Доброго дня, тема моєї дипломної роботи:

**Дослідження підходів оптимізації маршрутів повітряних суден**

**----------------------------------------------1--------------------------------------------------**

**Мета: -** оптимізація мережі повітряних маршрутів у фрагментованому повітряному просторі, спричиненому забороненими, обмеженими та небезпечними районами

**Завдання:** - описати модель мережі маршрутів повітряних суден та її оптимізацію на прикладі алгоритму клітинних автоматів  
 - розробити програмну реалізацію та оптимізувати певну мережу маршрутів повітряних суден

**----------------------------------------------2--------------------------------------------------------------**

В роботі розглядається фрагментований повітряний простір, спричинений забороненими, обмеженими та небезпечними районами (ЗОН) (ті райони, де польоти повітряних суден заборонені або обмежуються, частина повітряного простору, в межах якої у визначені періоди часу може проводитись діяльність, що є небезпечною для польоту повітряних суден).

На даному слайді можна спостерігати карту Китаю з 144 ЗОН, і саме цей простір вже є фрагментованим. Чорні зони являють собою ті небезпечні райони, які є основними обмеженнями для оптимізації МПМ. Територія довкола чорних зон може використовуватись, звідки випливає, що наявний простір оптимізації мережі є розривним. Для уникнення перевантаження повітряного простору, затримки рейсів та аварійних ситуацій виникає потреба оптимізувати мережу маршрутів повітряних суден з уникненням ЗОН.

**----------------------------------------------3--------------------------------------------------------------**

Було розроблено модель оптимізації МПМ, яка уникає ЗОН і вводить новий алгоритм на основі клітинних автоматів (КA). Клітинний автомат – дискретна динамічна система, яка представляє собою множину однакових клітинок, з’єднаних однаковим чином між собою. Всі клітини створюють решітку клітинного автомату.

На слайді зображено дві ілюстрації, на першій початковий стан клітинок. Якщо клітинка є ЗОН клітиною, її стан дорівнює 1, інакше стан є 0. Стан вихідної клітинки має значення 2, а стан цільової клітинки становить 3 (початкова і кінцева точки, аеропорти). Процес еволюції клітинних автоматів відбувається наступним чином. Еволюція починається з клітинки, яка знаходиться поблизу місця призначення. Якщо стан поточної клітинки дорівнює 0 або перевищує 3, то наступним станом комірки буде 1 плюс мінімальне значення її сусідніх клітинок, стан яких більший або дорівнює 3. Якщо стан поточної клітинки є 1, тоді стан залишається незмінним. Таким чином як зображено на другому малюнку ми отримуємо кінцевий стан клітинок, і вже згідно цього проводиться оптимізація від початкової клітинки до цільової.

**----------------------------------------------4--------------------------------------------------------------**

Було проведено дослідження по даній тематиці у Китаї, де обрано 9 районів польотної інформації, і з них по одному аеропорту. На малюнку зображено вже оптимізовану мережу з уникненням ЗОН, а в роботі описано детальніше дані оптимізації. Але вже можна зробити висновок з обчислювальних результатів цих 35 маршрутів, що загальна експлуатаційна вартість МПМ, кількість маршрутів, що проходять через ЗОН, і кількість вузлів різко скорочуються після оптимізації.

**----------------------------------------------5--------------------------------------------------------------**

Для того аби провести оптимізацію мережі, було обрано карту України, аеропорти Львову, Києва, Харкова та Одеси, і 5 маршрутів: Київ-Львів, Київ-Харків, Одеса-Харків, Київ-Одеса та Львів-Одеса.

Інформація про такі небезпечні, обмежені та заборонені райони та про структуру повітряного простору публікується у збірниках аеронавігаційної інформації, яка є доступна для працівників повітряного простору. Ця інформація постійно змінюється і не є в вільному доступі, тому я добавила власні ЗОН аби провести оптимізацію за допомогою програмної реалізації.

**----------------------------------------------6--------------------------------------------------------------**

Було обрано перший шлях Київ-Львів, в програму занесені дані про вихідні точки та небезпечні зони, результат виводить оптимальний шлях, який за допомогою графічного редактора Adobe Photoshop наносимо на нашу карту. Для зручності ЗОН вводимо сірими клітинками, темно зелені це вихідні точки, і обрахунок проводиться від вихідної точки (0) і до кінцевої (max).

**----------------------------------------------7--------------------------------------------------------------**

На наступних слайдах зображено оптимізацію інших чотирьох маршрутів. Програма виводить оптимальний шлях чорною лінією, а зелені клітинки, це клітинки які показують нам, що можливо обрати і інший шлях, в тому випадку, якщо не можливо здійснити саме цей оптимальний шлях. Київ-Одеса. Одеса-Харків. Львів-Одеса. Київ-Харків.

**----------------------------------------------8--------------------------------------------------------------**

Відповідно було знайдено всі оптимальні маршрути, за допомогою графічного редактора вони нанесені на Карту України, і отримано цілу оптимізовану мережу маршрутів повітряних суден України з уникненням ЗОН, також для зручності з карти забрали небезпечні райони, і вихідним з пройденого алгоритму є така карта.

**---------------------------------------------9--------------------------------------------------------------**

**Висновки:**

* Розглянуто модель мережі маршрутів повітряних суден та її оптимізацію у фрагментованому повітряному просторі;
* Розглянуто алгоритм клітинних автоматів і подано процедуру розв’язання оптимізаційної моделі мережі повітряних маршрутів;
* Створено мережу маршрутів повітряних суден на прикладі України з доданими ЗОН;
* Виконано оптимізацію за допомогою програмної реалізації створеної МПМ України.

Також варто відзначити, що запропонований метод може бути використаний для планування та розробки фрагментованих МПМ для поліпшення економіки та безпеки МПМ.