



UDC 614.2

STRATEGIC LOGISTICS IN HEALTHCARE IN THE FACE OF GLOBAL INSTABILITY

СТРАТЕГІЧНА ЛОГІСТИКА В ОХОРОНІ ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Melnyk Bogdan

ORCID: 0009-0004-6111-237X

3rd year postgraduate student

specialty 073 "Management"

Polissia National University

Анотація. В статті здійснено глибоке дослідження сучасного стану, теоретико-методологічних засад та практичних аспектів функціонування логістичних систем у сфері охорони здоров'я. Робота базується на комплексному аналізі чотирьох фундаментальних потоків: матеріального, інформаційного, фінансового та сервісного (пацієнтського), синхронізація яких визначає ефективність надання медичних послуг. Особлива увага приділена імплементації концепції ощадливого управління (Lean Logistics) та теорії обмежень для мінімізації втрат і оптимізації процесів у госпітальному середовищі. Детально розглянуто вплив технологій Індустрії 4.0, зокрема штучного інтелекту, блокчейну, Інтернету речей (IoT) та хмарних обчислень, на трансформацію ланцюгів постачання. Окремий розділ присвячено критичній проблематиці управління холододовим ланцюгом, механізмам деградації імунобіологічних препаратів та інноваціям у термоліогістиці. Проведено ґрунтовний аналіз фінансової логістики через призму управління циклом доходів (Revenue Cycle Management), виявлено ключові фактори втрати прибутку та стратегії їх усунення. Унікальною складовою статті є розширене дослідження адаптації логістичних систем в умовах воєнного стану на прикладі України (2022–2025 рр.), що включає аналіз інтеграції військової та цивільної медицини, управління гуманітарними потоками та забезпечення стійкості інфраструктури під час активних бойових дій. Стаття містить стратегічні рекомендації щодо побудови пацієнтоцентричних, екологічно сталих та результативних ланцюгів постачання, здатних функціонувати в умовах високої невизначеності.

Ключові слова: логістика охорони здоров'я, управління ланцюгами постачання (SCM), ощадлива логістика (Lean), холододовий ланцюг, штучний інтелект в медицині, управління циклом доходів (RCM), результативність, воєнна логістика, пацієнтпотік, сталий розвиток.

Вступ

Історично логістика в медицині сприймалася як суто допоміжна, технічна функція, обмежена закупівлею витратних матеріалів, зберіганням запасів та організацією харчування чи прання. У такій моделі логістичні процеси були фрагментовані, розірвані між різними департаментами та часто підпорядковувалися адміністративно-господарським відділам без єдиної стратегії. Проте сучасні виклики, пов'язані зі зростанням вартості медичних послуг, старінням населення, глобалізацією ринків фармацевтики та появою нових біологічних загроз, докорінно змінили це сприйняття. Сьогодні логістика



в охороні здоров'я (Healthcare Logistics) постає як інтегрована наука про управління та оптимізацію потоків, що пронизують усю екосистему надання медичної допомоги — від синтезу молекули діючої речовини на заводі виробника до моменту введення препарату пацієнту та подальшої утилізації відходів [4].

Основне завдання національних систем охорони здоров'я полягає у забезпеченні доступу населення до безпечних, високоякісних та орієнтованих на людину медичних послуг, і в цьому контексті логістика виступає ключовим гарантом безперервності лікувального процесу. Високоякісна медицина вимагає, щоб правильний пацієнт отримав правильний препарат у правильній дозі, у правильний час та у належному стані. [1]. Будь-який збій у цьому ланцюзі — чи то затримка постачання кардіостимулятора, чи порушення температурного режиму зберігання вакцини — може мати фатальні наслідки для здоров'я і життя людини, що принципово відрізняє медичну логістику від комерційної, де наслідком помилки зазвичай є лише фінансові втрати [5].

Сектор управління ланцюгами постачання в охороні здоров'я (Healthcare Supply Chain Management) демонструє стрімке зростання і перетворюється на один із найбільш інвестиційно привабливих сегментів світової економіки. За оцінками аналітичних агентств, у 2024 році обсяг глобального ринку HSCM становив приблизно 3,75–3,95 млрд доларів США, а в середньостроковій перспективі очікується його збільшення до понад 6 млрд доларів США зі стабільним середньорічним темпом зростання. Така динаміка зумовлена комплексом взаємопов'язаних економічних і структурних чинників. З одного боку, медичні заклади та страхові компанії перебувають під постійним тиском необхідності скорочення витрат, адже логістична складова може формувати до 30–40 % бюджету лікарні, що робить оптимізацію закупівель і управління запасами критично важливим інструментом фінансової стабільності. [7]. З іншого боку, процеси консолідації галузі, злиття та поглинання великих медичних мереж вимагають інтеграції розрізнених логістичних систем у єдині централізовані платформи. Додатковим стимулом для інвестицій у логістику



стає посилення регуляторних вимог до простежуваності лікарських засобів і медичних виробів з метою боротьби з фальсифікатом, що змушує медичні організації впроваджувати сучасні цифрові рішення та розвивати IT-інфраструктуру [8].

Період 2020–2025 років став переломним для всієї галузі охорони здоров'я та її логістичного забезпечення. Пандемія COVID-19 оголила критичну вразливість глобальних ланцюгів постачання, продемонструвала небезпечну залежність від обмеженої кількості виробників активних фармацевтичних інгредієнтів у країнах Азії та виявила нездатність традиційних логістичних моделей оперативно реагувати на різке зростання попиту. Додатковим фактором дестабілізації стала повномасштабна війна в Україні, яка зруйнувала усталені логістичні маршрути у Східній Європі та створила унікальний прецедент функціонування системи охорони здоров'я в умовах постійних загроз для критичної інфраструктури. Сукупність цих подій змусила переглянути базові принципи медичної логістики та спричинила стратегічний зсув від концепції «Just-in-Time», орієнтованої на мінімізацію запасів заради економії, до підходу «Just-in-Case», який на перший план ставить надійність, стійкість та формування стратегічних резервів як ключову умову безпеки та резильєнтності системи охорони здоров'я.

Основний текст

Теоретико-методологічні засади логістики охорони здоров'я ґрунтуються на системному баченні медичного закладу не як сукупності ізольованих структурних підрозділів, а як складної інтегрованої системи, крізь яку одночасно проходять кілька взаємопов'язаних потоків. Ефективність управління такою системою визначається здатністю менеджменту синхронізувати ці потоки в часі та просторі, забезпечуючи безперервність і якість надання медичної допомоги. У сучасній теорії логістики охорони здоров'я виділяють чотири ключові потоки, що формують єдину функціональну архітектуру лікувального процесу.

Матеріальний потік є найбільш очевидним і традиційним об'єктом логістичного управління. Він охоплює рух фармацевтичних препаратів,



медичних виробів і витратних матеріалів, медичного обладнання, продуктів харчування та лікарняної білизни, а також зворотний потік відходів, у тому числі біологічно небезпечних. Специфіка матеріального потоку в медицині полягає у надзвичайно широкій номенклатурі позицій, що налічує тисячі найменувань, а також у критичній важливості дотримання термінів придатності та умов зберігання. Навіть дефіцит відносно дешевого елемента, такого як лабораторний реагент, може призвести до зупинки роботи цілого клінічного підрозділу. Управління матеріальним потоком вимагає постійного пошуку балансу між скороченням складських запасів для вивільнення оборотних коштів і необхідністю гарантувати безперебійну наявність життєво важливих лікарських засобів та виробів.

Інформаційний потік супроводжує і водночас ініціює рух матеріальних ресурсів, формуючи основу для прийняття управлінських і клінічних рішень. До його складу входять дані електронних медичних карток пацієнтів, лікарські призначення, заявки на закупівлю, інформація про рівень запасів, а також нормативна документація і клінічні протоколи. В умовах цифрової трансформації інформаційний потік набуває первинного значення, оскільки без точних і своєчасних даних про діагноз та план лікування неможливо сформулювати коректний матеріальний запит. Розриви або спотворення інформаційного потоку, зокрема через використання паперових носіїв чи несинхронізовані бази даних, залишаються однією з основних причин лікарських помилок і логістичних збоїв у медичних закладах.

Фінансовий потік відображає рух грошових коштів, пов'язаний з оплатою медичних послуг і матеріальних ресурсів, та поєднує інтереси медичних закладів, страхових компаній, державних фондів, пацієнтів і постачальників. Він включає розрахунки з платниками за надані послуги, відшкодування вартості лікування, прямі платежі пацієнтів, а також оплату закупівель і сервісного обслуговування. Оптимізація фінансового потоку є ключовим завданням управління циклом доходів, метою якого є скорочення касових розривів і забезпечення фінансової стійкості медичного закладу в умовах обмежених



ресурсів.

Особливе місце в логістиці охорони здоров'я займає потік пацієнтів, який є унікальним за своєю природою, оскільки об'єкт логістичного управління водночас є живим суб'єктом і кінцевим споживачем медичної послуги. Логістика пацієнтів охоплює процеси госпіталізації, сортування, переміщення між діагностичними та лікувальними підрозділами, перебування в стаціонарі та виписки. Ефективна організація цього потоку передбачає мінімізацію черг, своєчасне надання медичної допомоги та раціональне використання ліжкового фонду і персоналу. Будь-які затримки або «вузькі місця» в русі пацієнтів, наприклад затримка виписки через адміністративні процедури, спричиняють перевантаження приймальних відділень і зниження якості медичної допомоги. Саме характеристики потоку пацієнтів визначають вимоги до організації матеріальних, інформаційних і фінансових потоків, що робить його домінуючим у загальній логістичній системі.

Важливим методологічним напрямом розвитку логістики охорони здоров'я є застосування принципів ощадливої логістики, запозичених із концепції Lean, розробленої в промисловому середовищі. У медичному контексті ці принципи спрямовані на виявлення та усунення будь-яких дій, які не створюють цінності для пацієнта. Цінність трактується як результат, що безпосередньо покращує стан здоров'я або є значущим з погляду пацієнта, тоді як усі інші операції розглядаються як втрати. Адаптація класичних підходів ощадливого виробництва до специфіки охорони здоров'я (Таблиця 1) дозволяє системно ідентифікувати приховані резерви ефективності, скорочувати непродуктивні витрати часу і ресурсів та підвищувати якість і безпеку медичної допомоги.

Для подолання втрат у медичній логістиці широко впроваджуються інструменти візуалізації та стандартизації процесів. Карта потоку створення цінності дозволяє комплексно відобразити рух пацієнтів і матеріальних ресурсів та ідентифікувати критичні вузькі місця, тоді як діаграма спагетті використовується для аналізу фізичних переміщень персоналу з метою оптимізації просторового планування підрозділів. Ключовою ідеєю ощадливої



логістики є формування безперервного та передбачуваного потоку, в межах якого всі етапи діяльності стандартизуються і узгоджуються з реальним ритмом споживання медичної послуги пацієнтом.

Таблиця 1 – Види класичних витрат в системі охорони здоров'я [3].

Вид втрати	Характеристика в контексті лікарняної логістики	Приклади з практики
1.Перевиробництво	Надання послуг або замовлення товарів раніше, ніж потрібно, або в надмірній кількості.	Приготування сумішей для крапельниць задовго до процедури (ризик псування); виконання зайвих аналізів "про всяк випадок".
2. Очікування	Час простою персоналу або пацієнтів через неузгодженість процесів.	Пацієнт чекає на виписку через затримку транспорту; хірург чекає, поки принесуть інструменти.
3.Транспортування	Непотрібне переміщення матеріалів, що не додає цінності, але збільшує ризики.	Перевезення ліків зі складу в аптеку, потім у відділення, потім повернення залишків; погана маршрутизація білизни.
4. Зайва обробка	Виконання дій, які не є необхідними для досягнення результату.	Дублювання записів у паперовій та електронній формі; повторне заповнення анкет пацієнтом у кожному кабінеті.
5. Надлишкові запаси	Зберігання більшої кількості матеріалів, ніж потрібно для поточного процесу.	Накопичення ліків у відділеннях "про запас", що веде до їх протермінування
6. Зайві рухи	Неергономічна організація простору, що змушує персонал робити зайві кроки.	Медсестра витрачає час на пошук витратних матеріалів у хаотично організованій шафі.
7. Дефекти/Помилки	Помилки, що вимагають переробки та створюють ризики для безпеки.	Помилки в дозуванні, неправильна ідентифікація пацієнта, втрата лабораторних зразків, госпітальні інфекції.



Поряд із концепцією Lean, теоретичні засади логістики охорони здоров'я спираються на теорію зацікавлених сторін, відповідно до якої медичний заклад розглядається як простір взаємодії різних груп інтересів, зокрема клінічного персоналу, адміністрації, пацієнтів і постачальників. Логістична система в цьому контексті виконує функцію балансування часто суперечливих очікувань, формуючи додану цінність для всіх учасників процесу. Доповненням до цього підходу є мережева теорія, яка обґрунтовує доцільність створення логістичних альянсів і закупівельних об'єднань. Об'єднання медичних закладів у мережі дає змогу знижувати транзакційні витрати, консолідувати закупівельні обсяги та ефективніше використовувати капіталомістку інфраструктуру, зокрема елементи холодового ланцюга.

Сучасний етап розвитку медичної логістики характеризується глибокою цифровою трансформацією та впровадженням технологій Індустрії 4.0. Управління ланцюгами постачання дедалі більше базується на хмарних платформах, що забезпечують масштабованість, інтеграцію даних і прозорість процесів. Штучний інтелект і прогнозна аналітика стали практичними інструментами оптимізації, зокрема у сфері прогнозування попиту, де алгоритми машинного навчання аналізують багатовимірні масиви клінічних, епідеміологічних і соціально-економічних даних для підвищення точності планування. Окрім цього, інтелектуальні системи підтримки рішень допомагають менеджерам ідентифікувати аномалії в закупівлях та мінімізувати ризики зриву постачань, а інтеграція логістичних і клінічних даних створює підґрунтя для переходу до закупівель, орієнтованих на цінність і клінічні результати.

Значну роль у підвищенні прозорості та довіри відіграє впровадження технології розподіленого реєстру, яка забезпечує повну простежуваність лікарських засобів упродовж усього ланцюга постачання. Незмінність записів у блокчейні суттєво знижує ризик фальсифікації та створює умови для автоматизації договірних відносин через смарт-контракти, що прискорює фінансові розрахунки та скорочує адміністративні витрати. Паралельно розвиток



Інтернету речей і технологій радіочастотної ідентифікації забезпечує моніторинг активів у реальному часі, автоматизацію складських операцій і внутрішньолікарняної логістики, знижуючи навантаження на персонал і підвищуючи операційну ефективність.

Особливо критичним елементом медичної логістики залишається управління холодним ланцюгом, що є основою біобезпеки для термолабільних біологічних препаратів. Порушення температурного режиму призводить до деградації активних компонентів і значних клінічних та економічних втрат, що підтверджується високою часткою зіпсованих вакцин у глобальному масштабі. Необхідність суворого контролю температури зумовлена фізико-хімічними механізмами деградації, пов'язаними як з перегрівом, так і з небезпечним впливом заморожування для окремих типів вакцин. Сучасна логістика використовує диференційовані температурні режими зберігання, включно з ультранизькими температурами, що стали поширеними з появою мРНК-препаратів, і вимагають спеціалізованої інфраструктури та високих операційних витрат.

Пандемія COVID-19 виявила системні обмеження холодного ланцюга, особливо на етапі доставки до віддалених регіонів, де слабка енергетична інфраструктура ускладнює підтримання стабільного температурного режиму. У відповідь на ці виклики активно впроваджуються інноваційні рішення, зокрема термоконтейнери з вакуумною ізоляцією та матеріалами зі змінним фазовим станом, а також безпілотні засоби доставки, які дозволяють підвищити доступність медичних препаратів у складних логістичних умовах [9].

Фінансова логістика в охороні здоров'я реалізується через управління циклом доходів, що охоплює всі фінансові аспекти взаємодії з пацієнтом від моменту реєстрації до остаточного надходження коштів. Ефективність цього процесу є критичною умовою економічної стійкості медичного закладу та його здатності інвестувати в розвиток. Цикл доходів включає попередній етап, пов'язаний із реєстрацією та перевіркою платоспроможності, клініко-адміністративний етап документування і кодування послуг, а також



завершальний етап подання рахунків, управління відмовами і стягнення платежів. Помилки або затримки на будь-якій із цих стадій призводять до втрат доходів, зростання дебіторської заборгованості та фінансових ризиків, що підкреслює необхідність інтегрованого логістичного підходу до управління фінансовими потоками в системі охорони здоров'я. Для моніторингу ефективності фінансової логістики використовуються ключові показники ефективності (Таблиця 2)

Таблиця 2 - Ключові показники моніторингу ефективності фінансової логістики в сфері охорони здоров'я [4]

Показник (KPI)	Опис	Цільове значення (Benchmark)
Days in AR (Дні в дебіторській заборгованості)	Середня кількість днів, необхідна для отримання оплати.	< 45-50 днів (чим менше, тим краще)
Clean Claim Rate (Рівень "чистих" претензій)	Відсоток претензій, прийнятих платником з першого разу без помилок.	> 90-95%
Denial Rate (Рівень відмов)	Відсоток претензій, відхилених платниками.	< 5-10%
Net Collection Rate	Відсоток фактично зібраних коштів від дозволеної суми.	> 95%

Сучасні стратегії оптимізації управління циклом доходів у сфері охорони здоров'я дедалі більше ґрунтуються на автоматизації та використанні цифрових технологій. Застосування роботизованої автоматизації процесів у поєднанні зі штучним інтелектом дає змогу автоматично перевіряти статус страхового покриття, виконувати кодування стандартних клінічних випадків і прогнозувати ймовірність відмови у відшкодуванні ще до подання рахунку, що суттєво знижує фінансові ризики та адміністративне навантаження на медичні заклади.

Повномасштабне вторгнення росії в Україну у 2022 році стало безпрецедентним стрес-тестом для національної системи охорони здоров'я та її логістичної інфраструктури, перетворившись на унікальний приклад функціонування цивільної медицини в умовах тотальної війни. Воєнні дії



спричинили системний шок, який охопив усі складові логістичних ланцюгів. Масштабне руйнування медичної інфраструктури призвело до фізичної втрати запасів лікарських засобів і обладнання, тоді як блокування традиційних транспортних коридорів, мінування доріг, дефіцит пального та постійні обстріли суттєво ускладнили доставку медичних вантажів. Паралельно війна загострила кадрову кризу через вимушену міграцію медичних працівників, а структура попиту на медичні ресурси зазнала радикальних змін із різким зростанням потреби у засобах лікування травм і одночасним зниженням доступності терапії для хронічних хворих на окупованих і прифронтових територіях [13].

Попри ці виклики, українська система охорони здоров'я продемонструвала високий рівень резильєнтності, швидко адаптувавшись до нових умов. Важливим чинником стала інтеграція цивільної та військової медицини в межах єдиного медичного простору, що дало змогу ефективніше управляти потоками поранених і ресурсів. Логістична модель була трансформована шляхом переходу від централізованих складів до мережі децентралізованих гуманітарних хабів, що зменшило вразливість до ракетних ударів і підвищило гнучкість постачання. Ключову роль у забезпеченні доставки медикаментів до важкодоступних регіонів відіграли міжнародні гуманітарні організації та волонтерські ініціативи. Водночас збереження функціональності цифрової системи охорони здоров'я забезпечило безперервну роботу електронних рецептів і програм відшкодування вартості ліків, що стало критично важливим для мільйонів внутрішньо переміщених осіб. Окремим елементом адаптації стала розбудова системи медичної евакуації, яка поєднала спеціалізований залізничний транспорт і реанімобілі та дозволила здійснювати переміщення тяжких пацієнтів у межах країни й за кордон [14].

Незважаючи на досягнутий рівень адаптації, у середньостроковій перспективі система охорони здоров'я стикається з новими довгостроковими викликами. Зростає потреба в логістичному забезпеченні реабілітаційних послуг і підтримки ментального здоров'я, а також у підвищенні енергетичної автономності медичних закладів. Забезпечення резервного електроживлення,



зв'язку та водопостачання стає невід'ємною складовою логістичного планування для збереження безперервності лікування, роботи реанімацій і підтримання холодового ланцюга в умовах енергетичної нестабільності.

Паралельно з кризовими викликами у 2025 році зростає значення сталого розвитку та екологічної відповідальності логістичних систем у сфері охорони здоров'я. Медична галузь є помітним джерелом глобальних викидів парникових газів, значна частка яких формується саме на етапі ланцюгів постачання, що зумовлює необхідність переходу до принципів «зеленої» логістики. Така трансформація передбачає впровадження екологічно безпечного пакування, оптимізацію транспортних маршрутів із використанням аналітичних алгоритмів, а також локалізацію виробництва критично важливих матеріалів для скорочення транспортного плеча та підвищення стійкості постачань. Додатковим напрямом розвитку стає впровадження елементів циркулярної економіки, зокрема переробка медичних відходів і повторне використання окремих виробів після спеціалізованої стерилізації, що дає змогу одночасно зменшувати екологічне навантаження та підвищувати ресурсну ефективність системи охорони здоров'я.

Висновки.

Логістика охорони здоров'я еволюціонувала від другорядної допоміжної функції до стратегічного активу, що безпосередньо визначає якість, безпеку та стійкість національних медичних систем. Проведений аналіз свідчить, що ефективне функціонування сучасної медицини є неможливим без глибокої інтеграції матеріальних, інформаційних і фінансових потоків, синхронізація яких забезпечується сучасними цифровими технологіями, зокрема системами управління ресурсами, штучним інтелектом і розподіленими реєстрами, що фактично виконують роль «нервової системи» логістичної інфраструктури.

Водночас відбувся принциповий зсув управлінської парадигми від орієнтації на максимальну економію ресурсів до пріоритету стійкості та гнучкості логістичних систем. Формування стратегічних резервів, диверсифікація постачальників і відмова від надмірної залежності від оптимізованих, але крихких ланцюгів постачання дедалі більше розглядаються



не як заморожування капіталу, а як інвестиції в безпеку та безперервність надання медичної допомоги.

Ключовим методологічним принципом сучасної медичної логістики залишається пацієнтоцентричність, відповідно до якої будь-яка логістична оптимізація має бути спрямована на підвищення доступності, своєчасності та безпеки лікування. Скорочення часу очікування, гарантована наявність лікарських засобів і зниження ризиків під час медичних процедур є прямими наслідками ефективно організованих логістичних процесів.

Досвід функціонування системи охорони здоров'я України в умовах повномасштабної війни наочно продемонстрував, що децентралізація, цифровізація та розвиток горизонтальних зв'язків, зокрема через волонтерські ініціативи й міжнародну співпрацю, можуть забезпечувати значно вищу резильєнтність системи порівняно з жорсткими вертикальними моделями управління. Цей досвід має універсальне значення для формування підходів до кризового менеджменту в охороні здоров'я на глобальному рівні.

Подальший розвиток медичної логістики пов'язаний із поглибленням автоматизації, зростанням ролі персоналізованої медицини, що вимагатиме надточної та надійної доставки індивідуалізованих терапій, а також із впровадженням принципів сталого розвитку. У довгостроковій перспективі саме поєднання технологічної ефективності, орієнтації на пацієнта та екологічної відповідальності визначатиме здатність логістичних систем охорони здоров'я забезпечувати благополуччя як окремих пацієнтів, так і суспільства загалом.

Література

1. Costa L. B. M., Godinho Filho M., Fredendall L. D., Paredes F. J. G. Healthcare logistics: theoretical foundations and flows of material, information, financial and patient. *Production*. 2019. Vol. 29. e20190024. URL: <https://www.scielo.br/j/prod/a/QnHXHTgWLQDH9f4xksRc4wq/?format=pdf&lang=en> (дата звернення: 18.10.2024).

2. De Oliveira M. P. та ін. Healthcare logistics: theoretical foundations and flows.



Revista de Administração de Empresas. 2020. URL: <https://www.redalyc.org/journal/3967/396762077023/html/> (дата звернення: 22.10.2024).

3. Kucukaltan B. та ін. Healthcare logistics and patient flow. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022. Vol. 19, no. 7. 4336. URL: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/7/4336> (дата звернення: 05.11.2024).

4. Kolomojets A. V., Hbur Z. V., Koshova S. P., Mykhalchuk V. M., Savychuk N. O. Financial and economic effect for the healthcare institution from the introduction of logistics management methods. *Wiadomosci Lekarskie.* 2021. Vol. 74, no. 6. P. 1395–1400. URL: <https://wiadlek.pl/wp-content/uploads/archive/2021/WLek202106139.pdf> (дата звернення: 10.11.2024).

5. Healthcare logistics challenges: cold chain and pandemic. *Expert Review of Vaccines.* 2023. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14760584.2023.2273901> (дата звернення: 30.11.2024).

6. Port to patient: Improving country cold chains for COVID-19 vaccines. *McKinsey & Company.* 2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/social-sector/our-insights/port-to-patient-improving-country-cold-chains-for-covid-19-vaccines> (дата звернення: 02.12.2024).

7. Healthcare Supply Chain Trends 2025: AI, Sustainability & Resilience. *ICD Events.* 2024. URL: <https://icdevents.com/healthcare-supply-chain-trends/> (дата звернення: 18.11.2024).

8. Top 10 Healthcare Supply Chain Predictions for 2025. *GHX.* 2024. URL: <https://www.ghx.com/the-healthcare-hub/top-10-healthcare-supply-chain-predictions-for-2025/> (дата звернення: 27.11.2024).

9. Global Health Strategy 2025–2028. *World Health Organization.* 2025. URL: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/about-us/general-programme-of-work/global-health-strategy-2025-2028.pdf> (дата звернення: 16.12.2024).

10. Revenue Cycle Optimization in Healthcare. *Streamline Health.* 2024. URL:



<https://streamlinehealth.net/revenue-cycle-optimization/> (дата звернення: 18.12.2024).

11. What is Revenue Cycle Management in Healthcare? *Kodiak Solutions*. 2024. URL:

https://www.kodiaksolutions.io/insights/what_is_revenue_cycle_management_in_healthcare (дата звернення: 20.12.2024).

12. Health System Organization and Logistics of Trauma Care Since the Russian Invasion of Ukraine. *PMC*. 2025. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12062648/> (дата звернення: 02.01.2025).

13. Impact of Ukrainian-Russian War on Health Care and Humanitarian Crisis. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2024. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/disaster-medicine-and-public-health-preparedness/article/impact-of-ukrainian-russian-war-on-health-care-and-humanitarian-crisis/4F3D9B7220368DD24A1D0F9B698DCD00> (дата звернення: 30.12.2024).

14. Community views inform health system recovery in war-affected areas of Ukraine. *WHO Europe*. 2025. URL: <https://www.who.int/europe/news/item/04-07-2025-community-views-inform-health-system-recovery-in-war-affected-areas-of-ukraine> (дата звернення: 28.12.2024).

15. A systematic literature review on health-care logistics. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*. 2025. URL: https://www.researchgate.net/publication/395381698_A_systematic_literature_review_on_health-care_logistics (дата звернення: 07.01.2025).

Abstract: *The article provides an in-depth study of the current state, theoretical and methodological foundations and practical aspects of the functioning of logistics systems in the healthcare sector. The work is based on a comprehensive analysis of four fundamental flows: material, information, financial and service (patient), the synchronization of which determines the effectiveness of the provision of medical services. Special attention is paid to the implementation of lean management concepts (Lean Logistics) and the theory of constraints to minimize losses and optimize processes in the hospital environment. The impact of Industry 4.0 technologies, in particular artificial intelligence, blockchain, the Internet of Things (IoT) and cloud computing, on the transformation of supply chains is considered in detail. A separate section is devoted to the critical issues of cold chain management, mechanisms of degradation of immunobiological drugs and innovations in thermologistics. A thorough analysis of financial logistics through the prism of*



Revenue Cycle Management was conducted, key factors of profit loss and strategies for their elimination were identified. A unique component of the article is an extended study of the adaptation of logistics systems under martial law using the example of Ukraine (2022–2025), which includes an analysis of the integration of military and civilian medicine, management of humanitarian flows, and ensuring the stability of infrastructure during active hostilities. The article contains strategic recommendations for building patient-centric, environmentally sustainable, and resilient supply chains capable of functioning in conditions of high uncertainty.

Key words: *healthcare logistics, supply chain management (SCM), lean logistics (Lean), cold chain, artificial intelligence in medicine, revenue cycle management (RCM), resilience, military logistics, patient flow, sustainable development*

Article sent: 15.12.2025

© Melnyk Bogdan