


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж
(повна назва циклової комісії)

Допустити до захисту
Голова випускової циклової комісії
комп'ютерних систем та мереж


(повна назва циклової комісії)

(підпис) Ірина КРАВЧУК
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
« 10 » 06 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)


ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОГО СТУПЕНЯ
ФАХОВИЙ МОЛОДШИЙ БАКАЛАВР

Тема: «Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з
урахуванням його центрування»

Група: 3-012 Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Здобувач освіти 
(підпис) Ярослав БУРЯК
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи 
(підпис) Володимир САРНИЦЬКИЙ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Консультант з оформлення
пояснювальної записки 
(підпис) Оксана ОСАДЧА
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Кривий Ріг 2025 р.

КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Відділення комп'ютерної та програмної інженерії
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова випускової циклової комісії
комп'ютерних систем та мереж

(повна назва циклової комісії)

Ірина КРАВЧУК

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 01 » 03 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Буряку Ярославу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з
урахуванням його центрування»

Керівник роботи Сарніцький Володимир Вікторович, викладач вищої категорії

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по коледжу від « 04 » 04 2025 року № 50-ст

2. Строк подання здобувачем освіти роботи з 10.03.25 по 10.06.25

3. Вихідні дані до роботи програма роботи мікропроцесорного пристрою

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Актуальність заявленої теми, приклади її технічного рішення, та розробка

принципів власного рішення даної проблеми. А саме: продемонструвати та

описати загальний принцип, або ідею рішення вказаної технічної проблеми,

розробити структурну та функціональну схему системи та програму роботи

мікропроцесорного пристрою

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація Microsoft PowerPoint

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання	16.03.2025	Виконано
2	Огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи	18.03.2025	Виконано
3	Проблема дотримування параметрів центрування літака при підготовці його до польоту	20.03.2025	Виконано
4	Приклади сучасних технологій розрахунку параметрів центрування літака при завантаженні	26.03.2025	Виконано
5	Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28	13.05.2025	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2025	Виконано
7	Попередній захист кваліфікаційної роботи	02.06.2025-06.06.2025	Виконано
8	Захист кваліфікаційної роботи		

Здобувач освіти


(підпис)

Ярослав БУРЯК

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

Володимир САРНИЦЬКИЙ

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)



Звіт подібності

метадані

Назва організації
Ukrainian national aviation university
 Заголовок
Диплом Буряка
 Автор Науковий керівник / Експерт
БурякаСарніцький В.В
 підрозділ
Криворізький Фаховий коледж

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



7004

Кількість слів

56805

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		2
Інтервали		0
Мікропробіли		22
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		39

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	Копія тексту
		КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	ПТтаКТ_2022_123_Мозговий 7/11/2024 Ukrainian national aviation university (Ukrainian national aviation university)	140 2.00 %
2	Диплом Карнаука 5/26/2025 Ukrainian national aviation university (Криворізький Фаховий коледж)	127 1.81 %

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування» містить: 51 сторінку основного тексту, 30 рисунків, 1 таблицю, 16 використаних джерел, 1 додаток.

БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ, ЦЕНТРУВАННЯ, САХ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Мета роботи: застосувати сучасні технології для програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування.

Актуальність роботи: розробка принципу дотримання параметрів центрування літака Ан-28 к процесі продажу на нього квитків за пасажирськими місцями. Реалізація цих принципів дозволить спростити процес підготовки літака до польоту як наземним службам так і екіпажу у частковому випадку і тим самим підвищити безпеку польотів загалом.

Об'єкт дослідження: процес продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування.

Предмет дослідження: центрування літака Ан-28 при завантаженні його та підготовці до польоту.

В результаті роботи над кваліфікаційною роботою розроблено програму процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування. Також розроблено міні-макет, що імітує та наглядно демонструє принцип роботи розробленої програми процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМА ДОТРИМАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРІВКИ ЛІТАКІВ У КОМЕРЦІЙНІЙ ТА ТРАНСПОРТНІЙ АВІАЦІЇ	8
1.1 Поняття параметру центрівки літака у авіації.....	8
1.2 Роль параметру центрівки літака в системі безпеки польотів	11
1.3 Характерні катастрофи пов'язані з помилками у центруванні літака	13
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРІВКИ	17
2.1 Технології концерну <i>AIRBUS</i> в області контролю центрування літака ...	17
2.2 Технології в області контролю центрування літака, що використовуються у вітчизняній цивільній авіації	20
2.3 Фахівець з нагляду та розрахунку центрування літаків	29
РОЗДІЛ 3 ЦИФРОВІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНІЙ АВІАЦІЇ	33
3.1 Цифрові та інформаційні технології в сучасній авіації	33
3.2 Інформаційні технології та безпека у комерційній авіації	39
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОДАЖУ КВИТКІВ НА ЛІТАК АН-28 З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ЦЕНТРІВКИ	42
4.1 Загальна ідея контролю процесу продажу квитків на літаки комерційної авіації з урахуванням їх центрування	48
4.2 Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування	48
4.3 Вартість реальної моделі проекту	49
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ЦЛ – центрівка літака

ЦМЛ – центр мас літака

ТО – технічне обслуговування

МК – мікроконтролер

ПЗ – програмне забезпечення

ЦП – цифровий пристрій

ЦТ – цифрові технології

ІТ – інформаційні технології

САХ – середня аеродинамічна хорда

ВСТУП

Авіаційна галузь знаходиться на порозі цифрової трансформації і передові інновації готові перевизначити наше сприйняття авіап перевезень. Серед цих інновацій підключення 5G виділяється як переломний момент, пропонуючи надшвидкі та надійні мережі зв'язку, які можуть підвищити експлуатаційну ефективність та якість обслуговування пасажирів.

Авіаційна галузь також активно використовує інформаційні технології для оптимізації своїх технологічних процесів та підвищення безпеки польотів. Одним з прикладів такого використання інформаційних технологій є використання блокчейну для створення децентралізованої платформи бронювання авіаквитків. Основна ідея полягає в тому, щоб прибрати посередників із процесу та пов'язати безпосередньо пасажирів та авіакомпанії через систему смарт-контрактів. Авіакомпанії зможуть знизити витрати та пропонувати нижчі ціни на авіаквитки. Зберігання даних у розподіленій блокчейн-мережі робить платформу менш вразливою до кібератак та злому. Компанія також співпрацює з *Air France-KLM* — найбільшою авіакомпанією Європи, зацікавленою у покращенні процесів бронювання та трекінгу багажу.

Метою даної роботи є огляд проблеми завантаження літаків комерційної авіації перед польотом з дотриманням параметрів їх центрування та пропонування і розробка власних технологій у цьому напрямку з використанням інформаційних технологій.

Предметом роботи є розробка програми продавання квитків на літак Ан-28 з дотриманням параметрів їх центрування.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМА КОНТРОЛЮ ТА ДОТРИМАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРУВАННЯ У КОМЕРЦІЙНІЙ ТА ТРАНСПОРТНІЙ АВІАЦІЇ

1.1 Поняття параметру центрівки літака у авіації

Для того, щоб розібратися з таким поняттям як центрівка літака необхідно визначити які фізичні сили та моменти діють на літак у польоті. Нижче приводиться схема дії таких сил і моментів на літак у поздовжній площині його руху (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Фізичні сили та їх моменти, що діють на літак у польоті

На рисунку 1.1 показані наступні фізичні сили, що діють на літак:

1. Сила тяжіння літака(маса літак);
2. Піднімальна сила;
3. Сила тяги двигунів;
4. Сила лобового опору руху літака.

Крапка (на САХ крила) програми збільшення повної аеродинамічної сили літака називається аеродинамічним фокусом (рисунок 1.2).

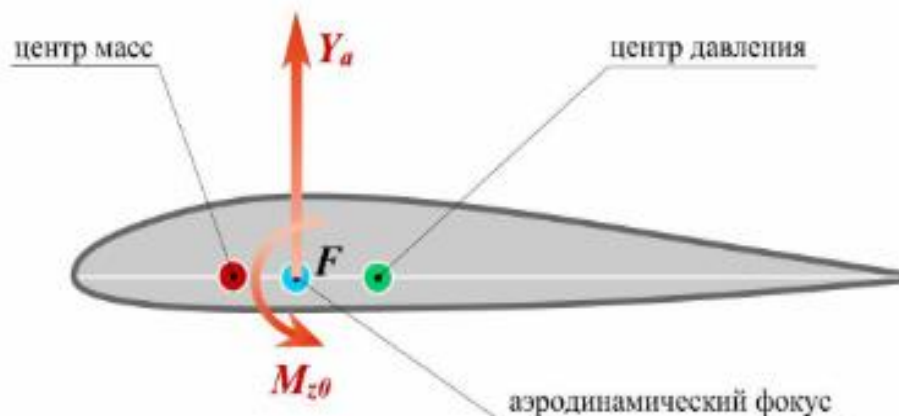


Рисунок 1.2 – До пояснення варіантів центрування літака

Якщо в польоті з якихось причин (зустрічний вітер, висхідний потік та ін) відбудеться збільшення кута атаки, то на крилі виникне приріст підйомної сили в точці фокусу, який поверне літак у вихідний прямолінійний політ без втручання пілота.

Про такий літак говорять, що він має поздовжню стійкість. Умовою поздовжньої стійкості є положення центру ваги (центру мас) (точки докладання сили ваги літака G) попереду точки фокусу.

При положенні центру ваги позаду фокусу – нестійкий літак. При збігу центру тяжкості та фокусу – нейтральна чи байдужа стійкість. Тому задне положення центру тяжіння обмежують (шляхом розподілу завантаження) і називають гранично заднім центруванням.

Є межа становища центру тяжкості, у якому літак буде дуже стійкий, але може вистачити ефективності кермів керувати літаком (керованість – поняття, що характеризує здатність літака належним чином реагувати на відхилення льотчиком кермів управління). Тому крайнє переднє положення центру тяжіння також обмежують і називають гранично переднім центруванням.

Таким чином, при гранично передніх центрування літак дуже стійкий, але погано управляється, а при гранично задніх центровках літак добре управляється, але не стійкий.

Діапазон експлуатаційних центрувань – це інтервал від гранично передніх до гранично задніх центрувань. Центр тяжкості літака повинен знаходитись у цьому діапазоні (рисунок 1.3).

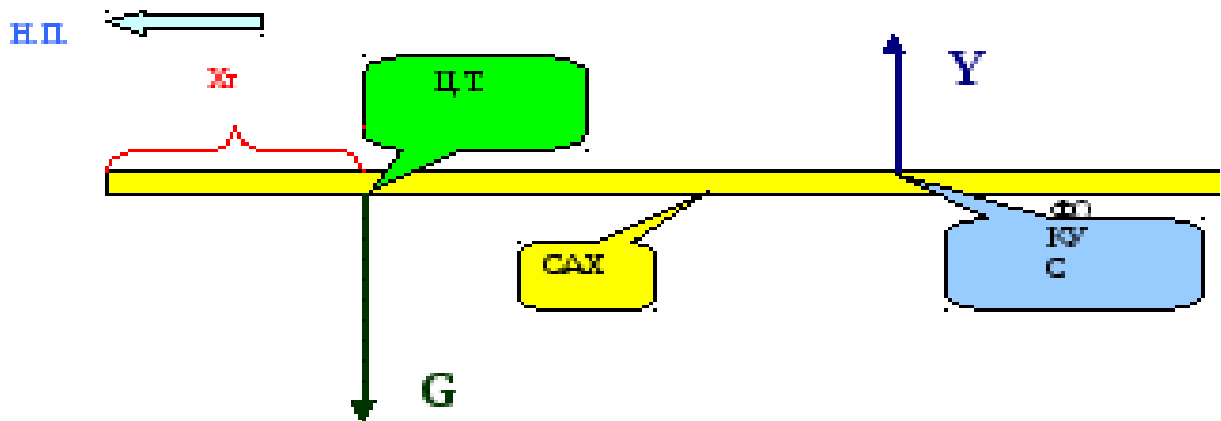


Рисунок 1.3 – До пояснення діапазону експлуатаційних центрувань літака

Центрівка X_T - це положення центру тяжкості літака щодо САХ (тобто відстань від передньої частини САХ до Ц.Т., виражене в % до всієї довжини САХ)(рис.1.4).

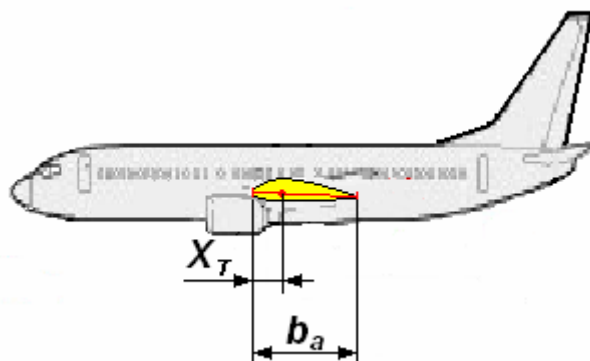


Рисунок 1.4 – До пояснення % САХ літака

Центрівка перекидання літака на хвіст - це нейтральне центрування, при якій центр тяжіння літака збігається з точкою, що визначає положення основних опор

на САХ. В цьому випадку можливе «перевалювання» літака щодо опор шасі та перекидання його на хвіст.

Центрівка літака розраховується перед польотом. Вона залежить від завантаження (екіпаж, пасажирів, багаж, вантаж, бортове харчування, змінне обладнання та ін.) та заправлення літака. Розрахунок виконується за центрувальними графіками з РЦЗ – посібники з центрування та завантаження літака (частина РЛЕ). Центрувальний графік або роздрук автоматичного розрахунку центрування є звітним документом. Виліт без них заборонено.

При зміні варіантів завантаження літака або зміні польотної ваги літака в результаті вироблення палива положення центру тяжіння, отже, змінюється і центрування літака. Переміщення пасажирів та вантажів усередині літака у польоті також позначається на положенні центру важкості. При розміщенні вантажів у носовій частині літака центрування стає більш передньою, і навпаки, розміщення вантажів у хвостовій частині зміщує центрування назад, тобто вона стає більш задньою.

Центрівка є дуже важливою характеристикою літака, пов'язаної з його балансуванням, стійкістю та керованістю. Тому пілот повинен точно знати дозволений діапазон центрувань літака для того, щоб не вийти за його межі.

У разі зміни розміщення вантажів, екіпажу тощо необхідно проводити розрахунок зміни центрування.

1.2 Роль параметру центрівки літака в системі безпеки польотів

Центрівка літака є надзвичайно важливим параметром у системі безпеки польотів. Коли ви сідаєте у автомобіль ви можете спостерігати як він просідає. Проте при цьому він не перекидається, бо він опирається на тверду поверхню землі. Але коли ви сідаєте у невеликий човен, то ви бачите що він не тільки просідає, а і нахиляється. І якщо ви всі сядете на один борт, то човен перекинеться. Так само і літак. Тому пасажирів у літаку необхідно розсадити

правильно. І саме тому, навіть за наявності величезної кількості вільних місць пасажири сидять у певних зонах.

Спеціалісти-працівники аеропорту, які займаються центруванням бортів, мають дані по рейсу - сам борт, паливо, вантаж, кількість пасажирів та інше. Виходячи з даних, фахівці розраховують вагу пасажирів, вантажу, палива по зонах на весь борт та розподіляють його рівномірно. Виходячи з цього, фахівець дає дані агентам на реєстрації про розсадку пасажирів у салоні (наприклад, на початку салону – не більше 6 осіб, у середині – не більше 12, у хвості – 20 – всього 38 пасажирів). Тому, на реєстрації, посадити пасажирів за його бажанням одного або на початку салону, не надається можливим - відбудеться порушення центрування.

Звичайно, як показує практика, не всі пасажири це розуміють і часто йдуть на конфлікт, мовляв, "від однієї людини нічого не зміниться". Але, якщо всі почнуть просити місця там, де хочуть, то дотримання центрування стане неможливим.

Через це бортпровідники при посадці запускають у літак першими пасажирів переднього салону, а при виході з літака просять першими виходити пасажирів заднього салону. Недотримання їх вимог приводить до інцидентів ще на землі, не кажучи вже про сам політ (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Інциденти з порушенням центрування літака

Вага літака складається з ваги порожнього літака (планер, двигуни, незнімне обладнання), ваги палива, пасажирів, вантажів, екіпажу тощо. буд. Якщо знайти рівнодіючу силу ваги всіх частин літака, вона пройде через деяку точку всередині літака, звану центром тяжкості.

При зміні кількості пасажирів і вантажу, або при зміні польотної ваги літака внаслідок вигорання палива, змінюється положення центру тяжіння, отже, змінюється центрування літака.

Саме тому для одного і того ж борту, наприклад, середньої місткості Боїнга 737, що летить в один і той же напрямок, навіть з однаковою кількістю пасажирів, центрування може бути абсолютно різним - наприклад, в першому може бути закладений додатковий вантаж у вигляді пошти, в результаті чого навантаження на передній відсік зростатиме, відповідно, пасажирів (при неповному завантаженні).

1.3 Характерні катастрофи зв'язані з помилками у визначенні

центрування літака

Незважаючи на постійну увагу всіх перерахованих мною вище авіаційних служб до проблеми дотримання параметрів центрування літака, як показує практика ця проблема не зменшує своєї актуальності нагадуючи про себе з регулярною періодичністю. Але те що показано на цьому слайді відноситься лише до авіаційних інцидентів на землі з не надто тяжкими наслідками. Набагато страшнішими є наслідки порушення параметрів центрування літака при його русі та у польоті. На жаль катастрофи з цієї причини також час від часу нагадують про себе. Таких можна привести не мало.

Я приведу всього дві, на мій погляд найбільш показових та найгучніших.

7 вересня 2001 року літак Як-42 виконував чартерний рейс з аеропорту міста Ярославль(російська федерація) до міста Мінськ. Літак авіакомпанії «Як сервіс» мав перевезти хокейну команду «Локомотив» (Ярославль), яка летіла до Мінська для старту сезону КХЛ 2011—2012 років матчем із «Динамо» (Мінськ). На зльоті літак пробіг всю злітну смугу і зміг відірватися лише в кінці кінцевої смуги безпеки. Вже відірвавшись від землі літак зачепив антену радіомаяка, впав на березі річки Туношонка за 2,5 км від аеропорту, в результаті чого розвалився на частини та загорівся (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Інциденти з порушенням центрування літака

У той же час, екіпаж літака, що розбився, в Росавіації називають досить досвідченим. Командир літака, що розбився, Андрій Соломенцев, помилково якого, як стверджують джерела, могла статися катастрофа, мав наліт 6900 годин, з яких 1600 — на Як-42. Другий пілот Ігор Жевелов літав на Як-42 400 годин, але загальний наліт у нього вищий за командира — 13 тисяч годин.

За словами льотчика-випробувача Олександра Акименкова, який літав на Як-42, обставини катастрофи вказують на те, що перевантаження могло бути в носовій частині літака.

Літак довго розганявся злітно-посадковою смугою, проїхав ще 400 метрів після неї і тільки тоді зміг злетіти(рис.1.7). Як зазначали раніше експерти, це говорить про те, що машина з якоїсь причини не могла підняти носа. Акименков зазначає, що кут нахилу стабілізатора в положенні "кабрування" був більшим за звичайний.



Рисунок 1.7 – Схема розгону Як-42

В інтерв'ю «Російській службі новин» льотчик Олексій Островський, який раніше літав на Як-42, що розбився, другим пілотом, сказав, що у літака було «переднє центрування». «Через це він завжди дуже неохоче відривав передню «ногу», – пояснив пілот.

«Стабілізатор, який парирує відхилення в центруванні, був виставлений на межі. Пілоти, мабуть, знали, що це потрібно при такому розподілі ваги літака, - говорить Акименков. - Хоча я не бачу об'єктивних причин, чому у літака має бути "переднє центрування". VIP-салон, звичайно, знаходиться попереду, але крісла пілоти літали не вперше».

«Центрівка - це дійсно вирішальний фактор, - заявив президент фонду «Партнер цивільної авіації» Олег Смирнов.

У випадку з Як-42, при гранично передньому центруванні літак не зможе відірвати ніс від землі. Комісія має визначити центрування літака та зрозуміти, як у момент катастрофи сиділи пасажери. Втім, у цьому випадку їх було небагато і, швидше за все, вони були розподілені по всьому салону: всього у літаку 120 місць, із них 75 ВІП. А ось як вантажили багаж – у передній чи задній багажники – поки що неясно. Проте я не знаю, як це могло вплинути. Які у хокеїстів речі? Тільки обладунки.

Що могло настільки сильно перерозподілити вагу в носову частину, при тому, що Як-42 був заповнений тільки наполовину і, як кажуть у МАК, «злітна маса літака була менш допустимою для зльоту», не можуть припустити й інші експерти.

Але мабуть найгучнішою з таких є катастрофа відомчого літака Тихоокеанського флоту Радянського Союзу Ту-104 7 лютого 1981 року(рис.1.8). Тоді через відомчу приналежність літака, його завантаження було виконано непрофесійно і через порушення центрування літак розбився на злеті на очах у багатьох провожаючих. Ця катастрофа ще примітна тим, що у ній загинуло все командування Тихоокеанського флоту: тринадцять адміралів, три генерали, 11 капітанів першого рангу, один полковник, шість старших, дев'ять молодших офіцерів, шість цивільних осіб і весь екіпаж.

Цікаво примітити, що за всю другу світову війну Радянський Союз втратив загиблими лише чотирьох адміралів, а тут за один день відразу тринадцять. Я наводжу ці подробиці щоб підкреслити і наголосити на важливості проблеми.



Рисунок 1.8 – Катастрофа Ту-104

РОЗДІЛ 2

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРІВКИ ЛІТАКІВ

3.1 Технології концерну *AIRBUS* в області контролю центрування літака


Розглянемо про таку цікаву тему як центрування та завантаження літака *Airbus A-320* та його родичів (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Популярний європейський бренд

Центрувальні дані, що надаються екіпажу, перед вильотом, видаються у формі автоматичного розрахунку, на основі отриманих з бази даних відомостей і кількості палива і пасажирів, вантажу, тощо.

Приблизно у такому вигляді як на рисунку 2.2.



LOAD and TRIM SHEET

A320-211
VPBQY, VPBQZ
VERSION : 12 C-143 Y

DRY OPERATING WEIGHT CONDITIONS	
WEIGHT (kg)	H-arm (m)
$I = \frac{(H\text{-arm} - 18.8500) \times W}{1000} + 50$	
DRY OPERATING WEIGHT INDEX	

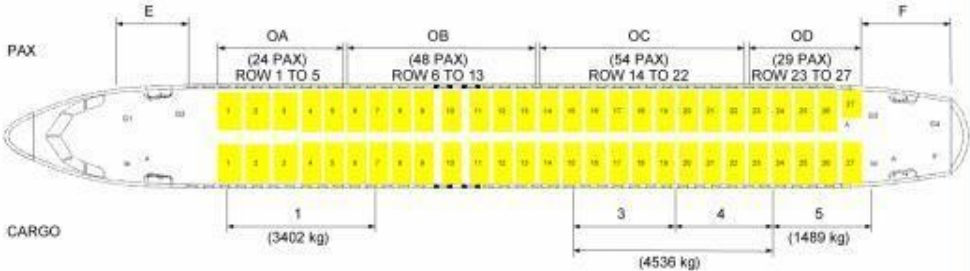
AIRCRAFT REGISTER :

DATE :	PREPARED BY :
FLT Nbr :	CAPT. SIGNATURE :
FROM :	TO :

DRY OPERATING WEIGHT	
WEIGHT DEVIATION (PANTRY)	±
CORRECTED DRY OPERATING WEIGHT	=
CARGO	+
PASSENGERS	□□□□ x □□□□ = +
ZERO FUEL WEIGHT	=
TOTAL FUEL ONBOARD	+
TAKEOFF WEIGHT	=

ZONES	E	F	G	H
WEIGHT DEVIATION (kg)				

INDEX CORRECTION ZONES



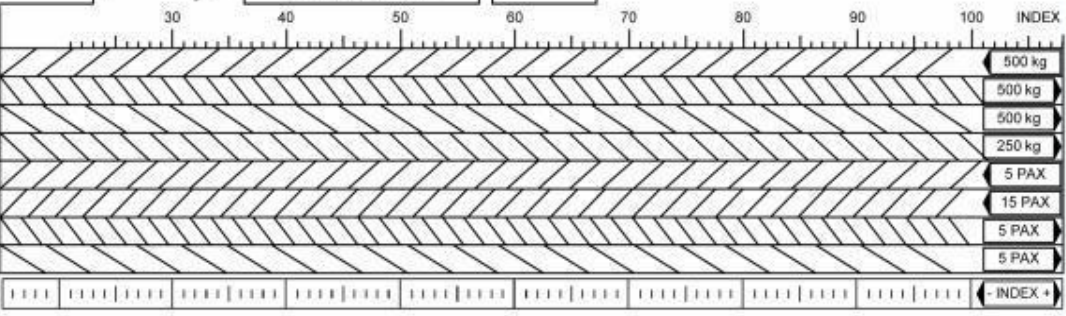
BASIC INDEX CORRECTION				
DRY OPERAT. WEIGHT DEVIATION	ZONES			
	E	F	G	H
+100 kg	-1.16	+1.37		
-100 kg	+1.16	-1.37		

CORRECTED INDEX

ZONES	Nbr	WEIGHT(kg)	INDEX
CARGO 1			500 kg
CARGO 3			500 kg
CARGO 4			500 kg
CARGO 5			250 kg
CABIN OA			5 PAX
CABIN OB			15 PAX
CABIN OC			5 PAX
CABIN OD			5 PAX

FUEL INDEX

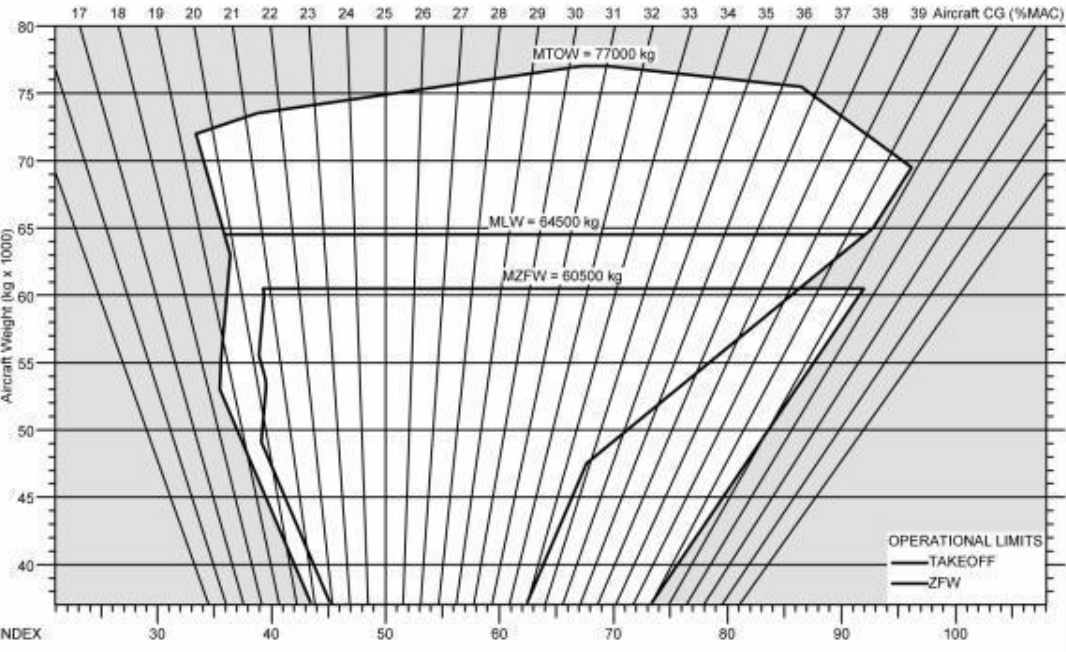
SEE TABLE OVERLEAF



NOTES

VALID FOR MSN 140 & 157.

WEIGHT (kg)	DENSITY (kg/l)
0	0
2000	-2
2882	-3
2900	+2
3000	+2
3500	+1
4000	+1
4500	+0
5000	+0
5500	+1
6000	-1
6500	-2
7000	-2
7500	-2
8000	-3
8500	-3
9000	-3
9500	-3
10000	-3
10500	-3
11000	-3
11500	-3
12000	-3
12500	-3
13000	-3
13500	-3
14000	-3
14500	-3
15000	-5
15500	-6
16000	-7
16500	-8
17000	-8
17500	-9
18000	-10
18500	-11
19000	-11
FULL	-11



TAKEOFF

CG % MAC

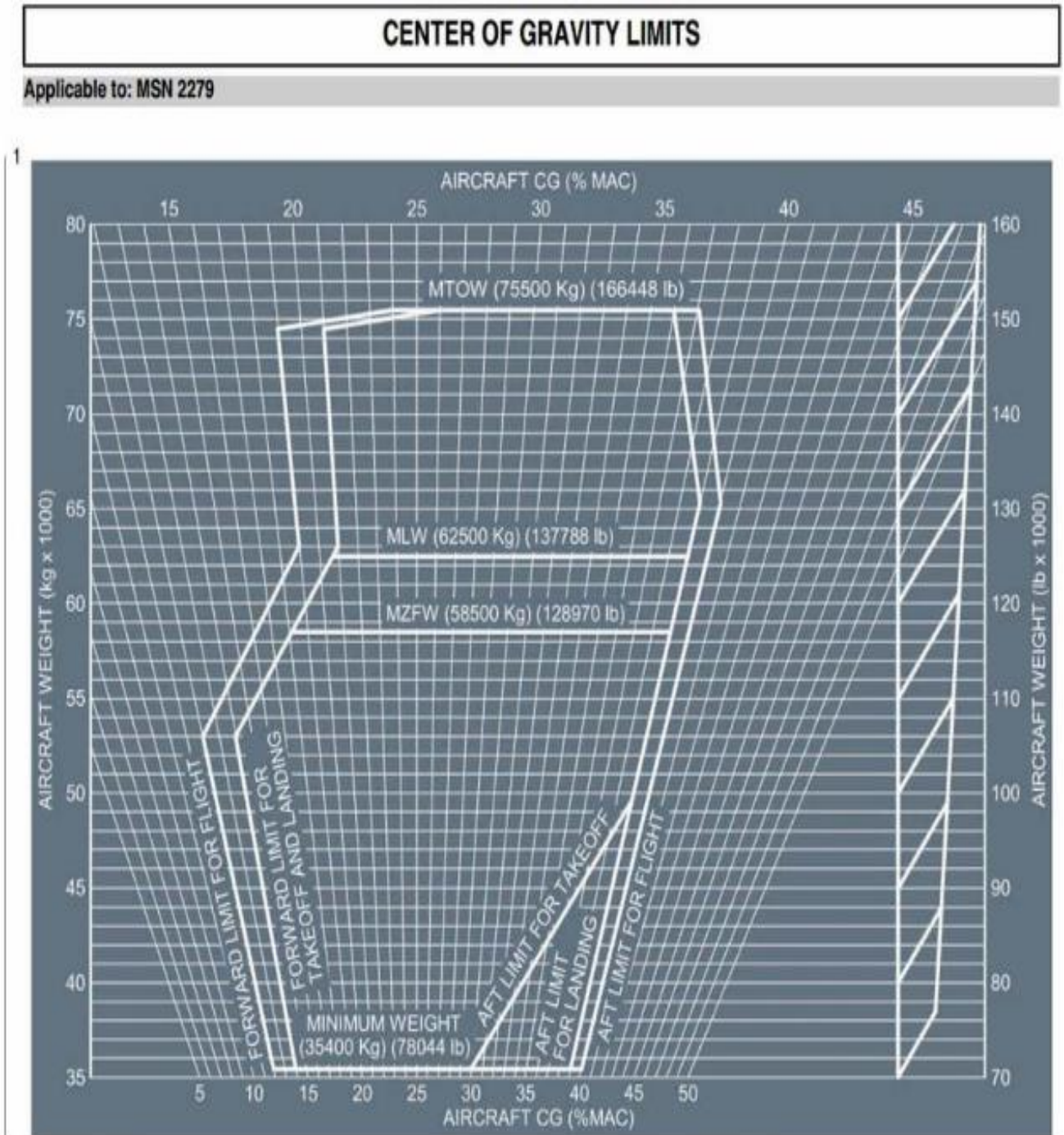
ZFW CDU INPUT

CAUTION : WHEN THE T.O. CG IS LOWER THAN 27% MAC THE BASIC PERFORMANCE MUST BE CORRECTED

- T.O : Make CG correction or use appropriate RTOW chart.
- LDG : Make CG correction on LDG speed and distance.

Рисунок 2.2 – Центрувальні дані, що надаються екіпажу, перед вильотом

Послідовно заповнюючи всі поля, починаючи з лівого верхнього, і далі вниз, попутно роблячи прості арифметичні дії, льотчик "заганяє колодязь" у правій нижній частині, попутно звіряючись із граничними значеннями з *FCOM*, щоб не вийти за обмеження (рисунок 2.3).



- CG limits are given in percentage of the reference chord length aft of the leading edge.
- The reference chord length is 4.193 m (13.76 ft). It is 14.71 m (48.26 ft) aft of the aircraft nose.
- The CG must always be within these limits, regardless of fuel load.

Рисунок 2.3 – Розрахунок центрування

2.2 Технології в області контролю центрування літака, що використовуються у вітчизняній цивільній авіації

Весь сенс при реєстрації пасажирів та багажу, контролювати центрування літака та розподілити багаж, вантаж та пошту багажниками літака. Щоб САХ літака не була надто передньою або надто задньою.

Центрівка повітряного судна (*Center of Gravity*) - положення центру тяжкості, яке вимірюється у відсотках довжини середньої аеродинамічної хорди - САХ. Кожен літак має свій граничний передній і задній центр тяжіння, коли літак вже не зможе компенсувати момент центру тяжіння кермом висоти. Або не може підняти ніс, або завалюється на хвіст. Розжував як зміг;)

Реєстрація пасажирів та багажу. Все виробляється у програмі «Астра». (Все залежить від авіакомпанії, бувають різні програми. Розглядаю на конкретному прикладі, суть у всіх одна) (рисунок 2.4).

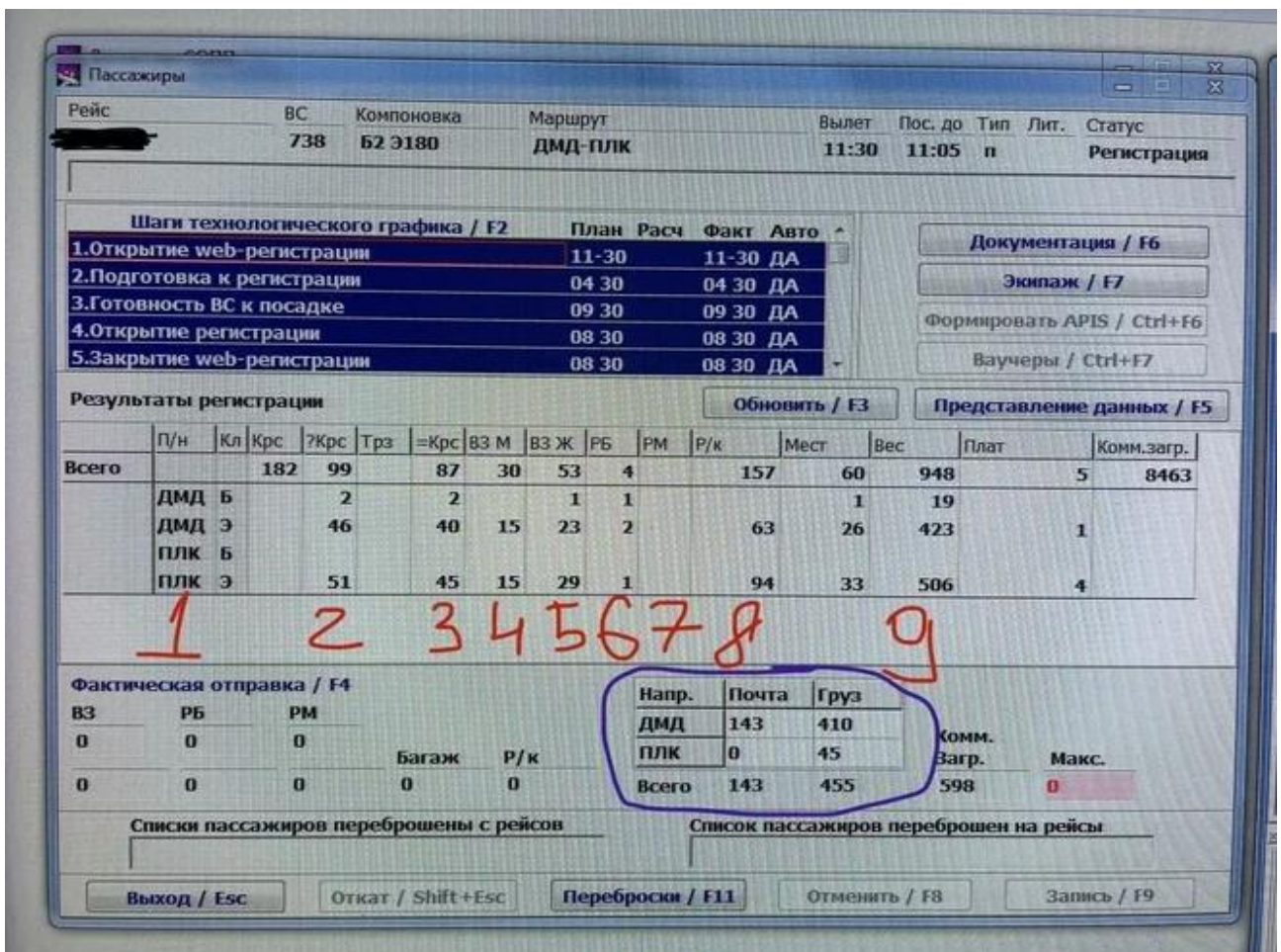


Рисунок 2.4 – Програма «Астра»

Під цифрами: 1 – пункт призначення пасажирів; 2 – кількість проданих квитків на даний рейс; 3 – кількість зареєстрованих пасажирів; 4 – скільки з них чоловіків; 5 – жінок; 6 – дітей від 2 до 12 років; 7 – дітей до 2 років; 8 – ручна поклажа пасажирів; 9 – багаж у кілограмах. Синім обвів вагу вантажу та пошти, куди він летить(рис.2.5).

Всі ці дані нам потрібні, щоб внести їх до центру WB-гарантія.

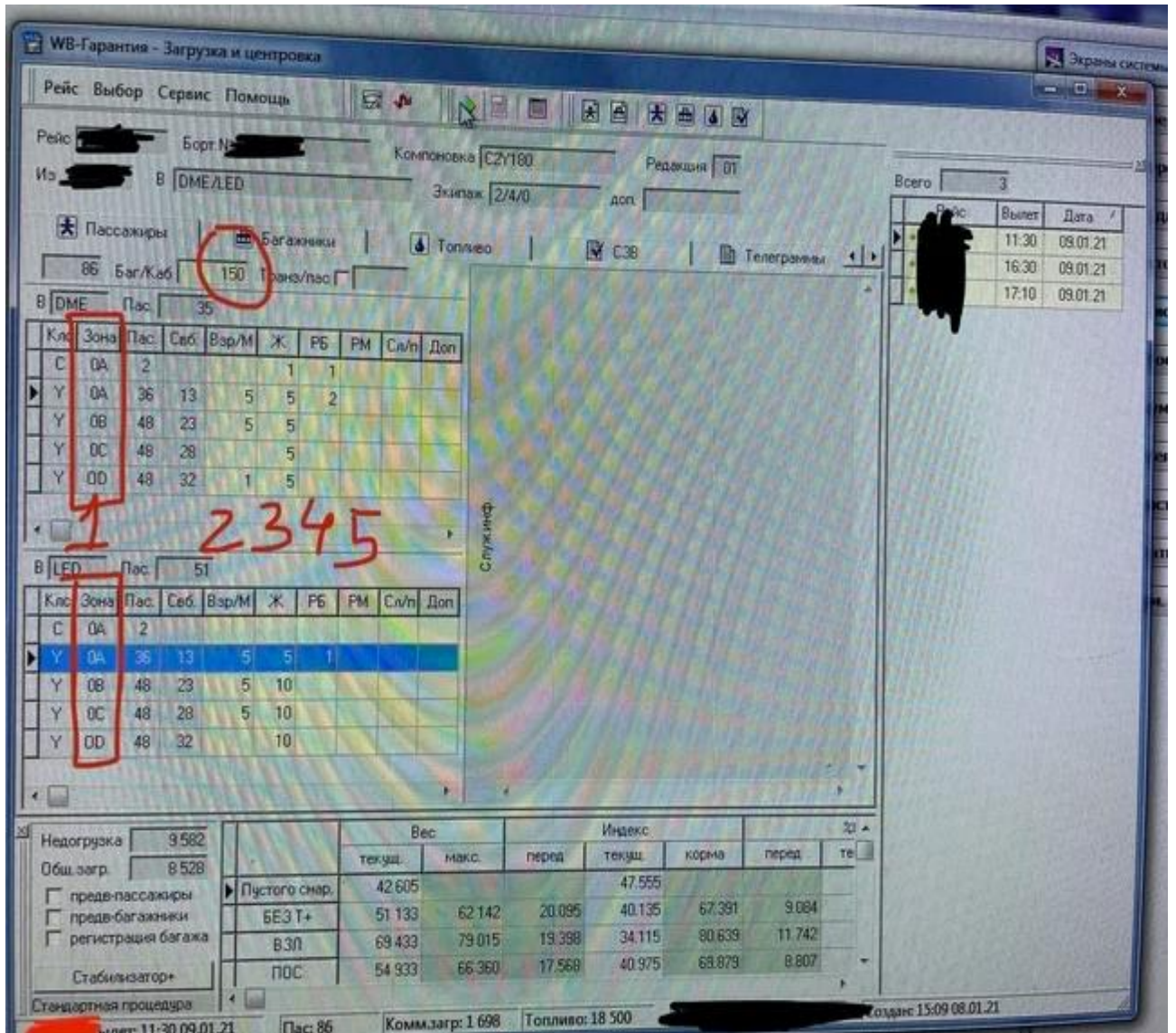


Рисунок 2.5 – Скрін-шот програми

У червоному кружку вказуємо загальну кількість ручної поклажі. Під цифрою 1 зони, де сидять пасажирів. Цифри 2-5 потрібні, щоб вказати кількість чоловіків, жінок та дітей у цих зонах. Їхню кількість ми дивимося на попередньому фото (рисунку 2.6).

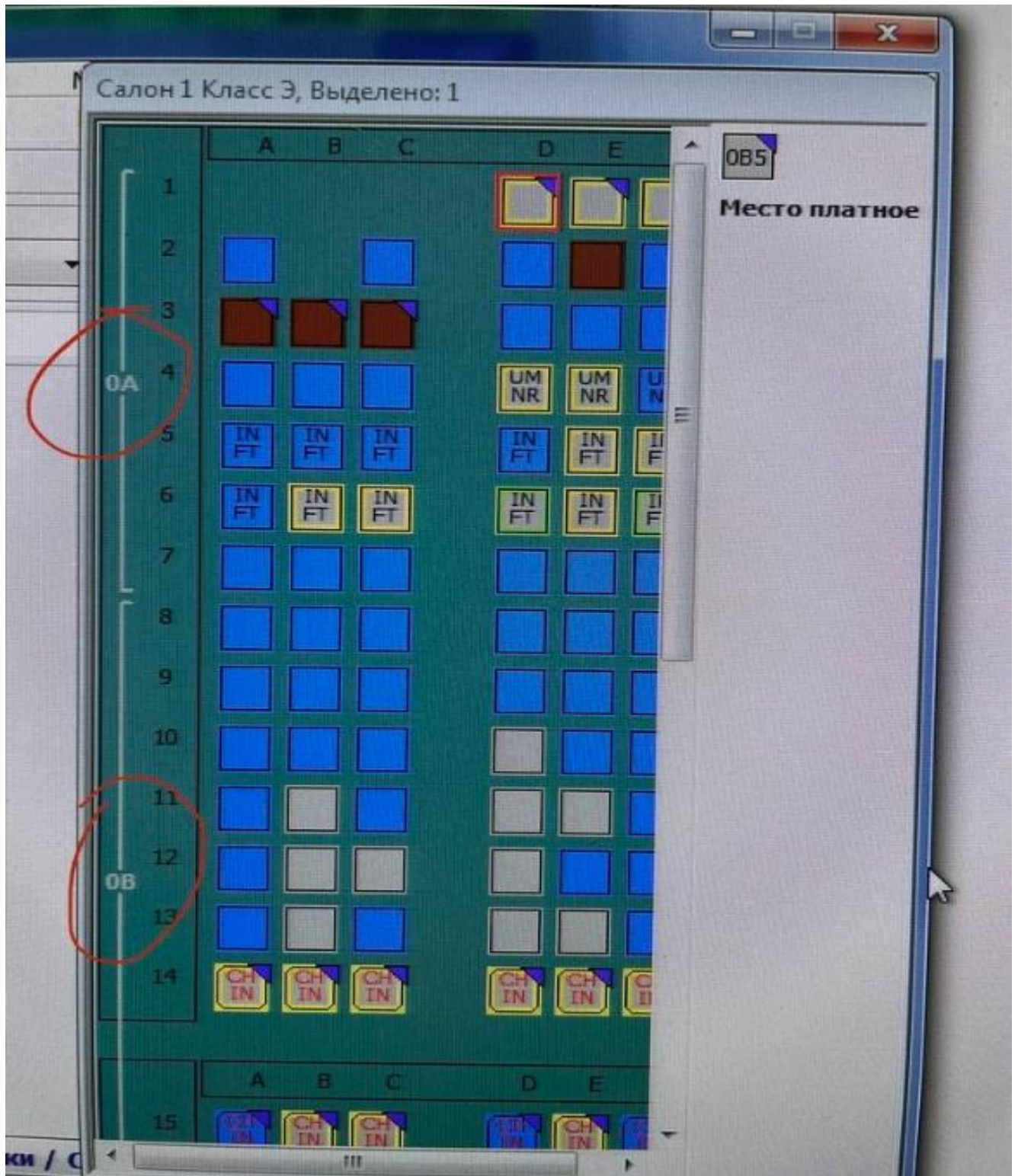


Рисунок 2.6 – Занесення даних

Приблизно розкидаємо зонами пасажирів. Програма вже вважає центрування. Вона вже розуміє, що на ніс тисне, припустимо, 20 пасажирів та 1400 кг (зона 0A). Залежно від їхнього віку враховується вага (на початку посту вказав їх). Вони створюють переднє центрування (рисунок 2.7).

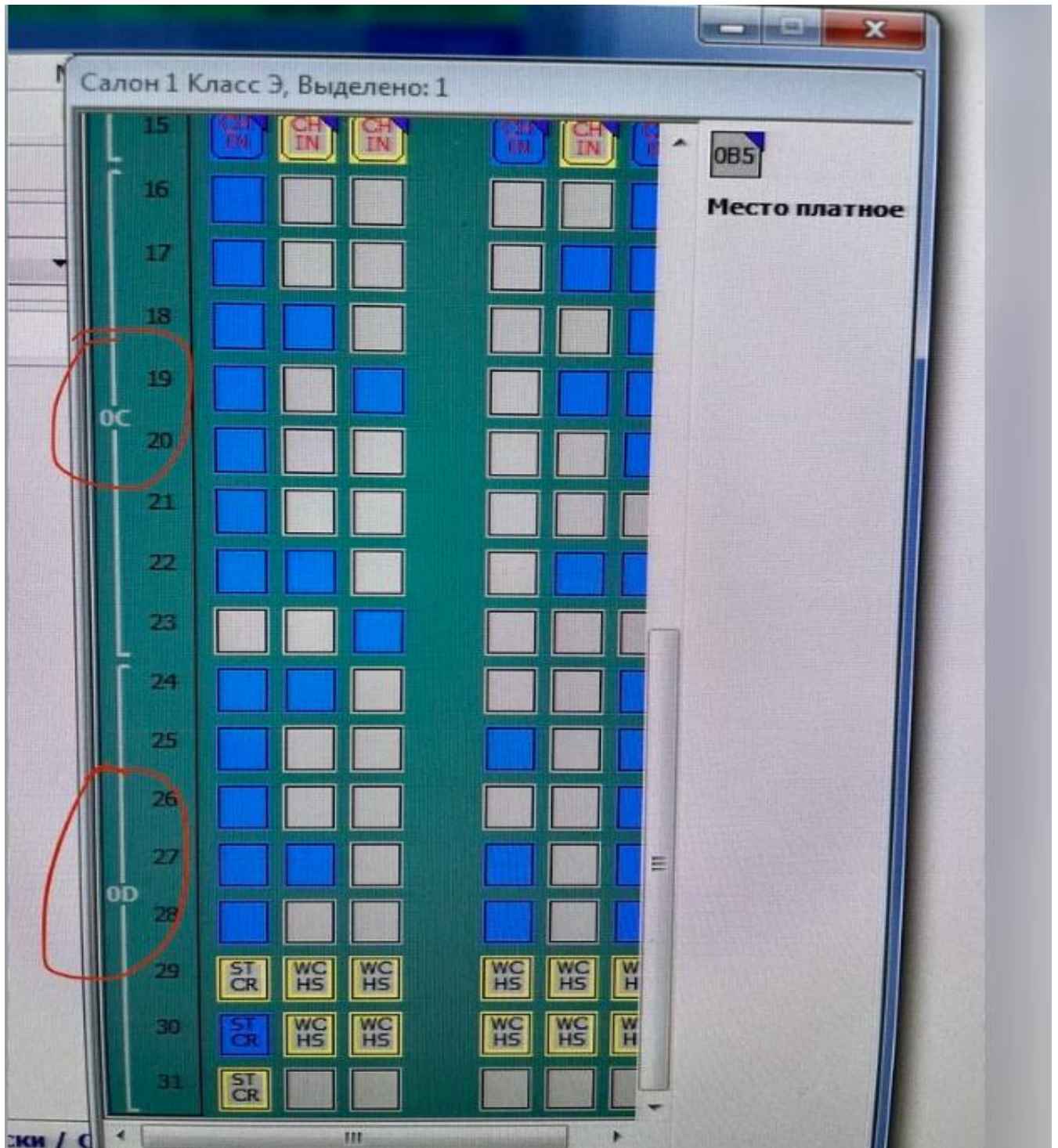


Рисунок 2.7 – Створення переднього центрування

У зоні OB , допустимо сидить 15 чоловік і вони теж створюють переднє центрування, але не так сильно, як зона OA , тому що вони сидять майже біля центру тяжіння. Так само і впливають на заднє центрування пасажери зон OC і OD , на протигагу зонам OA і OB . (Згадуємо як працює момент сили важеля)

Далі йде багаж, вантаж, пошта. На рисунку 2.8 пункт 9 та те, що обвів синім.

	Вес		Индекс			
	текущ.	макс.	перед	текущ.	корма	перед
Пустого снар.	42 605			47 555		
БЕЗ Т+	51 133	62 142	20 055	40 135	67 391	9 084
ВЗЛ	69 433	79 015	19 398	34 115	80 639	11 742
ПОС	54 933	66 360	17 568	40 975	69 879	8 807

Рисунок 2.8 – Розподіл за багажниками

У літаку два багажники: передній (цифра 1) та задній (цифра 2). Усередині вони також поділяються на дві зони. Для переднього багажника на 1 та 2 зону. Для заднього на 3 та 4 зони. Обвів зеленим. 1 зона дозволяє завантажити туди близько 800 кг. (Залежить від типу НД). Тому що знаходиться у самому носі. Туди багато вантажити не можна. Знову ж таки згадуємо важіль. 2 зони близько 2-3 тонн. 3 зони 4-5 тонн. 4 зона близько 800 кг (бо сам хвіст, важіль сильний).

Жовтим обвів вагу завантаження залежно від її типу. Ось помаранчевим обвів вже тип завантаження. В - *baggage*/багаж, С - *cargo*/вантаж, М - *mail*/пошта.

І так бачимо, що у першому багажнику, у першому відсіку 45 кг пошти, у другому відсіку 600 кг багажу до *LED* (Санкт-Петербург). У другому багажнику, у третьому відсіку 410 кг вантажу та 500 багажу до *DME* (Москва), у 4 відсіку 143 кг пошти до *DME*. Дані поштою та вантажем беремо з першого фото.

Завдяки цим даним програма вважає, скільки кілограм тисне на ніс і хвіст літака і як це впливає на центрування. Причому, якщо один літак летить транзитом до LED через DME, то ВСЯ завантаження ділиться на різні багажники. Для швидкого розвантаження/завантаження літака і щоб не було плутанини.

Паливо важить багато і теж впливає на САХ (рисунок 2.9).

The screenshot shows the 'WB-Garantia - Загрузка и центровка' software interface. The flight details include: Рейс [redacted], Компания C2180, Редакция 01, Из [redacted] в DME/LED, Экипаж 2/4/0, доп. [redacted]. The fuel consumption section shows: Плотность 0.802, Заправка [redacted], Расход checked, Стандарт... The fuel summary table is circled in red:

ОБЩАЯ	18 500	Макс.	20 893
ЗАПРАВКА	18 500	Остаток	2 393
РАСХОД	14 500		
РУЛЕНИЕ	200		

At the bottom, there is a table for weight and index calculations:

	Вес		Индекс			
	текущ	макс.	перед	текущ	корма	перед
Пустого снаря.	42 605			47 555		
БЕЗ Т+	51 133	62 142	20 095	40 135	67 351	9 084
ВЗП	69 433	79 015	19 398	34 115	80 639	11 742
ПОС	54 933	66 360	17 588	40 975	69 879	8 807

Summary statistics at the bottom: Недогрузка 9 582, Общ.загр. 8 528, Пас: 86, Комм.загр: 1 698, Топливо: 18 500. Created: 15:09 08.01.21.

Рисунок 2.9 – Розрахунок за паливом

До вильоту заноситься в програму, скільки буде палива на борту на зльоті, на рулюванні, скільки палива літак витратить до посадки в аеропорту призначення. Це все потрібно для центрування. На зльоті одне центрування, на посадці інше. Бо паливо згорить. При цьому згорить 14 тонн палива (рисунок 2.10).

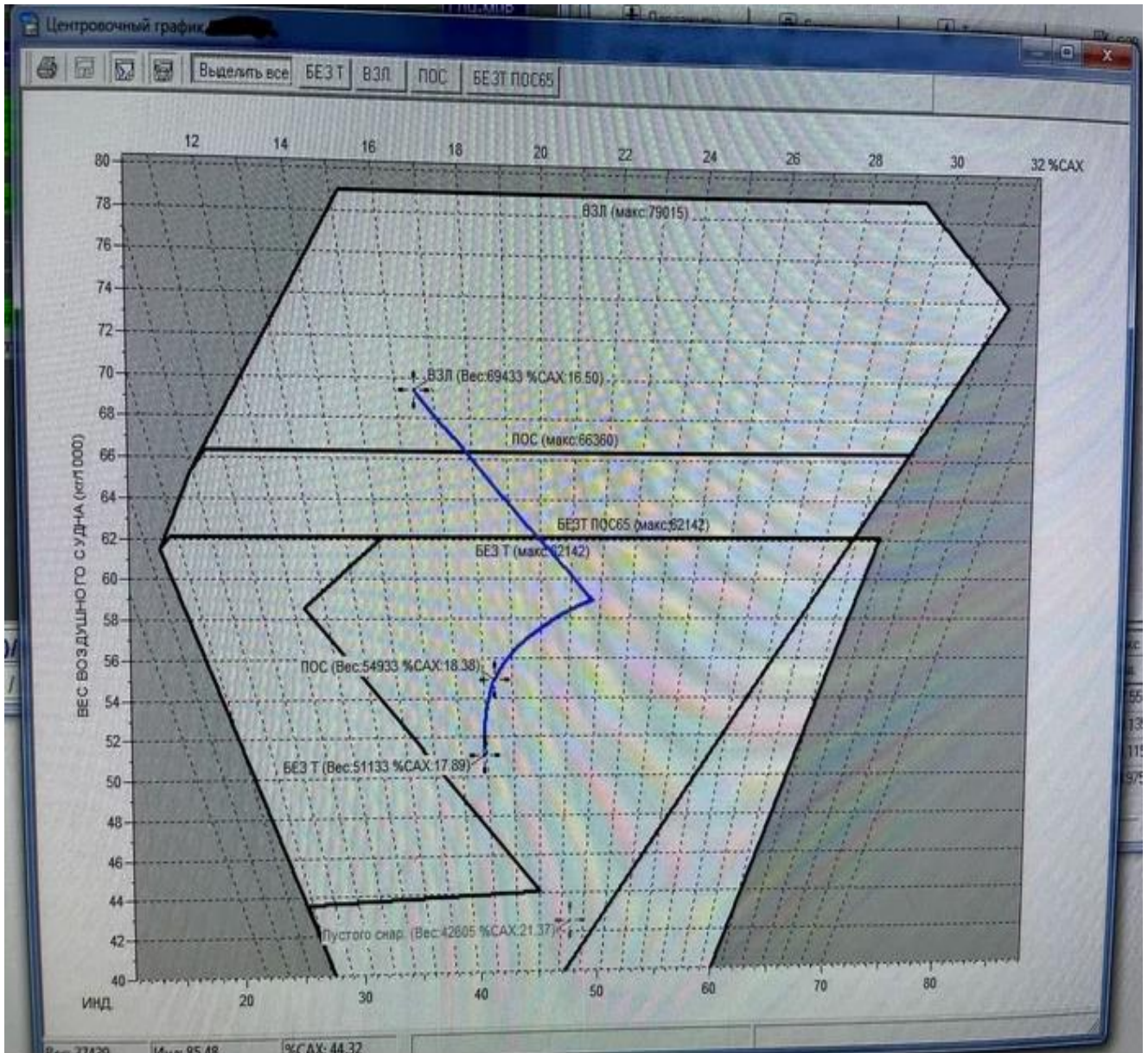


Рисунок 2.10 – Розрахунок на згоряння палива

Це центрувальний графік (колодязь). Синя лінія не повинна виходити за межі білої зони. Якщо це станеться, програма видасть помилку і не дасть оформити рейс. Потрібно перевантажувати багаж, вантаж, пошту. А може, навіть частину знімати з літака. Ніхто не хоче катастрофи.

На основі цих даних створюється Зведена завантажувальна відомість (*C3B/Loadsheet*). У якій вказується рекомендований випуск закриток на зльоті, положення стабілізатора. Кількість пасажирів у кожній зоні. САХ (Цетрівка літака) на зльоті, посадці. Кількість вантажу, пошти.

Зовнішній вигляд зведеної завантажувальної відомості містить рисунок 2.11.

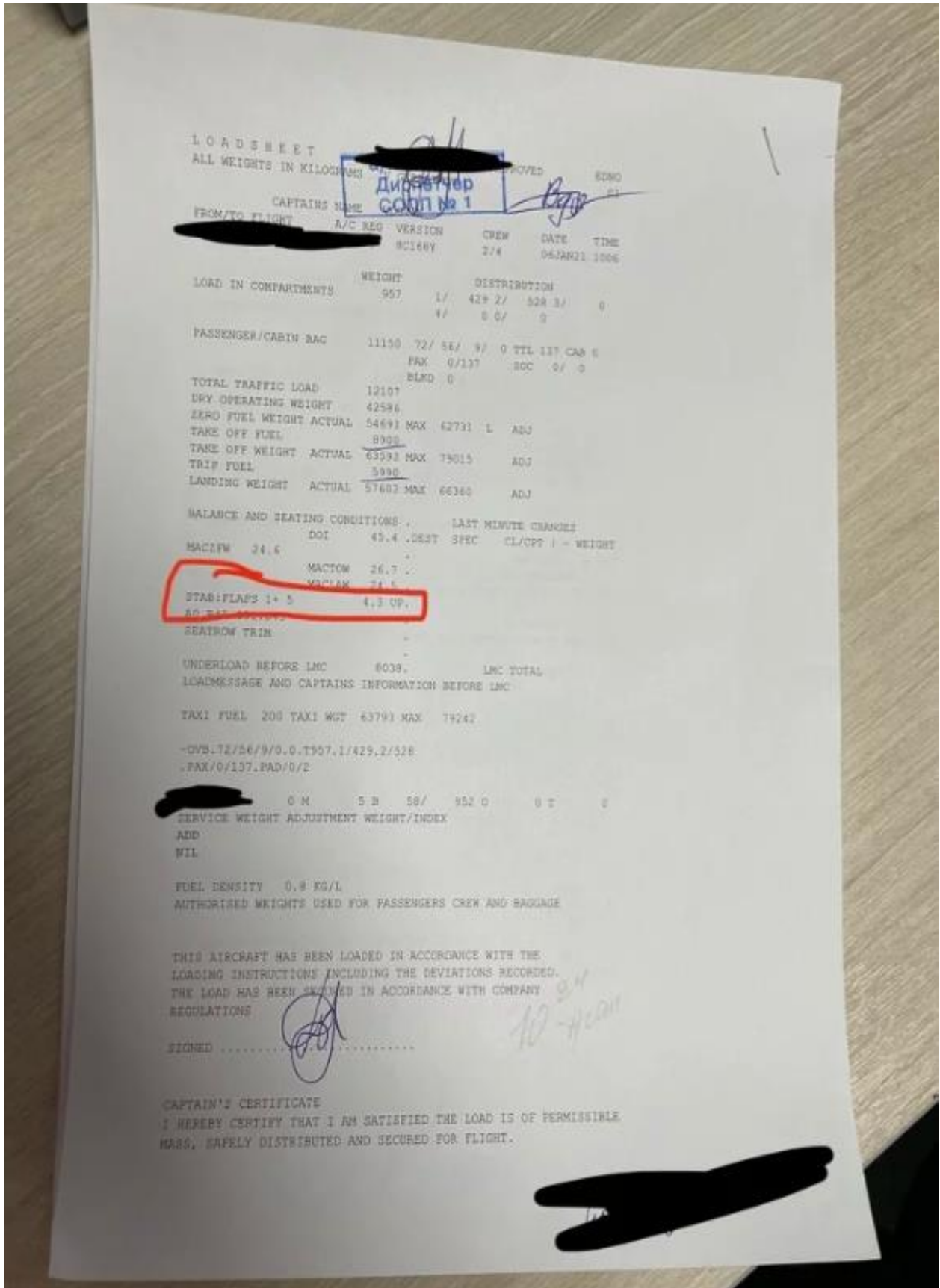


Рисунок 2.11 – Зведена завантажувальна відомість

А також схема завантаження багажу по багажниках та їх зони (рисунок 2.12).

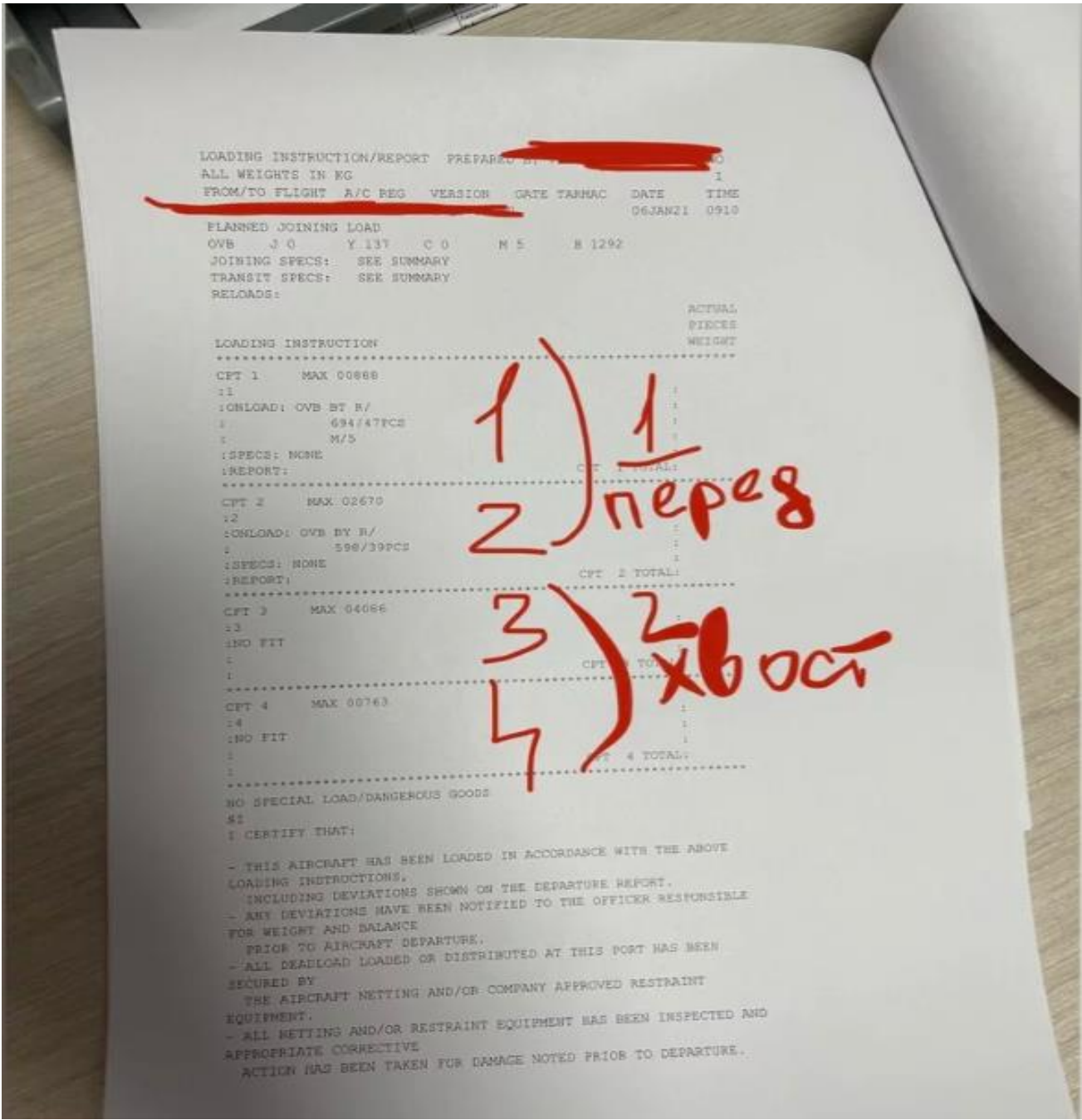


Рисунок 2.12 – Схема завантаження багажу по багажниках

Ці документи надаються командирі повітряного судна. Він їх вивчає і підписує, підтверджуючи цим, що він ознайомився зі схемою завантаження і знає яке центрування його літака, скільки пасажирів і вантажу. Один екземпляр залишається в аеропорту вильоту, один залишається йому.

2.3 Фахівець з нагляду та розрахунку центрування літаків

Фахівець масово-інерційних розрахунків із центрування літаків — це професіонал у галузі авіаційної інженерії, чиє основне завдання полягає у виконанні точних розрахунків маси, центрування та моментів інерції літаків. Їхня робота забезпечує оптимальне розподілення маси по всьому повітряному судну, що необхідно для забезпечення стабільності та безпеки польоту. Фахівці цього профілю проводять аналіз даних про конструкцію літака, його системи та обладнання, а також враховують зовнішні фактори, що впливають на його центрування та баланс (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Фахівець масово-інерційних розрахунків

Робота фахівця є ключовою для підтримки безпеки повітряних перевезень, оскільки правильне центрування літака безпосередньо впливає на його керованість і стабільність у повітрі.

Фахівець масово-інерційних розрахунків із центрування літаків виконує ряд ключових функцій, включаючи:

- Розрахунок маси та центрування: Здійснення точних розрахунків маси та центрування літака з урахуванням його конструкції, встановленого обладнання та завантаженості.
- Визначення моментів інерції: Розрахунок моментів інерції важливий для оцінки поведінки літака під час маневрів та зміни положення.

- Складання експлуатаційної документації: Підготовка та оформлення документації про центрування літака, включаючи дані про масу, розподіл вантажу та інші параметри, необхідні для безпечного виконання польотів.

- Участь у зважуванні літаків: Проведення процедур зважування літаків та аналіз отриманих даних для перевірки точності розрахунків та забезпечення відповідності стандартам безпеки.

- Розробка інструкцій та процедур: Створення інструкцій та процедур щодо правильної центрування літаків для забезпечення безпеки польотів та відповідності авіаційним нормативам.

- Супровід розробки програмного забезпечення: Участь у розробці програмного забезпечення для проведення масово-інерційних розрахунків, а також забезпечення його відповідності вимогам та стандартам.

- Аналіз та оптимізація: Проведення аналізу результатів розрахунків та оптимізація параметрів центрування для підвищення ефективності та безпеки польотів.

Ці функції дозволяють фахівцям із масово-інерційних розрахунків забезпечувати безпеку та ефективність повітряних перевезень шляхом правильного розподілу маси та балансування повітряного судна.

Фахівці масово-інерційних розрахунків із центрування літаків можуть мати різні спеціалізації залежно від конкретних аспектів та завдань, з якими вони працюють. Нижче деякі з можливих спеціалізацій:

- Аналітичний спеціаліст: Займається проведенням математичних розрахунків та аналізом даних для визначення маси, центрування та моментів інерції літака.

- Інженер зважування: Відповідає за проведення процедур зважування літаків, збирання даних та аналіз результатів для забезпечення точності розрахунків.

- Фахівець із програмного забезпечення: Розробляє програмне забезпечення та інструменти для проведення масово-інерційних розрахунків, а також забезпечує їхню відповідність стандартам безпеки та ефективності.

- **Експерт з документації:** Займається складанням та оформленням експлуатаційної документації про центрування літаків, включаючи дані про масу, центрування та інші параметри.

- **Спеціаліст з оптимізації:** Здійснює аналіз результатів розрахунків та розробляє методи та стратегії оптимізації параметрів центрування для покращення ефективності та безпеки польотів.

- **Консультант з безпеки:** Надає консультації та рекомендації з питань безпеки, пов'язані з центруванням літаків, а також бере участь у аналізі інцидентів та позаштатних ситуацій.

Це лише кілька прикладів спеціалізацій фахівців із масово-інерційних розрахунків із центрування літаків, і практично багато хто з них може комбінувати кілька аспектів роботи залежно від потреб і вимог конкретного проекту чи компанії (рисунок 2.14).



Рисунок 2.14 – Узгодження документів на борту

Фахівці масово-інерційних розрахунків із центрування літаків можуть працювати у різних сферах авіаційної промисловості та досліджень, наприклад, таких як:

- **Авіаційні виробничі підприємства:** Багато авіаційних компаній мають спеціалізовані відділи або підрозділи, які займаються масово-інерційними розрахунками для центрування літаків. Це можуть бути виробники повітряних суден чи їх компонентів.

- Авіаційні інжинірингові фірми: Компанії, що спеціалізуються на інжинірингу та консалтингу в галузі авіації, можуть надавати послуги з масово-інерційних розрахунків для різних клієнтів.

- Дослідницькі центри та університети: У навчальних та дослідницьких установах можуть працювати фахівці, які займаються теоретичними та прикладними дослідженнями в галузі масово-інерційних розрахунків та центрування літаків.

- Авіаційні служби безпеки: Фахівці з масово-інерційних розрахунків можуть також працювати в авіаційних службах безпеки, де їх знання та навички можуть бути використані для забезпечення безпеки польотів та запобігання інцидентам.

- Виробники програмного забезпечення: Компанії, що спеціалізуються на розробці програмного забезпечення для авіації, можуть наймати фахівців з масово-інерційних розрахунків для розробки та супроводження спеціалізованих програмних продуктів.

Це лише кілька прикладів місць, де можуть працювати фахівці з масово-інерційних розрахунків із центрування літаків. Реальні можливості залежать від регіону, спеціалізації та переваг спеціаліста.

РОЗДІЛ 3

ЦИФРОВІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНІЙ АВІАЦІЇ

3.1 Цифрові та інформаційні технології в сучасній авіації

Цифрові технології розвиваються у всіх областях діяльності людини і звичайно, особливо стрімко у такій технологічній області як авіація.

Авіакомпанії та аеропорти використовують цифрові інструменти, щоб залишатися конкурентоспроможними, задовольняти зростаючі потреби мандрівників та трансформувати сучасні бізнес-процеси. До основних з цих процесів можна віднести приведені нижче.

Підвищення якості обслуговування клієнтів.

Клієнти є центральним елементом будь-якого бізнесу, а авіаційна галузь не є винятком. Авіакомпанії впроваджують цифрові технології для спрощення процесів та підвищення задоволеності клієнтів у двох ключових напрямках:

- Традиційні процеси посадки забирали багато часу і викликали стрес у пасажирів. Такі технології, як розпізнавання обличчя та сканування відбитків пальців, прискорили перевірки безпеки та процеси посадки, скоротили час очікування та підвищили якість подорожей. Наприклад, у деяких аеропортах впроваджено біометричні технології здачі багажу, що дозволяють пасажирам швидко та безпечно зареєструвати свій багаж.
- Прискорене бронювання та оплата: Мобільні програми зробили революцію у тому, як пасажирів бронюють авіаквитки та здійснюють платежі. Сучасні програми надають інформацію в режимі реального часу про статус рейсів, наявність квитків та ціни. Вони також зберігають електронні версії посадкових талонів, які можна відсканувати на касі, що робить процес посадки зручнішим. Крім того, ці програми забезпечують безпечні та швидкі платежі, що скорочує затримки та економить час.

Прийняття рішень на основі даних.

Розширені аналітичні інструменти та агенти штучного інтелекту дозволяють авіакомпаніям приймати обґрунтовані рішення щодо різних аспектів експлуатації. Аналізуючи великі обсяги даних, агенти штучного інтелекту можуть оптимізувати планування маршрутів, розробляти ефективні стратегії ціноутворення та покращувати обслуговування клієнтів у таких сегментах як:

- Планування маршруту: Аналітика даних дозволяє визначати найвигідніші маршрути, визначати оптимальні розклади рейсів та прогнозувати попит на пасажирів. Це допомагає авіакомпаніям максимізувати доходи та покращити розподіл ресурсів.
- Поліпшення обслуговування клієнтів: Аналіз відгуків клієнтів дозволяє авіакомпаніям виявляти больові точки і розробляти цільові стратегії щодо поліпшення якості обслуговування пасажирів. Персоналізовані маркетингові кампанії та програми лояльності також можуть бути адаптовані до індивідуальних переваг, що підвищує задоволеність та утримання клієнтів.

Підвищення операційної ефективності.

Цифрові інструменти та авіаційна техніка може оптимізувати багато операцій в авіації, скорочуючи ручні завдання та паперові робочі інструкції. Це підвищує ефективність і дозволяє співробітникам зосередитися на найважливіших завданнях у наступних сегментах:

- Прогностичне обслуговування: Системи прогнозного обслуговування, що базуються на датчиках Інтернету речей та аналітиці даних, можуть прогнозувати збої обладнання та планувати ремонт до того, як вони спричинять збої. Це зводить до мінімуму ризик несподіваних поломок та знижує витрати на технічне обслуговування.
- Польоти: Цифрові плани польотів підвищують обізнаність щодо ситуації та прийняття рішень пілотами та бортпровідниками. Автоматизовані системи також допомагають вирішувати такі завдання, як розрахунок ваги та балансування, що ще більше підвищує ефективність роботи.
- Наземні операції: Автоматизовані системи обробки багажу, кіоски

самостійної реєстрації та мобільні точки продажу (*mPOS*) прискорюють наземні операції, скорочуючи затори та час очікування пасажирів.

До ключових компонентів цифрової трансформації в авіаційній галузі можна віднести:

- Електронні польотні папки (*EFF*);
- Кіоски самореєстрації;
- Прилади кабіни;
- Пристрої інтернет-речей;
- Сканери багажу;
- Розважальні екрани у спинках сидінь;
- Мобільні торгові точки (*mPOS*);
- Цифрові інформаційні екрани;
- Сканери посадкових талонів.

Електронні папки польотів (*EFF*) перетворюють традиційний процес документування на паперових носіях на оптимізований цифровий формат. Цей зсув підвищує доступність, дозволяючи співробітникам швидко та легко знаходити та обмінюватись документами з будь-якого місця. *EFF* також зменшує кількість помилок, пов'язаних з ручною обробкою, та забезпечує відповідність усіх записів нормативним вимогам за рахунок автоматизації процесу управління документами. Це допомагає вести точні та актуальні записи, необхідні для аудитів та перевірок регулюючих органів (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Електронні папки польотів (*EFF*)

Кіоски самореєстрації надати пасажирам можливість самостійно керувати процесом реєстрації, знижуючи залежність від персоналу авіакомпанії. Ці кіоски дозволяють мандрівникам самостійно зареєструватися, роздрукувати посадкові талони та позначити свій багаж. Кіоски самостійної реєстрації підвищують загальну якість обслуговування пасажирів за рахунок мінімізації часу в черзі та оптимізації процесу реєстрації. Крім того, вони дозволяють персоналу авіакомпанії зосередитися на наданні більш індивідуальної допомоги пасажирам з особливими потребами або тим, хто потребує додаткової допомоги.

Сучасні літаки оснащені сучасною авіонікою та цифровими пристроями кабіни, такими як електронні польотні сумки (*EFB*). Ці пристрої надають пілотам дані в режимі реального часу, включаючи оновлення погоди та навігаційні карти, підвищуючи безпеку польотів та ефективність роботи. *EFB* замінюють громіздкі паперові посібники та схеми, знижуючи ризик помилок та забезпечуючи пілотам найактуальнішу інформацію під рукою. Це покращує ситуаційну обізнаність та сприяє більш ефективному виробництву польотів.

Пристрої Інтернету речей відіграють вирішальну роль у сучасній авіації, надаючи дані в режимі реального часу, такі як погодні умови, схеми польоту та енергетичні характеристики для оптимізації витрати палива, що призводить до економії витрат. Датчики, встановлені в літаках та аеропортах, можуть використовувати ці дані для профілактичного обслуговування, виявляючи потенційні проблеми до того, як вони стануть критичними, тим самим підвищуючи безпеку та скорочуючи час простоїв.

Крім того, пристрої доповненої реальності (*AR*) та віртуальної реальності (*VR*) пропонують пілотам та технічному персоналу захоплюючий досвід навчання. *AR* може накладати важливу інформацію на реальні умови, а *VR* може моделювати різні сценарії, що дозволяє персоналу практикувати реагування на різні ситуації в контрольованому середовищі.

Сучасні системи сканування багажу використовують штучний інтелект, машинне навчання та технології блокування для підвищення безпеки. Ці системи

можуть швидко виявляти заборонені предмети, забезпечуючи безпеку пасажирів.

Крім того, вони забезпечують точну доставку багажу до місця призначення, зводячи до мінімуму ризик помилкового спрямування багажу. Інтеграція штучного інтелекту розширює можливості системи виявляти загрози та оптимізувати процес обробки багажу, що зрештою покращує якість обслуговування пасажирів.

Бортові розважальні системи з екранами у спинках сидінь пропонують пасажирам широкий вибір розваг, включаючи фільми, телешоу, музику та ігри. Ці системи також надають інформацію про рейси та пункти призначення в режимі реального часу, інформуючи пасажирів протягом усієї подорожі. Поліпшуючи якість обслуговування на борту, розважальні екрани у спинках сидінь допомагають авіакомпаніям підвищити задоволеність пасажирів за рахунок диференціації своїх послуг (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Послуги пасажирам

Пристрої *mPOS* дозволяють бортпроводникам швидко та безпечно обробляти платежі за покупки на борту. Ці пристрої полегшують транзакції з їжею, напоями, товарами безмитної торгівлі та іншими послугами, підвищуючи ефективність продажів на борту. Спрощуючи процеси оплати, пристрої *mPOS* покращують якість обслуговування пасажирів та розширюють можливості додаткових доходів для авіакомпаній.

В аеропортах використовують цифрові екрани для відображення реклами, інформації про рейси та іншого відповідного контенту. Ці екрани можуть

оновлюватися в режимі реального часу, забезпечуючи пасажирів найсвіжішою інформацією та рекламні акції. Цифрові екрани забезпечують динамічний та привабливий спосіб спілкування з пасажиром, пропонуючи цільову рекламу та оголошення, які покращують враження від аеропорту (рисунки 3.3).



Рисунок 3.3 – Оснащення аеропорту

Автоматичні сканери посадкових талонів полегшують процес посадки, зменшуючи необхідність ручних перевірок. Ці сканери швидко перевіряють інформацію про пасажирів, гарантуючи, що на борт літака потраплять лише уповноважені особи (рисунки 3.4).



Рисунок 3.4 – Автоматичні сканери посадкових талонів

Автоматизовані сканери прискорюють процес посадки, скорочують час очікування та допомагають рейсам вилітати за розкладом. Така ефективність приносить користь як пасажиром, так і операціям авіакомпаній, сприяючи комфортнішій подорожі.

3.2 Інформаційні технології та безпека у комерційній авіації

Є багато визначень інформаційної безпеки, наприклад:

- інформаційна безпека – це процес забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації.
- інформаційна безпека - всі аспекти, пов'язані з визначенням, досягненням та підтримкою конфіденційності, цілісності, доступності, підзвітності, автентичності та достовірності інформації чи засобів її обробки.
- безпека інформації визначається відсутністю неприпустимого ризику, пов'язаного з витоком інформації по технічних каналах, несанкціонованими та ненавмисними впливами на дані та (або) інші ресурси автоматизованої інформаційної системи, що використовуються в автоматизованій системі.

Всі визначення означають приблизно те саме: наприклад, у вас є база

клієнтів, ви хочете бути впевнені, що доступ до неї маєте тільки ви, і в будь-який момент інформація там буде вірна. Наприклад, прізвища та номери телефонів клієнтів будуть ті самі, що ви туди внесли, і ніхто їх не змінював. Для цього потрібно захищати базу даних.

Актуальність забезпечення інформаційної безпеки пояснюється все більшою інформатизацією суспільства. Сфера застосування засобів обчислювальної техніки постійно збільшується (телефони, фінанси, управління технологічними процесами на підприємствах і т.д.), збільшується кількість даних, що обробляються в інформаційних системах, а також все більше з'являється територіально розподілених обчислювальних систем.

Чим більше інформації концентрується в інформаційній системі, тим більше бажаючих її отримати, а чим складніша сама система – тим більше можливих вразливостей вона має. Але відмовитися від використання інформаційних систем для вирішення різноманітних завдань вже неможливо, і залишається миритися з можливістю витоку важливих даних, або захищати їх.

Причому захищати треба відповідно цінності інформації, наприклад, на особистий комп'ютер варто поставити антивірус, фаєрвол і проявляти пильність при серфінгу в інтернеті (особливо важливо при використанні онлайн-банкінгу), а для забезпечення захисту даних у компанії може знадобитися цілий комплекс заходів та серйозні технічні засоби захисту.

Якщо розглянути актуальність інформаційної безпеки стосовно комерційної авіації, варто почати з визначення інформації, яка потребує захисту. Це може бути інформація, цінність якої ми визначаємо самі, або інформація, що має законодавчо обумовлену цінність. До неї може відноситися:

- Комерційна таємниця - широкий спектр інформації, компанії самі відносять певні дані до комерційної таємниці, різноманітна фінансова інформація, маркетингові плани, клієнтські бази, контактна інформація зарубіжних партнерів тощо.

- Плани приміщень - це інформація, витік якої може повести за собою фізичну шкоду, та ж терористична атака передують збором інформації,

з'ясуванням планів приміщень, як у них розміщені камери, можливо графік і план обходу приміщень.

- Розміщення камер.

Інформація, захищати яку наказують закони.

Інформаційна безпека у сфері комерційної авіації досягається своєчасним вживанням низки заходів та певних засобів захисту в авіакомпаніях, аеропортах та компаніях-контрагентів. До таких заходів відносяться:

- Організаційні заходи. Насамперед, захист інформації має починатися з людини, із співробітника, яка візьме на себе обов'язок щодо забезпечення інформаційної безпеки в компанії. Якщо компанія дуже велика, то одним співробітником не обійтись, і краще створити відділ хоча б із 3 осіб, один керівник та два інженери.

У будь-якому випадку співробітник або керівник відділу повинен добре розумітися на питаннях захисту інформації, рівень компетенції співробітника обов'язково позначиться на фінансових витратах на захист інформації. Коли співробітника знайшли - він після вивчення інформаційних процесів у компанії має розробити відповідні організаційно-розпорядчі документи, які підписуються головною особою у компанії.

РОЗДІЛ 4

ПРОГРАМУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОДАЖУ КВИТКІВ НА ЛІТАК АН-28 З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ЦЕНТРУВАННЯ

4.1 Загальна ідея контролю процесу продажу квитків на літаки комерційної авіації з урахуванням їх центрування

Витримування центрівки літака у визначених експлуатаційних межах є однією з найвідповідальніших процедур при підготовці його до польоту. Необхідно зазначити, що ця характеристика стосується безпосередньо майже всіх авіаційних служб, починаючи від екіпажу(включаючи як пілотів так бортпровідників), так і техніків з технічного обслуговування, заправки літака паливом, наземної служби перевозок з завантаження багажу і навіть таких, здавалось би далеких від даної проблеми служб з продажу авіаквитків. Зазначу, що саме останній проблемі присвячена моя робота.

Таким чином метою моєї роботи є:

- Розглянути історію появи та використання дзвінків на уроки у навчальних закладах освіти;
- Розглянути сучасні методи та системи подання дзвінків на уроки у закладах освіти та розвиток і використання у цій області цифрових та інформаційних технологій ;
- Запропонувати власну ідею використання смарт-дзвінка для сучасного закладу освіти;
- Розробити систему смарт-дзвінка для сучасного закладу освіти на основі мікроконтролера «Ардуіно уно» за запрограмувати його роботу.

Отже ідея проекту заключається у тому, щоб продавання квитків на пасажирський літак відбувалася не так як це має місце при продажі квитків на поїзд, або автобус, тобто просто за деяким переліком вільних місць, а у з дотриманням параметрів центрування. У найпростішому варіанті це може бути реалізовано за принципом, що показаний на рисунку 4.1.

Для максимального спрощення демонстрації принципу продавання квитків з дотримання параметрів центрування я вибрав регіональний літак з малою кількістю місць. Як найкраще для цього підходить український літак Ан-28.

Трохи про сам літак.

Перший політ Ан-28 здійснив 29 січня 1973. З 1975 по 1978 проводились державні випробовування. Виробництво було розгорнуте на польському авіазаводі PZL. Перший серійний літак зійшов з конвеєра в 1983 році, а уже у 1984 він отримав сертифікат льотної придатності Державіареєстру СРСР, що відповідає міжнародним стандартам ICAO.

Це матеріал з вікіпедії. Я хотів би тільки додати до вікіпедії, що сертифікат, про який тут йдеться, літак отримав після тестових польотів, які виконувалися у аеропорту Лозоватка міста Кривого Рогу у грудні 1983 року. Зима тоді видалася дуже сніжною і для чергового зарулювання на перон а потім вильоту, перон приходилося інтенсивно чистити. Для цього були залучені курсанти нашого коледжу.

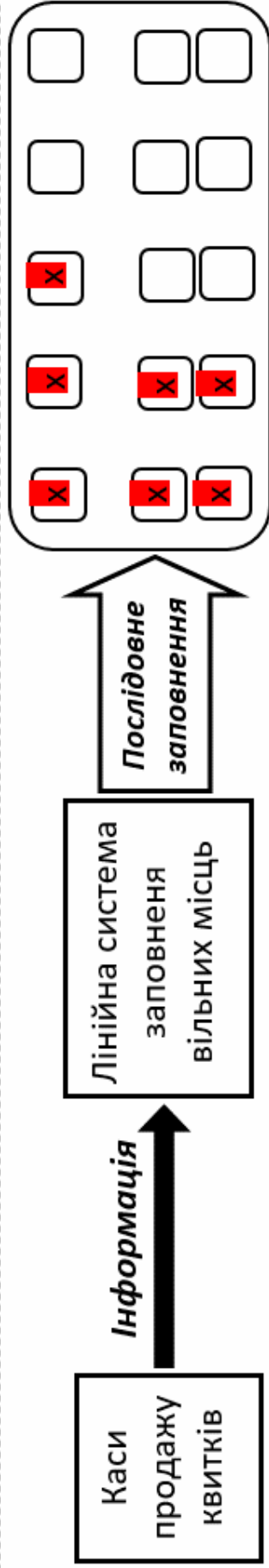
Тепер до ідеї проекту та принципу продажі квитків.

Згідно з експлуатаційною документацією для літака Ан-28 оптимальним є переднє центрування близько 25% САХ, тобто середньої аеродинамічної хорди крила. Я врахував, що для витримування цього значення необхідно щоб центр мас літака знаходився у районі місця №8 його салону. Таким чином практично для витримування цього значення необхідно починати продаж квитків саме з цього місця і далі по чергово ліворуч, далі праворуч, потім попереду, далі позаду місця №8 і так далі. Саме так діє моя система. що я також продемонструю на макеті моделі.

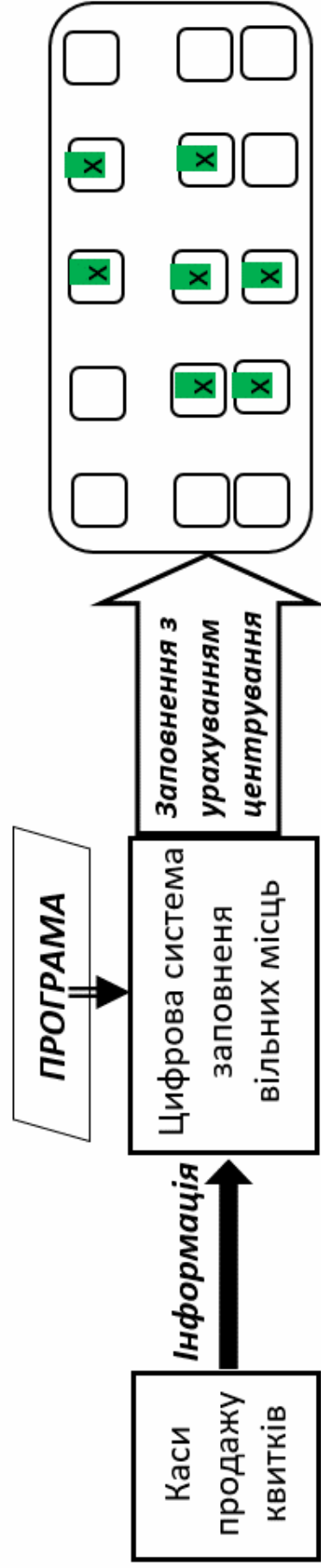
Функцію розпродажу пасажирських місць я вирішив реалізувати програмним методом, яка буде реалізувати принцип розпродажу пасажирських місць з дотримання параметрів центрування літака за допомогою відповідної програми. Принцип продажу показаний на рисунку 4.1.

**ЗВИЧАЙНА ЛІНІЙНА СИСТЕМА ПРОДАЖУ КВИТКІВ ЗА ПРИНЦИПОМ
ПОСЛІДОВНОГО ЗАПОВНЕННЯ ВІЛЬНИХ МІСЦЬ**

(Як у автобусах та поїздах)



**СПЕЦІАЛІЗОВАНА СИСТЕМА ПРОДАЖУ КВИТКІВ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО МІКРОПРОЦЕСОРА
ТА ПРОГРАМИ ПРОДАЖУ З УРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРУВАННЯ ЛІТАКА**



У верхній частині схеми показано звичайну класичну систему продажу квитків. Тобто квитки продаються за принципом послідовного заповнення вільних місць, як це відбувається при продажі квитків на автобус чи вагон потягу. Починаючи з чисто організаційних аспектів і закінчуючи технологічними аспектами такий принцип є найбільш підходящим, бо він є простим, зрозумілим та оптимальним.

Але такий принцип зовсім не годиться для літака. Я це продемонструю дещо нижче на виготовленій мною реально діючій моделі. Зараз лише відмічу, що те що розглянутий вище лінійний принцип продажі не годиться для літака зовсім не означає, що він не використовується на практиці. Навпаки, як я вже зазначав у багатьох регіональних авіакомпаній місцевих авіаліній через фінансові причини, через відсутність відповідного сучасного обладнання та в основному через різноманіття типів легкомоторних літаків лінійний принцип продажу квитків є досить розповсюдженим. Просто коли пасажери попадають вже безпосередньо на борт тоді служба перевезень, бортпровідники, або навіть екіпаж перевіряють розміщення пасажирів і при необхідності просять пересісти когось з пасажирів. Звичайно це є додаткове навантаження на екіпаж, який і так є досить завантаженим всякою бюрократією перед польотом. До того ж пасажери також бувають всякі. Комуś не хочеться пересідати, комуś навпаки хочеться сидіти з кимсь і так далі. Інша справа коли у вас є квиток де чітко вказано місце. Саме таку проблему вирішує моя система. До речі в ній передбачено, що ви можете купити два квитка щоб сидіти разом. Пізніше я продемонструю у своїй системі таку опцію.

Така система показана у нижній частині схеми. Вона базується на використанні цифрового обладнання яке працює за написаною програмою, у якій можна закласти функцію розсаджування пасажирів з дотриманням параметрів центрування літака у заданих експлуатаційних межах.

Для визначення правильного центрування літака відносно пасажирських місць я вирахував його стандартну передню центрівку. Згідно з експлуатаційною документацією для літака Ан-28 оптимальним є переднє центрування близько

25% середньої аеродинамічної хорди (САХ), тобто середньої аеродинамічної хорди крила. Я врахував, що для витримування цього значення необхідно щоб центр мас літака знаходився у районі місця №8 його салону (рисунок 4.2). Таким чином практично для витримування цього значення необхідно починати продаж квитків саме з цього місця і далі по чергово ліворуч, далі праворуч, потім попереду, далі позаду місця №8 і так далі.

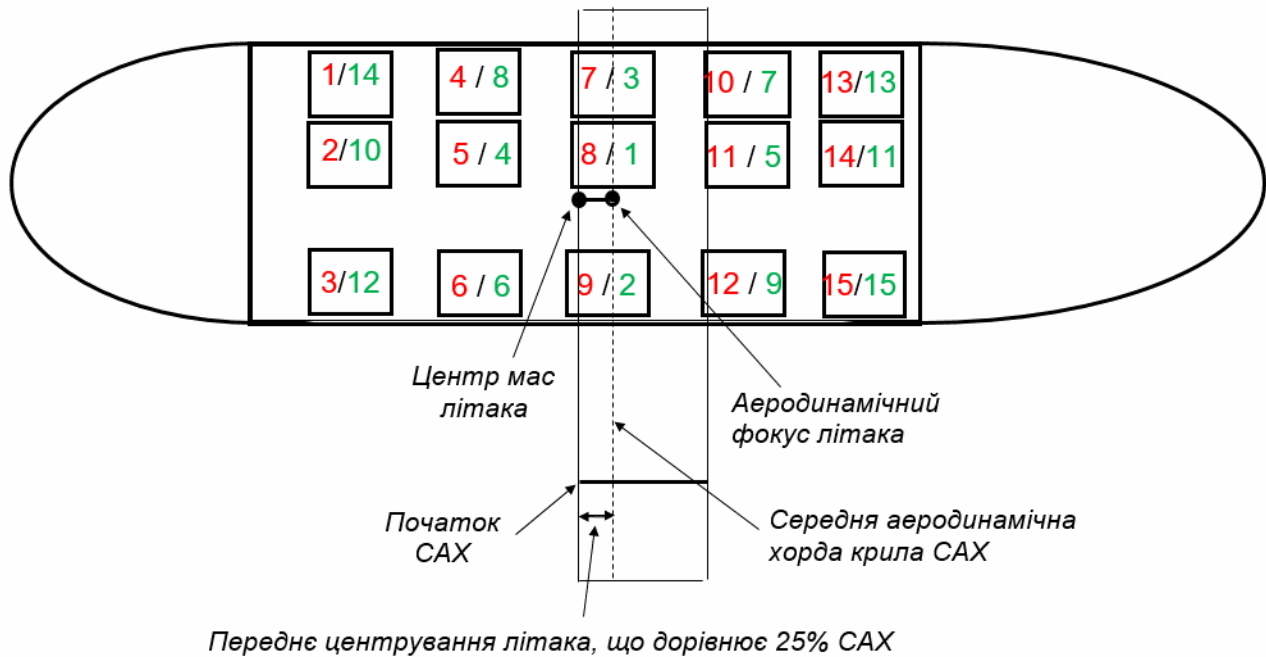


Рисунок 4.2 – Схема пасажирського салону літака Ан-28 та характеристики його центрування

Для презентації своєї кваліфікаційної роботи я виготовив макет салону регіонального літака Ан-28, який наочно демонструє роботу моєї програми з продажу квитків. При захисті своєї кваліфікаційної роботи я маю намір продемонструвати роботу реальної системи.

Монтажна схема моєї реально діючої системи з функцією продажу квитків на літак Ан-28 з дотриманням параметрів його центрування показана на рисунку 4.3.

Як видно зі схеми в якості цифрового програмованого пристрою я вибрав популярний для технічної реалізації такого роду задач мікроконтролер *Arduino NANO*.

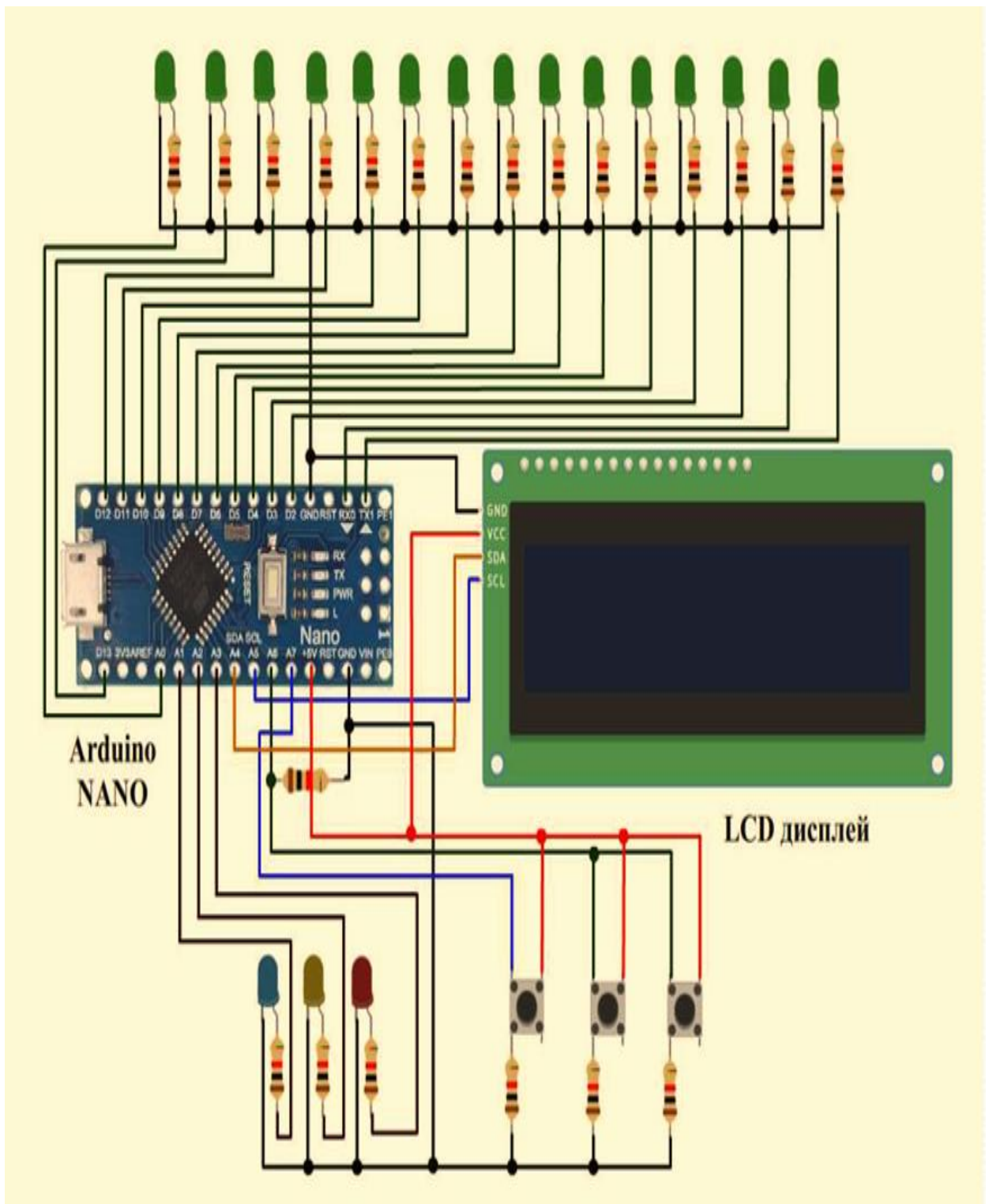


Рисунок 4.3 – Монтажна схема реально діючої системи з функцією продажу квитків на літак Ан-28 з дотриманням параметрів його центрування

На рисунку 4.4 показано фото міні макету реально діючої системи з продажу квитків на регіональний літак Ан-28 з дотриманням параметрів його центрування.

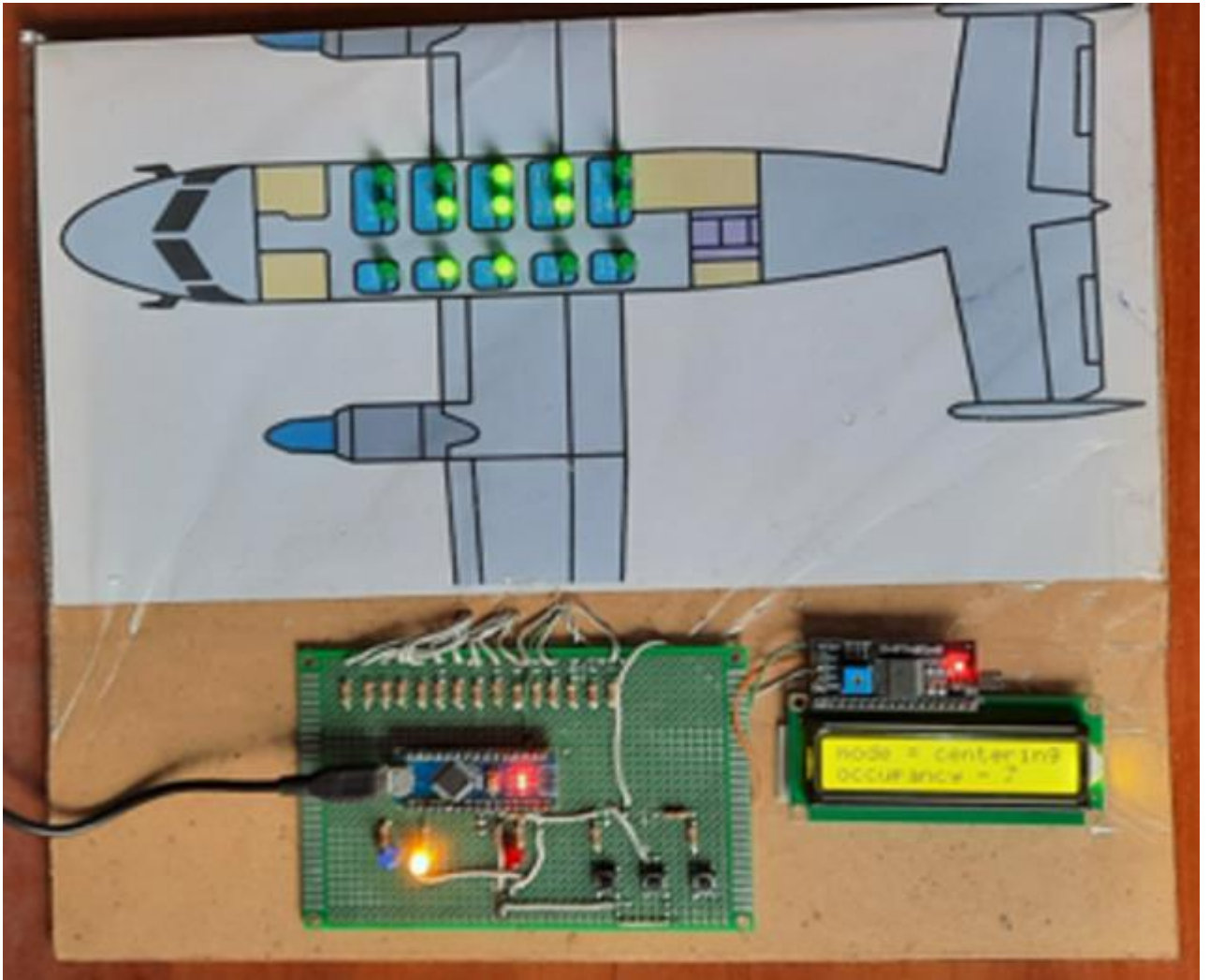


Рисунок 4.4 – Монтажна схема реально діючої системи з функцією продажу квитків на літак Ан-28 з дотриманням параметрів його центрування

4.2 Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування

Програмування мікроконтролерів типу *Arduino UNO*, *Arduino NANO* та *Arduino IDE* зазвичай відбувається за допомогою популярних для цих пристроїв мов типу *C++* та *Java*.

У даному випадку використовується мікроконтролер *Arduino UNO*, який програмується мовою *C++*.

Таке програмування є досить популярним та поширеним серед аматорів,

що автоматизують різні інформаційні та технологічні процеси за допомогою мікроконтролерів цього типу.

Через велику кількість інформації(дні неділі, плюс кожен день по 5 пар) програма роботи мікроконтролера вийшла досить об'ємною. Код даної задачі приводиться у Додатку А пояснювальної записки

4.3 Вартість реальної моделі проекту

У моїй кваліфікаційній роботі розроблено модель реально діючої системи з програмою функцією продажу квитків на літак Ан-28 з дотриманням параметрів його центрування. Вартість проекту далі подається як вартість виготовленої моделі. Дані з цього приводу показані далі:

1. Мікроконтролер <i>Arduino UNO</i>	- 189.0 грн.
2. Дисплей <i>LCD-1602</i>	- 55.0 грн.
3. Кнопки тактові <i>TACT</i> (3 шт.)	- 15.0 грн.
4. 5 мм діоди(<i>diff.</i>)матові (18 шт.)	- 36.0 грн.
5. Адаптер для <i>LCD-1602</i>	- 35.0 грн.
Усього:	- 330.0 грн.

ВИСНОВКИ

У розділі 1 кваліфікаційній роботі розглянуто та проаналізовано проблему розрахунку та збереження у заданих межах центрівки літака при його завантаженні для виконання планового польоту. Особливу увагу приділено проблемі дотримання параметрів центрування літаків у регіональній авіації місцевих авіаліній.

У розділі 2 роботи розглянуто сучасні технології розрахунку та контролю параметрів центрівки сучасних літаків при підготовці їх до польоту.

У розділі 3 виконано короткий огляд впровадження у сучасній комерційній авіації цифрових та інформаційних технологій.

У розділі 4 роботи запропонувати власну ідею дотримання заданих параметрів центрівки літака при продаванні квитків на пасажирський літак місцевих авіаліній, де ця проблема незважаючи на досягнення сучасних технологій продовжує залишатися актуальною.

Розроблено реально діючу міні модель технічної системи з продажу квитків з дотримання заданих параметрів центрівки літака при їх продаванні. Виконано програмування мікроконтролера реальної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савін Ст. З. "Авіація в Україні. Нариси, історії", - Х.: Основа, 1995.
2. Романенко В. Державний музей авіації. «Камуфляж», 2003, № 11;
3. Марков В.Х, Шмаєвич Л.І. «Повітряна навігація та радіозв'язок на МНВЛ». Кіровоград, КОД. 2005.
4. Оксана КІРИК "Ан-70 судилося літати" – Українська Інвестиційна газета; 1999р.
5. Мазур Г. Державному музею авіації виповнилося два роки. «Крила України», 2005, № 41
6. Марков В.І., Мітькін О.В., Завізіон М.О. "Аеронавігаційне забезпечення на МВЛ", ДЛАУ, 2005.
7. Ростислав Мараєв "Крок вперед, два на місці (Серійне виробництво авіатехніки в Україні сьогодні) – журнал "Авіація та час"; 2001р.
8. Віктор Беляєв "Громадянська авіація на рубежі століть" - журнал "Авіація та час"; 2001р.
9. Віктор Беляєв "Громадянська авіація на рубежі століть: магістральні літаки" - журнал "Авіація та час"; 2000 нар.
10. *Hydzik J. Collecting Backfires in Kyiv. «FlyPast Magazine», 2005, February*
11. Андрій Совенко "Ан-7Х та А400М: суперництво триває" – журнал "Авіація та час"; 2001р.
12. В.М.Локатюк.Надійність, контроль, діагностика і модернізація ПК. К. Видавничий центр «Академія» 2004р., -260 с.
13. О.І.Шепотьєв, В.В.Щепетов. Надійність авіаційної наземної техніки. К. «НАУ-друк», 2009р., -320 с.
14. Тарасенко В.П., Маламан А.Ю., Черніченко Ю.П., Корнійчук В.П. Надійність комп'ютерних систем. Навч. посібник. - К.: "Корнійчук", 2007р.- 256 с.
15. І.А.Орлов, В.Ф.Корнюко, В.М.Бурляєв. Експлуатація і ремонт ЕОМ, організація роботи обчислювального центру. М. «Енергоатомиздат» 1987р., -280с.
16. Расулова С. С., Рашидов А.А. Побудова відмовостійких мікропроцесорних систем. Ташкент-Mehnat -2004р., - 145 с.

Код програми

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
String modeStr = "centering";
int count = 0;
int mode = 0;
bool flag = false;
int button = 0;
int numbers[] = {11, 13, 7, 6, 4, 8, 10, 9, 12, 0, 2, 5, 3, 17, 1};
int seatCentr[] = {8, 9, 7, 5, 11, 6, 10, 4, 12, 2, 14, 3, 13, 1, 15};
bool seatState[15];
void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  for(int i = 0;i<18;i++){
    pinMode(i,OUTPUT);
  }
  setLedMode(mode);
  displayLcd();
  Led();
}
void loop() {
  button = analogRead(6);
  //one pass
  if(button > 990 && button < 1005 && flag == false){
    if(mode==0){
      if(count<15){
        setPassengerIcentr();
      }else{
        error();
      }
    }else if(mode == 1){
      if(count<15){
        setPassengerI();
      }else{
        error();
      }
    }
  }
  displayLcd();
}

```

```

    flag = true;
    delay(100);
// mode
}else if(button > 480 && button < 570 && flag == false){
    delay(100);
    mode++;
    count = 0;
    clearLed();
    if(mode>1){
        mode = 0;
    }
    if(mode == 1){
        modeStr = "follower";
    }else if(mode == 0){
        modeStr = "centering";
    }
    displayLcd();
    flag = true;
    setLedMode(mode);

// two pass
}else if(button > 1015 && flag == false){
    if(mode==0){
        setPassenger2centr();
    }else if(mode == 1){
        setPassenger2();
    }
    flag = true;
    displayLcd();
}else if(button < 10){
    flag = false;
}
}
void setLedMode(int mode){
    switch(mode){
        case 0:
            digitalWrite(15,HIGH);
            digitalWrite(14, LOW);
            break;
        case 1:
            digitalWrite(15,LOW);
            digitalWrite(14, HIGH);
            break;
    }
}
}

```

```

void setPassenger1(){
    count++;
    for(int i = 0; i < 15; i++){
        if(!seatState[i]){
            seatState[i] = true;
            break;
        }
    }
    Led();
    setRed();
}
void setPassenger1centr(){
    count++;
    for(int i = 0; i < 15; i++){
        if(!seatState[seatCentr[i]-1]){
            seatState[seatCentr[i]-1] = true;
            break;
        }
    }
    Led();
}
void setPassenger2(){
    if(!seatState[0]&&!seatState[1]){
        seatState[0] = true;
        seatState[1] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[3]&&!seatState[4]){
        seatState[3] = true;
        seatState[4] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[6]&&!seatState[7]){
        seatState[6] = true;
        seatState[7] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[9]&&!seatState[10]){
        seatState[9] = true;
        seatState[10] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[12]&&!seatState[13]){
        seatState[12] = true;
        seatState[13] = true;
    }
}

```

```

    count+=2;
    Led();
}else{
    error();
}
setRed();
}
void setPassenger2centr(){
    if(!seatState[6]&&!seatState[7]){
        seatState[6] = true;
        seatState[7] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[3]&&!seatState[4]){
        seatState[3] = true;
        seatState[4] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[9]&&!seatState[10]){
        seatState[9] = true;
        seatState[10] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[0]&&!seatState[1]){
        seatState[0] = true;
        seatState[1] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else if(!seatState[12]&&!seatState[13]){
        seatState[12] = true;
        seatState[13] = true;
        count+=2;
        Led();
    }else{
        error();
    }
}
void error(){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Invalid action");
    delay(100);
    delay(3000);
    displayLcd();
}

```

```

void clearLed(){
  for(int i = 0; i < 15; i++){
    seatState[i] = false;
  }
  Led();
}
void Led(){
  for(int i = 0; i<15; i++){
    if(seatState[i]){
      digitalWrite(numbers[i],HIGH);
    }else{
      digitalWrite(numbers[i],LOW);
    }
  }
}
void displayLcd(){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("mode = ");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(modeStr);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("occupancy - ");
  lcd.setCursor(12,1);
  lcd.print(count);
  delay(100);
}
void setRed(){
  int importantSeats[] = {0, 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13};
  bool allOccupied = true;
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    if (!seatState[importantSeats[i]]) {
      allOccupied = false;
      break;
    }
  }
  if(mode==1&&(count>2&& count<12)){
    digitalWrite(16,HIGH);
    if (mode == 1 && allOccupied) {
      digitalWrite(16, LOW);
    }
  }else{
    digitalWrite(16,LOW);
  }
}
}

```

РЕЦЕНЗІЯ
на кваліфікаційну роботу

випускника спеціальності: 123 Комп'ютерна інженерія

відділення: комп'ютерної та програмної інженерії

циклова комісія: комп'ютерних систем та мереж

Ярослав БУРЯК

(ім'я, прізвище)

1. Актуальність теми: Обрана тема кваліфікаційної роботи «Програмування процесу продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування» є актуальною.

2. Кваліфікаційна робота відповідає темі, затвердженій наказом.

3. Завдання на виконання дипломної роботи виконано в повному обсязі.

4. У Кваліфікаційній роботі виконано аналіз розвитку сучасних технологій в області обчислення параметрів центрування літаків перед їх польотом. Розроблено власний проект міні моделі технічної системи продажу квитків на літак Ан-28 з урахуванням його центрування.

5. Якість виконання пояснювальної записки та ілюстративного (графічного) матеріалу відповідає вимогам Державних стандартів.

6. Кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «добре».

Рецензент доктор філософії

(науковий ступінь, посада)

« _____ » _____ 2025 р. 

(підпис)

Олександр МИТРОФАНОВ

(ім'я, прізвище)

З рецензією ознайомлений

(підпис)

Ярослав БУРЯК

(ім'я, прізвище)