, зокрема, пошкодження доріг та мостів, складів, енергетичної та телекомунікаційної мережі. Також транспортування традиційними засобами є неможливим через замінованість територій. Варто наголосити, що інтеграція дронів у ланцюг постачання вакцин, зокрема у системах постачання холодового ланцюга, дає значні переваги в скороченні часу доставки, забезпеченні безпеки персоналу, подоланні географічних бар'єрів, забезпеченні життєздатності вакцини за допомогою контролю температури, потенційному зниженні витрат і відходів, а також покращенні доступності вакцини у важкодоступних районах та районах, що постраждали від наслідків воєнних дій чи/та стихійних лих. Також було зазначено, що медичні працівники закладів, які обслуговуються логістикою дронів, сповіщали про менший дефіцит вакцин і менше втрачених можливостей щодо вакцинації, що викликало значне задоволення постачальників і кращі наслідки для здоров'я населення.

Ключові слова: гуманітарна логістика, дрони (БПЛА), холодовий ланцюг, вакцина, війна.

Постановка проблеми. Нині у світі спостерігається складна ситуація в безпековій сфері – широкомасштабна війна росії проти України, політичне і військове протистояння на Близькому сході, Південній, Західній Азії, наслідки пандемії COVID-19, стихійні лиха, техногенні небезпеки, фінансові та соціально-економічні кризи. У таких умовах актуалізується роль гуманітарних поставок у постраждалі регіони,

де населення знаходиться у небезпеці і потребує негайної допомоги.

Гуманітарна логістика важлива в кризових ситуаціях, які породжені чинниками різної природи (наприклад, природними, економічними, техногенними, військовими, епідеміологічними тощо) і різних масштабів – від локальних (як наприклад, землетруси в окремих районах) до глобальних (зокрема, пандемії) [1; 2]. Організація

гуманітарної логістики пов'язана з наявністю ризиків та невизначеності ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вітчизняними та зарубіжними вченими питанням організації гуманітарної логістики, а також транспортуванню гуманітарних вантажів, зокрема вакцин з дотриманням холодового ланцюга, приділяється певна увага. Зокрема, слід згадати праці Гринів Н.Т. [3], Чуприни О.О., Колосок Е.В., Григоренко О.В. [4], Мироненка В.К. [5], Абіді Х., де Леув С., Клумп М. [6], Апте А. [7], Бун Л. [8], Нікбахш Е., Фарахані Р.З. [9], Оверстріт Р.Е., Холл Д., Ханна Дж.Б., Райнер Р.К. [10], Томас А.С., Копчак Л.Р. [11], Вега Д., Руссат К. [12], Енайаті С. та ін. [13; 14], Колтер М., Ексіголу С.Д., Пінклей С.Н., Проано Р.А. [15], Абвібово А. [16], Гунаратне К. [17], Хаїдарі Л.А. та ін. [18], Гріффіт Е.В. та ін. [19], Аггарвал С. та ін. [20; 21], Кремер П. та ін. [22], Рабта Б., Вакмюллер К., Рейнер Г. [23], тощо. Вони розглядають основи гуманітарної логістики та транспортного обслуговування в надзвичайних ситуаціях [5; 6; 8; 10; 23], особливості та завдання гуманітарної логістики [3; 4; 7; 10], питання трансформації логістичних потоків в умовах війни [3; 4], роль інформаційних технологій в організації доставки гуманітарної допомоги [8], шляхи запобігання несвоєчасній доставці гуманітарних вантажів [3; 9], проблеми вимірювання та управління ефективністю ланцюгів постачання гуманітарної допомоги [6; 11] та роль постачальників логістичних послуг, які є важливими гравцями в гуманітарній сфері, надаючи підтримку неурядовим організаціям та урядам під час реагування на великі катастрофи [12]. Зокрема, науковці зазначають, що БАС все частіше досліджуються як рішення для транспортування вакцин у системах постачання холодового ланцюга, особливо в регіонах зі складним рельєфом або обмеженою інфраструктурою [13]. Адже дрони дозволяють швидко доставляти вакцини у віддалені чи важкодоступні райони, значно скорочуючи час доставки порівняно з традиційними методами та покращуючи доступність вакцини та рівень охоплення в таких регіонах, як, наприклад, Вануату, Нігер, Гана, Руанда, Південно-Східна Азія та Індія [13–23].

Постановка завдання. Мета статті полягає у дослідженні безпілотних авіаційних систем у гуманітарній логістиці в контексті транспортування вакцин з дотриманням холодового ланцюга.

Виклад основного матеріалу. На сьогодні вітчизняне законодавство не регламентує поняття гуманітарна логістика та гуманітарна поставка. Визначення поняття «гуманітарний вантаж (товар)» можна сформулювати, виходячи з положень Закону України «Про гуманітарну допомогу» від 22.10.1999 року № 1192-XIV [24] і Порядку митного оформлення вантажів гуманітарної допомоги, затвердженого постановою КМУ від 22 березня 2000 р. № 544 (у редакції постанови КМУ від 17 квітня 2013 р. № 278) [25].

Відповідно до вищезазначених нормативно-правових актів, гуманітарний вантаж – це товар, що ввозиться на митну територію України як гуманітарна допомога [26; 24; 25]. У свою чергу, під гуманітарною допомогою слід розуміти цільову адресну безоплатну допомогу у грошовій чи натуральній формі, у формі безповоротної фінансової допомоги чи добровільних пожертвувань, чи допомогу у формі виконання робіт, надання послуг, яка надається іноземними і вітчизняними донорами щодо мотивів гуманності отримувачам гуманітарної допомоги в межах України чи за кордоном, що потребують допомоги внаслідок соціальної незахищеності, матеріальної незабезпеченості, скрутним фінансовим становищем і введенням воєнного чи надзвичайного стану, виникненням надзвичайної ситуації чи тяжкою хворобою певної конкретної фізичної особи, а також зокрема для підготовки збройного захисту держави і її захисту у разі збройної агресії чи збройного конфлікту (Закон України «Про гуманітарну допомогу») [24].

У табл. 1 представлено визначення поняття «гуманітарна логістика», що знайшли своє відображення в наукових працях вітчизняних та зарубіжних дослідників, а також публікаціях міжнародних організацій (Європейського Союзу, Асоціації держав Південно-Східної Азії) [3; 4; 5; 7; 8; 9; 11; 27; 28].

Аналіз і узагальнення визначень, наведених в табл. 1, дозволяє зробити висновок, що гуманітарна логістика – це галузь загальної логістики, яка включає весь комплекс операцій з управління матеріальними ресурсами та супутніми їм потоками інформації в умовах надзвичайних ситуацій з метою своєчасного і ефективного надання необхідної допомоги постраждалим.

Концептуалізація гуманітарної логістики часто базується на типових стратегічних рисах ланцюгів поставок, що проявляються залежно від подій до/після надзвичайної ситуації або

Огляд підходів до визначення гуманітарної логістики

№	Автор	Визначення поняття «гуманітарна логістика»
1	Гринів Н.Т. [3]	Гуманітарна логістика – це галузь логістики, яка забезпечує своєчасну доставку та зберігання запасів необхідних товарів для постраждалих людей та регіонів під час надзвичайних ситуацій, воєнних дій або стихійних лих.
2	Чуприна О.О., Колосок Е.В., Григоренко О.В. [4]	Гуманітарна логістика, спираючись на теоретичний базис загальної логістики, передбачає управління матеріальними та супутніми потоками, спрямована на задоволення істотних суспільних потреб, в тому числі тих, що характеризуються непередбачуваністю та носять гуманітарний характер (на основі мінімізації часу реалізації логістичних завдань), забезпечуючи постраждалих людей товарами першої необхідності під час кризових ситуацій та сприяючи підвищенню якості їх життя.
3	Мироненко В.К. [5]	Гуманітарна логістика – це галузь логістики, яка спеціалізується на організації доставки та складування запасів під час стихійних лих або складних надзвичайних ситуацій для постраждалого району та людей, а також включає прогнозування та оптимізацію ресурсів, управління запасами та обмін інформацією.
4	Апте А. [7]	Гуманітарна логістика – спеціальна галузь логістики, яка керує ланцюгом постачання критично важливих товарів та послуг з такими викликами, як різке зростання попиту, невизначеність поставок, критичні часові вікна з огляду на вразливість інфраструктури та масштаб операцій.
5	Бун Л. [8]	Гуманітарна логістика стосується стратегічної координації, необхідної для ефективного постачання допомоги та припасів до регіонів, постраждалих від стихійних лих або конфліктів. Гуманітарна логістика – це термін, який використовується для опису скоординованих зусиль щодо своєчасного та економічно ефективного постачання допомоги та припасів до районів стихійного лиха.
6	Нікбахш Е., Фарахані Р.З. [9]	Гуманітарна логістика — це галузь логістики, що займається логістичними аспектами системи управління стихійними лихами, включаючи різні види діяльності, такі як закупівля, зберігання та транспортування продуктів харчування, води, ліків та інших матеріалів, а також людських ресурсів, необхідної техніки та обладнання, а також допомоги пораненим до та після стихійних лих.
7	Томас А.С., Копчак Л.Р. [11]	Гуманітарна логістика – це процес планування, впровадження та контролю ефективного, економічно вигідного потоку та зберігання товарів і матеріалів, а також пов'язаної з ними інформації від місця походження до місця споживання з метою полегшення страждань вразливих людей
8	Асоціація держав Південно-Східної Азії [27]	Гуманітарна логістика – це процес планування, впровадження, моніторингу та контролю придбання, зберігання та транспортування товарів і матеріалів з місця походження до місць стихійного лиха. Її метою є управління запасами, сприяння комунікації, підтримка інфраструктури та постачання ресурсів для ефективного та економічно вигідного полегшення страждань населення, що потерпає від стихійного лиха.
9	Європейська комісія [28]	Гуманітарна логістика стосується процесів та систем, що беруть участь у мобілізації людей, ресурсів, навичок та знань для допомоги вразливим людям, які постраждали від стихійних лих та складних надзвичайних ситуацій.

Джерело: складено автором на основі джерел [3; 4; 5; 7; 8; 9; 11; 27; 28]

однієї чи кількох фаз у межах циклу такої ситуації [29].

Огляд наукових джерел дає можливість виокремити такі особливості гуманітарної логістики [1–29]:

1) основними критеріями оцінювання ефективності гуманітарних поставок є: своєчасність (швидкість) доставки, доступність (безпосередня доставка в пункт, де виникла потреба), економічна вигідність (мінімальні витрати),

екологічність (зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище);

2) участь різних зацікавлених сторін (органів державної влади і місцевого самоврядування, донорів, міжнародних організацій, благодійних фондів, волонтерських організацій, безпосередніх учасників процесу доставки гуманітарних товарів – перевізників, логістичних операторів (експедиторів), складських комплексів), узгодженість між якими може знизити оперативність

реагування на ситуацію, що вимагає чіткої координації і злагодженості їхніх дій;

3) організація гуманітарної поставки в умовах невизначеності і непрогнозованості виникнення надзвичайної ситуації, її масштабів, наслідків та тривалості;

4) високий рівень небезпеки виконання гуманітарної поставки, що вимагає точної ідентифікації ризиків та шляхів їх мінімізації;

5) необхідність підтримання холодового ланцюга гуманітарної поставки швидкопсувних вантажів та вантажів медичного призначення;

6) додаткова ускладненість гуманітарної поставки через віддаленість, важкодоступність і небезпечність регіонів виникнення надзвичайних ситуацій, ймовірність нестачі транспортних засобів і браку спеціалізованого персоналу, а також виникнення дефіциту товарів, критично важливих для забезпечення населення в цих регіонах;

7) налагодження постійного зворотного зв'язку з постраждалими регіонами для оцінки масштабів надзвичайної ситуації і конкретних потреб населення.

Відповідно до Плану гуманітарних потреб і реагування для України на 2025 р., підготовленого Управлінням ООН з координації гуманітарних справ, 12,7 млн. осіб потребують допомоги [30]. Фінансові потреби у допомозі визначаються на рівні 2,63 млрд. дол. США, проте планується надати допомогу лише 6,0 млн. осіб, що становить 47,24% від потребуючих [30]. У табл. 2 представлено інформацію про потребуючих допомогу у розрізі секторів/кластерів [30].

Як видно з даних табл. 2, найбільші потреби у людей в захисті (9,8 млн.), охороні

здоров'я (9,2 млн.), а також воді, санітарії та гігієні (8,5 млн.) [30]. Водночас, планом передбачено надання лише 32,61% осіб допомоги в секторі охорони здоров'я, що є найменшим показником серед усіх секторів/кластерів [30]. Таким чином, в Україні найгостріша ситуація з наданням гуманітарної допомогою в сфері охорони здоров'я.

На рис. 1 представлено розподіл людей, що потребують допомоги, та гостроти потреб за населеними пунктами України [30].

З рис. 1 видно, що найбільш гостро потребують допомоги особи, що мешкають вздовж лінії фронту, у т.ч. і на окупованих територіях (Харківська, Луганська, Донецька, Запорізька, Дніпропетровська, Херсонська і Миколаївська області), а також на прикордонних з РФ територіях (Сумська область) [30]. Гострота потреб визначається на надзвичайному та катастрофічному рівнях [30].

В таких регіонах актуалізується питання надання медичної допомоги, оскільки погіршується санітарно-епідеміологічна ситуація (в постійних стресових ситуаціях імунітет населення послаблюється, через погіршення стану води посилюються ризики виникнення інфекцій, що передаються через воду, залишаються проблемою такі інфекційні захворювання, як кір і дифтерія, спалахи кору, гепатиту А, поліомієліту, грипу та COVID-19) [31]. Тому для полегшення страждань людей та попередження інфекційних захворювань і важкого перебігу хвороб, важливим є постачання вакцин у такі регіони. Вакцини є особливим видом гуманітарної допомоги в сфері охорони здоров'я, які потрібні завжди: як у мирний, так і воєнний час, як в штатних (планових), так і екстрених умовах, оскільки захищають цивільне населення і військових від важких

Таблиця 2

Розподіл осіб, що потребують і яким планується надати допомогу за основними секторами/кластерами

Сектор/кластер	Потребують, млн. осіб	Планується		Фінансові потреби, млн. дол. США
		млн. осіб	% від потребуючих	
Координація та управління об'єктами розміщення ТПО	0,149	0,079	53,02	20,4
Освіта	1,6	0,8	50,00	84,6
Продовольча безпека та засоби до існування	5,0	2,3	46,00	613,4
Охорона здоров'я	9,2	3,0	32,61	130,9
Захист	9,8	3,8	38,78	445,2
Житло та непродовольчі товари	6,9	3,0	43,48	544,6
Вода, санітарія та гігієна	8,5	4,3	50,59	365,3

Джерело: складено і розраховано автором на основі джерела [30]

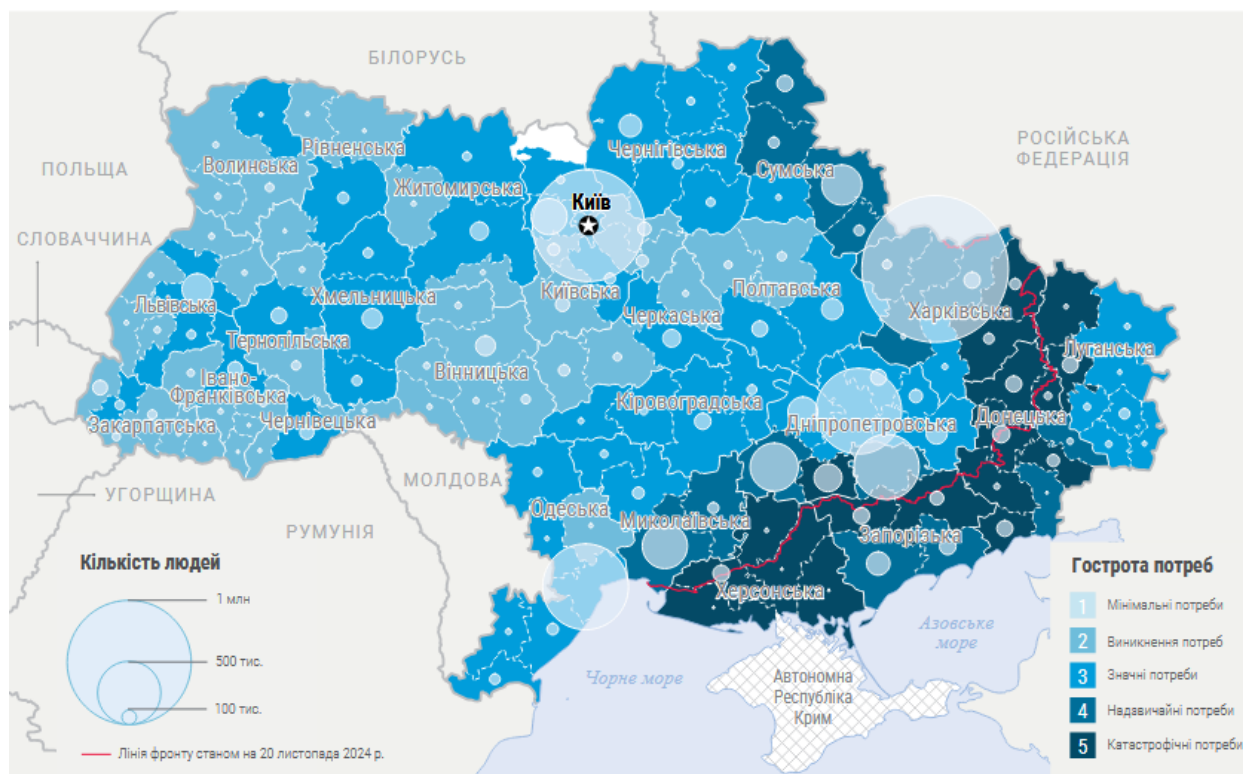


Рис. 1. Розподіл людей, що потребують допомоги, та гостроти потреб за населеними пунктами України [30]

інфекційних та вірусних захворювань. Складність постачання вакцин визначається необхідністю дотримання особливих умов холодового ланцюга [32].

Проблема постачання гуманітарної допомоги у ці регіони насамперед пов'язана з ризиками, викликаними бойовими діями, ракетними, артилерійськими обстрілами та бомбовими ударами, внаслідок чого виникають критичні збої в інфраструктурі, зокрема, пошкодження доріг та мостів, складів, енергетичної та телекомунікаційної мережі. Також транспортування традиційними засобами є неможливим через замінованість територій.

У цьому випадку актуальними стають такі технологічні інновації, як вантажні безпілотні авіаційні системи (дрони), які допомагають подолати «останню милю» в системі надання екстреної медичної допомоги [33; 23; 34]. В умовах воєнного стану дрони можуть доставити вакцини до зон бойових дій та деокупованих територій швидко і без ризику для, наприклад, водіїв та експедиторів. Використання БАС зменшує викиди в атмосферу і мінімізує відходи в усьому ланцюзі постачання [35]. БАС все частіше досліджуються як рішення для транспортування вакцин у системах постачання холодового ланцюга, особливо в регіонах зі складним рельєфом або

обмеженою інфраструктурою [13]. Зокрема, дрони дозволяють швидко доставляти вакцини у віддалені або важкодоступні райони, значно скорочуючи час доставки порівняно з традиційними методами та покращуючи доступність вакцин та рівень охоплення в таких регіонах, як, наприклад, Вануату, Нігер, Гана, Руанда, Південно-Східна Азія та Індія [13–22]. Відповідно дрони можуть підтримувати необхідні температури холодового ланцюга під час транспортування, забезпечуючи цілісність і безпеку вакцин навіть у надзвичайно складних умовах [16; 19; 20; 21], зокрема інтеграція БАС у ланцюги постачання вакцин значно може зменшити витрати на їх транспортування [13; 14; 17; 18]. Варто також зазначити, що заклади, які обслуговуються логістикою дронів, повідомляють про менше дефіциту вакцини та втрачених можливостей вакцинації, що призводить до більшої задоволеності постачальників медичних послуг і покращення результатів для здоров'я [22]. Відповідно науковці зазначають, що стратегічне розміщення центрів (хабів) дронів, ретрансляційних станцій і центрів розподілу може ще більше підвищити економію коштів і якість обслуговування, за допомогою моделей, що демонструють диференційовані ролі великих і малих дронів у мультимодальних мережах [13; 14; 15].

Таким чином, потенціал БАС передбачає швидку доставку, безпеку персоналу, мінімізує запаси і відходи, збільшуючи ефективність перевезення [33–35; 13–23].

Лідером у застосуванні БАС для доставки товарів медичного призначення є каліфорнійська компанія Zipline [36]. Zipline доставляє кров, трансплантанти і вакцини пацієнтам у Руанді, Танзанії та Папуа-Новій Гвінеї; компанія довела ефективність використання такого типу поставки, значно скоротивши час доставки і зменшивши кількість зіпсованих вантажів, що є невід’ємними вимогами холодового ланцюга [37].

Поставки вакцин можуть бути організовані з використанням таких безпілотних літальних апаратів, як: вантажні квадрокоптери, гібридні вантажні дрони, а також дрони-кур’єри літакового типу [38; 36; 13; 39].

Для вибору оптимальної моделі БАС необхідно враховувати такі критерії: економічні витрати на виконання цільового завдання з поставки вакцин B , безпосадкова дальність польоту D_n , вантажопідйомність P_n та тривалість T_n польоту [40].

Економічні витрати на виконання завдання з транспортування вантажів включають:

1) витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу (зовнішніх пілотів (операторів) та членів екіпажу безпілотного авіаційного комплексу) з усіма нарахуваннями на фонд оплати праці (нині в Україні нарахування єдиного соціального внеску від заробітної плати становлять 22%) B_{on} ;

2) вартість витратних матеріалів $B_{ам}$;

3) вартість палива B_n ;

4) вартість використання наземних засобів забезпечення польотів $B_{нз}$;

5) загальновиробничі витрати $B_{зв}$, які включають амортизаційні відрахування, витрати на підготовку персоналу, витрати на будівництво і утримання систем базування тощо [40].

Таким чином, критерії оптимальності мають такий вигляд [40]:

$$\left\{ \begin{array}{l} B \rightarrow \min \\ B = B_{on} + B_{ам} + B_n + B_{нз} + B_{зв} \\ D_n \leq D_n(\text{задане значення}) \\ P_n \leq P_n(\text{задане значення}) \\ T_n \leq T_n(\text{задане значення}) \end{array} \right.$$

Критерії оптимальності передбачають мінімум сумарних витрат та відповідність показників

вантажопідйомності, дальності та тривалості польоту безпілотного літального апарату заданому діапазону значень, що забезпечує дотримання вимог холодового ланцюга і виконання цільового завдання поставки вакцин у певній кількості на певну відстань у певний пункт призначення.

Висновки. В результаті проведеного дослідження нами було здійснений аналіз безпілотних авіаційних систем у гуманітарній логістиці в контексті транспортування вакцин з дотриманням холодового ланцюга, зокрема також проведений комплексний аналіз сутності поняття «гуманітарна логістика» й систематизація її специфічних рис. Автором сформульоване визначення поняття «гуманітарна логістика» під яким слід розуміти галузь загальної логістики, яка включає весь комплекс операцій з управління матеріальними ресурсами та супутніми їм потоками інформації в умовах надзвичайних ситуацій з метою своєчасного і ефективного надання необхідної допомоги постраждалим. Також зазначено, що організація гуманітарної поставки здійснюється в умовах невизначеності і непрогнозованості, характеризується високим рівнем небезпеки, передбачає виконання умов холодового ланцюга, що ускладнюється важкодоступністю зон виникнення надзвичайних ситуацій і дефіцитом ресурсів, участю різних зацікавлених сторін. Підкреслено, що основними критеріями оцінювання ефективності гуманітарних поставок є: своєчасність, доступність, економічна вигідність, екологічність. В статті визначено критерії вибору оптимальної моделі БАС для виконання завдання з доставки вакцин в умовах воєнного часу.

Отже, з огляду на означене вище, варто наголосити, що на сьогодні, враховуючи воєнні виклики в Україні, доцільно використовувати потенціал безпілотних авіаційних систем у транспортуванні гуманітарних вантажів медичного призначення, а саме вакцин, зокрема інтеграція дронів у ланцюг постачання вакцин, відповідно у системах постачання холодового ланцюга, дає значні переваги в подоланні географічних бар’єрів, забезпеченні безпеки персоналу, скороченні часу доставки, потенційному зниженні витрат і відходів, забезпеченні життєздатності вакцини за допомогою контролю температури, а також покращенні доступності вакцини у важкодоступних районах та районах, що постраждали від наслідків воєнних дій чи/та стихійних лих.

Список літератури:

1. Lockamy III A. Assessing disaster risks in supply chains. *Industrial Management & Data Systems*. 2014. Vol. 114. No. 5. P. 755–777. URL: <https://doi.org/10.1108/imds-11-2013-0477> (дата звернення 18.05.2025 року).
2. Disaster risk factors – hazards, exposure and vulnerability / D.D. Saulnier, et al. *WHO Guidance on Research Methods for Health Emergency and Disaster Risk Management* / eds. R. Kayano, V. Murray, M. Clarke, E. YY Chan. Geneva: World Health Organization. 2021. 584 p. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345591/9789240032286-eng.pdf> (дата звернення 18.05.2025 року).
3. Гринів Н.Т. Гуманітарна логістика як інструмент трансформації логістичних потоків в умовах воєнного часу. *Економіка та суспільство*. 2023. № 56. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-4> (дата звернення 18.05.2025 року).
4. Чуприна О.О., Колосок Е.В., Григоренко О.В. Гуманітарна логістика: особливості розвитку в сучасних реаліях. *Економіка та суспільство*. 2023. № 58. С. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-39> (дата звернення 18.05.2025 року).
5. Мироненко В.К. Основи гуманітарної логістики та транспортного обслуговування в надзвичайних ситуаціях. *Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг*: кол. моногр. / В.М. Самсонкін, І.В. Ніколаєнко, Ю.В. Булгакова та ін.; за ред. В.М. Самсонкіна та І.В. Ніколаєнко. Київ: Талком, 2021. С. 203–225.
6. Abidi H., de Leeuw S., Klumpp M. Humanitarian Supply Chain Performance Management: A Systematic Literature Review. *Supply Chain Management*. 2014. Vol. 19. No. 5/6. P. 592–608. URL: <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2013-0349> (дата звернення 18.05.2025 року).
7. Apte A. Humanitarian Logistics: A New Field of Research and Action. *Foundations and Trends in Technology Information and Operations Management*. 2010. Vol. 3. No. 1. P. 1–100. URL: <http://dx.doi.org/10.1561/02000000014> (дата звернення 18.05.2025 року).
8. Boone L. Humanitarian logistics. *EBSCO*. 2024. URL: <https://www.ebsco.com/research-starters/diplomacy-and-international-relations/humanitarian-logistics> (дата звернення 18.05.2025 року).
9. Nikbakhsh E., Farahani R.Z. Humanitarian Logistics Planning in Disaster Relief Operations. *Logistics Operations and Management*. 2011. P. 291–332. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00015-3> (дата звернення 18.05.2025 року).
10. Overstreet R.E., Hall D., Hanna J.B., Rainer R.K. Jr. Research in humanitarian logistics. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. 2011. Vol. 1. No 2. P. 114–131. URL: https://www.researchgate.net/publication/254192788_Research_in_Humanitarian_Logistics (дата звернення 18.05.2025 року).
11. Thomas A.S., Kopczak L.R. From Logistics to Supply Chain Management: The Path forward in the Humanitarian Sector. *Fritz Institute*, San Francisco. 2005. Vol. 15. P. 1–15.
12. Vega D., Roussat Ch. Humanitarian logistics: the role of logistics service providers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2015. Vol. 45. Issue 4. P. 352–375. URL: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2014-0309> (дата звернення 18.05.2025 року).
13. Enayati S., Campbell J.F., Li H. Vaccine distribution with drones for less developed countries: A case study in Vanuatu. *Vaccine X*. 2023. doi: 10.1016/j.jvacx.2023.100312. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590136223000530> (дата звернення 18.05.2025 року).
14. Multimodal Vaccine Distribution Network Design with Drones / S. Enayati et al. *Transportation Science*. 2023. Vol. 57. No 4. URL: <https://doi.org/10.1287/trsc.2023.1205> (дата звернення 18.05.2025 року).
15. Designing Drone Delivery Networks for Vaccine Supply Chain: A Case Study of Niger / S. D. Eksigolu et al. *IIEE Transactions on Healthcare Systems Engineering*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1080/24725579.2023.2268113> (дата звернення 18.05.2025 року).
16. Adwibowo A. Assessments of heavy lift UAV quadcopter drone to support COVID 19 vaccine cold chain delivery for indigenous people in remote areas in South East Asia. *medRxiv*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1101/2021.01.09.21249494> (дата звернення 18.05.2025 року).
17. Unmanned Aerial Vehicle Adaptation to Facilitate Healthcare Supply Chains in Low-Income Countries / K. Gunaratne et al. *Drones*. 2022. Vol. 6. No. 11. P. 321. URL: <https://doi.org/10.3390/drones6110321> (дата звернення 18.05.2025 року).
18. The economic and operational value of using drones to transport vaccines / L. A. Haidari et al. *Vaccine*. 2016. Vol.34. no. 34. P. 4062–4067. doi: 10.1016/j.vaccine.2016.06.022. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27340098/> (дата звернення 18.05.2025 року).
19. The Use of Drones to Deliver Rift Valley Fever Vaccines in Rwanda: Perceptions and Recommendations/E.F.Griffithetal. *Vaccines*. 2023. Vol.11. Issue3. URL: <https://doi.org/10.3390/vaccines11030605> (дата звернення 18.05.2025 року).

20. Assessing the Feasibility of Drone-Mediated Vaccine Delivery: An Exploratory Study / S. Aggarwal et al. *Health Science Reports*. 2025. Vol. 8. No. 1. URL: <https://doi.org/10.1002/hsr2.70208> (дата звернення 18.05.2025 року).
21. Enhancing Healthcare Access: Drone-based Delivery of Medicines and Vaccines in hard-to-Reach Terrains of Northeastern India / S. Aggarwal et al. *Preventive Medicine: Research & Reviews*. 2024. Vol. 1. Issue 4. URL: https://doi.org/10.4103/pmrr.pmrr_73_24 (дата звернення 18.05.2025 року).
22. An impact assessment of the use of aerial logistics to improve access to vaccines in the Western-North Region of Ghana / P. Kremer et al. *Vaccine*. 2023. Vol. 41. Issue 36. URL: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2023.06.036> (дата звернення 18.05.2025 року).
23. Rabta B., Wankmüller C., Reiner G. A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2018. Vol. 28. P. 107–112. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.02.020> (дата звернення 18.05.2025 року).
24. Про гуманітарну допомогу: Закон України від 22 жовтня 1999 року № 1192-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1192-14#Text> (дата звернення 18.05.2025 року).
25. Про Порядок митного оформлення вантажів гуманітарної допомоги, затверджений постановою КМУ від 22 березня 2000 р. № 544 (у редакції постанови КМУ від 17 квітня 2013 р. № 278). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/544-2000-%D0%BF#Text> (дата звернення 18.05.2025 року).
26. Порядок пропуску та обліку гуманітарної допомоги в умовах воєнного стану, затверджений Постановою КМУ від 5 вересня 2023 р. № 953. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/953-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення 18.05.2025 року).
27. Association of Southeast Asian Nations. URL: <https://ascend.ahacentre.org/ascend-humanitarian-logistics/> (дата звернення 18.05.2025 року).
28. Evaluation of Humanitarian Logistics within EU Civil Protection and Humanitarian Action, 2013-2017 / European Commission, DG ECHO and Landell Mills International, Fenton, G., et al., 2019. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c0ab9b4-358a-11e9-8d04-01aa75ed71a1> (дата звернення 18.05.2025 року).
29. Kovács G., Spens K., Moshtari M. The Palgrave Handbook of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management. 2018. URL: <https://doi.org/10.1057/978-1-137-59099-2> (дата звернення 18.05.2025 року).
30. Україна: План гуманітарних потреб і реагування 2025 р. *UNHCR*. URL: <https://surl.li/lkanod> (дата звернення 18.05.2025 року).
31. Малишко Д. Що відбувається зі сферою охорони здоров'я під час війни. Розмова з представником ВООЗ в Україні. 2024. URL: <https://surl.li/lvscog> (дата звернення 18.05.2025 року).
32. Порядок забезпечення належних умов зберігання, транспортування, приймання та обліку вакцин, анатоксинів та алергену туберкульозного в Україні, затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України від 16.09.2011 № 595. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1166-11#Text> (дата звернення 18.05.2025 року).
33. Rejeb A., Rejeb K., Simske S., Treiblmaier H. Humanitarian Drones: A Review and Research Agenda. *Internet of Things*. 2021. Vol. 16. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660521000780> (дата звернення 18.05.2025 року).
34. Impact of Using Drones in Emergency Medicine: What Does the Future Hold? / Johnson A., et al. *Open Access Emergency Medicine*. 2021. No. 13. P. 487–498. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8605877/pdf/oaem-13-487.pdf> (дата звернення 18.05.2025 року).
35. Stierlin N., Risch M., Risch L. Current Advancements in Drone Technology for Medical Sample Transportation. *Logistics*. 2024. No. 8 (4). 104. URL: <https://doi.org/10.3390/logistics8040104> (дата звернення 18.05.2025 року).
36. Zipline designs, manufactures, and operates the world's largest drone delivery service. URL: <https://www.flyzipline.com/> (дата звернення 18.05.2025 року).
37. Волянський П.Б., Ядченко Д.М., Мосов С.П., Печиборщ В.П., Якимець В.М., Хорошун Е.М., Печиборщ О.В., Якимець В.В. Медичні дрони – інновація державної служби медицини катастроф. *Харківська хірургічна школа*. 2021. № 3. С. 55–62. URL: <https://doi.org/10.37699/2308-7005.3.2021.11> (дата звернення 18.05.2025 року).
38. The electric VTOL-fixed wing drone for urgent medical delivery. Taking to the skies to save lives. *CORDIS-EU*. 2022. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/442746-taking-to-the-skies-to-save-lives> (дата звернення 18.05.2025 року).
39. Introducing Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Vaccine Transport in the Democratic Republic of Congo; Phase 1: Permissions, Preliminary Design, and Testing. (Final Report). *VillageReach*. 2019. URL: <https://surl.li/dpyhqi> (дата звернення 18.05.2025 року).
40. Застосування безпілотних авіаційних систем у сфері цивільного захисту: монографія / Д.В. Бондар та ін. Київ : ГО «Європейська наукова платформа». 2022. 312 с. URL: <https://surl.li/hyogxj> (дата звернення 18.05.2025 року).

**Botiakov A.V. HUMANITARIAN LOGISTICS & UNMANNED AVIATION SYSTEMS
IN THE CONTEXT OF COLD CHAIN VACCINES TRANSPORTATION**

The article explores the issue of humanitarian logistics & unmanned aviation systems in the context of cold chain vaccines transportation. In the course of the research, the author formulated a definition of the concept of “humanitarian logistics”, and paid special attention to determining its characteristics in the context of organizing humanitarian supplies & criteria for assessing their effectiveness, as timeliness of delivery, economic profitability, environmental friendliness, clear coordination and coherence of all participants in the process; humanitarian supplies in conditions of uncertainty and unpredictability of the emergency situation, as well as high level of danger of its implementation, in particular the need to maintain the cold chain of medical cargo, and the need for constant feedback with victims. The severity & key clusters and sectors of humanitarian needs of Ukrainians were analyzed by author.

Given the fact that today Ukraine faces military challenges and the need to provide medical care to the civilian population of Ukraine & the military, the article analyzes the use of UAS in the vaccine transportation. The problem of delivering humanitarian aid to the regions in front-line area is associated with the risks that are caused by artillery shelling/bombing/missile attacks that bring damage of roads/bridges, energy and telecommunications networks (critical infrastructure failures). Moreover, due to the mined territories, transportation is impossible by using the traditional ways. It is worth emphasizing that drones integration in cold vaccine supply chain gives serious advantages in reducing delivery time, ensuring personal safety, overcoming geographical barriers, ensuring vaccines viability, decrease waste and expense, and enhance accessibility of vaccines while delivering to hard-to-reach territories & people, who suffered from the results of military actions and/or disasters. Also it was mentioned, that medical workers from facilities served by drone logistics notified less vaccine shortage & fewer missed vaccination opportunities that caused significant provider satisfaction & better health outcomes.

Key words: logistics, drones, cold chain, vaccine, humanitarian, war.