

Ботяков А. В.

Державний університет інфраструктури та технологій

ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ В ЛОГІСТИЦІ ХОЛОДОВОГО ЛАНЦЮГА ДЛЯ ВАКЦИН ЯК ЧУТЛИВИХ ДО ТЕМПЕРАТУРИ ГУМАНІТАРНИХ ПОСТАВОК

Стаття досліджує питання організації поставок чутливих до температури гуманітарних вантажів, а саме – вакцин. Метою статті є дослідження викликів та рішень в логістиці холодового ланцюга для вакцин як чутливих до температури гуманітарних поставок.

Поставки вакцин в Україну є гуманітарною допомогою, яка дозволяє забезпечити дітям і дорослому населенню безперервність планової імунізації, захист від епідемії і пандемії, складного перебігу важких інфекційних захворювань. Зокрема, в Україну поставляються вакцини проти гепатиту, кору, паротиту і краснухи, поліомієліту, кашлюку, дифтерії і правця, туберкульозу, грипу та COVID-19 тощо.

Вакцини поставляються кінцевому споживачу з дотриманням вимог і умов холодового ланцюга. Автором досліджено систему холодового ланцюга й процес прийняття рішень щодо організації перевезення та зберігання в системі холодового ланцюга на етапах підготовки до транспортування, безпосереднього перевезення і складування. У дослідженні виокремлено основні логістичні операції холодового ланцюга постачання: від підготовки вантажу і подачі транспортного засобу, перевезення, завантаження і розвантаження до складування.

Визначено основні причини виникнення збоїв і пов'язаних з ними ризиків в системі холодового ланцюга. Означено, що надзвичайно важливим є постійно і оперативно реагувати на ризики, розробити дієву систему виявлення і управління ризиками для їх мінімізації і, за можливості, усунення. З цією метою автором систематизовано заходи щодо мінімізації і усунення ризиків в холодовому ланцюзі відповідно до кожного етапу прийняття рішень: а) вибір способу поставки, б) вибір тари і пакувальних матеріалів, в) вибір системи кріплення вантажу, г) вибір виду (видів) транспорту і рухомого складу, ґ) визначення маршруту перевезення, д) вибір перевізників і експедиторів, е) вибір способу і місця перевалки, обладнання для обладнання для вантажно-розвантажувальних робіт, є) вибір складського комплексу та холодильного обладнання, ж) вибір стратегії управління запасами, з) підбір персоналу.

Автором підкреслено, що постійне удосконалення практики логістики холодового ланцюга, зокрема, використання сучасних технічних рішень, ретельне планування, координація і контроль кожної логістичної операції, зменшує ризики і дозволяє забезпечити високу якість і ефективність доставки вакцин.

Ключові слова: вакцина, транспортування, зберігання, гуманітарна поставка, холодовий ланцюг, логістична операція, ризик.

Постановка проблеми. Глобальні виклики 21 століття, зокрема цифровізація, пандемія COVID-19, російсько-українська війна та збройні конфлікти на Близькому Сході, актуалізували питання ефективної організації ланцюга поставок. Цифровізація уможливила і підкреслила необхідність впровадження технології блокчейн і укладання смарт контрактів для забезпечення надійності і прозорості ланцюга постачань, скорочення часу на документообіг і, як наслідок, економії коштів. Пандемія COVID-19 була визначальним поштовхом для удосконалення холодового ланцюга. Повномасштабне вторгнення Росії в Україну заподіяло та продовжує спричинювати надзвичайно велику шкоду, як життю й здоров'ю людей, так й інфраструктурі України [1]. Слід зазначити, що логістична галузь України, зокрема й гумані-

тарна логістика, до особливих вантажів якої належать вакцини, зазнала значних негативних змін в результаті порушення логістичних ланцюгів, а також знищення й пошкодження логістичних складів і транспортних магістралей [2]. Відповідно вакцини мають доставлятися згідно до встановлених вимог та умов холодового ланцюга. Адже, навіть незначне порушення таких умов може призвести не лише до зниження якості вакцини, втрати її лікувально-профілактичних властивостей, а й до більш катастрофічних наслідків, що можуть загрожувати здоров'ю і навіть життю людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання належної організації холодового ланцюга висвітлено як у нормативно-правових документах, так і у наукових працях вітчизняних та зарубіжних вчених.

Серед нормативно-правових актів насамперед слід зазначити Порядок забезпечення належних умов зберігання, транспортування, приймання та обліку вакцин, анатоксинів та алергену туберкульозного в Україні, затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України № 595 від 16.09.2011 року, в якому визначено поняття «холодового ланцюга», його структура, обладнання, вимоги до зберігання і транспортування, процедура контролю за дотриманням умов «холодового ланцюга», правила приймання та обліку вакцин [3].

Проблеми логістики розподілу вакцин, пов'язані з вимогою створення дороговартісної охолоджувальної інфраструктури на етапах перевезення, зберігання та розвантажування, висвітлено у статті Михайлова Є. В., Водолазського О. О. і Долбні Д. М. [4].

В публікації Посилкіної О. В., Лісної А. Г. та Літвінової О. В. досліджено підсистеми логістики вакцинації, структуру учасників та їхні завдання; сформульовано основні принципи побудови фармацевтичного ланцюга постачань; з урахуванням викликів пандемії COVID-19 запропоновано процесну модель холодового ланцюга постачання вакцин при $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5].

Логістичні інновації в холодових ланцюгах постачання є предметом дослідження Ануфрієвої Т. Г., яка наголошує на важливості використання IoT-пристроїв, блокчейн і смарт-контрактів для моніторингу температурного режиму і швидкої передачі інформації між усіма учасниками [6].

Аль-Кхаттабі Г. Н., проводячи систематичний огляд та мета-аналіз публікацій щодо застосування технологій блокчейн для вакцинації в умовах пандемії COVID-19, здійснив дослідження усіх наявних блокчейн-додатків, пов'язаних та не пов'язаних з пандемією COVID-19 у галузі охорони здоров'я [7]. Натомість Мунасінгхе Ю. Дж. та Халгамуге М. Н. також досліджували блокчейн та смарт-контракти з метою моніторингу ланцюга доставки вакцин щодо COVID-19 [8].

Водночас слід відмітити, що у вищезазначених публікаціях комплексно не систематизовано як основні проблеми і ризики, пов'язані з транспортуванням і зберіганням вакцин у холодовому ланцюзі, так і рішення щодо мінімізації та усунення таких ризиків на кожній стадії поставки.

Постановка завдання. Мета статті полягає в дослідженні викликів та рішень в логістиці холодового ланцюга для вакцин як чутливих до температури гуманітарних поставок.

Виклад основного матеріалу. Поставки вакцин в Україну є гуманітарною допомогою, яка

дозволяє забезпечити дітям і дорослому населенню безперервність планової імунізації, захист від епідемій і пандемій, складного перебігу важких інфекційних захворювань. Зокрема, в Україну поставляються вакцини проти гепатиту, кору, паротиту і краснухи, поліомієліту, кашлюку, дифтерії і правця, туберкульозу, грипу та COVID-19 з Франції, США, Індії, Болгарії, Бельгії та Республіки Корея [9]. Поставки здійснюються за підтримки ВООЗ, ЮНІСЕФ та урядів Японії, Франції, Агентства США з міжнародного розвитку та Глобального альянсу з вакцин та імунізації, Світового банку [10].

Вакцини повинні транспортуватися з урахуванням фізичних і фізико-хімічних властивостей в спеціальних умовах, що забезпечують належне збереження, цілісність, якість і захист від факторів зовнішнього середовища: температури, вологості, світла, вентиляції, вібрації та забруднення [3; 11].

Слід зазначити, що система холодового ланцюга представляє собою складний процес перевезення і зберігання чутливих до температури товарів, який пов'язаний з ризиком зниження або втрати вантажем своїх споживчих властивостей в межах кожної логістичної операції [3]. При цьому ще одним чинником, який має враховуватись у процесі постачання таких вантажів, є час доставки. Оскільки рухомий склад і обладнання холодового ланцюга є високовартісними, вимагають значних капіталовкладень та поточних витрат на технічне обслуговування і енергозабезпечення, то необхідно забезпечити не лише швидку, а й економічно ефективну обробку вантажу на кожному етапі.

В системі холодового ланцюга можна виділити такі основні операції, як:

- операції з підготовки вакцин до транспортування, що у свою чергу включають процеси транспортного пакування, формування і маркування вантажних місць, їх пломбування у разі необхідності;
- операції з подання під завантаження рухомого складу, придатного для перевезення вакцин;
- операції з завантаження вакцин у транспортний засіб, що передбачають раціональне розміщення і надійне кріплення вантажних місць;
- операції з безпосереднього переміщення вакцин з місця відправлення до місця призначення;
- операції з перевалки вантажів (якщо у транспортно-технологічній схемі задіяно два і більше видів транспорту), які можуть здійснюватися за

прямим варіантом, що передбачає безпосереднє перевантаження з одного виду транспорту на інший, або через розміщення на складі тимчасового зберігання з наступним завантаженням на інший вид транспорту;

- операції з транспортно-експедиторського обслуговування доставки вантажів;
- операції з розвантаження транспортних засобів у місці призначення;
- операції зі складування [5; 12].

Усі вищезазначені операції мають бути організовані таким чином, щоб, з одного боку, забезпечити належний температурний режим, а з іншого, – технологічно визначений час на виконання цих операцій. При цьому причинами виникнення збоїв і пов'язаних з ними ризиків в системі холодового ланцюга можуть бути:

- непрофесійність персоналу, що забезпечує обслуговування холодильного обладнання, зберігання та постачання вакцин;
- несправність холодильного обладнання на рухомому складі та в місцях зберігання вакцин;
- несправність обладнання для моніторингу і контролю температури;
- пошкодження тари під час перевезення через необережність персоналу, транспортні пригоди, стихійні лиха, бойові дії тощо;
- неналежне оформлення супровідних документів;
- помилки водіїв та вантажників;
- неправильне розміщення і ненадійне кріплення вантажу, падіння вантажу;

– простої в дорозі, в місцях перевалки, на кордоні;

- аварії і поломки транспортного засобу, угон і пропача транспортного засобу [4; 13; 14; 15; 16].

З огляду на це, критично важливим є ретельне планування та постійна координація в усьому ланцюзі постачання, необхідно забезпечити ефективність і результативність рішень. Процес прийняття рішень щодо організації перевезення і зберігання в системі холодового ланцюга представлено на рис. 1 [3; 11; 12].

Система холодового ланцюга має бути максимально стійкою до ризиків, оскільки мова йде про здоров'я і життя людей. Важливо постійно і оперативно реагувати на ризики, розробити дієву систему виявлення і управління ризиками для їх мінімізації і, за можливості, усунення.

В табл. 1 систематизовано заходи щодо мінімізації ризиків в системі холодового ланцюга [3; 5; 6; 11; 12; 17].

В Україні вакцини доставляються спеціалізованим підприємством ДП «Укрвакцина» за дорученням Центру громадського здоров'я МОЗ України; парк авторефрижаторів підприємства дозволяє транспортувати вантажі за екстремально низьких температур до -85°C [18].

За даними Міністерства охорони здоров'я України, близько 95 % закладів охорони здоров'я обладнані сучасними системами холодового ланцюга й електронними моніторами для відстеження температури зберігання вакцин [19].



Рис. 1. Процес прийняття рішень щодо організації перевезення і зберігання в системі холодового ланцюга
Джерело: складено автором на основі джерел [3; 11; 12]

Заходи щодо мінімізації і усунення ризиків в холодовому ланцюзі

Етап прийняття рішень	Заходи мінімізації і усунення ризиків
Вибір способу поставки	Суворе дотримання міжнародних та національних нормативних вимог до транспортування і зберігання вакцин, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я та Міністерством охорони здоров'я України, а також інструкцій щодо забезпечення схоронності та якості вакцин; використання смарт-контрактів
Вибір тари і пакувальних матеріалів	Вибір відповідної упаковки, що захищає вантаж від негативних чинників зовнішнього середовища (температури, вологості, світла, вентиляції, вібрації та забруднення) та пошкодження; формування палетизованих вантажних одиниць
Вибір системи кріплення вантажу	Дотримання вимог щодо безпечного розміщення вантажу в транспортному засобі з урахуванням властивостей вантажу відповідно до маніпуляційних знаків, властивостей упаковки; підбір надійного кріплення вантажу в транспортному засобі (ремені, прокладки, перегородки, пневмооболонки тощо); схема розміщення і варіант закріплення мають виключати пересування та пошкодження вантажу під час перевезення
Вибір виду (видів) транспорту і рухомого складу	Вибрати максимально безпечний і швидкісний вид транспорту, мінімізувати кількість задіяних видів транспорту; за можливістю скоротити перевантаження на інші види транспорту, використовувати прямий варіант перевалки; обрати рухомий склад (рефрижераторний, ізотермічний), який дозволяє підтримувати належний температурний режим і оснащений обладнанням для контролю температури; використання технологій IoT та AI для моніторингу температури в реальному часі
Визначення маршруту перевезення	Оптимізація і розробка альтернативних маршрутів на випадок непередбачених ситуацій; використання технологій IoT (для вжиття коригувальних дій у разі виявлення порушень в роботі холодильного обладнання, тим самим зменшуючи ризик псування вантажу) та блокчейн (для підвищення прозорості та відстежуваності вантажів, зміцнення довіри між контрагентами); аналіз можливості залучення додаткових рефрижераторних транспортних одиниць по маршруту слідування вантажу
Вибір перевізників і експедиторів	Налагодження співпраці з перевіреними надійними перевізниками та експедиторами, перевірка перевізників та експедиторів через спеціалізовані агентства і асоціації
Вибір способу і місця перевалки, обладнання для обладнання для вантажно-розвантажувальних робіт	Надання переваги перевалочним базам, які оснащені сучасним вантажно-розвантажувальним обладнанням та холодильним обладнанням, де працює спеціально навчений персонал; використання продуктивного обладнання для завантаження та розвантаження палетизованих вантажів
Вибір складського комплексу та холодильного обладнання	Надання переваги складським комплексам, оснащеним сучасним холодильним обладнанням (холодильними камерами, морозильними камерами, холодильниками з льодовим покриттям, глибокими морозильними камерами) для забезпечення належного температурного режиму для різних видів вакцин, системами для контролю та моніторингу температури, зокрема і у реальному часі (спеціальні індикатори, термографи, термотестери тощо) та системами додаткового живлення, що забезпечать роботу холодильного обладнання за відсутності електропостачання
Вибір стратегії управління запасами	Використання аналітичних методів прогнозування попиту на вакцини; відстеження запасів у режимі реального часу і передбачення потреб у товарах для їх своєчасного коригування (усунення надлишку або дефіциту) за допомогою технологій AI
Підбір персоналу	Залучити спеціально підготовлений персонал, який обізнаний з методами поводження з вакцинами, вміє документувати дані про температуру під час їх транспортування і зберігання, ознайомлений з міжнародними та національними нормативними вимогами

Джерело: складено автором на основі джерел [3; 5; 6; 11; 12; 17].

В обласних центрах України створено умови для зберігання вакцин проти COVID-19 при температурі -70°C ; за запитом вони можуть транспортуватися при температурі від $+2^{\circ}\text{C}$ до -8°C в інші регіони [20].

Наявність спеціалізованого рухомого складу та холодильного обладнання, яке може забезпечити різні температурні діапазони, включаючи ультразаморожене зберігання, спеціально підготовлений персонал та ефективна система оцінювання

і управління ризиками забезпечать високу якість процесів доставки вакцин від підприємства-виробника до кінцевого споживача.

Висновки. В ході проведеного дослідження було проаналізовано виклики та рішення в логістиці холодового ланцюга для вакцин як чутливих до температури гуманітарних поставок, зокрема проведений комплексний аналіз й систематизація проблем та ризиків, пов'язаних з організацією логістичного ланцюга гуманітарної поставки чутливих до температури вантажів – вакцин, а також автором сформульовано дієву систему виявлення і управління ризиками для їх мінімізації і усунення за рахунок систематизації заходів щодо мінімізації ризиків в системі холодового ланцюга задля забезпечення схоронності і якості вакцин під час транспортування і зберігання.

Зокрема, автором досліджено систему холодового ланцюга й процес прийняття рішень щодо організації перевезення та зберігання в системі холодового ланцюга: від підготовки вантажу

і транспортного засобу до перевезення до складування. Наголошено, що усі логістичні операції мають бути організовані таким чином, щоб забезпечити належний температурний режим та технологічно визначений час на виконання цих операцій. Зазначено, що критично важливим є ретельне планування та постійна координація в усьому ланцюзі постачання.

Визначено основні причини виникнення збоїв і пов'язаних з ними ризиків в системі холодового ланцюга. Зазначено, що від того, наскільки продумано та професійно спроектовано і організовано перевезення, залежить виникнення ризиків.

Саме тому важливо розробити систему заходів протидії ризикам. Постійне удосконалення практики логістики холодового ланцюга, зокрема, використання сучасних технічних рішень, технологій IoT та AI, ретельне планування, координація і контроль кожної логістичної операції, зменшує ризики і дозволяє забезпечити високу якість і ефективність доставки вакцин.

Список літератури:

1. Гринів Н. Т., Равліковська А. А. Перебудова логістики в умовах воєнного стану в Україні. *Академічні візії*. 2022. № 13. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7411975> (дата звернення: 19.03.2025).
2. Мамчин М. М., Михаць А. Р., Демко М. Я. Вплив військового стану на логістичну діяльність в Україні. *Ефективна економіка*. 2024. № 6. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.6.62> (дата звернення: 24.03.2025).
3. 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: 19.03.2025).
4. Михайлов Є. В., Водолазський О. О., Долбня Д. М. Проблеми логістики розподілу імунобіологічних препаратів в епоху пандемії. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2021. № 4(268). С. 76–81. URL: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-76-81> (дата звернення: 19.03.2025).
5. Посилкіна О. В., Лісна А. Г., Літвінова О. В. Актуальні аспекти розвитку логістики вакцинації. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. № 59. С. 36–43. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-59-1-36-43. URL: <https://dSPACE.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/25220/3/36-43.pdf> (дата звернення: 19.03.2025).
6. Ануфрієва Т. Г. Логістичні інновації в холодових ланцюгах постачання. *Бізнесінформ*. 2024. № 6. С. 235–241. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-6-235-241> (дата звернення: 19.03.2025).
7. Al-Khattabi G. H. Applying Blockchain Technology for Vaccination in Context of COVID-19: a systematic review and Meta-analysis. *Sustainable Operations and Computers*. 2023. № 4. С. 183–191. URL: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2023.11.003> (дата звернення: 19.03.2025).
8. Munasinghe U. J., Halgamuge M. N. Supply chain traceability and counterfeit detection of COVID-19 vaccines using novel blockchain-based *Vacledger system*. *Expert Systems with Applications*. 2023. Vol. 228. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120293> (дата звернення: 19.03.2025).
9. У яких країнах Україна закуповує вакцини. *Міністерство охорони здоров'я України*. URL: <https://moz.gov.ua/uk/u-jakih-krajinah-ukraina-zakupovue-vakcini-#!> (дата звернення: 19.03.2025).
10. ЮНІСЕФ доставив в Україну 270 тисяч доз вакцини проти праця та дифтерії. *UNICEF*. URL: <https://www.unicef.org/ukraine/press-release/tetanus-diphtheria-vaccine> (дата звернення: 19.03.2025).
11. Guidelines on the International Packaging and Shipping of Vaccines, Sixth Edition. Geneva: World Health Organization, 2020. 167 p. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/338012/9789240015432-eng.pdf> (дата звернення: 19.03.2025).
12. Мухіна А. С. Організація перевезення вантажів медичної допомоги: дипломна робота: 275. Київ, 100 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b1c555f0-3f2c-4b44-bale-40da953659b9/content> (дата звернення: 19.03.2025).

13. Михальчук В.М., Коломоєць А.В., Толстанов О.К., Гбур З.В. Проблематика логістики в медицині. *Український медичний часопис*. 2020. № 2(136). Т. 2. URL: <https://umj.com.ua/uk/publikatsia-175631-problematika-logistiki-v-meditsini> (дата звернення: 19.03.2025).
14. Klopott M. Perishable food cargo losses and damage in cold chains – an empirical analysis. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. 2019. Vol. 63, no.6. P. 159–170. URL: <https://doi.org/10.15611/pn.2019.6.13> (дата звернення: 19.03.2025).
15. Lennon P. Understanding the Root Causes of Cold Chain Equipment Failure: Results From a Pilot Study in Uganda. Seattle: PATH, 2016. URL: https://media.path.org/documents/DT_uganda_cce_root_cause_failure_rpt.pdf (дата звернення: 19.03.2025).
16. Düzgün M., Kizilirmak B. Risks in Cold Chain Operations in Healthcare Logistics and Applicable Technological Solutions. *Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2021. Vol. 5, no. 1. P. 84–110. URL: <https://doi.org/10.55044/meusbd.997579> (дата звернення: 19.03.2025).
17. Нечипорук А., Кочубей Д. Фармакологічна логістика в умовах воєнного стану. *Товари і ринки*. 2023. № 2. С. 4–15. URL: https://www.researchgate.net/publication/371885598_Farmaceuticna_logistika_v_umovah_voennogo_stanu (дата звернення: 19.03.2025).
18. Офіційний сайт ДП «Укрвакцина» МОЗ України. URL: <https://www.ukrvac.com.ua/> (дата звернення: 19.03.2025).
19. В Україну доставили 100 тисяч доз вакцин проти дифтерії та правця для проведення рутинних безоплатних щеплень. *Міністерство охорони здоров'я України*. URL: <https://moz.gov.ua/uk/v-ukrayinu-dostavili-100-tisyach-doz-vakcin-proti-difteriyi-ta-pravcy-dlya-provedennya-rutinnih-bezoplatnih-sheplen> (дата звернення: 19.03.2025).
20. Стартувала доставка вакцин проти COVID-19 та грипу в регіони: національний портал з імунізації. *Національний портал з імунізації*. URL: <https://vaccine.org.ua/2025/01/06/dostavka-vakczyn-covid-grup-2025/> (дата звернення: 19.03.2025).

Botiakov A. V. COLD CHAIN LOGISTICS CHALLENGES & SOLUTIONS FOR TEMPERATURE-SENSITIVE HUMANITARIAN SUPPLIES – VACCINES

The article explores the issue of organizing the supply of temperature-sensitive humanitarian cargo, namely vaccines. The aim of the article is to explore the challenges and solutions in cold chain logistics for vaccines as temperature-sensitive humanitarian supplies.

Vaccine supplies to Ukraine are humanitarian aid that allows children and adults to ensure continuity of routine immunization, protection against epidemics and pandemics, and the complex course of severe infectious diseases, in particular, vaccines against hepatitis, measles, mumps and rubella, polio, pertussis, diphtheria and tetanus, tuberculosis, influenza and COVID-19, etc.

Vaccines are delivered to the end consumer in compliance with the requirements and conditions of the cold chain. The cold chain system and the decision-making process for organizing transportation and storage in the cold chain system at the stages of preparation for transportation, direct transportation and warehousing were investigated by author. The study identifies the main logistics operations of the cold supply chain: from cargo preparation and vehicle delivery, transportation, loading and unloading to warehousing.

All main risk causes for the cold chain system failures were studied by author. It is important to constantly and promptly respond to risks, develop an effective system for identifying and managing risks to minimize them and, if possible, eliminate them. To this end, the author has systematized measures to minimize and eliminate risks in the cold chain in accordance with each stage of decision-making process: a) choosing a delivery method, b) selection of containers and packaging materials, c) choosing a cargo securing system, d) selection of type(s) of transport and rolling stock, e) determining the transportation route, f) selection of carriers and forwarders, g) selection of the method and place of transshipment, equipment for loading and unloading operations, h) selection of warehouse complex and refrigeration equipment, i) choosing an inventory management strategy, j) recruitment.

It was emphasized that continuous improvement of cold chain logistics practices, in particular, the use of modern technical solutions, careful planning, coordination and control of each logistics operation, reduces risks and allows ensuring high quality and efficiency of vaccine delivery.

Key words: vaccine, transportation, storage, humanitarian supply, cold chain, logistics operation, risk.