

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут аерокосмічних технологій**

**Кафедра авіа- та ракетобудування**

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за освітньо-професійною програмою «Літаки і вертольоти»**

**зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка**

**на тему: «Комплекс місцевих пасажирських перевезень легкими  
літаками»**

Керівник:

Виконав:

студент II курсу, групи АЛ-91мп

\_\_\_\_\_Олександр БОНДАРЕНКО

\_\_\_\_\_ Назар КАЛАПУНЬ

До захисту допущено:

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Залікова книжка

Захищено з оцінкою

№ АЛ-91мп03

\_\_\_\_\_

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

**Інститут аерокосмічних технологій**  
(повна назва)

Кафедра                                  авіа - та ракетобудування  
(повна назва)

Рівень вищої освіти                  другий (магістерський)

Спеціальність                           134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_  
(підпис)                                  **Володимир КАБАНЯЧИЙ**  
(ініціали, прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

\_\_\_\_\_ **Калапуню Назару Андрійовичу** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема дисертації:**                  **Комплекс місцевих пасажирських перевезень легкими літаками** \_\_\_\_\_  
**науковий керівник**                  **Бондаренко О.М., к.т.н.**  
**дисертації**                                  \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затвердені наказом по університету від « 04 » грудня 2020 р. №3455-с

**2. Термін подання студентом дисертації:** 07 грудня 2020 року

**3. Об'єкт дослідження:**              Роль легких літальних апаратів в побудові комплексної мережі пасажирських перевезень на території України

**4. Предмет дослідження:**            Характеристики легких літальних апаратів на місцевих дистанціях та їх аналіз

**5. Перелік питань, які потрібно розробити:**

- \_\_\_\_\_ 5.1. Аналіз сучасної науково-технічної літератури
- \_\_\_\_\_ 5.2. Вибір варіанту мережі для пасажирських авіаперевезень
- \_\_\_\_\_ 5.3. Аналіз ефективності мережі
- \_\_\_\_\_ 5.4. Вибір прототипу літака для локальних перевезень
- \_\_\_\_\_ 5.5. Аеродинамічний розрахунок вибраного типу літака

## 6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

6.1. Аналіз аналогів.

6.2. Методи побудови комплексної мережі на території України

6.3. Візуалізація та проектування комплексної мережі перевезень

6.4. Вибір літака для локальних авіаперевезень

6.5. Конструкція вибраного літака

## 7. Орієнтовний перелік публікацій:

7.1. Стаття у фаховому виданні.

7.2. Доповідь на науково-технічній конференції з публікацією тез.

8. **Дата видачі завдання:** 01.10.2019

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Аналіз сучасної науково-технічної літератури	до 15.09.2020	
2.	Вибір варіанту мережі для пасажирських авіаперевезень	до 22.09.2020	
3.	Аналіз ефективності мережі	до 29.09.2020	
4.	Конфігурація мережі	до 13.10.2020	
5.	Вибір прототипу літака для локальних перевезень	до 20.10.2020	
6.	Аеродинамічний розрахунок вибраного типу літака	до 27.10.2020	
7.	Розроблення стартап проекту	до 17.11.2020	
8.	Підготовка пояснювальної записки і графічних документів	до 10.12.2020	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Назар КАЛАПУНЬ

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олександр БОНДАРЕНКО

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

## **Анотація**

Метою роботи являється розроблення комплексу для локальних пасажирських авіап перевезень.

У звіті розглянуто інші комплекси з досвіду таких країн та регіонів як Канади, США та Аляски. Розглянуто особливості використання ними моделей ЛА, та проаналізовано доцільність використання таких технологій чи схожих в Україні.

У процесі роботи було визначено оптимальні характеристики літака які враховують пасажиропотік, технічні особливості аеродромів, географію України та кліматичні умови, і державну політику - децентралізацію.

Дана робота може стати основою для створення стартапу для впровадження в Україні системи локальних перевезень.

Звіт складається з 74 сторінок, 33 рисунків, 14 бібліографічних джерел.

Ключові слова: структура, аеродром, дальність польоту, маршрут.





## **Перелік умовних позначень**

ЗПС - злітно-посадкова смуга

ЛА - літальний апарат

ТГД - турбогвинтовий двигун

ВМГ - гвинтомоторна група

К - коефіцієнт якості літака

к.с. - кінські сили (1 к.с. = 745,7 Ват)

## ВСТУП

Актуальність даної роботи заключається в проблемі, що впливає на розвиток інфраструктури деяких регіонів, а також їх рівень розвитку та індустріалізації відносно інших - відсутність доріг. Через великі відстані між стратегічними пунктами, та важку прохідність транспорту, в особливості пасажирського - створюється проблема логістики та пересування на цій території.

Даний метод вирішення цієї проблеми передбачає проектування комплексної міжрегіональної сітки аеродромів, котрі напряму можуть бути задіяні у вирішенні проблеми.

Дальність та час який витрачається на подолання шляху по дорогах являє собою не цілісну мережу, і саме використання літаків зможе доповнити необхідність в розвитку цієї системи.

На прикладі країн де така комунікація й логістика налагоджена, вибирались параметри котрі були б незмінними й для наших реалій. Одним з таких є озера на північному-заході країни, що б відповідали гідропосадкам на Алясці, відмінним вважався клімат північних, арктичних територій Канади, що було перевагою в побудові такої системи польотів.

Під час аналізу мапи України та її аеродромів. було визначено, що кількість таких аеродромів є значною для інтегрування процесів регулярних пасажироперевезень на місцях.



## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ПОБУДОВИ КОМПЛЕКСУ АВІАЦІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Програма обов'язкових повітряних сполучень США з невеликими населеними пунктами, здійснення якої почалося приблизно 15 років тому. Підпадають під дію цієї програми населеним пунктам регулярні повітряні перевезення. Мета програми полягає у встановленні обов'язкових повітряних сполучень з невеликими, як правило, віддаленими населеними пунктами за прийнятною для споживачів ціною, даючи при цьому авіаперевізникам можливість отримувати доходи, достатні для продовження комерційної діяльності при мінімальних витратах з боку уряду США. Програма поширюється на всю країну, однак на Алясці для вибору обслуговуються авіаперевезеннями населених пунктів застосовуються особливі критерії та підходи, що пов'язано з важкодоступністю територій і низькою чисельністю населення.

Так як населені пункти часто потребують більшої кількості рейсів в літні місяці, коли здійснюються будівельні роботи та ведеться лов риби, ніж це необхідно в зимові місяці, для кожного населеного пункту встановлені два розклади перевезень: одне для літніх місяців-пік і друге, як правило, з меншою кількістю рейсів, для непікового сезону. При цьому багато авіакомпаній, прагнучи розширити свою діяльність і здійснювати регулярні авіаперевезення, здійснюють обслуговування віддалених населених пунктів без субсидування. Почасти це стало можливим тому, що частково подібні рейси вже заздалегідь оплачуються, так як поштове відомство США оплачує перевезення пошти. Через переважання в північних авіаперевезеннях поштових вантажів лише деякі населені пункти Аляски вдаються до послуг авіаперевізників, субсидованих з федерального бюджету.

З тими перевізниками, які вибираються за конкурсом для виконання субсидованих авіап перевезень, полягають дворічні контракти. Кожен учасник конкурсу повинен розрахувати суму субсидії, необхідну для забезпечення конкретного обсягу перевезень, і представити свій розрахунок доходів і витрат компанії, включаючи 5-відсотковий коефіцієнт рентабельності, в розбивці на кілька років вперед.

### 1.1. Повітряні перевезення

Канада - третій за величиною аерокосмічний сектор у світі. Аеронавігаційна служба (NAV CANADA) управляє 15 000 000 км<sup>2</sup> повітряного простору Канади. NAV CANADA - приватна некомерційна корпорація, яка володіє та управляє цивільною аеронавігаційною системою Канади. Він експлуатує вишки управління повітряним рухом в 41 аеропорту та станції обслуговування польотів у 55 аеропортах. Система канадського аеропорту (NAS) включає:



Рис. 1 Система національних аеропортів Канади

26 аеропортів у Національній системі аеропортів (NAS)

71 регіональний та місцевий аеропорти, що обслуговують регулярні пасажирські перевезення

31 малий та супутниковий аеропорти без регулярних пасажирських перевезень

13 віддалених аеропортів забезпечують єдине надійне цілорічне транспортне сполучення з ізольованими громадами

11 арктичних аеропортів

Слід підкреслити, що в Канаді держава субсидує віддалені аеропорти і розміщує державні замовлення на північні авіаперевезення. При цьому держзамовлення на північні авіаперевезення в основному встановлюють періодичність рейсів, а не ціни, проте держава стежить за тим, щоб ці ціни не були занадто високими. Субсидування авіаційних підприємств може бути як прямим (дотування цін), так і непрямим (встановлення податкових пільг).

Таким чином, з аналізу міжнародного досвіду можна зробити два основні висновки:

Субсидування авіаперевезень в північних і віддалених (важкодоступних) територіях пов'язано з вирішенням соціальних завдань держави щодо забезпечення транспортної доступності територій і забезпечення рівних цивільних прав населення на переміщення. Субсидування реалізується на комплексній основі - в першу чергу за двома основними каналами фінансування - авіаперевізників, які виконують польоти за соціально значимими маршрутами, і аеропортів, що функціонують в зоні північних і віддалених територій (які формують, відповідно, низькі пасажиропотоки, що не дозволяють генерувати необхідні для рентабельної діяльності потоки доходів від аеропортової діяльності).

## 1.2. Авіація Аляски

Авіація зачіпає всі аспекти життя в сільській місцевості Аляски і є основним видом транспорту завдяки величезній площі Аляски. Приблизно 82% общин Аляски не обслуговуються дорогами і не мають зв'язку з суміжною дорожньою системою. З цих 492 місць на Алясці лише 90 ділянок, або 18%, знаходяться на сусідній твердій дорожній системі. Решта 402 ділянки, або 82%, знаходяться за межами системи з твердим покриттям та залежать від авіації для цілорічного доступу.

На Алясці в шість разів більше пілотів на душу населення та в 16 разів більше літаків на душу населення в порівнянні з рештою Сполучених Штатів.

*В США 100 тисяч осіб припадає 76,3 літака малої авіації. 300 тисяч американців мають посвідчення приватних пілотів.*

Сільська авіація охоплює всі аеропорти Аляски, крім міжнародного аеропорту Тед Стівенс Анкоридж та Міжнародного аеропорту Фербенкс.

Прямо перед терміналом Міжнародного аеропорту Анкоріджа імені Теда Стівенса, знаходиться озеро Худ. Це не просто озеро, яких на Алясці тисячі. Це центр гідроавіації Аляски. Порядку 190 гідролітаків злітають з цього озера в день.



*Рис. 2 - Зона паркування на озері Худ*

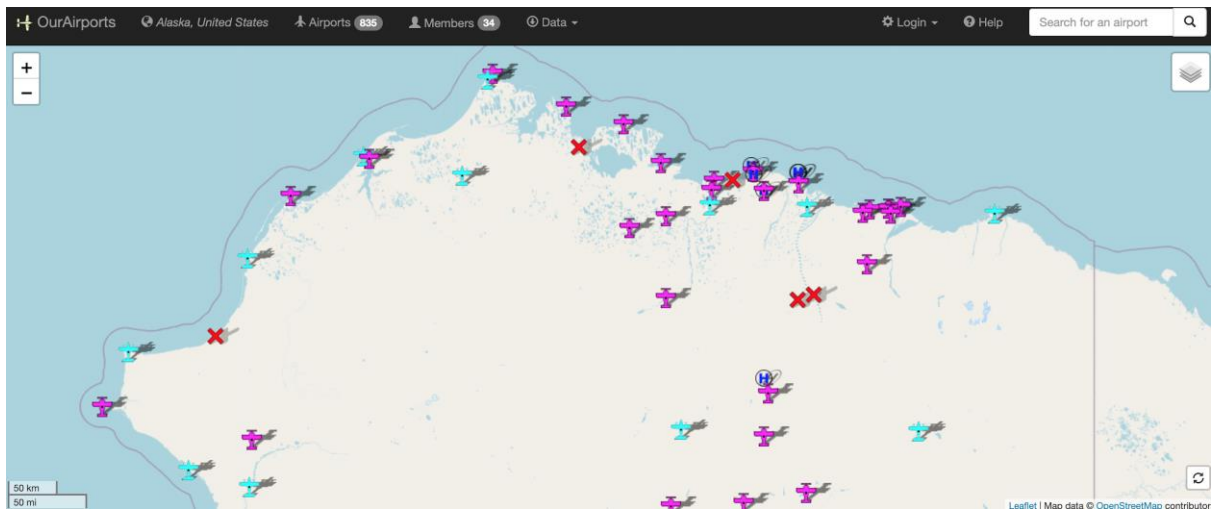


*Рис. 3 - Озеро Худ*

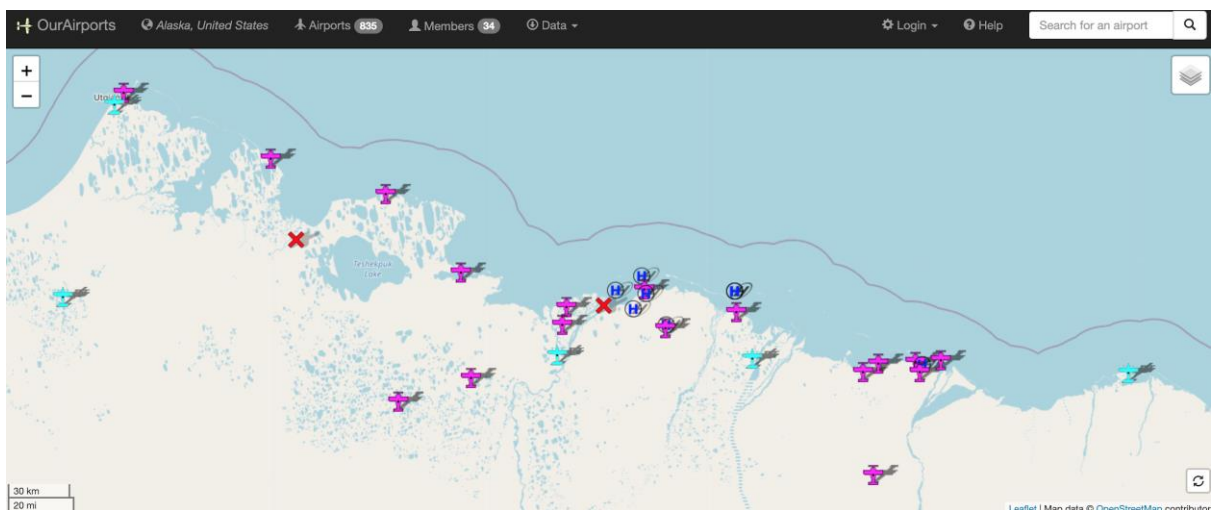
Спочатку було два озера приблизно однаковою округлої форми: озеро Худ і озеро Спенард. Їх з'єднали каналом, таким чином отримали гідроаеродром має 4 злітно-посадочні смуги, найдовша з яких 1500 м. Крім гідроаеродромів тут також обладнані стоянки для гідролітаків, сухопутна ЗПС і ангари.



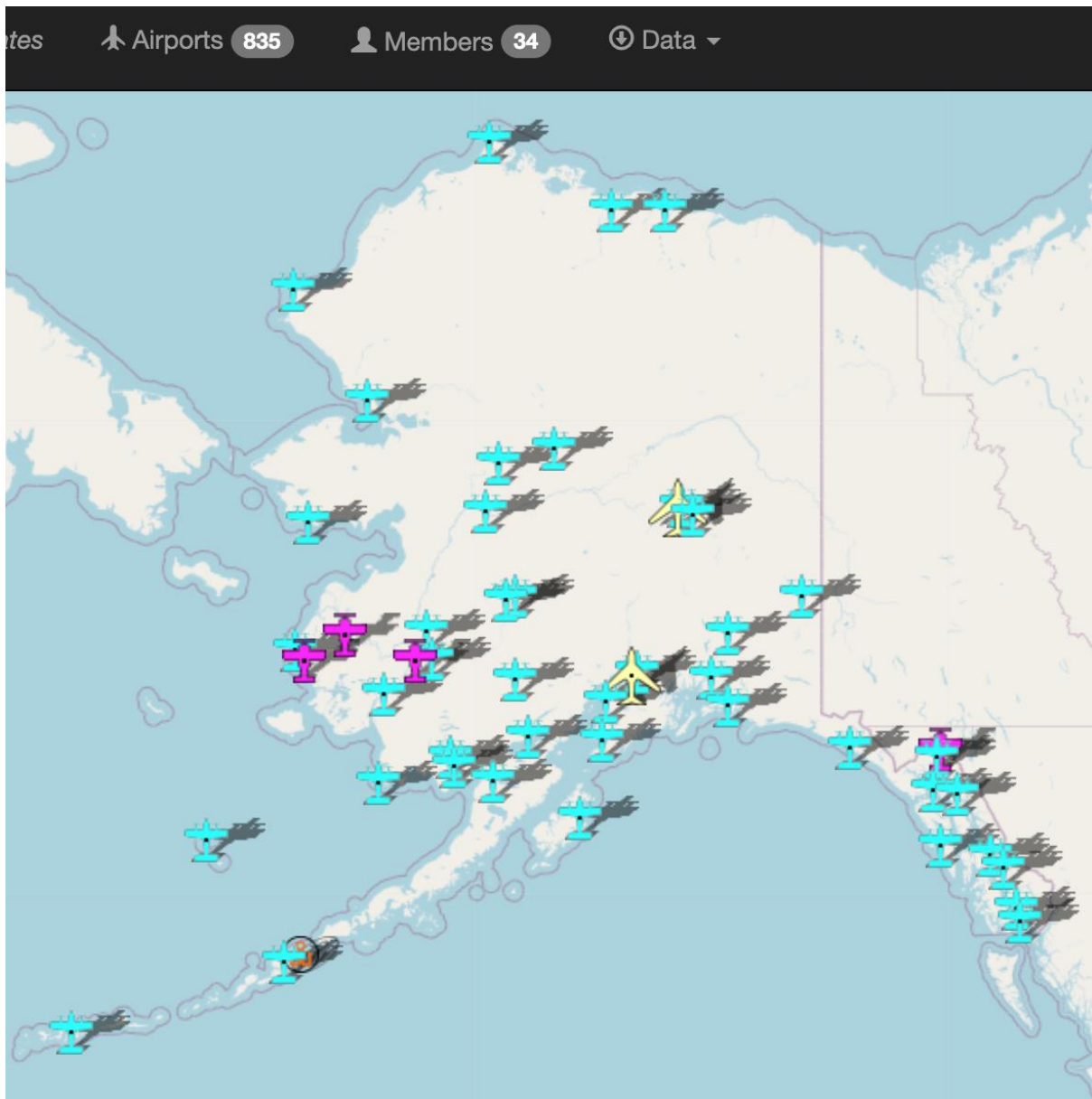
*Рис. 4 - Мережа польотів на Алясці*



*Рис. 5 - Північна сторона Аляски, розташування аеродромів.  
 Фіолетові - базові; Голубі - Середньоміагістральні, регіональні;  
 Н - гелідроми*



*Рис. 6 - Північна сторона Аляски, розташування аеродромів.  
 Фіолетові - базові; Голубі - Середньоміагістральні, регіональні;  
 Н - гелідроми*



*Рис. 7 - Північна сторона Аляски, розташування аеродромів.  
Фіолетові - базові; Голубі - Середньоміжстральні, регіональні;  
Жовті - аеропорти національного значення Анкоридж та Фейрбенкс*

Значно скорочує витрати і те, що літак легкої авіації можна зберігати у власному гаражі. Стоянка в аеропорту обходиться дуже дорого, але легкі повітряні судна не потребують в оренді ангара.



*Рис. 8 - Приватний гараж для літака*

Що стосується транспортування, то доставити в гараж або аеродром маленький літак можна в причепі автомобіля або ж на буксирі. Досить прибрати крила, а у сучасних моделей це робиться буквально за кілька секунд, - і літак готовий до перевезення.

Ще однією перевагою є те, що літакам легкої авіації не потрібно довгих злітно-посадочних смуг для відправлення. Більшість моделей здатні підніматися з ґрунтових смуг мінімальної довжини. А є й такі версії, які готові до вертикального зльоту, тобто подібно вертольотам - з місця.

Відповідно, з посадкою у легких літаків теж немає ніяких проблем, і вони готові приземлитися навіть у важкодоступних місцях і на найбільш крихітних аеродромах, що ніяк не зможе зробити великий авіалайнер. Це значно розширює територію їх польотів і дозволяє вирішувати підприємцям багато бізнес-завдань.



Крім того, багато моделей легких літаків мають додаткове обладнання, наприклад, лижне і поплавкове амфібійних шасі, що дозволить садити повітряне судно і на сніг, і на воду.



*Рис. 9 - Beech-1900*



*Рис. 10 - Jetstream-32*

«Необхідні» авіалінії на континентальній території США обслуговуються літаками пасажиромісткістю від 9 до 37 місць, в їх число входили літаки Beech-1900 (19 місць), Saab 340 (34 місця), DHC8Q-200 (37 місць), Cessna-402 (9 місць); Jetstream-32 (19 місць); Metro III (19 місць).



*Рис. 11 - Cessna-185*



*Рис. 12 - Goose*



*Рис. 13 - Cessna-310*

Авіалінії на території Аляски обслуговуються більш широким спектром авіатехніки: від легких п'ятимісних до середньомагістральних літаків В-737 місткістю більш ніж на 100 місць, в т. ч. Літаками Cessna-185; Cessna-206; Т-1040; гідролітаком Goose; літаками Navajo; Beaver; PA-32 / Н-250; Cessna-310.

Соціальна мережі авіаліній EAS (Essentia Air Service). Це сегмент «необхідних» авіаційних перевезень, що функціонують за особливими правилами в рамках системи зобов'язань PSO («Public service obligation» - системи зобов'язань авіакомпаній з виконання субсидованих державою «необхідних» (соціальнозначущі) авіаційних перевезень).

Ці перевезення підтримуються органами державного або регіонального управління різних країн по схожим, але не однаковим правилам, виходячи з місцевих особливостей.

Особливо слід виділити практику США, Австралії і Канади, як держав, що мають значні величини фінансування PSO і розміри мережі EAS, в значній мірі функціонують в північних, віддалених регіонах з недостатньо розвиненою мережею наземних транспортних комунікацій.

Але більшість авіаліній мережі EAS, як в США, так і в інших державах, обслуговуються повітряними судами місткістю менше 38 пасажирських місць. Основним літаком для обслуговування авіаліній EAS є літак з максимальним числом пасажирських місць рівним 19. Як типорозмірного ряду ВС, раціонального для здійснення авіаперевезень в рамках EAS, розглядаються літаки на 5, 9, 18-20 та 30-36 пасажирів. - для України.

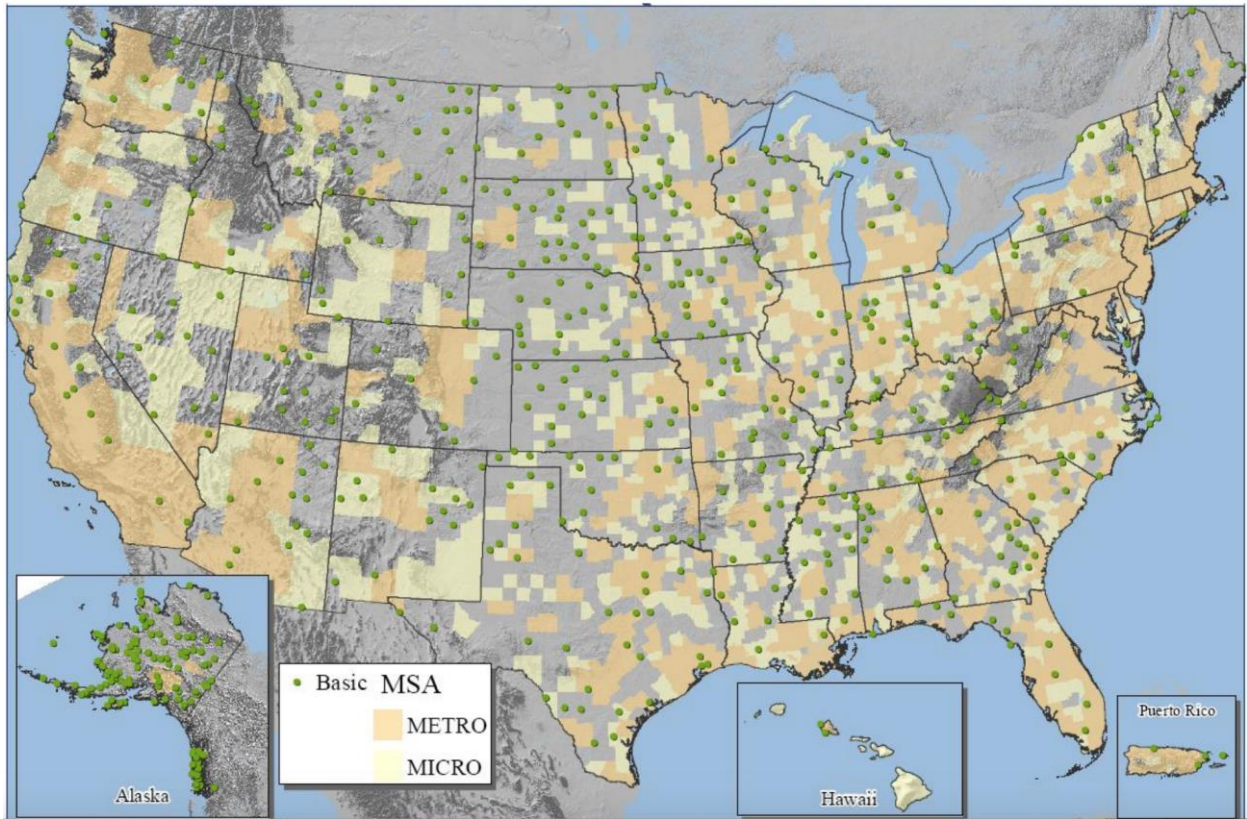
Обслуговування авіаліній EAS виконують, як правило, відносно дрібні регіональні авіакомпанії, що обслуговують певний адміністративний суб'єкт або регіон. Так, в Австралії це близько 50 авіакомпаній, в США - близько 30 (15 на основній території і 13 на Алясці). У Великобританії до соціально значимого авіаобслуговування залучені тільки дві авіакомпанії, які обслуговують такі авіалінії в Шотландії.

### Examples of General Aviation Airports in the Four New Categories



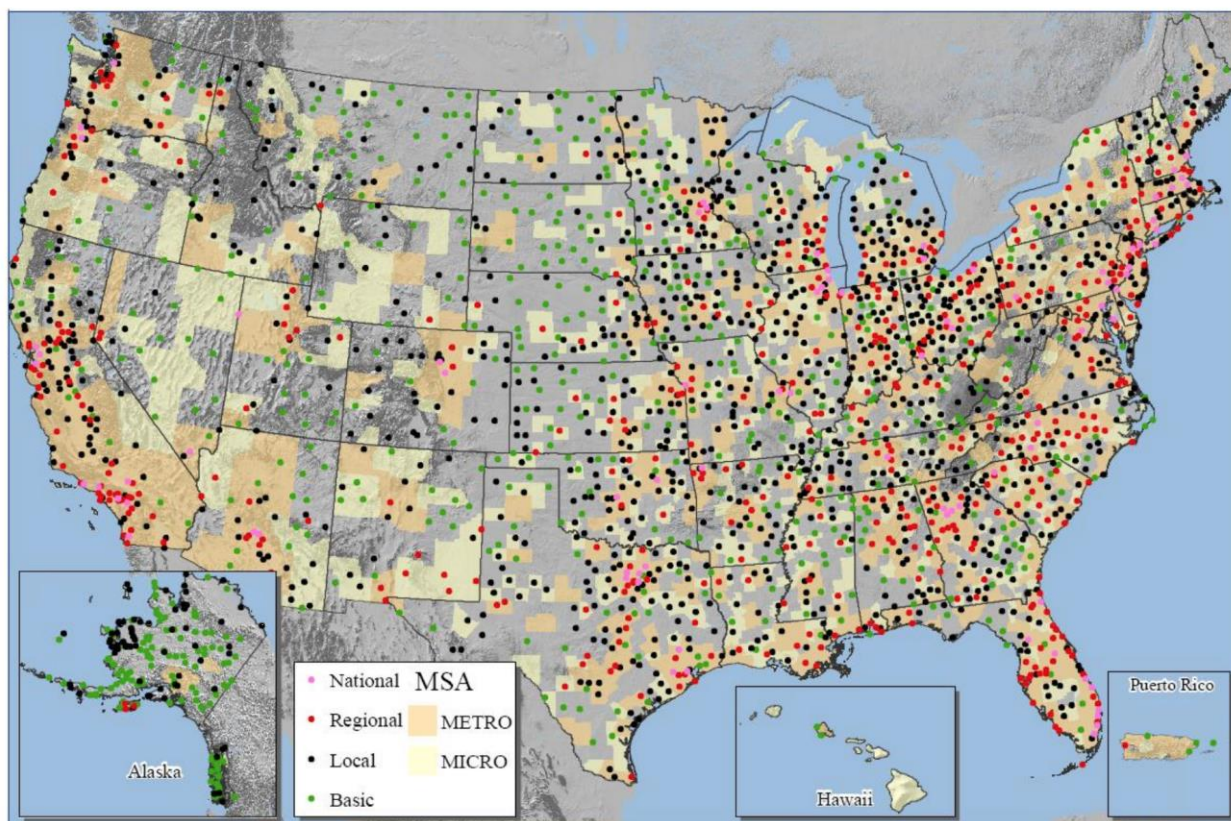
Рис. 14 - (1) - ЗПС; (2) - допоміжні дороги, асфальтовані; (3) - термінал для прийому пасажирів; (4) - ангари; (5) - диспетчерська вишка; (6) - база обслуговування ЛА; (7) - вантажне сховище/склад;

### Map of 668 Basic Airports



*Рис. 15 - Схема розташування на території США аеродромів типу "базовий"*

### Map of the General Aviation Airports in the Four Categories



*Рис. 16 - Розташування на території США аеродромів всіх 4-ох типів*

Повітряний простір України - один з найбільших в Європі. Його площа - 776 000 квадратних кілометрів. Воно більше, ніж територія країни і її прибережних вод. До нього також додається частина міжнародного простору над відкритим (Чорним) морем, обслуговування руху в якому виконують країни Чорноморського регіону, в тому числі і Україна, - кожна в «своій»

частині.



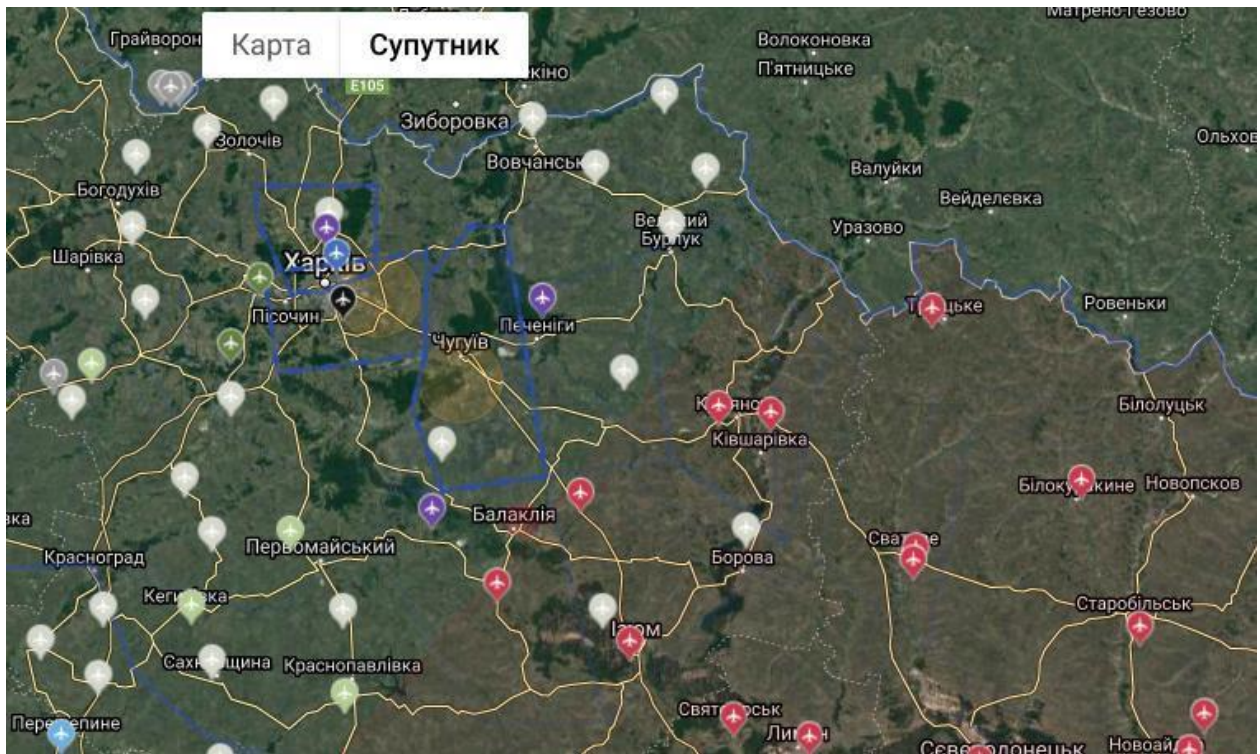
*Рис. 17 - Поділ території України на 4 зони повітряного простору*

Все українське небо ділиться на райони польотної інформації. Повітряний рух в них забезпечують чотири диспетчерські центри «Украероруху». Насправді таких районів п'ять: Львівський, Київський, Одеський, Дніпровський і Сімферопольський. Через тимчасової окупації Криму площа Сімферопольського району розділена на дві частини, одна з яких доповнила зону обслуговування Одеси, друга - Дніпра.

Неконтрольований повітряний простір розташоване від поверхні землі до висоти 1500 метрів. Його використовують для польотів авіації загального призначення, іншими словами малої авіації. «Украероруху» - диспетчери



польотно-інформаційного обслуговування забезпечують польоти малої авіації



*Рис. 18 - Розташування аеродромів на території України  
Білі - неактивні; червоні - посадку заборонено; зелені - аеродроми базового типу; сині - національного значення; фіолетові - регіональні*

## **ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ**

В даному розділі було розглянуто структури комплексів пасажирських авіаційних перевезень на прикладах Канади, США, та в особливості Аляски.

Актуальність даної теми передбачає вирішення проблемних питань доріг та інфраструктури на теренах України. Орієнтуючись на кількість невикористовуваних аеродромів регіонального та базового типу (тільки смуга), відкривається фундамент для розробки такої структури. Наявність даних про географічні, технологічні та економічні особливості регіонів дає змогу розвивати тему.

Аналіз таких комплексів в інших частинах планети підтверджує актуальність теми та показує шляхи розробки, поділ на авіапростори і технічні особливості літальних апаратів, що буде доцільно використовувати.

## РОЗДІЛ 2. ВИБІР АНАЛОГА ЛІТАКА

Cessna-172 - основні характеристики

Таблиця 1

Екіпаж	1 особа
Пасажиромісткість	3 особи
Вантажопідйомність	2000 кг
Довжина	8,28 м
Висота	2,72 м
Розмах крила	11 м
Площа крила	16,2 м <sup>2</sup>
Нормальна злітна маса	936 кг
Максимальна злітна маса	1159 кг
Маса палива у внутрішніх баках	2 по 105,5 л, максимально 211 л
Рухова установка	Lycoming O-320 flat-4 160 к.с

Крейсерська швидкість	228 км / год
Практична дальність	1 272 км (при швидкості 188 км / год на висоті 3000 м)



*Рис. 19 - Цесна-172*

Ан-3 - основні характеристики

*Таблиця 2*

Екіпаж	2 чоловіка
Пасажиромісткість	12 осіб (9 пасажирів і 3 особи — обслуговуючий персонал)
Вантажопідйомність	1800 кг

Довжина	13,96 м
Висота	4,93 м
Розмах крила	18,17 м (верхнє), 14,20 м (нижнє)
Площа крила	71,51 м
Нормальна злітна маса	5650 кг
Максимальна злітна маса	5800 кг
Маса палива у внутрішніх баках	1271 кг
Рухова установка	1 × Турбогвинтовий ТВД-20 1375 к.с. (1011 кВт)
Повітряний гвинт	АВ-17
Крейсерська швидкість	230 км/год
Практична дальність	770
Перегінна дальність	1230 км
Довжина розгону	140 м
Довжина пробігу:	95-105 м



Рис. 20 - Ан-3

Ан-28 - основні характеристики

Таблиця 3

Екіпаж	1-2 особи
Пасажиромісткість	15-17 осіб
Вантажопідйомність	2000 кг
Довжина	13,96 м
Висота	4,9 м
Розмах крила	22,06 м
Площа крила	39,70 м <sup>2</sup>
Нормальна злітна маса	5600 кг
Максимальна злітна маса	6500 кг

Маса палива у внутрішніх баках	1812 л
Рухова установка	2 × Турбогвинтовий ТВД-10 960 к.с. (706 кВт.)
Крейсерська швидкість	335 км/год
Практична дальність	560 км
Перегінна дальність	1365 км
Довжина розгону	260 м
Довжина пробігу:	170 м



*Рис. 21 - Ан-28*

ЛА-50 Патріот - основні характеристики

Таблиця 4

Екіпаж	1 особа
Пасажиромісткість	4 особи
Вантажопідйомність	420 кг
Довжина	7,14 м
Висота	2,11 м
Розмах крила	9,78 м
Площа крила	39,70 м <sup>2</sup>
Нормальна злітна маса	620 кг
Максимальна злітна маса	950 кг
Маса палива у внутрішніх баках	127 л
Рухова установка	Rotax 914, 115 к.с. Пропеллер Patriot UA
Крейсерська швидкість	280 км/ч
Практична дальність	1500 км



Перегінна дальність	2000 км
Довжина розгону	310 м
Довжина пробігу:	150 м



*Рис. 22 - Патріот ЛА-50*

## **ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ**

В даному розділі було розглянуто аналоги літаків для комплексної системи авіаперевезень. Проаналізовано обрані аналоги з характеристик їхньої пасажиромісткості, питомої витрати пального через подальше оцінювання й критеріїв палива для цих літаків. Описано за технічними характеристиками спеціально різні літаки, і не тільки вітчизняного зразка задля створення оптимальної картини подальшого використання деяких з них.

## **РОЗДІЛ 3. АЕРОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЛІТАКА**

Мета аеродинамічного розрахунку літака полягає у визначенні його льотних характеристик:

- максимальної швидкості горизонтального польоту на різних висотах;
- мінімальної і посадкової швидкості польоту;
- найвигіднішої і економічної швидкості польоту;
- вертикальної швидкості підйому і скоропідйомності;
- стелі;
- дальності і тривалості польоту;
- довжини розбігу і пробігу при зльоті та посадці.

Крім наведених характеристик, може зустрітися необхідність у визначенні інших специфічних характеристик, пов'язаних з призначенням літака.

У спрощених методах аеродинамічного розрахунку, які і розглядаються в цьому розділі, льотні характеристики саме, літа визначаються в умовах його прямолінійного усталеного руху.

Основними методами аеродинамічного розрахунку літака є метод тяг і метод потужностей, розроблені ще в 1909 с, Н. Е. Жуковським.

Для виконання аеродинамічного розрахунку необхідно знати геометричні розміри і вагу літака, характеристики його силової установки, вибрати профіль крила і визначити поляру літака. Розглянемо, як виходять ці вихідні дані літака.

### **3.1 Вихідні дані для аеродинамічного розрахунку літака**

Визначення геометричних розмірів літака;

Геометричні розміри проєктованого літака визначаються на підставі вже відомої злітної ваги і питомого навантаження ПС крило за

статистичними даними кращих зразків літаків цього типу. Обробка статистичних даних сучасних літаків приведена в таблиці 5.

Таблиця 5

Тип літака	Подовження крила /2 <sup>x</sup> t	Звуження крила при трапецієвидному крилі  ^ <sub>кору</sub> = 7  ^ <sub>конц</sub>	Відносна товщина корінного профіля крила  ^ <sub>кору</sub>  %	Подовження фюзеляжу  X — xФ - тг	Питоме навантаження на крило  G  кг/м <sup>2</sup>
З одним ТРД	24-4	14-2	3,54-4	104-12	250—350
Важкий бомбардувальник з 4 ТРД	34-8	2,04-2,5	44-8	84-10	5004-600
Пасажирський літак з 2 ТРД	64-9	2,04-2,5	84-12	74-9	3004-400

### 3.2 Вибір профілю крила

Профіль крила зазвичай вибирається по атласу профілів, в яких дано аеродинамічні характеристики, з урахуванням призначення і конструкції даного літака.

Вибір необхідного профілю проводиться на основі порівняння профілів за наступними критеріями:

- коефіцієнту  $C_x$  шт, відповідному максимальній швидкості польоту на розрахунковій висоті. Цей коефіцієнт повинен бути якомога менше;
- коефіцієнту  $C_y$  Note, який повинен бути щонайбільше;

- величині відношення (коефіцієнт потужності), яка повинна бути щонайбільше;

- якості /  $C_{\text{тах}} = (C_{\text{у}} / c_{\text{дтах}}$ , яке повинно бути щонайбільше);

- величині відношення  $C_{\text{утах}} / C_{\text{хртш}}$ , де знаменник є коефіцієнт профільного опору при  $C_{\text{у}} = 0$ . Це відношення долито бути щонайбільше.

Підібрати профіль, у якого всі перераховані критерії були б оптимальними, не представляється можливим, тому для кожного проєктованого літака слід встановити основні, найбільш важливі критерії.

Наприклад, для звичайних винищувачів таким критерієм для коефіцієнтів  $C_{\text{х min}}$ , від якого залежить максимальна швидкість, а для винищувачів-перехоплювачів, крім того, має значення і коефіцієнт потужності  $C_{\text{у}2} / C_{\text{х}}$ . Чим він більший, тим менше мінімальна потрібна потужність і тим, отже, буде більше надлишок потужності і вертикальна швидкість.

Для важких бомбардувальників і пасажирських літаків велике значення має максимальну якість  $K_{\text{т}}$ :  $1X$ , що впливає на дальність польоту. Коефіцієнт  $C_{\text{у}}$  важливий для всіх літаків, так як з ним пов'язані мінімальна швидкість польоту і, отже, посадочна швидкість. Максимальна і посадкова швидкості літака можуть бути оцінені також одним критерієм, а саме ставленням.

$$\frac{C_{\text{утах}}}{C_{\text{хрт min}}}$$

Вибір профілю крила для літаків, що літають в дозвуковому і надзвуковому діапазонах швидкостей, має свої особливості, які розглядаються нижче.

Вибір профілю починається з того, що з числа рекомендованих для даного типу літака (в залежності від його призначення і конструкції) профілів відбирають два-три профілі, що мають найбільші значення чисел  $M_{\text{кр}}$ . Потім, виходячи з рівняння горизонтального польоту, визначають коефіцієнт  $C_{\text{у сж}}$ ,

відповідний заданій максимальній швидкості на розрахунковій висоті, по формулі

$$C_{y_{сж}} = \frac{2G}{S_{\rho_H} V_{H_{max}}^2} = \frac{2 * 750}{15.8 \left(240 \frac{1000}{360}\right)^2} = 2.83$$

де  $C_{y_{сж}}$  - коефіцієнт підйомної сили з урахуванням стисливості повітря, відповідний дійсним умовам польоту при швидкості  $V_{H_{max}}$  і щільності повітря на розрахунковій висоті.

Після цього визначають коефіцієнт опору  $C_{y_{сж}} = C_{x_{min}} C_{y_{сж}} = C_{x_{min}}$  кожного профілю, відповідний польоту зі швидкістю  $V_{H_{max}}$ . Якщо є полярні обраних профілів, зняті з урахуванням стисливості при числі М, відповідному заданій швидкості  $V_{H_{max}}$  (причому  $M = V_{H_{max}} / \alpha_h$ , де  $\alpha_h$  - швидкість звуку на розрахунковій висоті), то по полярі кожного профілю за отриманим значенням коефіцієнта  $C_{y_{сж}}$  визначається значення коефіцієнта  $C_{x_{сж}}$  профілю. Якщо ж для розглянутих профілів немає полярності, знятих з урахуванням стисливості повітря, а є полярні, отримані при малих їх числах М ( $M < 0,3$ ), т. е. без урахування стисливості, то спочатку для кожного профілю знаходять коефіцієнт  $C_y$  без урахування стисненості при одному і тому ж куті атаки, користуючись формулою .

Якщо за заданими умовами польоту число  $M < 0,3$ , то можна вважати з  $\alpha_{сж}$ . Після цього по полярі кожного профілю визначають коефіцієнт  $C_x$ , відповідний знайденої величини коефіцієнта  $C_y$ . Так як коефіцієнт лобового опору для даних умов польоту  $C_{x_{сж}}$  повинен ще враховувати вплив стисливості (хвильовий опір), то за формулою визначають ще коефіцієнт хвильового опору  $C_x$  кожного профілю. При цьому в формулу підставляють

критичне число  $M_{кр \chi} M_{кр \chi}$  з урахуванням стрілоподібності крила, яке визначається по дослідній формулі:

$$M_{кр \chi} = M_{кр} \frac{2}{1 + \cos \chi}$$

де  $M_{кр \chi} M_{кр \chi}$  -Критичне число  $M$  стріловидного крила;

$\chi$  - кут стріловидності крила;

$M_{кр} M_{кр}$  - критичне число  $M$  профілю. При  $M \leq M_{кр \chi} M \leq M_{кр \chi}$  хвильовий опір відсутній.

Після визначення коефіцієнтів  $C_x$  в для кожного з обраних профілів знаходять коефіцієнт лобового опору з урахуванням стисливості  $C_{x сж} C_{x сж}$  за формулою:

$$C_{x сж} = C_x + C_{x в}$$

Отримані коефіцієнти  $C_{x сж} C_{x сж}$  можна відносити до крила заданого подовження, що відрізняється від стандартного подовження крила  $\lambda = 5$ , тільки в першому наближенні.

Зміна подовження крила по-різному позначається на дозвукових швидкостях на його індуктивном і хвильовому опорі; так, при збільшенні подовження індуктивний опір крила падає, а хвильовий - зростає, при зменшенні подовження - навпаки. При цьому зміна коефіцієнта індуктивного опору можна підрахувати аналітично, а зміна коефіцієнта хвильового опору можна досить точно визначити без відповідних експериментальних даних

При відсутності хвильового опору [при  $M < M_{кр \chi} M_{кр \chi}$ ] коефіцієнти лобового опору перераховують на інше подовження. Після визначення коефіцієнтів лобового опору за даними атласу для кожного профілю знаходять значення величин

$$C_{y \max} K_{\max} \frac{C_y^{3/2}}{C_x} \alpha \approx \alpha_{\text{нв}} \frac{C_{y \max}}{C_{x \text{р min}}}$$

За знайденими критеріями, з огляду на призначення літака, остаточно вибирають найвигідніший профіль крила.

### 3.3. Аеродинамічний розрахунок літака за методом потужностей

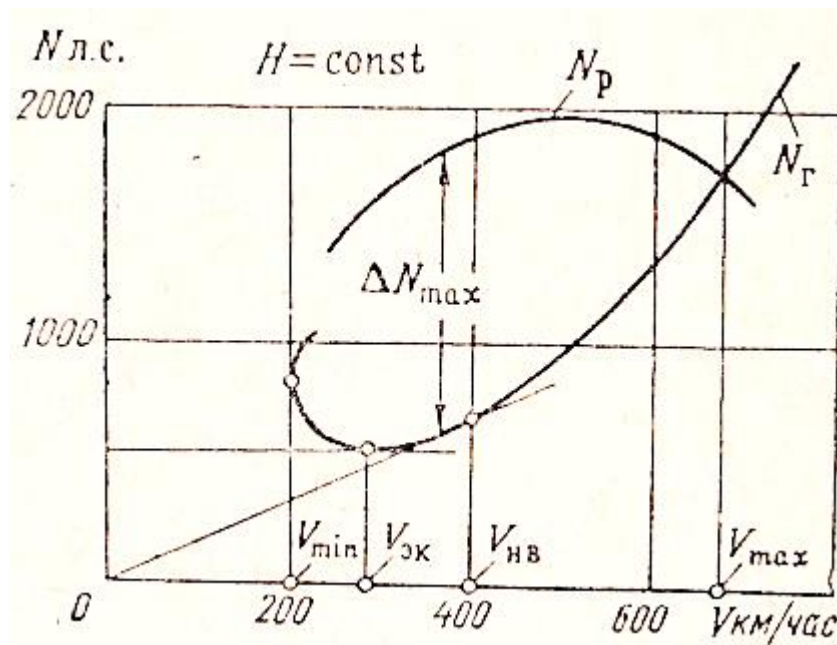


Рис. 23 - Криві потрібних  $N_r$  і наявних  $N_p$  потужностей для висоти.

Аеродинамічний розрахунок за методом потужностей зручно застосовувати для розрахунку льотних характеристик літаків з ВМГ, так як основною характеристикою їх силової установки є потужність. Спрощений розрахунок за методом потужностей заснований на розгляді суміщеного графіка потрібних  $N_r$  і наявних  $N_p$  потужностей горизонтального польоту в залежності від швидкості польоту для різних висот. На рис. наведено такий суміщений графік для однієї висоти польоту. На цьому графіку показано, як визначають швидкості  $V_{\min}$ ,  $V_{\text{эк}}$ ,  $V_{\max}$ . За допомогою цього ж графіка можна визначити діапазон швидкостей і максимальний надлишок



потужностей  $\Delta N_{\max}$ , який, як зазначалося вище, лежить між швидкостями  $V_{\text{нв}}$  і  $V_{\text{ек}}$ .

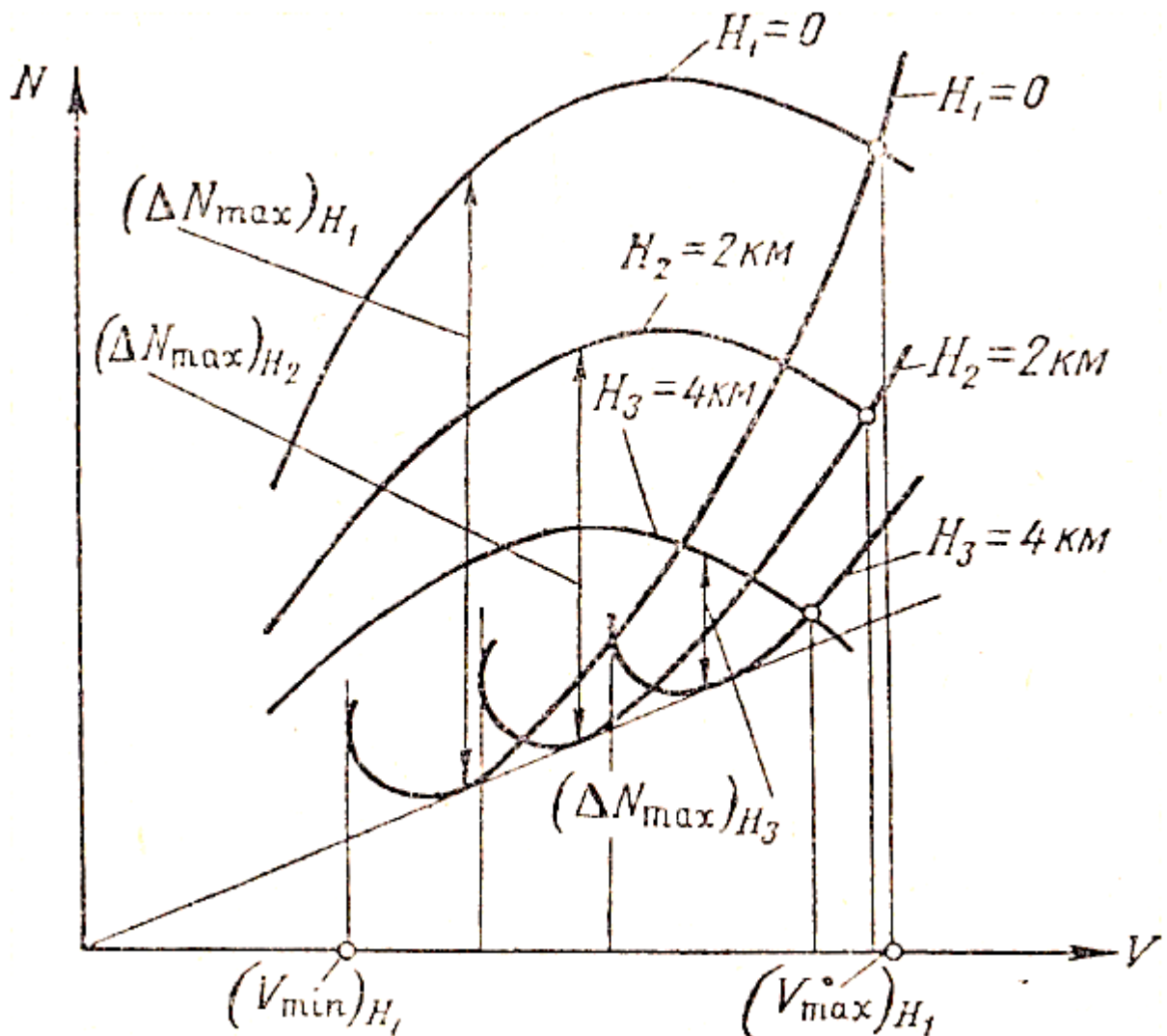


Рис. 24 - Криві  $N_z$  і  $N_p$  літаків з невисотного поршневиими двигунами для різних висот.

Надлишок потужності, як і надлишок тяги, використовується для набору і висоти і для збільшення швидкості горизонтального польоту. У сталому горизонтальному польоті надлишок потужності не використовується, для цього двигун дроселюється.

Для визначення льотних характеристик літака на різних висотах будується суміщений графік потрібних і наявних потужностей по висот. При цьому у не висотних поршневих двигунів наявна потужність  $N_p$  з підйомом

на висоту весь час зменшується у висотних же двигунів з нагнітанням до розрахункової висоти  $H_p$  вона зростає, а вище цієї висоти-падає.

Видно, що для літаків з не висотними поршневыми двигунами максимальна швидкість, діапазон швидкостей і надлишок потужності з підйомом на висоту весь час зменшуються, а для літаків з висотними двигунами, забезпеченими нагнітателем, ці характеристики розрахункової висоти  $H_p$  двигуна збільшуються, а вище цієї висоти-зменшується.

На показаний такий графік для літака з невисотного і висотним двигунами. З цього графіка видно, що вертикальна швидкість літака з невисотним двигуном в міру збільшення висоти весь час падає, а у літака з висотним двигуном до розрахункової висоти зростає і вище розрахункової висоти падає. Тому при однаковій вертикальній швидкості у землі стеля літака з висотним двигуном значно вище, ніж у літака невисотного двигуна.

Для побудови барограми підйому графік залежності  $V_{y\max} = \varphi(H)$  перебудовують в графік залежності  $1 / V_{y\max} = \varphi(H)$ , після чого методом графічного інтегрування знаходять час набору кожної ділянки висоти.

Обчислення ведуться по такій же таблиці, як і при методі тяг. З даними таблиці будують барограму підйому.

Для розроблюваного літака висота польоту 11 км. Потрібно потужність  $V_{ек}=600кс$ , наявна потужність двох двигунів 1400кн, що достатньо для п'ятимісного літака.

### 3.4 Визначення дальності та тривалості польоту

Дальністю польоту називають відстань по 1 горизонталі, пролітає літаком під час руху його в одній і тій же вертикальній площині після витрачання певного запасу палива. Ця відстань включає в себе такі характерні для розрахунку дальності польоту ділянки:

- ділянку, що проходить літак при наборі заданої висоти;
- ділянку основний, відповідний горизонтального польоту на заданій висоті;
- ділянку, що проходить літак при його зниженні для посадки в пункті призначення.

Для спрощення розрахунків поки не будемо враховувати зміну польотної ваги внаслідок згоряння пального і будемо вважати, що на другому, основній ділянці літак має постійну літну вагу і постійну швидкість. Відстань, яку проходить літак на основній ділянці, становить зазвичай до 95% повної дальності. Ця відстань, що визначається при відсутності вітру, називають технічної дальністю польоту.

Надалі обмежимося викладом методу розрахунку дальності і тривалості польоту для основної ділянки. Запас палива на літаку, відповідний технічній дальності його польоту, називають розташовуваним запасом палива.

Наявний запас палива, очевидно, дорівнює повному запасу палива без тієї його частини, яка необхідна для запуску і випробування двигунів перед польотом, для польоту по колу після зльоту і над аеродромом призначення, для набору заданої висоти і зниження літака на посадку.

Крім технічної дальності, розрізняють практичну дальність польоту, розуміючи під цим терміном відстань по горизонталі, прохідну літаком після

витрачання наявного запасу палива за вирахуванням з нього так званого аеронавігаційного запасу палива.

Аеронавігаційний запас палива визначається з умов підйомного скорочення дальності при зустрічному вітрі і при обході літаком гір, грозових хмарностей і т.п. перешкод. Він зіставляє зазвичай 5÷10% повного запасу палива. Іноді користуються поняттям радіусу дії літака, тобто найбільшої відстані, на яке літак може піти від свого аеродрому за умови повернення на нього без проміжних посадок і заправки паливом.

Дальність польоту залежить від наступних основних факторів запасу палива, величини кілометрової витрати палива, завій і ного в свою чергу від режиму польоту (швидкості і висоти иоле та), напрямку і сили вітру на маршруті польоту. Час, який літак може протриматися в повітрі до повного згоряння палива яке мається в ньому, називають продовжительностью польоту.

Технічна дальність польоту визначається формулою:

$$L = \frac{G_{т.р}}{q_k}$$

де  $L$  — дальність польоту в км;

$q_k$  — кілометрова витрата палива в кг / км;

$G_{т.р}$  — наявний запас палива в кг.

Тривалість польоту залежить від запасу палива на літаку і годинної її витрати і визначається із співвідношення

$$T = \frac{G_{т.р}}{q_{ч}}$$

де  $T$  - тривалість польоту в год.;

$q_{\text{ч}}$  - годинна витрата палива в кг / год.

Формули дальності і тривалості польоту для літаків з поршневими двигунами

Розгорнута формула, яка визначає дальність польоту, виводиться з формули наступним чином.

Відомо, що кілометрова витрата палива

$$q_k = \frac{q_{\text{ч}}}{3.6V_H} \text{ [кг/км]}$$

де  $V$  - швидкість польоту на заданій висоті в м / сек, а годинна витрата палива

$$q_{\text{ч}} = c_e N_e \text{ [кг/час]}$$

де  $c_e$  - питома витрата пального в кг / л. с. ч., т. е. кількість палива, що витрачається двигуном (або двигунами, якщо їх на літаку кілька) на одиницю потужності за одну годину.

Для сучасних поршневих двигунів:

$$c_e \approx 0,22 \div 0,25 \text{ кг/л. с. ч.}$$

$N_e$  — ефективна потужність двигуна (або двигунів) в л. с.

Так як технічна дальність визначається за умови горизонтального польоту, то потрібна для польоту потужність повинна дорівнювати розполагаемой.

$$N_T = N_p = \frac{PV_H}{75}$$

де  $P$  - тяга гвинта.

Враховуючи що

$$N_p = N_e \eta_B$$

$\eta_B$  - коефіцієнт корисної дії (ККД) гвинта, можна записати

$$N_e = \frac{PV_H}{75\eta_B}$$

Підставивши замість  $q_k$  і  $N_e$  отримані вирази, знайдемо з формули:

$$L = \frac{G_{т.р}}{q_k} = \frac{G_{т.р} 3,6V_H}{q_{ч}} = \frac{G_{т.р} 3,6V_H}{c_e N_e} = \frac{G_{т.р} 3,6V_H 75\eta_B}{c_e PV_H}$$

$$L = 270 \frac{G_{т.р} \eta_B}{c_e P}$$

У горизонтальному польоті сила тяги:

$$P = \frac{G_{\text{ср}}}{K}$$

де  $K$  - якість літака;

$G_{\text{ср}}$  - середня польотна вага в кг.

Ця вага визначається як різниця між початковою польотною вагою літака при польоті  $G_0$  і середнім арифметичним сум ваг наявного палива  $G_{\text{т.р}}$  (вигорають в польоті) і скидаються в

польоті вантажів  $G_{\text{ср}} G_{\text{ср}}$ .

$$G_{\text{ср}} = G_0 - \frac{G_{\text{т.р}} + G_{\text{сб}}}{2}$$

Замінюючи у формулі силу тяги її виразом, отримаємо формулу дальності польоту в наступному вигляді:

$$L = 270 \frac{G_{\text{т.р}}}{G_{\text{ср}}} K \frac{\eta_B}{c_e}$$

З формули видно, що дальність польоту залежить від носіння  $\frac{G_{\text{т.р}} G_{\text{т.р}}}{G_{\text{ср}} G_{\text{ср}}}$ , що представляє собою величину постійну, незалежну від режиму польоту і

від величини змінній  $K \frac{\eta_B}{c_e} K \frac{\eta_B}{c_e}$  залежно від режиму польоту.

Максимальна дальність польоту, очевидно, досягається при максимальному значенні величини  $K \frac{\eta_B}{c_e} K \frac{\eta_B}{c_e}$ . Якби відношення  $\frac{\eta_B}{c_e} \frac{\eta_B}{c_e}$  не залежало від швидкості польоту, то для отримання максимальної дальності літак мав би летіти на режимі, відповідної максимальної якості, т. е. на найвигіднішій швидкості значно більше. Але, як відомо, ставлення  $\frac{\eta_B}{c_e} \frac{\eta_B}{c_e}$  залежить від швидкості і досягає свого максимального значення при

швидкості, значно більшою, ніж швидкість  $V_{нв}$ , коли якість починає зменшуватись. Тому максимальне значення величини  $K \frac{\eta_B}{c_e} K \frac{\eta_B}{c_e}$  досягає при швидкості, дещо більшої найвигіднішої.

Швидкість, при якій досягається максимальна дальність польоту, називають крейсерською швидкістю. Для літаків з ВМГ крейсерській швидкості

$$V_{крейс} \approx (0,70 \div 0,80) V_{max}$$

Дальність польоту на максимальній швидкості становить приблизно 50% дальності польоту на крейсерській швидкості.

Формула тривалості польоту може бути рапірнута більш повно наступним чином.

Аналогічно дальності польоту тривалість польоту

$$T = 75 \frac{G_{т.р} K \eta_B}{G_{ср} V_H c_e}$$

$$T = \frac{75}{4} \sqrt{S \Delta} \frac{G_{т.р} C_y^{3/2} \eta_B}{G_{ср}^{3/2} C_x c_e}$$

При умові постійних відносної тривалості польоту досягала б при економічній швидкості польоту, при якій коефіцієнт потужності  $\frac{C_y^{3/2} C_y^{3/2}}{C_x C_x}$  має максимальне значення. Практично внаслідок деякої залежності від швидкості польоту відносини  $\frac{\eta_B \eta_B}{c_e c_e}$ , режим максимальної дальності виходить при швидкості, кілька більшої економічної.

Таблиця 6



	<b>AN-3</b>	<b>Cessna</b>	<b>AN-28</b>	<b>LA-50</b>	
<i>G</i>	5650,00	936,00	5600,00	620,00	<i>кг</i>
<i>Gtr</i>	1271,00	211,00	1812,00	127,00	<i>кг</i>
<i>qk</i>	1,65	0,17	1,21	0,08	<i>кг/км</i>
<i>Vh</i>	230,00	228,00	335,00	280,00	<i>км/год</i>
<i>qt</i>	379,65	37,82	404,68	23,71	<i>кг/год</i>
<i>ce</i>	0,28	0,24	0,42	0,21	<i>кг/к.с.г</i>
<i>Ne</i>	1375,00	160,00	960,00	115,00	<i>к.с.г</i>
<i>n</i>	0,70	0,80	0,70	0,80	<i>ККД</i>
<i>L, макс</i>	770,00	1272,00	1500,00	1500,00	<i>км</i>
<i>Коефіцієнт якості</i>	5,00	6,18	10,34	6,99	
<i>T1, макс</i>	3,35	5,58	4,48	5,36	<i>год</i>

Розрахунки визначення максимальної дальності польоту, тривалості польоту та коефіцієнту якості для даних літаків (таблиця 6).

В таблиці 7 наведено розрахунки економічної вигідності розглянутих вище літаків.

Таблиця 7

	AN-3	Cessna	AN-28	LA-50	
<i>К-сть</i>	10,00	3,00	17,00	4,00	<i>пас</i>
<i>Відст.</i>	336,00	336,00	336,00	336,00	<i>км</i>
<i>Тариф</i>	28,50	28,50	28,50	28,50	<i>грн/л</i>
<i>Сервіс</i>	1000,00	500,00	2000,00	700,00	<i>грн/полі т</i>
<i>ЗП (1 ос. на аеродромі та екіпажу)</i>	2300,00	1300,00	6300,00	1300,00	<i>грн/полі т</i>
<i>Час</i>	1,46	1,47	1,00	1,20	<i>год</i>
<i>Пальне</i>	554,62	55,74	405,89	28,45	<i>л</i>
<i>Ціна пального</i>	15806,62	1588,47	11567,81	810,77	<i>грн</i>
<i>Амортизація на ремонт ЛА</i>	225	1150	4000	1700	<i>грн</i>
<i>Витрати для 1 польоту</i>	21242,28	4877,32	25854,59	4791,84	<i>грн</i>
<b><i>Ціна квитка</i></b>	<b>2124,23</b>	<b>1625,77</b>	<b>1520,86</b>	<b>1197,96</b>	<b><i>грн</i></b>

Основним критерієм була вартість перевезення одного пасажиру. Враховано низку факторів, в тому числі амортизацію на ремонт літаків, приблизно 0,1% від вартості літаків. Вартість літаків:

Ан-3 = 15 000 длрв

Цесна-172 = 80 000 длрв.

Ан-28 = 280 000 длрв.

Ла-50 = 120 000 длрв.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

В даному розділі були проведені розрахунки для визначення найбільш вигідного літака з попередньо обраних аналогів. Серед них розглядалися критерії потужності двигунів та їхньої кілометрової і часової питомої витрат палива. В особливостях сучасних реалій вітчизняні літаки показали різні значення які було наведено в таблицях. З формул розрахунку були отримані значення максимальної дальності польоту та його максимальний час. Ці значення відповідно порівнювали із запитом географічного розташування аеродромів регіонального та базового типу для побудови подальшої комплексної мережі авіаперевезень. Отримані результати використали також для розрахунку середнього значення ціни одного квитка, до уваги брались наступні критерії: ціна палива, пасажиромісткість літальних апаратів, ціна амортизації літаків, відносно їхньої початкової вартості, амортизація та орієнтовна оцінка обслуговування аеродромів та оплати праці робітникам.

Ан-3 - виявився найбільш витратним по кількості палива.

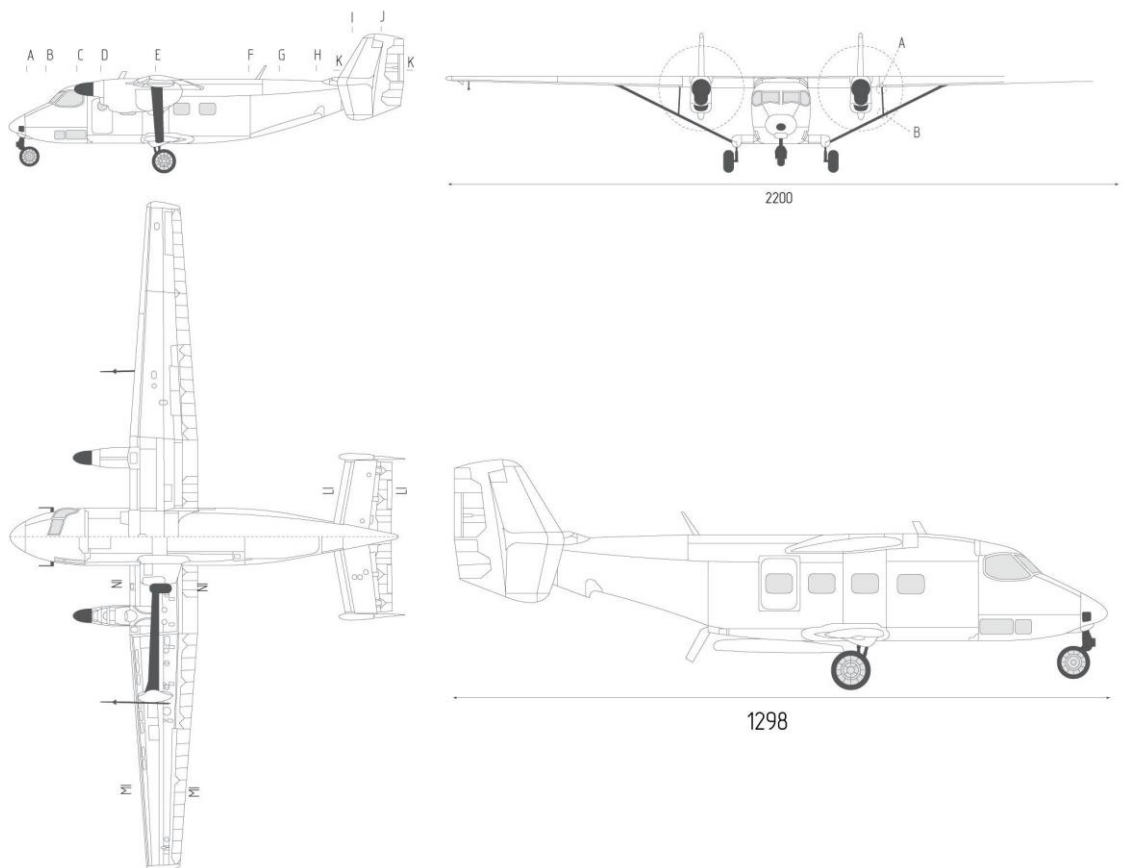
Ан-28 показав придатні та оптимальні результати для його використання. Варіант літака по типу Ла-50 Патріот показав себе як найвигідніший в ціновій категорії та при мінімальному попиті на маршрути. Тому, в якості базового літака для структури було обрано не менш вигідний літак - Ан-28.

## РОЗДІЛ 4. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ОБРАНОГО ЛІТАКА

### 4.1 Ан-28

Літак являє собою підкисний високоплан металевої конструкції з вбирається в польоті шасі і двокілевим вертикальним оперенням. Планер в основному виготовлений з алюмінієвих сплавів, в відповідальних силових елементах використовуються високоміцні сталі. Деякі несилкові елементи конструкції виконані з композиційних матеріалів: обтічники і залисина - зі склопластику, панелі хвостовій частині крила - з органічного пластику. Рулі та елерони обшиті полотном марки АМ-100.

Екіпаж літака складається з двох чоловік - командира і другого пілота.



*Рис. 25 - 4 проекції літака Ан-28*

Фюзеляж літака являє собою напівмонокок з поздовжнім набором з

стрингерів і балок і поперечним набором шпангоутів. Технологічні роз'єми ділять його на три частини - носову, середню і хвостову.

Носова частина фюзеляжу - кабіна екіпажу, закрита зверху ліхтарем, скління якого складається з двох передніх електрообогреваних стекол і двох бічних. Праве бічне скло - знімне, є кришкою аварійного виходу екіпажу.

У середній частині фюзеляжу розташовується пасажирська кабіна, а за нею - побутової відсік з унітазом і багажною полицею. Габарити пасажирської кабіни: довжина - 5,26 м; максимальна ширина - 1,74 м; висота - 1,6 м. У кабіні вздовж лівого борту встановлені шість одномісних пасажирських сидінь, а вздовж правого - одне (переднє) одномісне і п'ять двомісних. Сидіння - складаються. На обох бортах пасажирської кабіни є по п'ять прямокутних вікон. Причому найближчі вікна знаходяться в кришках бортових аварійних люків. Пасажирська кабіна відділена від кабіни екіпажу і побутового відсіку перегородками з дверима. Нижні балки виступають за обводи фюзеляжу і є поздовжніми силовими елементами лівої і правої консолей кріплення основних опор шасі.

У хвостовій частині фюзеляжу знаходиться вхідний люк, закритий двома поздовжніми стулками. Стулки люка різної ширини (ліва стулка більше правої), відкриваються назовні. Довжина люка - 2,4 м; ширина по порогу - 1,4 м. Для входу в літак пасажирів відкривається тільки ліва стулка і використовується вхідні сходи, шарнірно закріплена на порозі люка. При завантаження / розвантаження вантажів відкриваються обидві стулки, а вхідні сходи демонтується.

Крило - двох лонжеронное, кесонного типу, складається з центроплана прямокутної форми в плані і двох трапецієподібних консолей. На нижніх поясах лонжеронів центроплана по нервюрам встановлені кронштейни кріплення центроплана фюзеляжу. Консоль стикується з центропланом на 29% пів розмаху. На нижньому поясі переднього лонжерона центроплану по

нервюрам і нижньому поясі заднього лонжерона по нервюрі закріплені кронштейни навіски рами двигуна. Кесон центроплана між нервюрами і кесони консолей між нервюрами являють собою паливні баки-відсіки. Крило підкріплено двома підкосами. Нижній кінець підкоса закріплений на консолі шасі, верхній приєднаний до нервюрі. Ця зона кесона крила додатково посилена поздовжньої балкою, встановленої між нервюрами. Подовження крила - 12,2. Звуження консолі - 2,0. Стріловидність її по передній кромці - 4".

Механізація крила включає висувні двох щілинні закрилки, автоматичні передкрилки та інтерцептори. Дві секції закрилків змонтовані на центроплані, ще дві - на консолях.

Хвостове оперення - вільнонесуче, двох кілеве. Площа горизонтального оперення - 8,85 м<sup>2</sup>; розмах - 5,14 м. Загальна площа вертикального оперення - 10 м<sup>2</sup>. Стабілізатор і кілі - двох лонжеронні, кесонної конструкції. Стабілізатор кріпиться до фюзеляжу.

Шасі літака складається з передньої і двох основних опор. Колія шасі - 3,4 м; база - 4,4 м. Передня опора полуричажного типу, забезпечена негальмівним колесом розміром 595 x 185 мм. Основна опора типу важеля з колесом розміром 720x320 мм, яке оснащено дисковим гальмом і антиюзозовим автоматом. Пневматики коліс низького тиску, амортизатори всіх опор - азотно-масляні.

Силова установка включає два турбогвинтових двигуна ТВД-10Б з трилопатевиими повітряними гвинтами АВ-24АН. Двигун - двороторний, з осьовим компресором і вільною турбіною гвинта. Потужність двигуна на злітному режимі - 960 к.с., суха маса - 230 кг. Гвинт - тягне, змінного кроку, флюгерний, реверсивний. Діаметр гвинта - 2,8 м.

Система запуску двигуна - електрична. Запуск здійснюється за

допомогою електростартера від аеродромних джерел електроенергії, бортових акумуляторних батарей або генератора вже запущеного двигуна. Кожен двигун має автономну маслосистему, виконану по замкнутому контуру.

Паливо розміщується в чотирьох баках, по два бака в кожному полукрилі. Максимальна кількість заправляється палива-1960 л. Харчування двигунів - автономне, кожен двигун живиться з баків свого напівкрила, але магістралі живлення з'єднані між собою трубопроводом з краном кільцювання.

Гідравлічна система призначена для випуску і прибирання закрилків, випуску інтерцепторів, гальмування коліс основних опор шасі та управління поворотом переднього колеса. Робочий тиск - 110-150 кгс / см<sup>2</sup>.

Устаткування. Встановлені на літаку аеронавігаційні і радіотехнічні та протизаморожувальні пристрої забезпечують можливість польотів в умовах поганої погоди і обмерзання в будь-який час доби.

#### **4.2 Ла-50 Патріот**

Склопластиковий моноплан; важить близько 440 кг - це за умови, що він порожній. Його злітна вага 950 кг, куди вміщається 4-5 пасажирів.

Склеєна склотканина в кілька шарів спеціальним клеєм, при подальшому вакуумному формуванні - конструкція обшивки.

Крила і хвостовий стабілізатор є знімними, що робить його зручним у транспортуванні.

Навіть при повній завантаженості моноплан злітає зі злітної смуги, до 250 метрів, завдяки гальмівній системі. Його пробіг становить 100 метрів. Для наявної злітно-посадкової смуги достатньо й ґрунтового покриття.

«Patriot» - український прототип американських літаків «Цирус» і «Даймонд-40», але має не 2, а 5 сидінь. Комп'ютерна бортова система,

виключає можливі помилки пілотування; відкидне шасі дозволяє при мінімальних витратах бензину - 9л/100км, розвивати максимальну крейсерську швидкість - 250 км / год (при вітрі до 15 м/с) і підніматися на висоту до 3500 м.

- шасі що прибираються (з системою амортизації) - дозволяють розвивати більшу максимальну швидкість в польоті,
- збільшена площа закрилків, які знижують посадочну і збільшують злітну швидкість,
- комп'ютерна бортова система, що виключає можливі помилки пілотування: неприпустима злітна вага, неприбрані або невипущені шасі і т.д.

Оснащений силовою установкою - двигуном «ROTAХ-912» з потужністю 135 к.с.

В літаку здвоєне управління, що дозволяє використовувати його в якості навчально-тренувального.



## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

Вибраних літак серед аналогів, був визначений як найбільш оптимальний для використання, в тому числі й через конструктивні особливості даної моделі. В розділі проаналізовано будову структурну фюзеляжу, обшивку, вид її. Описано також хвостове оперення, яке є особливим через 2 вертикальні кілі. Установка шасі підходить для використання в умовах дипломного проєкту, адже для злітно-посадкових смуг без твердого (solid) покриття використовується рівнинна, трав'яниста або ґрунтова зона, за означенням аеродромів базового типу. Паливне устаткування, що грає велику роль в розрахунках вартості одного квитка для пасажирів - є задовільною при використанні вищеописаної силової установки літального апарату. Механізація крила, та аеродинамічні особливості дозволяють підійматись на придатну для комплексної роботи висоту, що також визначається як задовільна, через середні дальності польотів в межах України.

## РОЗДІЛ 5. ОПИС ПРОЄКТУ

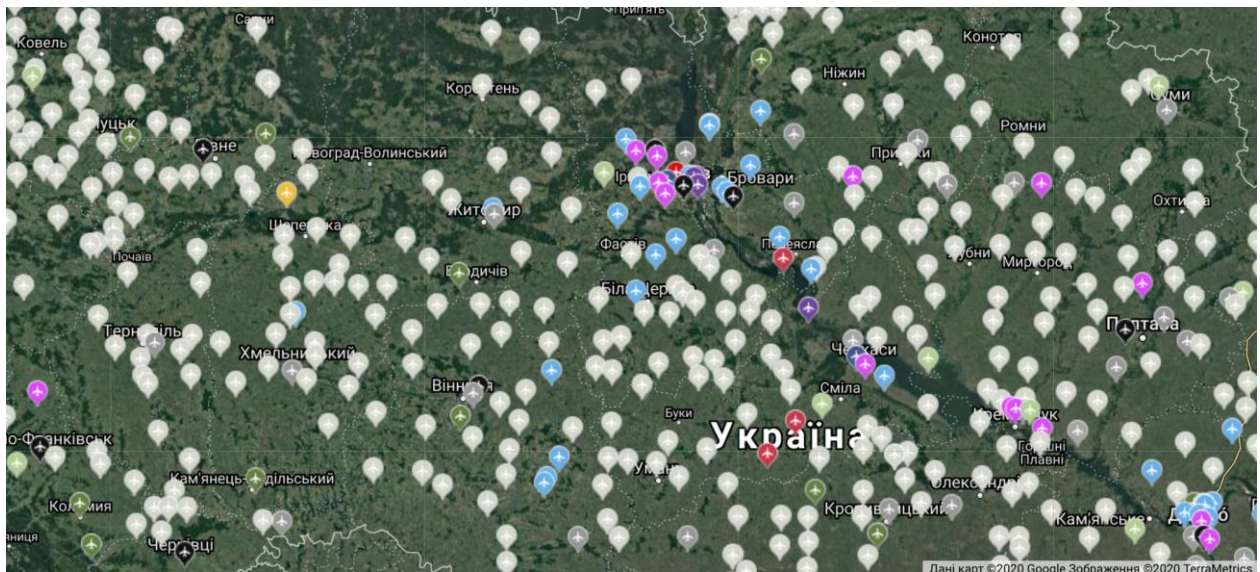
Однією з основних частин проєкту є візуальна складова, а саме робота з наявними аеродромами, та поділ їх на типи. Це проводилось за системою аналогічних комплексів в Канаді. Основним критерієм обиралась середня магістральна дальність для перельоту між пунктами. Дальність та тривалість такого польоту розраховувалась з наведених в попередніх розділах таблицях 6 і 7 (див. таблиця 6, 7).

Оптимальна розраховувана дальність для польоту на літаках по типу Ан-28 та Ла-50, вищеописаних - складає до 400 км. З цього радіусу виконувались умовні позначення аеродромів котрі можуть бути використані в даних цілях (Рис. 26). Наприклад, у Південно-Західному напрямку від Києва, ця відстань має бути на вказаному відрізьку



Рис. 26 - Максимальна відстань без врахування схилення  $\beta'$

Наступним кроком, накладалась точки всіх можливих аеродромів на



території України, на прикладену мапу (Рис. 27).

*Рис. 27 - Мапа всіх аеродромів України*

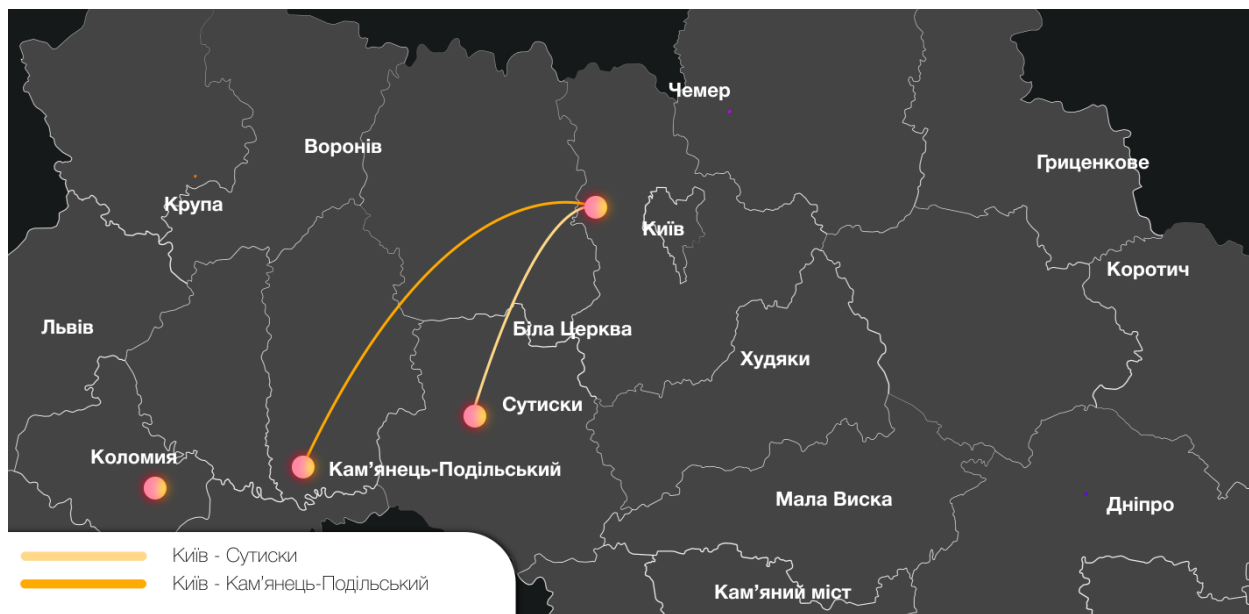
Звідси, обирались виходячи з опису самого аеродрому, та його тех.-експлуатаційної документації, реального стану речей, та в перспективі деякої модернізації аеродромів відносно всіх стандартів. Виходили з того, що є в наявності. Так, проаналізований аеродром регіонального типу Крупа, що біля Луцька мав пасажиропотік - 400 осіб в день. Напрямок за 30 років не втратив своєї доцільності, та слугує наступним пропускним пунктом перед Польщею та Білоруссю.

### **5.1. Візуалізація отриманих результатів аналізу аеродромів**

Після проведених розрахунків оптимальної дальності розміщення таких аеродромів одне від одного, та інших факторів, котрі впливають на сам комплекс - було проведено деякі маршрути з використанням обраного аналога як Ан-28, в залежності від попиту цих маршрутів. Наприклад, при популяризації, та правильній подачі стартап-проекту в сфері маркетингу, напрямок Київ - Кам'янець-Подільський зможе приймати не тільки один

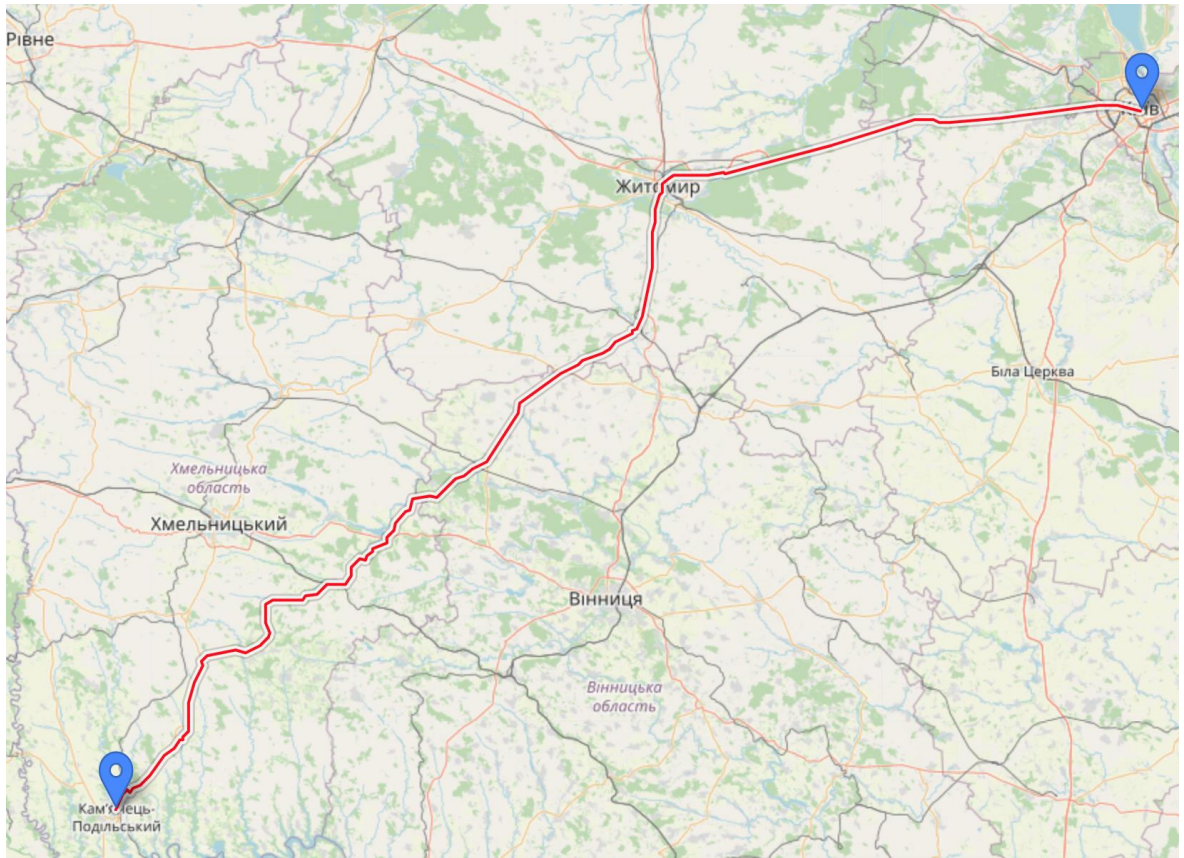
літак Ан-28 з 17 особами пасажирського складу на борту.

Подані нижче маршрути - частина візуалізації цілого комплексу авіаперевезень (Рис. 28)



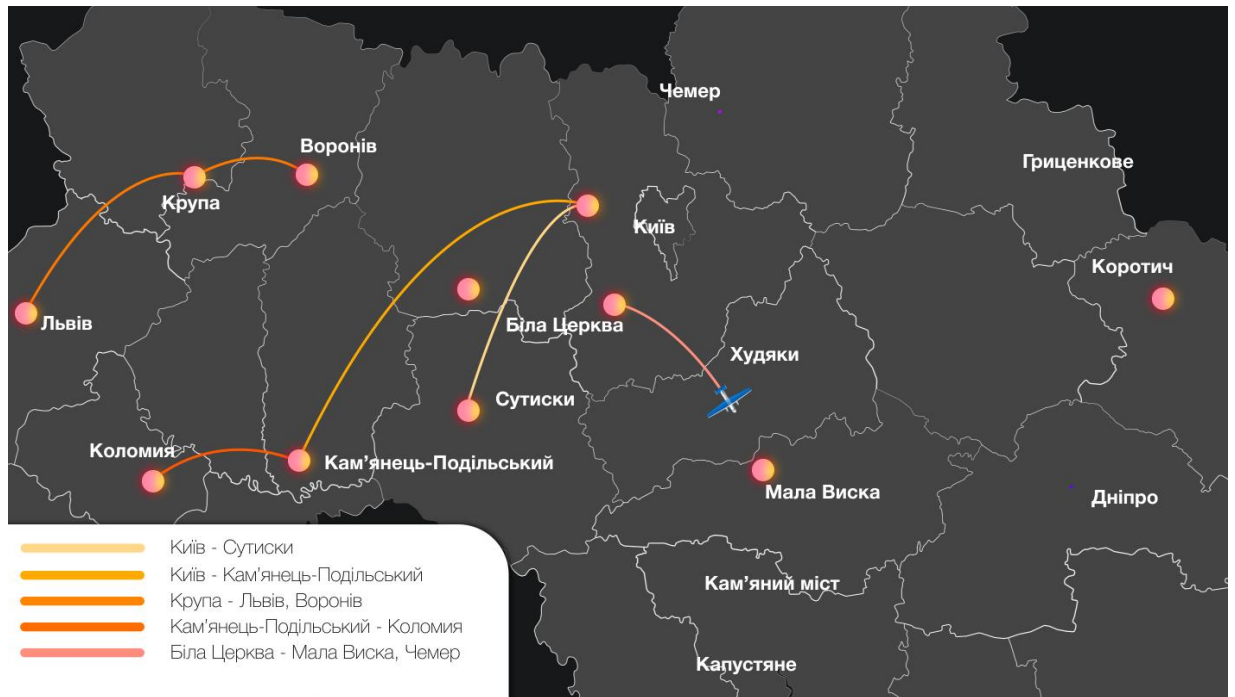
*Рис. 28 - Київ - Кам'янець-Подільський; Київ - Сутиски*

Обидва маршрути входять в наші критерії спроможення бути актуальними в проєктному комплексі. Так, вони є придатними для перельоту малої авіації, та комфортними і швидшими для транспортування людей, що являлось однією з цілей стартап-проєкту. Так, на цьому ж маршруті Київ - Кам'янець-Подільський, але наземним транспортом виявляється кілька суттєвих проблем. Відстань дорожньо-асфальтовим покриттям складає 407 км, а тривалість такого доставлення 7 год і 12 хв, що в 6 разів більше, за запропоновану нами схему. Комфортність доріг теж бажає бути кращою, що створює несприятливі умови для розвитку децентралізації на місцях зі складнощами пересування між містами (Рис. 29).



*Рис. 29 - Наземно-транспортний маршрут*

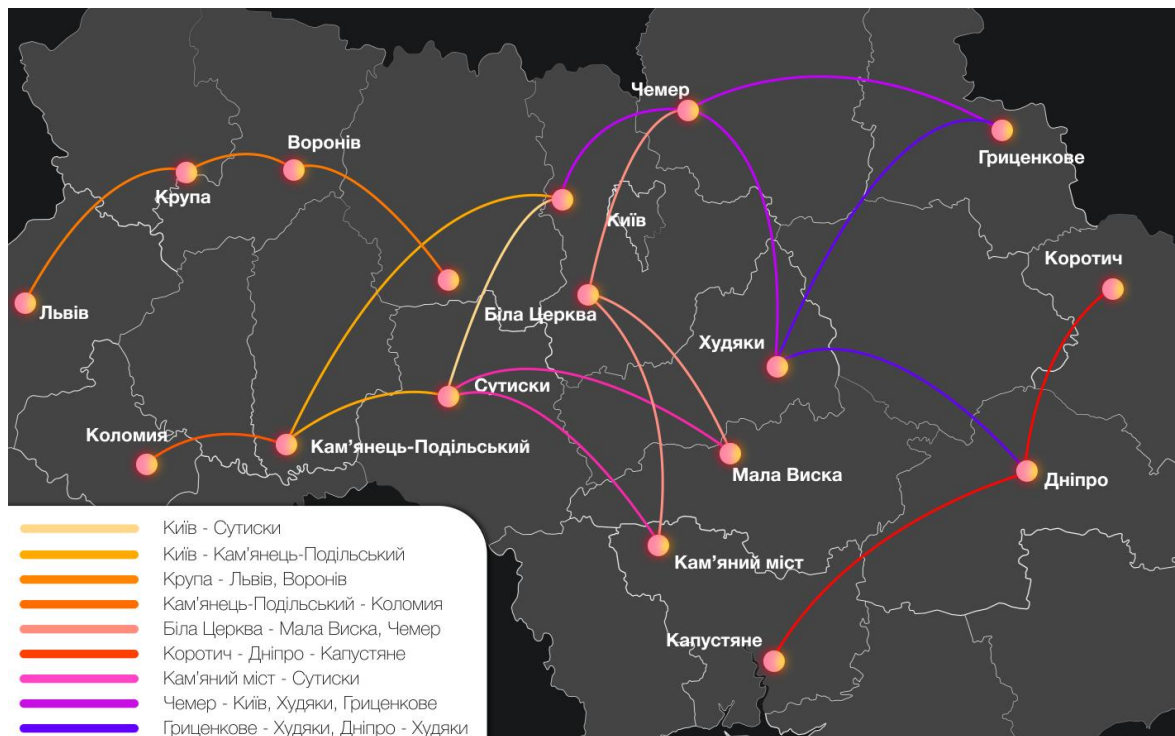
Одним з основних критеріїв подальшої роботоздатності таких аеродромів є наявність заправної станції на їх територіях, що дозволяє сполучити відразу Київ - Кам'янець-Подільський з Коломиєю, яка з умов географії є важко доступною для регулярних, комфортних перевезень (Рис. 30).



*Рис. 30 - Об'єднання маршрутів, та утворення комплексної мережі*



Так за наявності заправних колонок було виведено кілька основних маршрутів, які в свою чергу об'єднуються в мережу локальних авіап перевезень (Рис. 31).



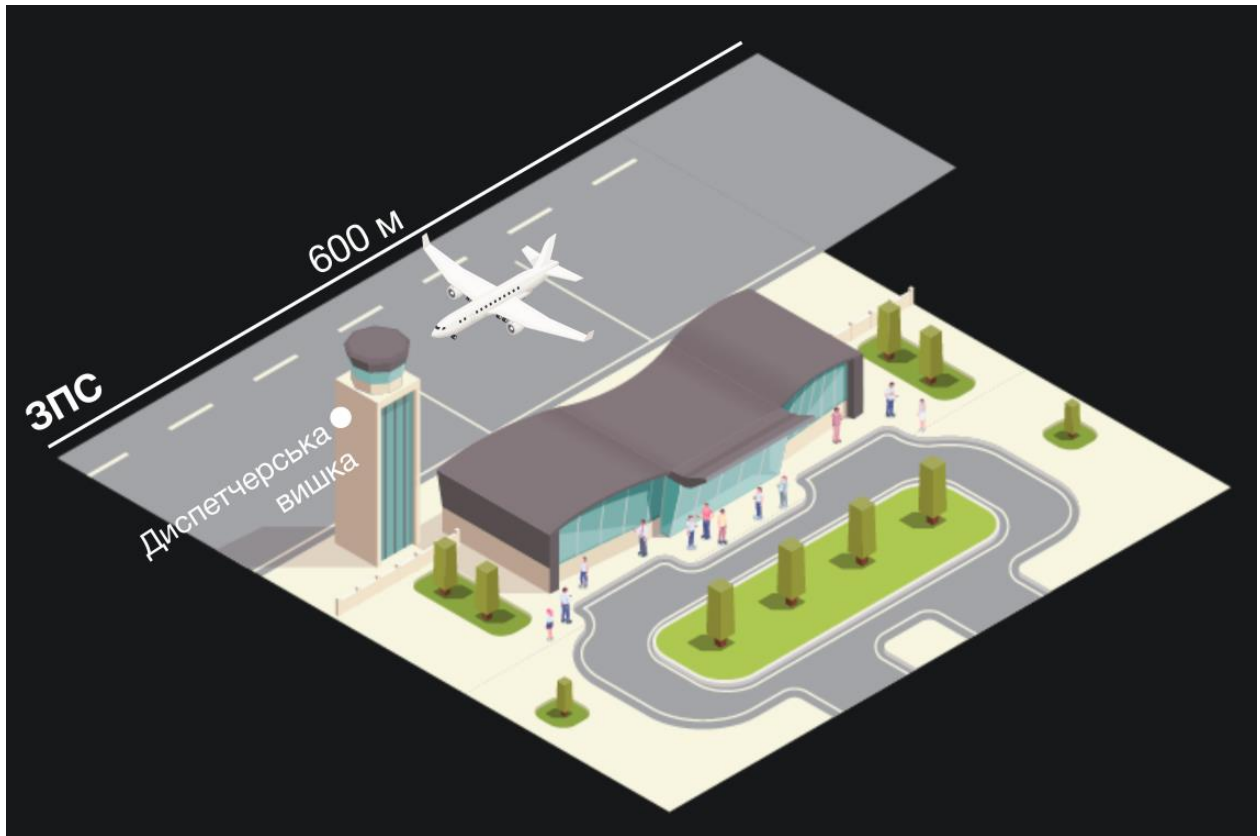
*Рис. 31 - Мережа локальних авіап перевезень*

Так, на даному прикладі мапи утворено 9 основних маршрутів.

### 5.2. Візуалізація роботи аеродрому

Виходячи, з попередніх пояснень, виявляється, що для повної дієздатності такої системи потрібні базові, або локальні аеродроми: різниця в покритті злітно-посадкової смуги, та рівня оснащення аеродрому-бази.

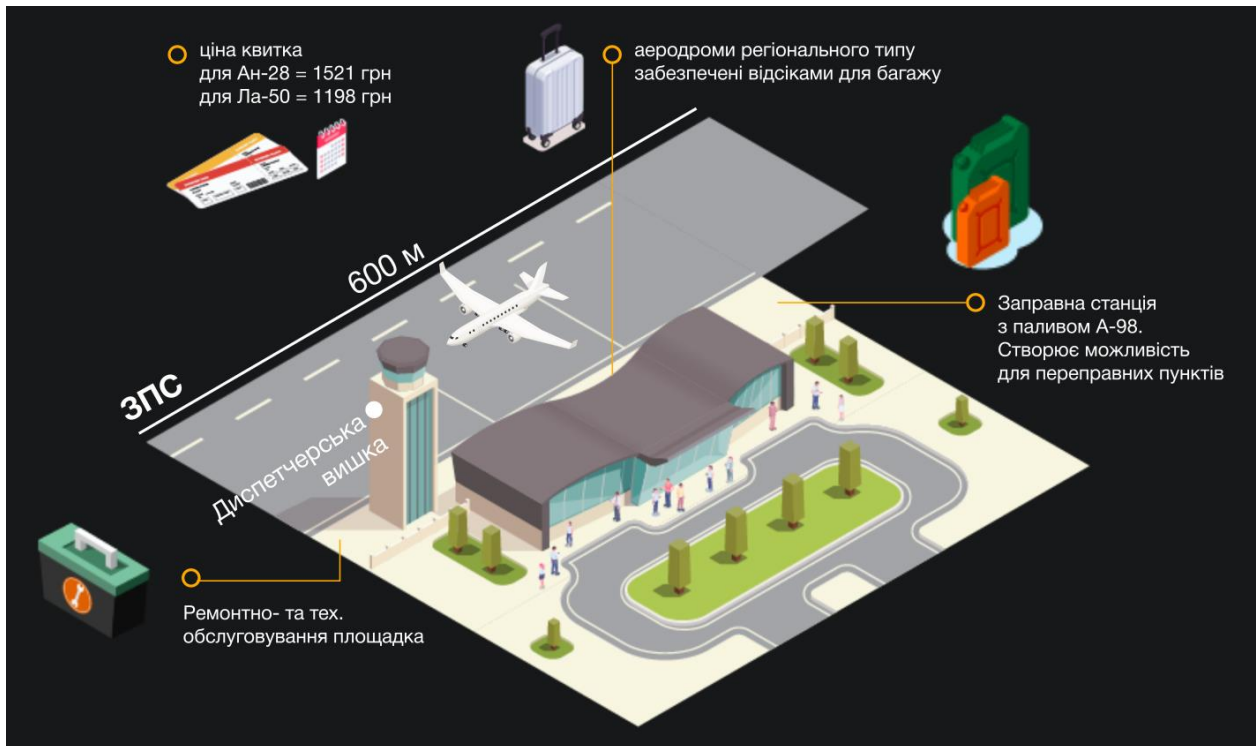
Так, для комплексу з використанням припустимих аналогів літальних апаратів потрібна смуга не менше 600 м, при можливому ґрунтовому або асфальтованому покритті площадки (Рис. 32).



*Рис. 32 - Зображення ЗПС та бази аеродрому*

Також, наявна диспетчерська вишка, котра може бути безпосередньо встановлена й на останньому поверсі, так званому “відкритому” самої бази аеродрому. Наявні аеродроми здійснюють задані умови безпеки та зльоту-посадки.

Враховані в попередніх розділах суми на квиток, особливості палива, та ремонтно-обслуговуюча площадка для літаків - є необхідними умовами для правильної та налагодженої роботи комплексу, що було враховано в середню



суму квитка на такі перельоти (Рис. 33).

*Рис. 33 - Схема роботи аеродрому локального типу*

Люди, що залучені в процес розрахунків - це 2 пілоти, з регулярною оплатою праці для Ан-28, та 1 пілот для Ла-50; також включається сюди й обслуговування аеродрому, та стеження за полосою (див. Таблиця 7). Такі робітники отримують оплату за присутність, та виконання заданої роботи - 7000 грн/міс. Оплата праці пілотів рахувалась за стандартами згідно ринку.

Наявність вищевказаної диспетчерської вишки - не є настільки принциповою для малопотокових аеродромів базового типу, де потрібна тільки одна людина-робітник.

Запаси паливних баків повинні мати змогу забезпечити повний політ

для одного літака Ан-28 в 2 дні, тобто з таблиці 6 - бути спроможними забезпечити 910 літрів бензину А-98 або Е-95 на аеродромі. Ціна квитка для однієї людини на наведеному в прикладі маршруті Київ - Кам'янець-Подільський складає 1521 грн; для Ла-50, який є 5-місним - 1198 грн. Ця ціна визначена як придатна для входження на ринок.

## **ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ**

Виходячи, з наведених таблиць, візуалізаційних схем, мап, та розрахунків було проведено повну візуалізацію роботи такої комплексної мережі локальних авіаперевезень. Крім, того описано дану схему за наведеними доступними прикладами, з порівняльною характеристикою. Визначені особливості даного проєкту виконують умови його доцільності, та є комфортнішим, швидшим способом транспортування. Для наглядного прикладу за посиланням було розроблено анімаційне відео такої роботи. Даний розділ є прикладом розвитку державної політики децентралізації. Від місць залежатиме справність, та придатність для включення наступних аеродромів в мережу. А це підходить під умову актуальності таких розрахунків.

## РОЗДІЛ 6. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ

Стартап як форма малого ризикованого підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (з появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), та вважається однією з наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

### 6.1. Опис ідеї проекту

Таблиця 8

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення структури регіональних авіаперевезень	1. Розвиток системи авіаперевезень 2. Транспортування 3. Туризм	1. Комфортність 2. Швидкість пересування

### 2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик, ідеї проекту

Таблиця 9

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Наявність аеродромів базового типу та використання їх разом з розробленою конструкцією найбільш вигідного літака	-	Придатність для використання всіх наявних аеродромів	Вибір найбільш оптимального аналога	Вперше розроблена структура для локальних авіаперевезень та здійснені її розрахунки з врахуванням техніко-

					економічних особливостей
--	--	--	--	--	--------------------------

## 6.2. Технологічний аудит ідеї проєкту

Таблиця 10

№	Ідея проєкту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
		Технологія 1 (технологія виготовлення товару, надання послуги)	Чи вони наявні, або ж необхідно їх розробити/доробити?	Чи вони доступні авторам проєкту?
		Структура мережі авіаперевезень	Потрібно доробити	Так
		Літак для авіаперевезень	Потрібно зробити, або ж інвестувати в закупівлю	Ні

## 3. Характеристика потенційних клієнтів стартап- проєкту

Таблиця 11

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Авіаперевезення пасажирів	Туристи, люди, що працюють або живуть в інших населених	Ціна квитка; комфорт та швидкість переміщення;	Структуризовані маршрутні лінії, та дані про ціни

		пунктах	Значення маршрутів	
--	--	---------	--------------------	--

### 6.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту

Таблиця 12

Попередня характеристика потенційного ринку стартап- проєкту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	7000\$
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Складна сертифікація експлуатації аеродромів та використання легких літаків
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	8%

Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку) порівнюється з банківським відсотком на вкладення. За умови, що останній є вищим, можливо, має сенс вкласти кошти в інший проєкт.

Таблиця 13

Характеристика потенційних клієнтів стартап- проєкту

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Комфортний	Фізичні особи,	Ціна квитка	Комфортність,



швидкий комерційний переліт	що користуються транспортом міжміським		швидкість пересування
-----------------------------------	--	--	--------------------------

Таблиця 14

### Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Державний апарат	Створення несприятливих умов для використання даної мережі	Децентралізація мережі
2	Малий попит на дані маршрути перевезення	Непопулярність маршрутів через тиск з боку наземних транспортних компаній	Рекламатизація

Таблиця 15

### Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Унікальність локальних авіаперевезень	Потреба в розвитку міжміської та сільської транспортної інфраструктури
2	Сприятлива ціна	Ймовірнісна ціна є актуальною та платоспроможною для пасажирів
3	Кількість пасажирів	Кількість пасажирів дорівнює кількості пасажирів, які щоденно користуються наземним транспортом

4	Відстані сполучення	Дає можливість не витратити кошти держбюджету на розвиток доріг, а покриває ділянки навіть бездоріжжя
5	Модернізація аеродромів	Привертає увагу інвесторів до проблеми модернізації аеродромів, котрих на території України багато, але не всі у справному стані

Таблиця 16

### Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «назва проекту»

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1- 20	Рейтинг товарів- конкурентів у порівнянні					
			-3	-2	-1	0	1	2
1	Унікальність локальних авіаперевезень	20	-3					
2	Сприятлива ціна	17	1					
3	Кількість пасажирів	15	2					
4	Відстані сполучення	20	3					
5	Модернізація аеродромів	17	-2					

#### 6.3.1. SWOT-аналіз

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін. Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при

виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

*Таблиця 17*

**SWOT- аналіз стартап- проекту**

Сильні сторони: Комфортність та швидкість перевезення Унікальність локальних авіаперевезень, Сприятлива ціна, Кількість пасажирів, Відстані сполучення	Слабкі сторони: Модернізація аеродромів
Можливості: Створити мережу локальних авіаперевезень	Загрози: Тиск з боку наземного транспорту та побудованих корупційних схем

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

*Таблиця 18*

**Альтернативи ринкового впровадження стартап- проекту**

№	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1		Спонсори	1-2
2		Ресурси(сайти для стартапів)	1

#### 6.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 19

##### Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Пасажири	Через надмірне використання наземного транспорту є впевненість у використанні й такого	50%	Добра	Цінова категорія
2	Компанії	Компанії, які зацікавлені у експлуатації вітчизняних літаків	17%	Достатня	

Таблиця 20

##### Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1		Реклама+ кваліфікований маркетинг		Стратегія диференціації

Результатом виконання підрозділу має стати узгоджена система рішень щодо ринкової поведінки стартап-компанії, яка визначатиме напрями роботи стартап-компанії на ринку.

Таблиця 21

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Проблемний стан доріг	Швидкий та доступний переліг на далекі відстані	Немає потреби в побудові нових ділянок асфальтованих доріг
2		Пасажиропотік	
3		Комфортність	
4		Пасажиромісткість	

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від копіювання. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів

Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 22

## Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	2000 - 3000 грн	300-1500 грн	5000-... грн	Від 1200 грн До 2000 грн

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення:

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 23

## Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної Поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1				Оптимальна система включає в себе не менше 15 польотів в місяць

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів.

Таблиця 24

## Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки	Канали комунікацій, якими	Ключові позиції, обрані для	Завдання рекламного	Концепція рекламного

	цільових клієнтів	користуються цільові клієнти	позиціонування	повідомлення	звернення
--	-------------------	---------------------------------	----------------	--------------	-----------

Результатом пункту 5 має стати ринкова (маркетингова) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

## **ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ**

За проведеними дослідженнями можна зробити висновок що комплексна система локальних авіап перевезень впевнено може свою нішу серед споживачів. Мережа надає комфорт, швидкість та порівняно не високу цінову категоризацію відносно конкурентів, що має всі шанси на реалізацію. Однак, є небезпека тиску та інших методів конкурентності серед транспортних систем країни. Орієнтація на середнього пасажира, сім'ї, групи людей зацікавлених як зі сторони внутрішнього туризму, так і для регулярних перевезень. Витрати включатимуть в себе наймання працівника на аеродромі та оплата праці пілотів. Аналоги таких комплексів в інших країнах показав його бізнес перспективність, особливо в країні де не зовсім розвинене дорожньо-транспортне сполучення на поданих маршрутах.



## ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті було досліджено та описано унікальну структуру комплексу локальних авіап перевезень, котра з проаналізованих результатів розрахунків свідчить про придатність для подальшого використання такої системи. Спираючись на аналоги таких децентралізованих мереж авіап перевезень у Канаді - в умови працездатності такої мережі входять як і географічні, так і економічні особливості.

При існуючій проблемі з використанням та комфортним експлуатуванням дорожньо-асфальтованих з'єднань між містами та селами України, було взято до уваги стан та потенціал "забутих" аеродромів, котрі дозволяють побудувати комплексну мережу авіап перевезень. Вона включатиме особливості розташування аеродромів локального та базового типу. При існуючих технічно-експлуатаційних документаціях окремих злітно-посадкових полос та їх можливостях - розглядались різні варіанти аналогів літаків. Розрахунки показали про придатність та вигідність використання обраних аналогів. Розроблена конструкція літака для використання в комплексі тільки сприяє оптимізації і пришвидшенні розвитку такої структури. Аналіз розрахунків вказав на критерії вибору таких літальних апаратів включаючи відстані між точками сполучень.

Важливо, що фізична особа-клієнт також був залучений в розрахунок вже іншого - цінового сектору даного проєкту. Це дало можливість, зробити висновки про комфортність, швидкість та придатну для використання ціну одного квитка, що можна ідентифікувати як унікальний стартап-проєкт. При подальшому дослідженні враховувались загрози, фактори та особливості цього стартапу, що показало особливості на котрі треба звернути увагу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авиация и Время 2019-03. Антон Довбуш, Ростислав Мараев, Олег Черников. Ан-28: один самолет, две родины
2. Крылья Родины 1981-10. Олег Богданов. Воздушный вездеход
3. Моделист-конструктор 1980-01. О.Лагутин О. Ан-28 - самолет КВП
4. Мапа аеродромів України : веб-сайт. URL: <http://https://airfields.in.ua/> (дата звернення: 12.10.2020)
5. L+K 1980-22. Vaclav Nemecek.
6. Alaska Department of TRANSPORTATION and PUBLIC FACILITIES: веб-сайт. URL: <http://dot.alaska.gov/airport-portal.shtml/> (дата звернення: 09.10.2020)
7. Canadian Airports Council 600-116 Lisgar Street Ottawa, Ontario K2P 0C2 CAC-Canadas\_National\_Airports\_A\_Primer\_FINAL\_EN.pdf
8. The Governance of Canadian Airports: Issues and Recommendations - Vol. 5, №. 1. P. 45-61.
9. Сертифікація Аеродроми України (30.09.2020): веб-сайт URL:<https://avia.gov.ua/aeroporti-2/sertifikatsia-aerodromiv/> (дата звернення: 20.10.2020)
10. ICAO API Data Service, The European AIS Database та US Federal Aviation Administration - №. 1. P. 5-16 Jackson, Paul (2003).
11. Jane's All The World's Aircraft 2003–2004. Coulsdon, UK: Jane's Information Group. ISBN 0-7106-2537-5.
12. Airport Distance Calculator – Research and Innovative Technology Administration (RITA) in U.S. Department of Transportation (дата звернення: 20.10.2020)
13. «Airport & Airway Trust Fund (AATF)». *faa.gov*. Retrieved April 17, 2019.

14. The Different Types of Airports in the US веб-сайт. URL:

<https://www.aircraftcompare.com/blog/types-of-airports/> (дата звернення:  
20.10.2020)