

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра організації авіаційних робіт та послуг

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ /Разумова К.М./

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ**  
**«БАКАЛАВР»**

**Тема:** «Технологія доставки термінових вантажів в умовах пандемії. Логістика відправки, зберігання і приймання термінових вантажів в умовах пандемії» (комплексна тема)

**Виконавець:** Клопот Аліна Василівна

**Керівник:** Юн Геннадій Миколайович

**Консультант:** Юн Геннадій Миколайович

**Нормоконтролер:** Герасименко Ірина Миколаївна

Київ 2021

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту менеджменту і логістики

Кафедра організації авіаційних робіт та послуг

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Спеціалізація 275.04 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Освітньо-професійна програма «Мультимодальний транспорт і логістика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ /Разумова К.М./

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи (проекту)**

Клопот Аліни Василівни

1. Тема дипломної роботи (проекту) «Технологія доставки термінових вантажів в умовах пандемії. Логістика відправки, зберігання і приймання термінових вантажів в умовах пандемії» (комплексна тема)

затверджена наказом ректора від «26» квітня 2021 р. № 656/ст.

2. Термін виконання роботи (проекту): з «17» травня 2021 р. по «20» червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту): логістика відправки, зберігання і приймання термінових вантажів в умовах пандемії.

4. Зміст пояснювальної записки: аналіз країни на момент пандемії, загальна класифікація термінових вантажів, характеристика вакцин, які застосовуються, організація відправки, приймання та зберігання вантажів.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: статистика інфікованих осіб за період пандемії, міжнародна класифікація аеродромів ІКАО, схема доставки термінових вантажів з обласного центра в районний.

## 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Збір та вивчення літературних джерел щодо теоретичних основ поняття термінові вантажі та аналізу проблеми COVID – 19	17.05.2021 – 22.05.2021	виконано
2.	Написання та оформлення аналітичної частини дипломної роботи	23.05.2021 – 30.05.2021	виконано
3.	Збір даних про логістику відправки, зберігання і приймання термінових вантажів в умовах пандемії	31.05.2021 – 06.05.2021	виконано
4.	Написання та оформлення проектної частини дипломної роботи	07.05.2021 – 20.06.2021	виконано

## 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, ПІБ)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Аналітична частина	Юн Г. М.	17. 05.2021	31.05.2021
2. Проектна частина	Юн Г. М.	30.05.2021	20.06.2021

8. Дата видачі завдання: 17 травня 2021 року.

Керівник дипломної роботи (проекту) \_\_\_\_\_ / Юн Г. М. /

(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ /Клопот А. В. /

(підпис випускника)

(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Технологія доставки термінових вантажів в умовах пандемії. Логістика відправки, зберігання і приймання термінових вантажів в умовах пандемії» (комплексна тема): 67 сторінок, 10 рисунків, 4 таблиці, 26 використаних джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВАНТАЖІ, ТЕРМІНОВІ ВАНТАЖІ, ВАКЦИНА, БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ, ДОСТАВКА ВАНТАЖІВ.

*Об'єктом дослідження* є процес організації доставки термінових вантажів в умовах пандемії.

*Предметом дослідження* є логістика доставки вакцини із районних пунктів у села.

*Мета дипломної роботи:* проведення аналізу доставки вакцин в умовах пандемії у віддалені райони з допомогою БПЛА.

*Методи дослідження:* методи статистичного аналізу, економічного аналізу, дослідження операцій.

*Аналітична частина* дипломної роботи присвячена аналізу процесу перевезення термінових вантажів, їх сутність та класифікація.

*В проектній частині* дипломної роботи пропонується математична модель доставки однорідних вантажів та численна реалізація задачі на прикладі доставки вакцини.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....	6
ВСТУП.....	7
1. Аналітична частина.....	11
1.1 Сутність процесу перевезення термінових вантажів.....	12
1.2. Визначення поняття «термінові вантажі» .....	14
1.3. Класифікація термінових вантажів .....	15
1.4. Основні вимоги до доставки вакцин від COVID-19 .....	20
1.4.1. Етапи транспортування вакцин .....	22
1.4.2. Характеристика та умови транспортування вакцин-кандидатів .....	24
1.4.3. Вакцина від Novavax або вакцина на основі білкових субодиниць .....	25
1.4.4. Вакцина від Pfizer і BioNTech або РНК-вакцини .....	26
1.4.5. Вакцина від AstraZeneca або нереплікуючі вірусні векторні вакцини ...	27
1.4.6. CoronaVac або інактивована вакцина .....	28
1.5. Аналіз сучасного стану проблеми .....	29
Висновки до розділу .....	31
2. Проектна частина .....	32
2.1. Мережа аеродромів базування БПЛА .....	33
2.2. Споживачі і постачальники термінових вантажів .....	39
2.3. Організація відправки, приймання та зберігання вантажів .....	45
2.4. Математична модель доставки однорідних вантажів .....	53
2.5. Чисельна реалізація задачі на прикладі доставки вакцини .....	56
Висновок до розділу .....	60
ВИСНОВКИ .....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

LHO – livehumanorgans/blood.

ICE – dryice.

RCL – cryogenicliquid.

БПЛА – безпілотний літальний апарат.

NOTOC – notice to captain.

RRY – radioactive material category II / III – yellow.

HUM – human remains in coffins.

ІКАО – міжнародна організація цивільної авіації.

ПС – повітряне судно.

HPV – humanpapillomavirus.

РНК –рибонуклеїнова кислота.

ОЦВС - об'єднано цивільно-військова система.

УПР – управління повітряним рухом.

ОПР – обслуговування повітряного руху.

ПАТ – публічне акціонерне товариство.

РД – рульові доріжки.

ЗПС – злітно посадкова смуга.

ТЕТП – типовийєдиний технологічний процес.

# ВСТУП

Кафедра ОАРП				НАУ. 21.05.13001ПЗ				
Виконав	Клопот А. В.			ВСТУП	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Юн Г. М.					Д	7	3
Н.контр.	Герасименко І. М.				ФТМЛ 275.04 МТ – 402Б			
Зав. каф.	Разумова К. М.							

Пандемія коронавірусу, яка охопила світ у 2020 році, докорінно змінила життя українців.

Взагалі, коронавірусна інфекція — це вірусне захворювання з групи гострих респіраторних вірусних інфекцій (ГРВІ). Найбільш поширені коронавіруси людини (229E, NL63, OC43 і HKU1) зазвичай викликають легкі або помірні захворювання верхніх дихальних шляхів. Три інших коронавіруси людини — MERS-CoV, SARS-CoV і Covid-19 — є причиною більш тяжких інфекцій дихальних шляхів, часто з летальними наслідками.[1]

Уперше коронавіруси описано в 60-х роках XX ст., їх виділено зі змивів з носової порожнини. Надалі ці зразки отримали назви коронавірус людини 229E і коронавірус людини OC43. У 2003 р. після виникнення важкого гострого респіраторного синдрому (SARS), який поширився з Азії в усьому світі, ВООЗ опублікувала прес-реліз про виділення в кількох лабораторіях збудника цього захворювання. Надалі він отримав назву SARS-коронавірус.[1]

Спалах хвороби, викликаний новим коронавірусом 2019 nCoV, розпочався в середині грудня 2019 року в місті Ухань провінції Хубей Центрального Китаю з перших випадків пневмонії невідомого походження в місцевих жителів. Згодом китайські вчені виділили новий коронавірус — 2019 nCoV, який не менше ніж на 70 % схожий за генетичною послідовністю на вірус SARS-CoV, що викликає тяжкий гострий респіраторний синдром.[1]

Україну COVID-19 захоплював поступово. Було запроваджено трижневий карантин у навчальних закладах і застосовано низку інших заходів для протидії поширенню коронавірусної інфекції COVID-19. Було тимчасово заборонено в'їзд в Україну іноземців і закрито міжнародне пасажирське сполучення, скасовано всі регулярні міжнародні пасажирські перевезення — авіаційні, залізничні й автобусні. Міжміське транспортне сполучення на період карантину було призупинено. Приватні міжміські перевізники мали виконувати дезінфекцію транспортних засобів. В областях рятувальники дезінфікували парки, станції та ринки. Було закрито



метрополітен. Проводився температурний скринінг пасажирів, які поверталися з-за кордону. Усі ці заходи були спрямовані на зниження епідемічного піку, відоме як вирівнювання епідемічної кривої. Це знижує ризик перевантаженості служб охорони здоров'я і дає більше часу для розробки вакцин і методів лікування.[1]

Звичайно вірус просто так не зникне і єдиним рішенням проблеми є вакцинація населення. Тому вакцину почали розробляти ще на самому початку пандемії. Але навсе потрібен час, на розробку, затвердження, сертифікацію, забезпечення населення вакциною та безпосередньо вакцинацію.

З часом вакцину все ж таки затвердили. Та не кожна країна могла собі дозволити виготовляти антидот проти COVID – 19, Україна не виключення. Тому, наш уряд прийняв рішення про те, щоб закупити вакцину з різних куточків світу, де вона виготовлялась.

З моменту панування коронавірусу на планеті, в цілому, найбільшої шкоди зазнали не лише економіка країн, а й інші галузі, так як: освіта, туризм, транспорт, медіа. Та найбільшого краху зазнала медицина. Особливо у нашій країні.

Україна показала усьому світу, що не готова до такої серйозної пандемії. Лікарні були переповнені хворими. Ліків та апаратів для покращення стану важких хворих не вистачало.

З часом розробки вакцини, у багатьох країнах зменшилась кількість хворих, не лише у лікарнях, а й в цілому. Статистика стала покращуватися.

Вакцинувалися, в першу чергу, лікарі та медперсонал, військові та люди похилого віку. Але як відомо, більшість літніх людей жива поза межами великих міст, куди доставляти вакцину більш складніше.

Усім відомо, що доставка вакцини до країни відбувається лише авіаційним транспортом (на це впливає багато факторів, але одним із найголовніших є швидкість та вчасність доставки) з дотриманням усіх правил та норм транспортування.

Для перевезення вакцини, у даній дипломній роботі, пропонується транспортування за допомогою безпілотних літальних апаратів у районні центри, та дронами у важкодоступні села.

Взагалі, БПЛА – літальний апарат, який літає та сідає без фізичної присутності пілота на його борту.[2]

За сучасним визначенням, «безпілотником» є тільки той апарат, який знаходиться під постійним дистанційним контролем пілота або пілотів і призначений для повернення на аеродром і для подальшого повторного використання.[2]

Такий тип доставки вакцини є дуже актуальним на сьогоднішній день, адже він забезпечує якісне (без пошкодження) та швидке транспортування. При тому, його можна застосовувати не лише для доставки ліків та препаратів, а й для перевезення продуктів харчування та інших швидкопсувних та термінових вантажів.

# 1. Аналітична частина

Кафедра ОАРП				НАУ. 21.05.13100ПЗ			
Виконав	Клопот А. В.			1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Юн Г. М.					Д 11	20
Н.контр.	Герасименко І. М.				ФТМЛ 275 МТ – 402Б		
Зав. каф.	Разумова К. М.						

## 1.1 Сутність процесу перевезення термінових вантажів

Доставка вантажів - це процес, який вдосконалюється з року в рік. Для того, щоб здійснювати своєчасні вантажні перевезення, цілі штати логістів, вантажників, експедиторів і водіїв розробляють свій план дій.

За рахунок комплексного підходу в даний час процес вантажних перевезень практично повністю виключає несприятливий розвиток подій. Постійна робота в області логістики дозволяє оптимізувати процеси, а створення нових високотехнологічних засобів і комунікацій, таких, наприклад, як GPS - навігація, дозволяє контролювати процес доставки товарів.

В даний час вантажні перевезення є найважливішою частиною інфраструктури будь-якого міста і будь-якої держави. Вони дозволяють забезпечувати надійний товарообіг між країнами і укладати все більше число торгових угод. Значимість вантажних перевезень сьогодні важко переоцінити, адже їх вдосконалення призводить до зростання світової економіки і сприятливо позначається на розвитку будь-якої держави.

За рахунок того, що конкуренція між компаніями, що пропонують послуги з перевезення різних видів вантажів (наприклад, збірні вантажі або негабаритні) зростає, підвищується і рівень обслуговування. Щоб клієнт був задоволений і знову зміг звернутися в транспортну компанію, фахівці розробляють такий план дій, згідно з яким вантаж буде доставлений в максимально короткі терміни в належному вигляді.

Перевезення термінових вантажів - процес дуже складний і відповідальний, адже під час транспортування такого типу товарів буде потрібно суворе дотримання як температурного та повітряного режиму, так же вологості, щоб в процесі перевезення зберегти вантаж в цілісності. Крім того, такі перевезення мають досить жорстке обмеження за часом, адже термін придатності продукції обчислюється з моменту його виробництва, і

чим більше триває процес перевезення швидкопсувних вантажів, тим менше залишиться часу на його реалізацію.

До термінових відносять ті вантажі, які повинні перевозитися в спеціально створених температурних режимах. Також в процесі доставки таких вантажів дуже важливо дотримуватися санітарно - гігієнічних норм і правил, які приписані в законодавчих актах.

Для перевезення термінових вантажів можна використовувати різноманітний тип транспорту.

Найдорожчим видом вантажоперевезень вважається авіаційний. Саме через високу вартість ним користуються досить рідко. Однак такий транспорт незамінний для здійснення оперативних доставок, а також у важкодоступні місця, де використовувати інший тип транспорту не є можливим. Донорські органи, кров, вакцини перевозять тільки за допомогою авіатранспорту.

Якщо використовувати водний тип транспорту, то можливий зрив термінів постачання, адже цей вид транспорту характеризується повільною швидкістю, та й курсує він досить рідко. Такий тип вантажоперевезень використовують рідко, та й лише у випадках з товарами, які відрізняються досить тривалим терміном зберігання при дотриманні всіх правил і норм.

Залізничний тип транспорту для доставки термінових товарів на перший погляд може здатися ідеальним варіантом. Адже по шляху проходження він не зіткнеться з такою проблемою - як високе завантаження доріг. Залізничні колії завжди знаходяться в справному стані, та й швидкість у такого транспорту достатньо висока. Однак у такого виду вантажоперевезень все ж є один істотний недолік: він використовується тільки для доставки великих партій вантажу. Найчастіше, для перевезення термінових вантажів використовують автомобільну техніку, такий її різновид, як реф - мобілі. Вони використовуються в тих випадках, коли необхідно доставити вантаж, термін зберігання яких не більш ніж 7 діб. Одним з головних переваг такого

виду транспортування вантажу вважається можливість завантажити відразу кілька видів товарів.

## **1.2. Визначення поняття «термінові вантажі»**

Є декілька визначень вантажу:

1. Вантаж - всі предмети з моменту прийняття для перевезень до здачі одержувачу вантажу.

2. Вантаж - будь-яке майно, що перевозиться на борту повітряного судна, за винятком бортових припасів та багажу.

3. Вантаж - будь-яке майно за винятком пошти, бортових припасів та супроводжуваного чи невірно засланого багажу, що перевозиться на повітряному судні.

Вантажі можуть бути згруповані за рядом ознак. Вони розрізняються за галузевою ознакою та за параметрами, що характеризують умови виконання перевезень. За галузевою ознакою розділяють:

- вантажі промисловості;
- вантажі будівництва;
- сільськогосподарські вантажі;
- вантажі торгівлі;
- вантажі комунального господарства;
- поштові вантажі;
- термінові (спеціалізовані) вантажі. [3]

Терміновий вантаж - означає партію будь-якого з наступних товарів, що ввозяться для домашнього споживання або призначені для експорту, за

умови, що відповідний офіцер митниці впевнений, що вони потребують негайного та швидкого розмитнення як пріоритетного питання,[4] а саме:

- органи людини, кров чи плазма крові;
- швидкопсувні лікарські засоби, (наприклад, інсулін);
- ліки, необхідні для підтримання життєдіяльності, у номінальній кількості, належним чином підтвержені медичним рецептом;
- вакцини;
- живі тварини та живі рослини;
- газети, журнали та інші інформаційні матеріали;
- радіоактивні матеріали;
- запасні частини комп'ютерів, машин та бурового обладнання (наприклад, бурові долота);
- будь-які інші товари, терміново необхідні, за погодженням митниці, у письмовій формі, у кожному конкретному випадку;
- добрива.

### **1.3. Класифікація термінових вантажів**

Класифікація вантажів - розподіл вантажів, що перевозяться, за розділами, групами і позиціями, який здійснюється за різними ознаками: по галузі; за призначенням - сировина, паливо, матеріали і готова продукція; за видами рухомого складу, який використовується для перевезень; за транспортними ознаками - об'ємність, тоннаж, громіздкість і т. д. Основні чинники, які враховуються при класифікації вантажів: спосіб навантаження і вивантаження, умови перевезення і зберігання, можливість використання вантажопідйомності рухомого складу, їх збереження при перевезенні, ступінь небезпеки при навантаженні, вивантаженні і транспортуванні.[5]

У пункті 1.2. наведено класифікацію термінових вантажів, розглянемо її конкретніше.

Органи людини, кров чи плазма.

Донорські органи та кров треба обробляти як надтерміновий вантаж. У супровідних документах і в телеграмах про завантаження використовують спеціальний службовий код "LHO".[6]

Вантажі, що містять донорські органи та свіжу плазму крові (LHO), зазвичай охолоджуються сухим льодом (ICE) або криогенними рідинами (RCL), тому мають оброблятися відповідним чином.[6]

Термінові вантажі LHO можна перевозити не лише БПЛА, а й у пасажирському салоні ПС під наглядом екіпажу бортпровідників за умови, що їхній розмір дозволяє безпечно розміщення та кріплення. Вантажі LHO мають бути зазначені у NOTOC.[6]

Якщо кров або органи перевозять як діагностичні зразки (дослідження на наявність вірусів), їх обслуговування має відповідати DGR. Донорські органи та кров можуть бути завантажені в той же вантажний відсік літака, що й радіоактивні матеріали категорії II і III (RRY), якщо органи/кров розділені відстанню, передбаченою DGR. Рекомендується відокремлювати донорські органи та кров від людських останків, що перевозяться у трунах (HUM).[6]

Лікарські засоби

Вакцину та медичні препарати перевозять звичайним порядком в упаковках, які захищають і запобігають пошкодженням вмісту. Їх обробляють як терміновий вантаж. Деякі подібні вантажі класифікуються як небезпечні, тому їх слід обробляти відповідно до DGR.[7]

Ліки повинні транспортуватися з урахуванням їх фізичних і фізико-хімічних властивостей в умовах, що забезпечують належне збереження, цілісність, якість та захист від дії різноманітних факторів зовнішнього середовища (світла, вологи, пилу), а також контамінації іншими ліками.[7]



Лікарські субстанції повинні транспортуватися окремо від інших видів вантажу (харчових продуктів тощо).

Наркотичні, психотропні речовини, прекурсори, до складу яких вони входять, транспортуються відповідно до вимог чинних нормативних актів, які регулюють їх обіг в Україні (на підставі документів суворої звітності та забезпечення умов). Кожне вантажне місце, що потребує особливої уваги, маркується певним позначенням: «Обережно», «Оберігати від нагрівання», «Боїться холоду», «Скло», «Крихке», «Верх» та ін.[7]

Ліки повинні мати належне пакування, яке забезпечує їхню якість під час завантаження, та розвантаження. Ліки, які потребують особливих температурних умов зберігання, транспортують спеціально обладнаним транспортом, обладнаним рефрижераторними установками або термokonтейнерами. Транспортний засіб повинен бути обладнаний вантажними контейнерами, піддонами, які дозволяють проводити вологе прибирання з використанням дезінфекційних засобів (після кожного повного розвантаження товару), і мати санітарний паспорт. [7]

Рослини та продукти рослинного походження.

Продукти садівництва мають бути професійно упаковані, щоб гарантувати, що вміст надійно захищений і достатньо вентильований. Упаковки та картонні коробки мають не бути переповнені за вагою або обсягом. При використанні відкритих засобів пакування вантажі не слід закривати пластиковими матеріалами. Їх необхідно захищати від впливу прямих сонячних променів й уникати екстремальних температур; не переохолоджувати без вказівок відправника вантажу; відправляти зі стандартними етикетками, наприклад, “THISWAYUP”; укладати вантаж рядами тільки відповідно до кількості рівнів, зазначених авіакомпанією; поводитись як із крихким вантажем.

Квіти треба завантажувати окремо від свіжих фруктів та овочів, оскільки етиленовий газ, що виділяється у великому обсязі останніми, може викликати пошкодження квітів. Фрукти та овочі упаковують у добре провітрювані

контейнери, що запобігають зминанню вмісту. Укласти їх слід так, аби нижні шари не були пошкоджені. Деякі фрукти та овочі вимагають контролю температури під час перевезення на далекі відстані, приміром, полуниця, спаржа, в цьому разі необхідно виконувати рекомендації відправника вантажу. Більшість фруктів і овочів слід обробляти при температурі від 2 до 7°C (від 36 до 45°F), для чого застосовують холодильні камери, але не морозильники. Сухий лід ніколи не використовується як охолоджувач для фруктів і овочів.

#### Тварини.

При підготовці живих тварин до повітряного перевезення необхідно визначити класифікацію тварини. Класифікація необхідна для чіткого визначення правил перевезення, вибору контейнера, маршруту доставки. При повітряному перевезенні живих тварин важливо забезпечити їм необхідні умови навколишнього середовища.

До повітряного перевезення приймаються тварини, що здорові, перебувають у гарному стані та придатні до перевезення. При повітряному перевезенні живих тварин необхідне бронювання тоннажу на всіх ділянках перевезення, воно не тільки для повітряних перевезень підходить. Також повинні дотримуватися наступні вимоги:

- до забезпечення їжею та водою;
- до вентиляції;
- до безпеки тварини;
- до безпеки персоналу.

Весь процес перевезення та наземної обробки живих тварин має бути спроектований таким чином, аби запобігти можливим затримкам вантажу на шляху прямування та забезпечити життєдіяльність і здоров'я тварини.

До відправлення тварини має бути заздалегідь зроблена вакцинація для вироблення імунітету.

#### Радіоактивні матеріали.

ІКАО впровадила докладні технічні інструкції з безпечного повітряного транспортування небезпечних матеріалів. Технічні інструкції вводять єдину класифікацію і систему небезпечних вантажів. Інструкції містять визначення поняття «небезпечний вантаж» і виділяють дев'ять категорій (класів) речовин за критерієм джерела небезпеки: вогнебезпечний, токсичний, легкозаймистий, корозійний та радіоактивний. На авіаперевезення деяких речовин накладено сувору заборону. ІКАО забороняє приймати на борт повітряного судна певні корозійні, токсичні і радіоактивні речовини. [8] До класу радіоактивних речовин належать матеріали, що містять радіонукліди, в яких концентрація активності, а також повна активність вантажу перевищує значення, вказані в DGR.

Можлива шкода від впливу променевого випромінювання: опіки; порушення імунної системи; зміни складу крові; ракові захворювання; лейкемія; генетичні порушення, що проявляються в потомства; смерть.

Упаковки із радіоактивними матеріалами мають бути віднесені до трьох категорій залежно від транспортного індексу та максимального рівня радіоактивного випромінювання на поверхні упаковки.

Категорія I (біла). Рівень радіоактивного випромінювання цієї категорії незначний і не перевищує 5 мкЗв/год.

Категорія II (жовта). Рівень радіоактивного випромінювання цієї категорії середній і не перевищує 500 мкЗв/год.

Категорія III (жовта). Рівень радіоактивного випромінювання цієї категорії високий і не перевищує 2000 мкЗв/год.

До радіоактивних матеріалів також відносяться подільні речовини (уран-233, уран-235, плутоній-239, плутоній-241 або комбінація цих радіонуклідів). Головна небезпека полягає у радіоактивному випромінюванні у формі альфа, бета - чи гамма-випромінювання. [9]

Для маркування радіоактивного матеріалу у звільнених упаковках використовують знак обробки «Радіоактивний матеріал — звільнена упаковка». Мінімальні розміри знаку 74-105 мм. Чітко класифікувати

термінові вантажі доволі тяжко. Терміновими вантажами пріоритетної значимості є донорські органи та лікарські речовини, що необхідні для підтримання людської життєдіяльності. Варто зазначити, що вимоги до транспортування кожного з цих типів кардинально відрізняються один від одного, як за умовами транспортування (необхідне різне обладнання), так і за процедурою оформлення необхідних документів, дозволів тощо. Найбільшою проблемою для класифікації термінових вантажів, є те, що будь-який вантаж, будь-якого типу може стати таким при відповідній вимозі клієнта. В такому випадку, різниця між терміновими та нетерміновими вантажами буде полягати лише в ціні транспортування.

#### **1.4. Основні вимоги до доставки вакцин від COVID-19**

Доставка медикаментів - транспортування вантажів, яке вимагає дотримання жорстких правил. Фармацевтичну продукцію можна переміщати певними типами транспорту. Потрібно створити правильний температурний режим, ретельно розробити маршрут, логістичну схему, щоб уникнути затримок в дорозі. Відповідальні оператори обов'язково страхують партію, оформляють пакет супровідних паперів.[10]

Перевезення медикаментів відноситься до категорії переміщення крихких вантажів. Тому до послуги пред'являється багато вимог, які стосуються повного збереження пересилання. Мета - доставити лікарські препарати без втрати первинних характеристик, зі збереженням їх властивостей. Контролюється не тільки стан вакцин, розчинів, а й цілісність упаковки, кількість, якість продукції, що відвантажується партії. Перевезення медичних препаратів вважається успішною, якщо адресат отримує замовлення і не зазнав збитків. [10]

Доставка вакцини в більшості випадків повинна виконуватися в термоконтейнерах, здатних підтримувати рекомендований рівень температури і вологості.[10]

Для роботи з медичним вантажем мають бути:

- вакуумні контейнери з ізоляційними панелями  $Cred = doCube$ ;
- холодоелементи і теплоелементи;
- сухий лід;
- гелеві наповнювачі;
- одноразові і багаторазові датчики моніторингу температури.

Так як вакцини від COVID - 19 розробляються лише 8-10 місяців, то вчені зійшлися на тому, що безпечніше буде перевозити вакцину в замороженому вигляді.

Існує низка встановлених законодавством вимог до перевезення медичних вантажів:

- перевезення ліків можливе тільки на певному виді транспорту, який може переміщатися, долаючи великі відстані та призначений для такого виду відправлень;
- за правилами перевезення таблеток, медикаментів транспорт повинен бути чистим, не мати сторонніх запахів. Перед кожним рейсом ПС та БПЛА проходить ретельну санітарну обробку, повну дезінфекцію;
- неприпустимо вплив атмосферних проявів - сонячних променів, опадів, різких перепадів температури, граду. Вантаж не повинен відчувати механічного впливу, піддаватися забрудненню. Зайва волога, особливо, якщо переміщаються таблетовані препарати (блістери) може знищити партію;
- до моменту відвантаження з заводу, складу, ліки повинні бути упаковані в надійну виробничу тару;

- навантажувальна площадка - обладнується навісом. Вона повинна відповідати санітарним нормам;
- укладання - тара з продукцією щільно складається так, щоб між коробками не залишалося великих проміжків, пустот. Крихкий вантаж встановлюється і додатково кріпиться зверху всього обсягу;
- обов'язкове маркування кожного об'єкта;
- перевезення лікарських засобів, які мають сильний запах, допустиме лише за наявності окремої герметичної тари. [11]

### **1.4.1.Етапи транспортування вакцин**

Першим етапом є перевезення від виробника - на склад оптового зберігання, в обласний центр.[12] Перевезення вакцин має здійснюватися рефрижераторним транспортом в термоконтейнерах, з наявністю карток-індикаторів, індикаторів заморожування та термотестеру. Термоіндикатори вважаються недорогим, але не дуже надійним засобом контролю. Це одноразові кольорові плівкові індикатори, які показують лише факт порушення температурного режиму, але нічого не говорять про те, якою була тривалість цього порушення. [13]Якщо вантажоперевезення відбувається в кілька етапів, то використовуються термореєстратори.

Завантаження препаратів у термоконтейнери здійснюється в холодильній камері. В окремих випадках допускається завантаження при кімнатній температурі, але не більше 10 хвилин. [12]

Склади зберігання в області повинні мати достатньо термоконтейнерів, холодоелементів, карток-індикаторів, індикаторів заморожування, термотестерів і термореєстраторів. На складах повинна дотримуватися

відповідна вологість повітря і режим освітлення (світло не повинно потрапляти на вакцини).

Зберігати вакцини разом з іншими лікарськими засобами та сторонніми предметами заборонено, як і зберігання в дверях холодильників. [10]

На кожному етапі перевезення повинен бути розроблений план екстрених заходів на випадок аварійних ситуацій.

Другий етап – перевезення зі складів обласного зберігання - на склад компанії, яка здійснює перевезення.

Компанія-перевізник повинна мати в наявності достатню кількість рефрижераторного транспорту для забезпечення перевезення з дотриманням холодового ланцюга в повному обсязі, в тому числі, з огляду на форс-мажорні ситуації.

Транспорт повинен бути обладнаний системою оповіщення водія в разі зміни температурних показників. [12]

Третій етап – перевезення БПЛА.

Для того, щоб перевіряти стан вантажу протягом всього транспортування, в авіаперевезеннях використовуються бездротові датчики, які знаходяться в «сплячому» режимі під час польоту і записують дані. Цей активний бездротовий датчик відправляє інформацію про температуру вантажу (в майбутньому - і про вологість) в реальному часі на приймачі, так звані бездротові сенсорні шлюзи (USG), які пересилають дані через локальну мережу або GPRS на моніторингові інструменти постачальника логістичних послуг. Таким чином, можна відстежувати вантаж в реальному часі і бачити чи відповідає температура встановленим нормам. [12]

Четвертий етап – транспортування вантажу на склад компанії, яка являється замовником вантажу.

Після авіаперевезення важливо черговий раз проконтролювати дотримання температурних норм, а також - цілісність упаковки. Препарат в пошкодженій упаковці не може бути проданий. Крім небезпеки для здоров'я, це ще й репутаційні ризики для виробника. [10]

На п'ятому етапі здійснюється транспортування на склад отримувача. Тут діють всі ті ж правила, що і на 1-2 пунктах.

Шостий етап - перевезення в мережі аптек та установи охорони здоров'я.

Важливо не допустити відвантаження простроченої вакцини, або вакцини, термін придатності якої менше одного місяця. Відповідальна особа повинна мати узгоджений графік постачання вакцин і контролювати терміни придатності препаратів. [14]

Далі - процес відповідального зберігання препаратів в аптеках, установах охорони здоров'я та можливий останній етап перевезення.

Останнім етапом перевезення є перевезення з аптеки в кабінет щеплень.

Перевезення вакцин кур'єрськими службами заборонено. Доставити вакцину в кабінет щеплення може особисто покупець, попередньо подбавши про наявність термоконтейнера. Або скористатися відповідною послугою мережі аптек. При цьому важливо перевірити цілісність упаковки, наявність документів і показники температурного індикатора.[14]

Доставка фармацевтичної продукції, в тому числі і вакцин, - процес дуже делікатний. Будь-яка помилка на етапі транспортування може спричинити фінансові втрати, репутаційні ризики і мати негативний вплив на здоров'я пацієнтів. Саме тому всім учасникам цього процесу слід усвідомлювати відповідальність не тільки перед бізнесом, а перш за все - перед людством.

#### **1.4.2. Характеристика та умови транспортування вакцин-кандидатів**

Виділяють сім основних вакцин-кандидатів, що мають найбільшу ймовірність затвердження: вакцина від Pfizer і BioNTech, вакцина від



компанії Moderna, вакцина від AstraZeneca, «Супутник V», вакцина від Novavax, CoronaVac, вакцина від Johnson&Johnson. Розглянемо деякі з них.

### **1.4.3. Вакцина від Novavax або вакцина на основі білкових субодиниць**

Офіційна назва: NVX-CoV2373.[16]

Розробник: американська компанія Novavax.[16]

Вакцини на основі білкових субодиниць складаються з широкого спектру технологій, які виробляють імуностимулюючий вірусний білковий антиген. Ця технологія має відносно довгу історію успіху в вакцинах від гепатиту В, HPV, грипу та інших.

Виробництво вакцини виглядає таким чином, що клітини-господарі, зазвичай клітини комах SF9, розмножуються в біореакторах. Потім їх трансфіціюють бакуловірусом, який кодує експресію білкових субодиниць.

Доза вакцини складає 15 мг. Для вакцинації дорослої людини потрібно дві дози.[15]

Препарат слід зберігати при температурі від 2 ° до 8 ° С. Допускається короткочасне (не більше 72 год) транспортування при температурі не вище 25 ° С.

В кінці січня Novavax опублікувала результати третьої фази клінічних досліджень, проведених у Великобританії. Вони показали, що ефективність вакцини становить 89,3%. Це не набагато нижче, ніж у конкурентів з Pfizer і Moderna, але виробник відзначає, що вакцина показала хорошу ефективність проти так званого британського штаму вірусу, а також проти південноафриканського.[16]

#### 1.4.4. Вакцина від Pfizer і BioNTech або РНК-вакцини

Офіційна назва: Тозінамеран або BNT162b2.[16]

Розробник: німецька біотехнологічна компанія BioNTech разом з американським фармацевтичним гігантом Pfizer.[16]

РНК-вакцини являють собою абсолютно нову технологію, яка використовувалася для лікування різних форм раку і деяких інших хронічних захворювань. Ліцензовані вакцини проти інфекційних хвороб з використанням цієї технології не проводилися.

РНК, яка може продукувати вірусний білковий антиген, створюється і доставляється в клітини-господарі, зазвичай з використанням технології доставки ліпідних наночастинок. Потрапляючи в клітини-господарі, РНК може продукувати антиген вірусного білка, щоб стимулювати імунну відповідь.

Ця платформа відрізняється низькими обсягами виробництва, зазвичай здійснюваними в біореакторах невеликого розміру.

Доза вакцини складає 50 мг та вимагає умов зберігання при температурі  $-80^{\circ}\text{C}$ . Для вакцинації дорослої людини потрібно дві дози.[15]

За даними виробника, ефективність вакцини після першої дози становить 95%. Це хороший показник в порівнянні з іншими вакцинами від різних захворювань. Як і більшість інших типів вакцин, вона не може стати причиною захворювання, від якого захищає (в даному випадку COVID-19) навіть теоретично, оскільки не містить вірусних частинок, і вони не використовуються в процесі виробництва вакцини. Крім того, вона навіть теоретично не може вплинути на геном людини.[16]

#### **1.4.5. Вакцина від AstraZeneca або нереплікуючі вірусні векторні вакцини**

Офіційна назва: AZD1222.[16]

Розробник: шведсько-британська компанія AstraZeneca спільно з дослідниками з Оксфордського університету.[16]

Вакцини з нереплікуючим вірусним вектором складаються з генетично модифікованого вірусного вектора (використовувалися аденовірус, вірус віспи і 69 альфавіруси), який має місця вбудовування певних генів патогена-мішені (зазвичай це спайковий білок COVID-19).

Є певний досвід використання цієї технології в області генної терапії. Однак ця технологія ніколи не використовувалася успішно в якості вакцини проти інфекційних захворювань для програм масової імунізації людей.

Доза вакцини складає 50 мг та вимагає умов зберігання при температурі  $-80^{\circ}\text{C}$ . Для вакцинації дорослої людини потрібно дві дози. [15]

В кінці листопада минулого року AstraZeneca повідомила про позитивні результати третьої фази клінічних досліджень AZD1222. У Бразилії та Великобританії в ній взяли участь більше 23 тисяч чоловік. Вакцину випробували за різними схемами, тому і середня її ефективність була різною. Кращий результат - 90% було отримано в тій групі, де спочатку учасники отримували половинну дозу, а через місяць - повну. Якщо ж з інтервалом в місяць давати дві повні дози, ефективність вакцини становить лише 62%. [16]

#### 1.4.6. CoronaVac або інактивована вакцина

Офіційна назва: CoronaVac.[16]

Розробник: китайська компанія SinovacBiotech.[16]

Інактивовані вірусні вакцини виробляються з ізольованих штамів дикого вірусу, які інактивовані хімічною або тепловою обробкою. Ця випробувана технологія була використана в вакцинах проти поліомієліту (Солка), грипу, сказу і гепатиту А.

У портфелі 14 інактивованих вірусних вакцин (6,7% від усіх кандидатів). Двадцять два відсотки добре фінансуються.

Доза вакцини складає 15мг. Для вакцинації дорослої людини потрібно дві дози. Препарат слід зберігати та транспортувати при температурі від 2 ° до 8 ° С. Однак ця вакцина не страждає при заморожуванні і може бути без шкоди багаторазово заморожена і розморожена. [15]

Китай ще влітку дозволив використовувати цю вакцину для людей з груп ризику. Зараз доступні попередні дані третьої фази клінічних досліджень з різних країн, і вони помітно відрізняються. Зокрема, в Туреччині її ефективність була на рівні 91%, а в Індонезії - 65%. А в Бразилії вона виявилася на рівні лише трохи вище 50%. Такий низький показник і помітна розбіжність результатів у різних країнах викликали чимало критики і сумнівів в її надійності.[16]

З отриманої інформації можна зробити висновок, що найпростіша для зберігання та транспортування буде вакцина на основі білкових субодиниць або інактивована вакцина. РНК-вакцина та нереплікуюча вірусна векторна вакцина потребують особливих умов перевезення та зберігання, а саме температура зберігання при -80 °С. Вакцини можуть виявитися нездатними витримати перепади температур при транспортуванні і внаслідок цього змінити свої властивості. Тому вони будуть перевозитися в режимі глибокої заморозки, тобто при -80 ° С.

## 1.5. Аналіз сучасного стану проблеми

Дуже багато факторів може вплинути на спокійне життя населення, на політику та становище держави та навіть на майбутнє всієї планети. Тому будь-яка проблема, будь то політичні суперечки, заворушення в країні, війни, хвороби, природні умови та ресурси, економічні питання, має дуже велике значення для життя та функціонування всього світу.

Так в один момент всю палітру міжнародного життя стала затьмарювати епідемія коронавірусу, що переросла в захворювання світового масштабу. Про вірус вперше стало відомо в грудні 2019 року.

Новий тип коронавірусу спочатку сприймався як «епідемія» регіонального масштабу, що зачіпає лише Китай і прилеглі країни. Але в наступні дні вірус почав швидко поширюватися і за межами Китаю і загрожувати здоров'ю населення всієї планети. Covid-19 був оголошений пандемією.

Епідемія (epidemic) - раптовий спалах інфекційного захворювання, яке швидко поширюється серед населення, вражаючи велику кількість людей. Нині найчастіше трапляються епідемії грипу.

Найбільш небезпечною формою є пандемія, (pandemic) – широко поширена епідемія якого-небудь захворювання, в результаті якої хвороба вражає багатьох людей в різних країнах світу. Пандемія - це визначення, головним чином, географічне. Тобто мова йде про те, що вона повинна охопити як мінімум два континенти, можливо, і більше. Covid-19 охопив п'ять з п'яти населених континентів (крім Антарктиди).

В результаті накладання один на одного багаточисленних негативних чинників, світ опинився в ситуації, близької до «ідеального шторму». В останній раз Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оголошувала пандемію в 2009 р. («свинячий грип»), тобто ще за життя нинішніх поколінь.

Відсутність ліків призвело до того, що основними методами боротьби з поширенням захворювання стали масовий карантин і загальна самоізоляція, розміри якої досягли неймовірного розмаху. А також індивідуальний захист кожного: маски, рукавички, респіратори, антисептики.

Крім небезпеки вірусу, особливо для певних груп населення, справа в двох ключових показниках: проти нього поки немає вакцини і точно не відомо звідки і як вона з'явиться.[17]



Рис. 1.1 Статистика інфікованих осіб, померлих та одужало в Україні за період з березня 2020 по лютий 2021

Тільки після 8/10 місяців боротьби з пандемією світ заговорив про вакцину проти COVID – 19.

Але у багатьох країнах, що розвиваються, у тому числі і в Україні доступ до життєво важливих медичних препаратів, від яких часом залежить життя, утруднений у зв'язку з відомою проблемою доставки «на останній милі». Йдеться про неможливість доставити необхідний препарат з міста в сільську місцевість або віддалені райони через відсутність належної транспортної інфраструктури, а також інфраструктури зв'язку та ланцюгів поставок.

Протягом тривалого сезону дощів багато доріг розмиваються і стають непрохідними або зовсім зникають. В результаті часто буває так, що люди, які потребують рятівного переливання крові, не можуть її отримати і гинуть.

На сьогодні, актуальним питанням є впровадження механізмів доставки вантажів за допомогою БПЛА.

Дальність польоту БПЛА в обидва кінці навіть у вітряну і дощову погоду сягає 150 км. Безпілотник знижується до невеликої висоти і скидає вантаж на позначене місце поруч з відповідним медичним центром, яке називається «поштова скринька», а після виконання доставки повертається в «Гніздо». БПЛА можуть здійснювати від 50 до 150 екстрених вильотів на добу. Вони дозволяють виконувати замовлення приблизно за 30 хвилин.

## **Висновки до розділу**

Пандемія нанесла величезні збитки для країн у вигляді падіння економіки, безробіття, нанесення немалих збитків галузям туризму, транспорту, медіа, освіти. Особливу роль відіграла медицина, яка отримала найбільше навантаження. Для запобігання такого стрімкого поширення вірусу застосовуються карантинні заходи та вакцинацію.

На початку пандемії Україна та світ отримували поставки медичних вантажів авіатранспортом. Вакцина також перевозиться авіатранспортом. Але перевезення вакцини та медичних вантажів в цілому потребують особливих умов зберігання та транспортування, а саме певного температурного режиму, цілісності упаковки, необхідної документації.

## 2.Проектна частина

Кафедра ОАРП				НАУ. 21.05.13 200ПЗ				
Виконав	Клопот А. В.			2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Юн Г. М.					Д	32	28
Н.контр.	Герасименко І. М.				ФТМЛ 275.04 МТ – 402Б			
Зав. каф.	Разумова К. М.							

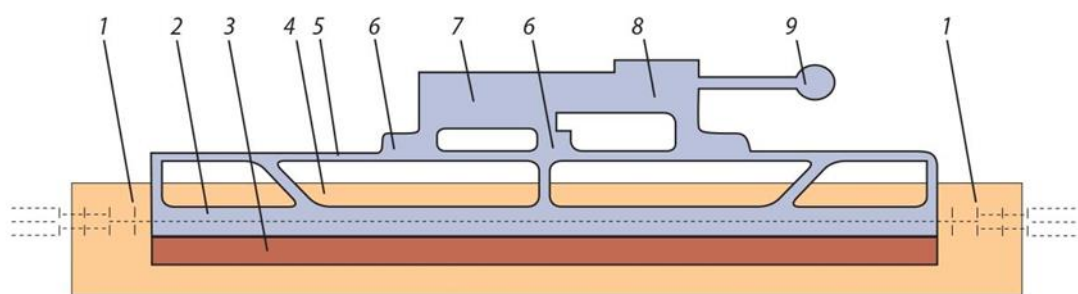


## 2.1. Мережа аеродромів базування БПЛА

Аеродром (від аеро... і грец. δρόμος — біг, місце для бігу) — земельна або водна ділянка з повітряним простором, спорудами та устаткуванням, що забезпечують зліт, посадку, рулювання, розміщення та обслуговування літаків, вертольотів, планерів та БПЛА.[18]

Складовими аеродрому є:

- льотне поле (льотні смуги, перони, вирулювальні доріжки, місця стоянки і заправки літаків);
- склади;
- комплекс управління повітряним рухом (служби: організації повітряного руху, електрично-радіотехнічна, електрично-світлотехнічна, метеорологічна, штурманська та ін.).[18]



Схематичний план

**аеродрому:** 1 — кінцева смуга безпеки; 2 — злітно-посадочна смуга зі штучним покриттям; 3 — ґрунтова смуга; 4 — бічна смуга безпеки; 5 — вирулювальна доріжка; 6 — майданчик для запуску двигунів; 7 — перон; 8 — місце стоянки літаків; 9 — майданчик для усунення девіації

Рис. 2.1. Схематичний план аеродрому

Гідроаеродроми забезпечують авіап перевезення на гідролітаках, роль злітно-посадкової смуги виконує поверхня водойми (річкова, озерна або морська акваторія).[18]

Розрізняють аеродроми державні (використовуються в державних або муніципальних цілях) і приватні (використовуються за правом власності); за категорією використання — діючі й не діючі. Діючі аеродроми

класифікуються як аеродроми основного базування, запасні аеродроми, оперативні аеродроми; а також як військові (використовуються військовою державною авіацією) і цивільні (використовуються для цивільних пасажирських і вантажних повітряних перевезень).[18]

Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО) аеродроми класифікуються за кодовим позначенням з двох елементів — елемент 1 пояснює довжину злітної смуги, а елемент 2 — розмах крила літака і відстань між зовнішніми колесами його основного шасі.[18]

Міжнародна класифікація аеродромів ІКАО				
Кодовий елемент 1		Кодовий елемент 2		
Кодовий номер	Довжина злітної смуги	Кодова буква	Розмах крила	Відстань між зовнішніми колесами основного шасі
1	менше 800 м	A	менше 15 м	менше 4,5 м
2	800–1200 м (менше 1200 м)	B	15–24 м (менше 24 м)	4,5–6 м (менше 6 м)
3	1200–1800 м (менше 1800 м)	C	24–36 м (менше 36 м)	6–9 м (менше 9 м)
4	1800 м і більше	D	36–52 м (менше 52 м)	9–14 м (менше 14 м)
		E	52–65 м (менше 65 м)	9–14 м (менше 14 м)
		F	65–80 м (менше 80 м)	14–16 м (менше 16 м)

Рис. 2.2. Міжнародна класифікація аеродромів ІКАО

Сьогодні, польоти безпілотного повітряного судна масою до 20 кг включно та усі без винятку польоти безпілотного повітряного судна масою більше 20 кг виконуються у межах спеціально встановлених зон та маршрутів з дотриманням вимог щодо подання заявок на використання повітряного простору, отримання дозволів та умов використання повітряного простору, інформування органів управління Повітряних Сил Збройних Сил України, органів Державної прикордонної служби України, органів ОЦВС, органів ОПР/УПР.[19]

Безпілотні літальні апарати компактні та малопомітні. Електрична силова установка літального апарату має низький рівень шуму.

Безпілотник не потребує спеціальних вимог до стартового майданчика та додаткових пристроїв для зльоту — він може стартувати навіть з руки.

Для прикладу проаналізуємо аеродром «Бородянка», що на Київщині та маршрут із доставкою вакцини до села Берестянка (7 км від районного центра Бородянка), БПЛА літакової конфігурації «Рятувальник» та дронами вертикального зльоту.

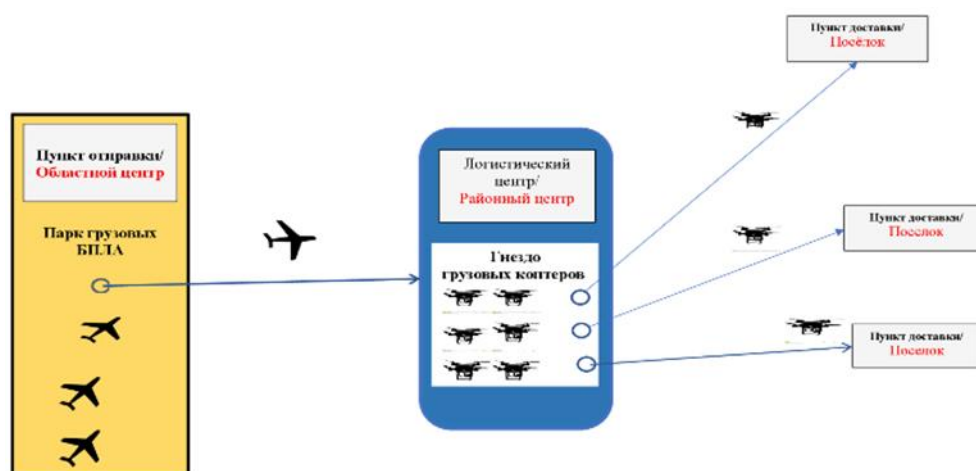


Рис. 2.3. Схема доставки термінових вантажів з обласного центра в районний та сусідні села

Бородянка — аеродром в Київській області, один з головних центрів парашутного спорту. Знаходиться в смт. Бородянка, що в 55 км на пн.захід від м. Київ.[20]

У 1993 році, у рамках загальної стратегії розвитку авіації загального призначення в Україні, ЗАТ «АС» (нині — ПАТ) отримало земельну ділянку аеродрому в постійне користування. У тому ж році аеродром «Бородянка» був внесений в Державний реєстр цивільних аеродромів України в якості аеродрому класу «Д» і сертифікований згідно Повітряного кодексу України (індекс 1 код 3С).[20]

Оператор створив тут комплекс обслуговуванню потреб цивільної авіації. На базі аеродрому «Бородянка» різні авіаційні підприємства

проводили транспортно-зв'язуючі, авіаційно-хімічні, аерофотознімальні, охоронні лісів і нафтогонів, патрульні і моніторингові мобільних мереж види діяльності.[20]

Побудовані і введені в експлуатацію ангари для повітряних суден, майстерні, складські приміщення, склад паливно-мастильних матеріалів, нові адміністративні корпуси.[20]

На даний момент аеродром «Бородянка» є постійно діючим за правилами візуальних польотів майданчиком для проведення тренувальних, учбово-тренувальних, спортивних і інших видів польотів для літаків 4 класи (до 10 тонн), включаючи надлегкі і легкомоторні, БПЛА, а також вертольотів усіх класів. Аеродром «Бородянка» обслуговує повітряні судна усіх форм власності, на підставі договірних стосунків з ПрАТ «АС» Обласний авіаційний центр». У разі відсутності попередніх договорів, обслуговування здійснюється за запитом. З аеродрому «Бородянка» здійснюються польоти тільки в межах України.[20]

БПЛА «Рятувальник» за своїми технічними характеристиками може спокійно здійснювати посадку на аеродромі «Бородянка».

При виборі даного типу безпілотної авіації враховувалися наступні його функціональні можливості.

*Таблиця 2.1.*

**Дані про фізичні характеристики рульових доріжок (РД) і встановлених місць/пунктів перевірки**

РД, МС місця/пункти перевірки	Ширина	Тип покриття	Міцність
РД № 1	30 мм	грунт	БПЛА, літаки 4-го класу, вертольоти усіх типів

Закінчення таблиці 2.1.

РД № 2	30 мм	грунт	БПЛА, літаки 4-го класу, вертольоти усіх типів
Місце знаходження і перевищення місць перевірки висотомірів	-	-	-
Місце знаходження пунктів перевірки VOR/ INS	-	-	-
Примітки	-	-	-

Таблиця 2.2.

### Технічні характеристики БПЛА «Рятувальник»

Максимальна злітна вага, кг	300
Крейсерська швидкість, км	280 – 300
Довжина розбігу/пробігу, м	350 – 400
Час у польоті, год	6 – 12
Двигун бензиновий, л / с	64
Вага порожнього, кг	150

У даного БПЛА достатньо велика дальність польоту, тому його вистачить для польоту із обласного центра в районний, та на зворотній маршрут.

Умови базування безпілотної на всіх видах ЗПС, тому на момент доставки вакцини аеродром «Бородянка» повністю відповідає вимогам.



Рис. 2.4. План аеродрому «Бородянка»

Берестянка — село в Україні, у Бородянському районі Київської області. Населення становить 410 осіб і усі переважно похилого віку. Тому у цей населений пункт вкрай необхідно доставляти препарати першої медичної допомоги, ліки та вакцину.

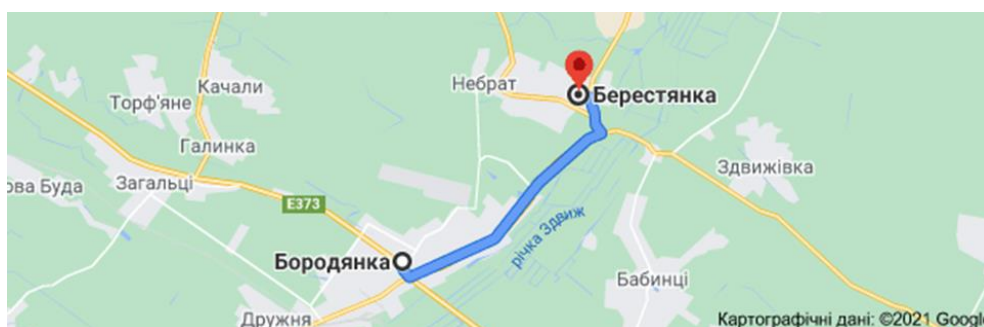


Рис. 2.5. Маршрут «Бородянка – Берестянка»

Доставка вакцини буде здійснюватися дронами вертикального зльоту.

Дрон відноситься до області авіації, зокрема до конструкцій комплексів медичного призначення, в яких використовуються безпілотні літальні апарати. Дрон містить безпілотний літальний апарат, який має блок

управління, електродвигуни з повітряними гвинтами, і медичний контейнер, відповідно.

Даний безпілотник обладнаний вертикальним зльотом і посадкою, а сам медичний контейнер, для поліпшення його аеродинамічних характеристик, виготовляється у вигляді обтічного циліндра, що знижує значення сили опору повітря в процесі польоту і підвищує його маневреність і стійкість. Медичний контейнер повинен забезпечувати надійне кріплення пробірок з біоматеріалом і знезараження внутрішньої порожнини відсіку медичного контейнера при витіканні біоматеріалу.

Так як у селищі немає аеродрому, то безпілотний медичний комплекс може здійснити свою посадку на порозі місцевої амбулаторії. Технічні характеристики повністю дозволяють виконати дану процедуру.

## **2.2. Споживачі і постачальники термінових вантажів**

Ефективність транспортного процесу у великому ступені залежить від технологічного узгодження роботи транспорту, виробничих підприємств, споживачів продукції і постачальників.[21]

Споживач – це фізична особа, яка купує, замовляє, використовує або має намір придбати чи замовити продукцію для особистих потреб, безпосередньо не пов'язаних з підприємницькою діяльністю або виконанням обов'язків найманого працівника (частина 22 статті 1 Закону України «Про захист прав споживачів», далі Закон).[22]

Згідно статті 4 Закону споживачі під час придбання, замовлення або використання продукції, яка реалізується на території України, для задоволення потреб мають право на:

- захист своїх прав державою;

- належну якість продукції та обслуговування;
- безпеку продукції;
- необхідну, доступну, достовірну та своєчасну інформацію про продукцію, її кількість, якість, асортимент, а також про її виробника (виконавця, продавця);
- відшкодування шкоди (збитків), завданих дефектною чи фальсифікованою продукцією або продукцією неналежної якості, а також майнової та моральної (немайнової) шкоди, заподіяної небезпечною для життя і здоров'я людей продукцією у випадках, передбачених законодавством;
- звернення до суду та інших уповноважених органів державної влади за захистом порушених прав;
- об'єднання в громадські організації споживачів (об'єднання споживачів).[22]

Споживач зобов'язаний:

- перед початком експлуатації товару уважно ознайомитися з правилами експлуатації, викладеними в наданій виробником (продавцем, виконавцем) документації на товар;
- в разі необхідності роз'яснення умов та правил використання товару до початку використання товару звернутися за роз'ясненнями до продавця (виробника, виконавця) або до іншої вказаної в експлуатаційній документації особи, що виконує їх функції;
- користуватися товаром згідно з його цільовим призначенням та дотримуватися умов (вимог, норм, правил), встановлених виробником товару (виконавцем) в експлуатаційній документації;
- з метою запобігання негативним для споживача наслідкам використання товару застосовувати передбачені виробником в товарі засоби безпеки з дотриманням передбачених експлуатаційною документацією спеціальних правил, а в разі відсутності таких правил



в документації дотримуватися звичайних розумних заходів безпеки, встановлених для товарів такого роду (стаття 4 Закону України «Про захист прав споживачів»).[22]

Постачальник або вендор (англ. Vendor) — будь-яка юридична (організація, підприємство, установа) або фізична особа, що поставляють товари або послуги замовникам. Постачальник здійснює підприємницьку діяльність відповідно до умов укладеного договору поставки, який є одним з видів договору купівлі-продажу. У відповідності з договором поставки постачальник зобов'язується передати в обумовлений термін чи строки вироблені чи закуплені ним товари покупцю для використання у підприємницькій діяльності або в інших цілях, не пов'язаних з особистим, сімейним, домашнім або іншим подібним використанням.

Постачальник або, іншими словами, підрядник бере на себе обов'язки, пов'язані з наданням замовнику предмета поставок в обсязі і в строки, зазначені в угоді. [23]Предметом поставки можуть бути наступні матеріальні і нематеріальні цінності:

- сировина (в тому числі — вторинна);
- речовини в будь-якому агрегатному стані (газ, рідина, тверде тіло);
- енергоносії та енергія (теплова, електрична);
- обладнання, техніка та транспортні засоби;
- програмне забезпечення;
- інформаційний контент;
- технології та інша інтелектуальна власність.[23]

Крім майна і матеріальних цінностей постачальник може надавати замовнику медичні, логістичні, бухгалтерські, юридичні, експертні та інші послуги, а також виконувати за його дорученням ремонтні, будівельні та інші роботи.[23]

В нашому випадку товари першої допомоги в умовах пандемії: вакцина, маски, респіратори, халати, рукавички.

Організація транспортного процесу, що базується на попередньо розробленій раціональній технології взаємодії транспортних підприємств, відправників вантажу і вантажоодержувачів, називається єдиним технологічним процесом.[21]

Реалізація прогресивних єдиних технологічних процесів здійснюється на основі забезпечення БПЛА і транспортно-експедиційних підприємств і організацій, постачальників і одержувачів вантажів типовою технологічною документацією, що дозволяє здійснювати високоефективне транспортне обслуговування.[21]

Типовий єдиний технологічний процес (ТЕТП) доставки вантажів БПЛА включає комплекс взаємозалежних операцій по підготовці виробництва до транспортного обслуговування і доставки вантажів, починаючи з видачі вантажу і документів на складі відправника і кінчаючи прийомом вантажів і документів на складі одержувача. [21]

Змістом розробки ТЕТП є:

- спільна підготовка оперативного плану доставки вантажів;
- підготовка вантажу до видачі і перевезення;
- підготовка й оформлення документів;
- інформація одержувачів і узгодження з ними процесу доставки вантажу;
- вибір найбільш ефективного рухливого складу;
- організація вантажно-розвантажувальних робіт;
- вибір раціональних маршрутів перевезення вантажів;
- узгодження режиму роботи учасників єдиного технологічного процесу;
- організація подачі рухливого складу в пункти навантаження і наступної роботи з графіка;

- нормування операцій ТЕТП;
- організація робіт з методу бригадного підряду;
- ефективне стимулювання праці всіх учасників виробничого процесу;
- ефективні методи керування виробничими процесами.[21]

Основним документом для транспортування термінових вантажів є договір перевезення. Документ укладається між транспортною компанією, що безпосередньо здійснює доставку і відправником вантажу, що відповідає за упаковку і маркування товарів, що перевозяться.

Основними аспектами даного документа є: терміни доставки, умови доставки та вартість послуг, що надаються.

На додаток до договору постачальник вантажу зобов'язаний надати:

- документи, підготовлені виробником вантажу і які містять рекомендовані умови зберігання та транспортування вантажу;
- укладення відповідних служб: сертифікати, декларації для термінових вантажів, спеціальні дозволи і так далі (набір документів залежить від виду вантажу та ступеня його небезпеки) про безпеку препаратів при певних умовах.

На підставі поданих документів складається вантажна накладна, яка містить:

- найменування транспортної компанії, що здійснює доставку товарів;
- найменування та координати відправника і одержувача вантажів;
- назва і докладний опис вантажу, включаючи масу і габаритні розміри;
- особливі умови транспортування, якщо є;
- номер рейсу, дата вильоту і прильоту, якщо перевезення здійснюється регулярними рейсами. Інформація про судно при транспортуванні чартерами;
- вартість перевезення;
- інформація про місце і дату отримання.

У нашому випадку споживачем являється село Берестянка, у яке буде доставлена вакцина. У пункті прийому вакцини працюють агенти із логістики. Сам вантаж буде прибувати на територію відділення «Укрпошти», або місцевої амбулаторії.

Агентом із прийому вантажу є людина, яка має спеціальні документи та дипломи, які підтверджують її спеціалізацію в даній галузі.

Постачальником, у даному випадку, є районний центр Бородянка. Пункт прийому вантажів із вакцинами буде здійснюватися на аеродромі «Бородянка». Логісти, які там базуються, також мають підтвердити свою можливість працювати там відповідними документами.

Перед відправкою до іншого населеного пункту, агент – постачальник має переконатися, що вантаж придатний до транспортування. Товар готовий до відправки у таких випадках, коли:

- вантажне відправлення зарезервовано;
- вантаж скомплектований і доставлений на склад відправника вчасно;
- скомплектований вантаж і документи перевірені відповідними службами авіаційної безпеки;
- перевізні документація виписана коректно і містить інформацію про вагу, обсяг, кількість і вміст;
- відповідні документи додаються;
- маркування виконане на кожному місці вантажного відправлення;
- упаковка не пошкоджена.[24]

Агент зобов'язаний доставити вантаж в аеропорт чи в інше місце відправлення не пізніше ніж у час, визначений перевізником для виконання адміністративних формальностей і відповідних процедур щодо відправлення вантажу.

### 2.3. Організація відправки, приймання та зберігання вантажів

При організації відправки термінової продукції доводиться вирішувати безліч питань, пов'язаних з доставкою вантажів. У першу чергу необхідно вибрати методи організації перевезень і тип БПЛА.

При раціональному виборі виду БПЛА фахівці звертають увагу на його відповідність властивостям перевезених вантажів. Головним критерієм є збереження вантажів, найкраще використання місткості і вантажопідйомності, зниження витрат на перевезення, якщо воно можливе. Перевезення термінових вантажів дронами є самим швидким і надійним способом доставки. Широка географія польотів, можливість здійснювати перельоти на великі відстані за короткий час і в найвіддаленіші точки того чи іншого регіону, та неагресивність середовища транспортування роблять використання безпілотників дуже вигідним і зручним, особливо в умовах пандемії.

Перевезення такого типу вантажу БПЛА здійснюється, в основному, замовними рейсами за встановленими повітряними лініями, в пункти, куди регулярні польоти не виконуються. Доставка термінового вантажу здійснюється за найкоротшим маршрутом і, як правило, прямими рейсами.

Перевезення медикаментів відноситься до категорії переміщення крихких вантажів. Тому до послуги пред'являється багато вимог, які стосуються повного збереження пересилання. Мета - доставити лікарські препарати без втрати первинних характеристик, зі збереженням їх властивостей. Контролюється не тільки стан вакцин, розчинів, а й цілісність упаковки, кількість, якість продукції, що відвантажується партії. Перевезення медичних препаратів вважається успішною, якщо адресат отримує замовлення і не зазнав збитків.

Товари медичного призначення можна поділити на такі категорії:

- лікарські засоби, тобто будь-які препарати, що застосовуються для лікування хворих: таблетки, ампули, мікстури, вакцини. До цієї ж категорії відносяться шприци, бинти та інші перев'язувальні матеріали, вата, пластир і так далі;
- обладнання, що використовується в лікувальних і профілактичних установах;
- біологічні матеріали: аналізи, органи для пересадки і так далі.

При транспортуванні і зберіганні медико - біологічної продукції повинні бути дотримані умови, що забезпечують збереження вихідної якості препаратів; препарати повинні бути забезпечені від впливу змінюваної температури навколишнього середовища, від руйнування та пошкодження упаковок і т.д.[25]

Транспортування і зберігання повинно проводитися при дотриманні спеціальної системи "холодового ланцюга".[25]

Холодовий ланцюг – це безперебійно функціонуюча система, яка забезпечує оптимальний температурний режим зберігання і транспортування вакцин та інших імунобіологічних препаратів на всіх етапах шляху їх слідування від підприємства-виготовлювача до людини, якій здійснюють вакцинацію.[25]

Оптимальною для зберігання і транспортування вакцин та інших імунобіологічних препаратів є температура у межах 0- + 8 ° С. При визначенні режиму зберігання і транспортування інших вакцин слід керуватися інструкціями, що додаються до препарату.[25]

**Температурний режим для зберігання вакцини**

	Національний склад	Регіональний склад	Районний склад	Пункт щеплення
Температурний режим +2 °С - +8 °С	Всі вакцини, крім ОПВ	Всі вакцини, крім ОПВ	Всі вакцини, включно ОПВ	Всі вакцини, включно ОПВ
Температурний режим - 15 °С - -25 °С	ОПВ	ОПВ		

Основними компонентами холодового ланцюга є:

- спеціально навчений персонал, що забезпечує обслуговування холодильного обладнання, правильне зберігання вакцин і постачання їх до структурних підрозділів;
- холодильне обладнання, призначене для зберігання і транспортування вакцин в оптимальних температурних умовах;
- механізм контролю за дотриманням необхідного температурного режиму на всіх етапах холодового ланцюга. [25]

В системі холодового ланцюга є такі рівні:

- 1-й рівень - підприємство-виробник вакцин та інших імунобіологічних препаратів;
- 2-й рівень - крайові, обласні аптечні склади і склади;
- 3-й рівень - міські та районні (міські та сільські) аптечні склади;
- 4-й рівень - лікувально-профілактичні заклади (дільничні лікарні, амбулаторії, дитячі поліклініки, пологові будинки, фельдшерсько-акушерські пункти та ін.). [25]

На всіх рівнях холодового ланцюга повинна строго проводитися реєстрація надходжень і подальшого відправлення вакцин та інших імунобіологічних препаратів в нижчестоящі установи з фіксацією найменування препарату, його кількості та серії, терміну придатності, дати надходження (відправлення), умов зберігання та транспортування, показників термоіндикаторів, прізвище та ініціали відповідального працівника. Крім того, на всіх рівнях холодового ланцюга необхідно регулярно (не рідше 2 разів на добу) в спеціальному журналі відзначати температуру, при якій зберігається той чи інший препарат із зазначенням відповідальної особи за цю роботу.[25]

На всіх етапах холодового ланцюга повинні працювати спеціально призначені в наказовому порядку фахівці з чітким визначенням їх службових обов'язків відповідно до займаної посади і об'ємом роботи.[25]

У кожній установі, де зберігаються імунобіологічні препарати, незалежно від їх кількості, повинен бути затверджений його керівником план екстрених заходів на випадок виникнення непередбачених проблем у холодового ланцюга в цій установі.[25]

При зберіганні вакцин слід дотримуватися ряду загальних правил:

- вакцина (вакцини) повинна розташовуватися таким чином, щоб до кожної її упаковці був доступ повітря;
- вакцина (вакцини) повинна розташовуватися так, щоб препарат, який має менший термін придатності, використовувався в першу чергу;
- в холодильниках (при температурі  $0 + 8^{\circ}\text{C}$  слід зберігати БЦЖ і інші не адсорбовані і адсорбовані вакцини. Живі вакцини, які відповідно до інструкції по застосуванню вимагають зберігання в замороженому стані, повинні зберігатися в морозильній камері при температурі  $-20^{\circ}\text{C}$ . Для таких препаратів допускається тимчасове, не більше 48 год, підвищення температури до  $0- + 8^{\circ}\text{C}$  при транспортуванні.[25]



Перший рівень холодового ланцюга.

Першим рівнем холодового ланцюга є підприємство-виробник, незалежно від свого територіального розташування.[25]

На тому рівні вакцина до відправки повинна зберігатися:

- живі вірусні (корова, паротина, поліомієлітна і ін.) при температурі не вище
- $-20^{\circ}\text{C}$ , тобто в замороженому вигляді;
- інші вакцини при температурі  $0 + 8^{\circ}\text{C}$  (відповідно до затвердженої інструкції щодо їх застосування).[25]

Для зберігання вакцин на цьому рівні, в залежності від виду та кількості препарату, можуть використовуватися морозильні і холодильні камери, морозильники та холодильники, холодильні шафи.[25]

Відправка вакцин та інших імунобіологічних препаратів повинна здійснюватися в термоконтейнерах в супроводі відповідного термоіндикатора <\*>. Термоконтейнером є ящик, виготовлений з полістиролу або поліуретану з кришкою з того ж матеріалу, що герметично закривається. Зазвичай цей ящик поміщається в картонну коробку, що оберігає його від швидкого псування. На коробку наноситься кольорова етикетка: "Вакцина! Терміновий вантаж!", "Боїться заморожування!". Температура в термоконтейнерах, яка досягається завдяки приміщенню в його порожнину холодоелементів, повинна зберігатися протягом мінімум 48 год в межах від 0 до  $+8^{\circ}\text{C}$  при температурі зовнішнього середовища  $+43^{\circ}\text{C}$ . Розміри термоконтейнера можуть варіювати.[25]

Холодоелементами є пластмасова ємність прямокутної форми, що герметично закривається пробкою. Холодоелементи бувають об'ємом від 0,3 до 0,6 л.[25]

Підприємство-виробник повинно завжди мати в своєму розпорядженні достатній запас термоконтейнерів і холодоелементів до них, а також термоіндикаторів.[25]

Підприємство-виробник повинно відправляти вакцини таким чином, щоб термін їх придатності дозволяв використання препаратів протягом, принаймні, 3-х місяців з моменту їх надходження в аптечні склади і склади крайового і обласного рівнів.[25]

Відправка вакцин повинна здійснюватися через найближчі аеропорт куди препарати, поміщені в термоконтейнер, повинні доставлятися у критому автотранспорті в умовах, що виключають механічне пошкодження вакцин і вплив на них несприятливих температурних факторів.[25]

Тривалість транспортування вакцини від підприємства-виготовлювача до 2-го рівня холодового ланцюга не повинна перевищувати 48 год. [25]

У разі затримки відправлення вакцини, останню слід помістити в холодильні камери або шафи, якщо такі є в аеропорту. У разі відсутності таких і при значній затримці відправлення (до 12 год і більше) вакцини необхідно повернути на підприємство-виробник за домовленістю з останнім.[25]

Одержувач вакцин повинен завчасно узгодити з відповідним транспортним агентством на місці процедуру отримання вантажу безпосередньо з борту БПЛА.

Доставка отриманої вакцини до аптечного складу 2-го рівня холодового ланцюга здійснюється в максимально стислі терміни.[25]

Транспортування здійснюється в суворій відповідності з супровідними документами.[25]

Другий рівень холодового ланцюга: крайові та обласні аптечні склади.

При отриманні вакцини з аеропорту необхідно негайно помістити вантаж в холодильну камеру, та провести розвантаження термоконтейнерів. При цьому необхідно перевірити показники відповідних термоіндикаторів і внести в них необхідні записи, а також занести всі регламентовані дані в журнал отримання і відправки вакцин. Вивільнені термоконтейнери назад на підприємства не направляються. Вони або знищуються, або

використовуються на місці по розсуд особи, відповідальної за холодний ланцюг на цьому рівні.[25]

На цьому рівні холодного ланцюга всі вакцини зберігаються в холодильній камері, холодильних шафах або холодильниках при температурі  $0 + 8^{\circ} \text{C}$ . У випадках, коли виникає необхідність зберігання препаратів більш 3-х місяців, живі вірусні вакцини рекомендується зберігати в межах терміну придатності в замороженому стані, тобто в морозильних камерах і морозильниках.[25]

Особа, відповідальна за холодний ланцюг на цьому рівні, має мати заздалегідь узгоджений з нижчими структурами чіткий план постачання вакцинами відповідних установ районного і міського рівня (3-й рівень холодного ланцюга). На 2-му рівні холодного ланцюга, тобто на рівні аптечних складів крайового і обласного рівнів, транспортування вакцин та інших імунобіологічних препаратів також має здійснюватися в термоконтейнерах.[25]

Аптечний склад або склад ЦДСЕН цього рівня повинен завжди мати достатній запас заморожених холодоелементів і резервний запас термоконтейнерів для транспортування вакцин та інших імунобіологічних препаратів в установи третього рівня холодного ланцюга.

Завантаження вакцини (вакцин) в термоконтейнер(и) повинна здійснюватися в холодильній камері. У виняткових випадках завантаження може проводитися при кімнатній температурі, але в гранично стислі терміни (не більше 5 - 10 хв).[25]

Особа, відповідальна за холодний ланцюг на цьому рівні, здійснює контроль функціонування холодного ланцюга на третьому рівні.[25]

Третій рівень холодного ланцюга: міські та районні (сільські та міські) аптечні склади.[25]

Всі види вакцин на цьому рівні повинні зберігатися при температурі в межах  $0 - + 8^{\circ} \text{C}$ . [25]

Для зберігання вакцин на цьому рівні холодового ланцюга аптечні склади повинні мати у своєму розпорядженні холодильники або холодильні шафи з достатнім корисним об'ємом, що дозволяє зберігати необхідне для території, що обслуговує кількість вакцин. Крім того для заморожування необхідної кількості холодоелементами необхідний морозильник (морозильники).[25]

Необхідно мати достатню кількість термоконтейнерів для транспортування необхідної кількості вакцин з аптечного складу краю або області, а в разі потреби і в деякі установи, що здійснюють вакцинопрофілактику. В останньому випадку використаний термоконтейнер повинен бути повернутий разом з холодоелементами власнику (міський або районний аптечний склад).[25]

Транспортування вакцин з вищого рівня холодового ланцюга здійснюється доступним видом БПЛА в термоконтейнерах.

Особа, відповідальна за холододовий ланцюг на цьому рівні, має вести строгий облік надходжень і відправлень вакцин, регулярно фіксувати показники температурного режиму на складі, показники термоіндикаторів.[25]

Особа, відповідальна за холододовий ланцюг на цьому рівні контролює функціонування холодового ланцюга в установах, що здійснюють вакцинопрофілактику.[25]

Четвертий рівень холодового ланцюга: лікувально-профілактичні установи, які здійснюють вакцинопрофілактику.[25]

Всі види вакцин на цьому рівні повинні зберігатися в холодильній камері при температурі  $0 + 8^{\circ} \text{C}$  в суворій відповідності до інструкцій із застосування препаратів.[25]

Розчинник для вакцин повинен зберігатися також в холодильнику, щоб в разі підготовки вакцини для застосування не викликати підвищення температури останньої. У морозильній камері необхідно мати запас

заморожених холодоелементів. Тривалість зберігання вакцини на цьому рівні холодового ланцюга не повинна перевищувати 1 місяця.[25]

На цьому рівні холодового ланцюга необхідно мати холодильник (холодильники), призначений тільки для зберігання вакцин і інших імунобіологічних препаратів. Зберігання в них інших препаратів або предметів не допускається. Тип холодильника визначається виходячи з корисного обсягу його холодної камери і кількості необхідних вакцин для вакцинації населення території, що обслуговується.[25]

Установа повинна мати достатню кількість термоконтейнерів для транспортування вакцин з міського або районного аптечного складу, а такі для проведення вакцинації на виїзді. Обсяг термоконтейнерів залежить від обсягу проведеної цієї установою по вакцинації населення відповідної території. Необхідно також мати достатню кількість холодоелементів.[25]

Розвантаження чи завантаження термоконтейнерів повинно здійснюватися максимально швидко, не більше 5 - 10 хв.[25]

Особа, відповідальна за холодовий ланцюг на цьому рівні, має вести строгий облік надходження та витрати вакцин та інших імунобіологічних препаратів, фіксувати показники температурного режиму зберігання препаратів і показники термоіндикаторів.[25]

## **2.4. Математична модель доставки однорідних вантажів**

Одна з основних проблем логістики є організація доставки вантажів – продукції споживачам. В якості математичної моделі може бути задача лінійного програмування, так звана транспортна задача (далі ТЗ). Особливості ТЗ полягають в особливостях системи обмежень задачі. Тому

рішення ТЗ здійснюється спеціальним методом званім – метод потенціалів.[26]

Завдання формулюється таким чином. Мається  $m$  ( $i = \overline{1, m}$ ) пунктів відправки однорідного продукту в обсязі  $a_i$  в кожному. Цю продукцію споживає  $n$  ( $j = \overline{1, n}$ ) споживачів в обсязі  $b_j$  кожен. Відома вартість перевезення одиниці продукції від кожного виробника кожному споживачеві. Ці вартості становлять матрицю вартостей  $\|c_{ij}\|$ . Потрібно визначити обсяги перевезень від кожного виробника кожному споживачеві. Іншими словами, визначити план перевезень – матрицю  $\|x_{ij}\|$ , при якій задовольнимо потребу всіх споживачів з мінімальною сумарною вартістю всіх перевезень.[26]

При введених позначеннях математична модель може бути записана дwoяко, залежно від співвідношень всієї виробленої продукції і всієї споживаної, тобто:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.2)$$

У першому випадку задача називається збалансованою, форма запису вважається канонічною і є основною при розробці методу розв'язання.[26]

В якості шуканих величин будуть обсяги перевезень. Вартість перевезення залежить не тільки від відстані, але і від обсягу перевезення. Система обмежень полягає в тому, що не можемо вивести продукції більше, ніж є і привезти потрібно тільки, скільки потрібно. [26] Отже, модель така:

$$z = \min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.3)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (2.4)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n} \quad (2.5)$$

і вимога того, що або з і-го пункту перевозити в j-ий пункт, або ні.  
[26] Математично:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (2.6)$$

Рішенням буде матриця  $\|x_{ij}\|$ , в якій з кожним рядком співвідноситься постачальник, а зі стовпцем – споживач. [26]

У другому випадку, коли постачається більше продукції, ніж споживається, не вся продукція буде відправлятися споживачам при повному задоволенні попиту. [26] У моделі, в цьому випадку, змінюються обмеження першої групи, а саме:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (2.7)$$

Для приведення до канонічного виду вводиться так званий фіктивний споживач, якому "направляється" вся зайва продукція  $(n + 1)$ , яку споживач споживає. [26] Обсяг потреби:

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.8)$$

Кількість зайвої продукції відома. Однак від якого споживача не буде вивезена вся продукція заздалегідь невідомо. Відповідь на це питання можна отримати, лише вирішивши задачу. Оптимальний план перевезень буде містити  $(n + 1)$  стовпець і, як зазвичай,  $m$  рядків. [26]

Оптимальний план  $\|x_{ij}\|$  тепер містить і "перевезення" фіктивному споживачеві, що, в свою чергу, визначає кількість не відправленої споживачам продукції. Саме цей момент може бути використаний для визначення необхідних обсягів виробництва в пунктах виробництва. [26] Оптимальні обсяги виробництва  $a_i$ , визначаються як:

$$a_i = \sum_{j=1}^n x_j \quad (2.9)$$

Може виявитися, що існує такий  $i_0$ , що  $a_{i_0} = 0$ . Це означає, що в пункті  $i_0$  не вигідно, всенсї транспортних витрат, доставляти вантаж. [26]

## 2.5. Чисельна реалізація задачі на прикладі доставки вакцини

Перед початком розрахунків про доставку вакцини дронами, вкажемо населені райони в які має прибути вантаж із обласного центра.



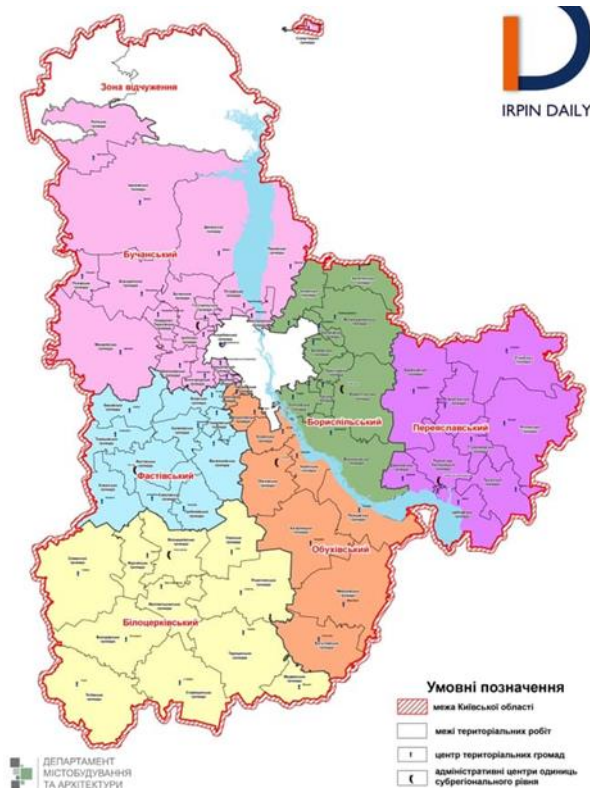


Рис. 2.6. Карта усіх районів Київської області

Таблиця 2.4.

**Відстань між обласним центром та районними**

Обласний центр ( пункт А)	Районний центр ( пункт В)	Відстань між пунктом А та В, км
Київ	Біла Церква	87
	Бориспіль	34
	Бровари	25
	Буча	30
	Вишгород	20
	Обухів	48
	Фастів	76

Перш ніж розрахувати мінімальну вартість на всіх маршрутах та кількість потрібної вакцини порахуємо вартість за одну льотну годину по формулі:

$$C_{\text{лг}} = \frac{C_{\text{п}}}{t * n_{\text{к}}} \quad (2.10)$$

де:  $C_{\text{лг}}$  – вартість льотної години, дол.;

$C_{\text{п}}$  – первинна вартість БПЛА, дол.;

$t$  – максимальна тривалість польоту БПЛА, хв.;

$n_{\text{к}}$  – кратність застосування БПЛА.

$$C_{\text{лг}} = \frac{60\,000}{(10 * 60) * 30} = 3,3 \text{ дол.}$$

До знайденої вартості приплюсуємо вартість за 1 л. бензину.

1 л. бензину коштує 28 грн.

За одну годину безпілотник витрачає 15 л.

Тому, повна вартість за льотну годину за 300 км БПЛА становить:

$$3,3 + (15 * 28 : 28) = 18,3 \text{ дол.}$$

Тоді, за одну льотну годину за 1 км, необхідно заплатити:

$$18,3 : 300 = 0,061 \text{ дол.}$$

Знайшовши дані вище, порахуємо вартість на доставку у кожний районний центр та назад.

Київ → Біла Церква → Київ:  $87 * 0,061 * 2 = 10,61$  дол.

Київ → Бориспіль → Київ:  $34 * 0,061 * 2 = 4,14$  дол.

Київ → Бровари → Київ:  $25 * 0,061 * 2 = 3,05$  дол.

Київ → Буча → Київ:  $30 * 0,061 * 2 = 3,66$  дол.

Київ → Вишгород → Київ:  $20 * 0,061 * 2 = 2,44$  дол.

Київ → Обухів → Київ:  $48 * 0,061 * 2 = 5,85$  дол.

Київ → Фастів → Київ:  $76 * 0,061 * 2 = 9,27$  дол.

За допомогою програми MSExcel побудуємо та розрахуємо збалансовану задачу, задачу із дефіцитом та надлишком вакцини.

Збалансована задача.

Запаси дорівнюють потребам. Порахувавши усе робимо висновок, що кількість доставленої вакцини буде рівно дорівнюватиме запасам.

E14		fx =СУММПРОИЗВ(С3:І3;С9:І9)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			Споживач								
2		Поставщик	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси	
3		A1	10,61	4,14	3,05	3,66	2,44	5,85	9,27	374945	
4		Потреби	48440	53619	68688	62242	76347	35278	30331		
5											
6											
7			Споживач								
8		Поставщик	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси	
9		A1	48440	53619	68688	62242	76347	35278	30331	374945	
10		Потреби	48440	53619	68688	62242	76347	35278	30331		
11											
12											
13											
14		Мінімальна вартість перевезення	1847066,53								

Рис.2.7. Розрахунок збалансованої задачі

Задача з дефіцитом.

Запаси менші за потреби на 200 000. Саме тому дефіцит виходить в два райони.

E14		fx =СУММПРОИЗВ(С3:І3;С9:І9)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			Споживач								
2		Поставщик	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси	
3		A1	10,61	4,14	3,05	3,66	2,44	5,85	9,27	174945	
4		Потреби	48440	53619	68688	62242	76347	35278	30331		
5											
6											
7			Споживач								
8		Поставщик	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси	
9		A1	48440,05	53619,0536	-9,1E-13	7276,898	0	35278	30331	174945	
10		Потреби	48440,05	53619,0536	-9,1E-13	7276,898	0	35278	30331		
11											
12											
13											
14		Мінімальна вартість перевезення	1250109,912								

Рис. 2.8. Розрахунок задачі з дефіцитом

Задача з надлишком.

Запаси більші за потреби на 100 000. Робимо висновок, що товар розподіляється пропорційно збільшено в кожний район.

		Споживач								
Поставщик		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси	
A1		10,61	4,14	3,05	3,66	2,44	5,85	9,27	474945	
Потреби		48440	53619	68688	62242	76347	35278	30331		
		Споживач								
Поставщик		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси	
A1		48440,05	53619,054	68688,07	62242,06	76347,08	35278,04	30331,03	374945,4	
Потреби		48440,05	53619,054	68688,07	62242,06	76347,08	35278,04	30331,03		
		Мінімальна вартість перевезення							1847068,377	

Рис. 2.9. Задача із надлишком

## Висновок до розділу

Розробка вакцини, на сьогоднішній день, являється одним із важливих та правильних рішень, які прийняв світовий уряд. Ліки від COVID – 19 рятують сотні життів на всій планеті. Тому вчасна її доставка відіграє провідну роль в цій системі.

При транспортуванні ліків головним є збереження температурного режиму. Цьому сприяють спеціальні морозильні камери та інші прилади для збереження правильної консистенції вакцини.

Безпілотні літальні апарати, зі своїх технічних характеристик, ідеально підходять під швидку доставку. І одним із головних плюсів транспортування такими видами авіаційного транспорту є низька вартість за одну льотну годину.

# ВИСНОВКИ

Кафедра ОАРП				НАУ. 21.5.13002ПЗ				
Виконав	Клопот А. В.			ВИСНОВКИ	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Юн Г. М.					Д	61	3
Н.контр.	Герасименко І. М.				ФТМЛ 275 МТ – 402Б			
Зав. каф.	Разумова К. М.							

В 2020 році світ сколихнула величезна проблема – пандемія. Раніше жодна епідемія грипу чи вірусу не наносила такої шкоди та не призводила до таких наслідків. Країни виявилися зовсім не готовими до такої ситуації.

Так як вакцина певний час залишалась на стадії розробки, методами боротьби з поширенням захворювання був масовий карантин та самоізоляція. Жорсткі карантинні обмеження призвели до проблем в світовій економіці, наслідки яких будуть відчутніще декілька років.

Так як карантин наносить велику шкоду економіці та якості життя, а прогнози вчених невтішні і пандемія не закінчиться в 2021 році, весь світ покладає великі надії на вакцину.

Вакцини від COVID–19 розробляються на всіх континентах. 95% потенційних вакцин розробляються в Північній Америці, Європі та Азії. Шість країн є лідерами кількості вакцин-кандидатів – США, Китай, Канада, Великобританія, Росія та Індія.

Потенційними вакцинами – кандидатами, на сьогоднішній день, є: вакцина від Pfizer і BioNTech, вакцина від компанії Moderna, вакцина від AstraZeneca, «Супутник V», вакцина від Novavax, CoronaVac, вакцина від Johnson&Johnson.

Кожна з них має свій склад, через це вакцина від кожного виробника має різні температурні режими, умови транспортування та зберігання.

Вакцина на основі білкових субодиниць та інактивована вакцина потребують температуру зберігання та транспортування таку саму, як і більшість вакцин (+2)-(+8)градусів Цельсія. А ось РНК-вакцина та нереплікуюча вірусна векторна вакцина потребують дуже специфічних умов перевезення, а саме низьку температуру – 80градусів Цельсія. Ці вакцини можуть виявитися нездатними витримати перепади температур і можуть змінити свої властивості.

Вакцини на основі РНК та нереплікуючі вірусні векторні вакцини можуть бути перевезені лише в контейнерах, що забезпечують глибоку заморозку, тобто в контейнерах з сухим льодом. Так як перевезення вакцин

при таких рекордно низьких температурах ще не здійснювалося, то відповідно і контейнерів, що підтримують такі низькі температури доки немає. Але компанія Pfizer, що працює над розробкою РНК вакцини, розробила спеціальні термічні ящики наповнені сухим льодом для підтримки низької температури. Кожний такий бокс буде містити 5000 вакцин.

Вакцини на основі білкових субодиниць та інактивовані вакцини вже відомі в медицині як вакцини проти гепатиту та поліомієліту, тому їх пакування буде аналогічне – картонні сертифіковані коробки, що перевозяться в RKN контейнерах.

Перевезення вакцин до України здійснюється за допомогою найбільших вантажних літаків. Це відбувається для того, щоб скоротити кількість рейсів, перевезти максимальну кількість вакцини та забезпечити вакцинацію усього населенню.

Як відомо, у найбільшу групу ризику коронавірусної інфекції потрапляють люди похилого віку. В основному, місця проживання таких осіб зосереджені не у великих містах, а в районних населених пунктах та селах. Деякі з них розташовані так, що доступні види транспорту не мають можливості доставити вакцину вчасно та без пошкодження, цьому сприяє погана інфраструктура міст та селищ: бездоріжжя, відсутність зв'язку для GPS-навігації, не прохідність шляхів.

Було запропоновано здійснювати транспортування термінових ліків та препаратів за допомогою безпілотних літальних апаратів.

Із обласного центру в районні – БПЛА «Рятувальник»; із районних центрів в села – дрони вертикального зльоту.

Було розраховано вартість за льотну годину, мінімальну вартість перевезення туди й назад, та точну кількість вакцини.

При даних розрахунках, розглядалися потреби населення з дефіцитом, надлишком та рівно кількості населення.

Для забезпечення районних центрів вакциною потрібно виконати 7 рейсів з та в обласний центр:

Київ → Біла Церква → Київ;

Київ → Бориспіль → Київ;

Київ → Бровари → Київ;

Київ → Буча → Київ;

Київ → Вишгород → Київ;

Київ → Обухів → Київ;

Київ → Фастів → Київ.

Найдешевшим є маршрут у Вишгород, становить 2,44 долари в обидві сторони.

З урахуванням мінімальних потреб Бровари отримають мінімальну кількість вакцини, а Вишгородський район не отримає взагалі. Це можна пояснити тим, що ці районні центри знаходяться найближче до Києва, і у них є більша можливість провакцинуватись там.

Якщо враховувати максимальні потреби, то вакцина буде доставлена в усі райони з майже однаковим надлишком.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коронавірусна інфекція (лекція) [Електронний ресурс] // Журнал «Актуальнаяинфектология» Том 8, №2. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.uldc.com.ua/blog/koronavirusna-infekciya-lekciya>.
2. Світовий досвід правового регулювання використання безпілотників [Електронний ресурс] // Європейський інформаційно-дослідницький центр. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28939.pdf>.
3. Вантажі та їх класифікація [Електронний ресурс] // Студопедія – Режим доступу до ресурсу: [https://studopedia.com.ua/1\\_32638\\_vantazhi-ta-ih-klasifikatsiya.html](https://studopedia.com.ua/1_32638_vantazhi-ta-ih-klasifikatsiya.html).
4. LawInsider [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lawinsider.com/dictionary/urgent-consignment>.
5. TIS-TIR Transport-informationsserver [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://tis-tir.com/en/informatsiynyrozdil/klasyfikatsiya-vantajiv-vydy-vantajiv/..](http://tis-tir.com/en/informatsiynyrozdil/klasyfikatsiya-vantajiv-vydy-vantajiv/)
6. Організація та технологія доставки спеціальних категорій вантажів – Київ: Габрієлова Т. Ю., Литвиненко С. Л., Баннов О. В., 2018. – 416 с.
7. Словник української мови. Академічний тлумачний словник [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://sum.in.ua/s/transportuvannja>
8. Associatedtraffic AG [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://asstra.com.ua/ukr/nebezpechni-vantazhi/..](https://asstra.com.ua/ukr/nebezpechni-vantazhi/)
9. Про затвердження Інструкції про повітряні перевезення спеціальних та небезпечних вантажів: наказ Міністерства транспорту України [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1644-14#Text>.

10. Авиаперевозка лекарств с температурным режимом. . [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://corex-depot.com/ru/services/aviaperevozka-lekarstv-stemperaturnym-rezhimom/>
11. Положение про перевозку хрупких грузов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.jde.ru/article/pravila-i-osobnosti-perevozki-medikamentov.html>
12. Перевезення вакцин. Правила та умови. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nv.ua/biz/experts/privivki-i-vakciny-kak-prohodit-perevozka-otproizvoditelya-v-kabinet-privivok-50059110.html>
13. Термоиндикаторные наклейки TQC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://speranza-ua.com/kontrolpokrytij/termometry/temperatureindicationstickers/>
14. Медицинские перевозки воздушным транспортом. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://provodim24.ru/medicinskie-aviaperevozki.html>
15. Center for Global Development. COVID-19 Vaccine Predictions. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cgdev.org/sites/default/files/COVID-19-Vaccine-Predictions-Full.pdf>
16. Гид по вакцинам против COVID-19: каковы преимущества и недостатки каждой из них [Электронный ресурс] // hromadske. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://hromadske.ua/ru/posts/gid-po-vakcinam-protiv-covid-19-kakovy-preimushstva-i-nedostatki-kazhdoj-iz-nih>.
17. Онлайн карта заболеваемости коронавирусом по миру. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://coronavirus-monitor.ru/>
18. Аеродром // Велика українська енциклопедія [Электронный ресурс] // Івченко А. С. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://vue.gov.ua/Аеродром>
19. Безпілотні повітряні судна [Электронный ресурс] // Державна Авіаційна Служба України – Режим доступа до ресурсу: <https://avia.gov.ua/bezpilotni-povitryani-sudna-2/>.

20. Інформація про аеродром [Електронний ресурс] // Internerarchivewaybackmachine. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: [https://web.archive.org/web/20171227175322/http://asair.com.ua/aerodrom\\_borod\\_yanka/informaciya\\_pro\\_aerodrom/?lang=uk](https://web.archive.org/web/20171227175322/http://asair.com.ua/aerodrom_borod_yanka/informaciya_pro_aerodrom/?lang=uk).

21. Конспект лекцій [Електронний ресурс] // Дніпровський Державний Технічний Університет. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/4/1-4-112.pdf>.

22. Захист прав споживачів [Електронний ресурс] // Сєверодонецька районна державна адміністрація – Режим доступу до ресурсу: [http://pps.loga.gov.ua/content/zahist\\_prav\\_spozhivachiv\\_0](http://pps.loga.gov.ua/content/zahist_prav_spozhivachiv_0).

23. Що таке постачальник [Електронний ресурс] // SmartTender – Режим доступу до ресурсу: <https://smarttender.biz/terminy/view/postachalnyk/>.

24. Організація авіаперевезень вантажів – підсумки першого модулю Програми розвитку з логістики від Європейської бізнес асоціації [Електронний ресурс] // EuropeanBusinnesAssociation. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://eba.com.ua/organizatsiya-aviaperevezen-vantazhiv-pidsumky-pershogo-modulyu-programy-rozvytku-z-logistyky-vid-yevropejskoyi-biznes-asotsiatsiyi/>.

25. Условія транспортування и хранения [Електронний ресурс] // Постановление Госкомсанэпиднадзора – Режим доступу до ресурсу: <https://zakonbase.ru/content/part/188769?print=1>.

26. Задача і математична модель доставки однорідної продукції споживачам [Електронний ресурс] // Навчальні матеріали онлайн. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: [https://pidru4niki.com/75059/menedzhment/matematiczna\\_model\\_dostavki\\_odnoridnoyi\\_produktsiyi\\_spozhivacham](https://pidru4niki.com/75059/menedzhment/matematiczna_model_dostavki_odnoridnoyi_produktsiyi_spozhivacham).