

ШМЕЛЬОВА Тетяна Федорівна (доктор технічних наук, професор)

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПОЛЬОТІВ В СМАРТ-СІТІ

Представлено моделі прийняття рішень та оптимізація виконання польотів безпілотними літальними апаратами в смарт-сіті з мінімальними ризиками та максимальною безпекою. Формування топології групи при виконання групових польотів безпілотними літальними апаратами та визначення центрального безпілотного літального апарату-ретранслятора в групі.

Останнім часом безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали дуже популярними в багатьох розвинених країнах як альтернативний варіант виконання завдань, які раніше було важко вирішити. БПЛА ефективно використовуються як у військовій, так і в цивільній авіації, зокрема, для боротьби з наслідками надзвичайних ситуацій та стихійних лих, а також сільського господарства, аерофотозйомки, ретрансляції зв'язку, моніторингу погодних умов, повітря та якості води та багато інших потенційних призначень [1-3]. Головною проблемою безпілотної авіації сьогодення є інтеграція та підпорядкування до загальної авіаційної системи. БПЛА мають кілька переваг, а саме низьку експлуатаційну вартість, простоту, доступність, БПЛА можуть застосовуватися у випадках, коли використання пілотованих літальних апаратів є непрактичним, дорогим або небезпечним [2,3]. Перевагою використання БПЛА є завдання, що передбачають ризик для людей та ефективність вирішення економічних проблем. Багато з цих завдань ефективно використовують одиночний чи груповий політ БПЛА [4]. У цьому сенсі використання БПЛА групових польотів є більш доцільним, наприклад, для моніторингу фото / відеозйомки; групове обстеження великих територій та районів патрулювання; доставка великої кількості вантажу та використання безпілотного таксі для пересування пасажирів тощо. Відзначаються додаткові корисні властивості, такі як швидше охоплення фрагмента міської частини великої площі та мінімальний ризик руху БПЛА в місті, як у “розумному місті” [5].

Оцінювання ризиків у разі польотів БПЛА в смарт-сіті. В останні роки ідея розумного міста стала дуже популярною у всіх країнах. Це міська зона, яка використовує безліч електронних датчиків для збору даних та використання їх для ефективного управління активами та ресурсами. Поняття «розумного міста» характеризується використанням нових досягнень, таких як використання штучного інтелекту та Інтернету речей (IoT), з метою моніторингу стану об'єктів міської інфраструктури та контролю за ними на основі даних, отриманих як результат моніторингу, оптимального розподілу ресурсів та забезпечення безпеки громадян [6]. Використання БПЛА в концепції розумного міста допоможе вирішити такі завдання: моніторинг пробок; пошуково-

рятувальні завдання; фото / відео моніторинг; мобільний пункт ретрансляції *Wi-Fi*; рух товарів; операції з оподаткування; оперативні послуги швидкої допомоги тощо. Для ефективного вирішення цих проблем розроблені системи підтримки прийняття рішень операторів БПЛА. Для управління БПЛА система використовує наступні схеми:

- Оператор - одинарний БПЛА;
- Група операторів - група БПЛА;
- Оператор – CDR (центральний дрон-ретранслятор) - група БПЛА.

Ефективність представлення використання БПЛА для сучасного міста як “розумного міста” має деякі проблеми: наявність будівель, доріг, будівництво, зони відпочинку, природні зони тощо. Щоб оцінити безпеку польотів БПЛА у місті, необхідно отримати кількісні значення ризиків польотів на різних територіях міста. Методами оцінки “ризиків” є ЕМ та нечітка логіка [7]. Правила аеронавігації для класифікації перешкод у місті були обрані як “заборонені” та “небезпечні” райони [8; 9], але вони не мають нічого спільного з офіційними визначеннями ІКАО, це оцінка ризиків руху БПЛА в розумному місті. В нашому випадку, “зони обмеженого доступу” – це такі райони, де ризик заподіяння шкоди людям високий, “небезпечні райони” – ризик заподіяння шкоди людям дуже високий. Початкові дані для оцінки ризиків:

1. Будинки: це об'єкти, де живуть і працюють люди (офіси, фабрики, ринки) та громадські місця. Потенційний ризик прольоту цих ділянок:
 - для БПЛА → дуже високий;
 - для людей → середнього та високого рівня.
2. Стовпи та дротові комунікації: ці об'єкти - це стовпи з дротами, щогли, антени, які можуть загрожувати життю та здоров'ю людей поблизу у разі поломки. Потенційний ризик після проникнення в цю область:
 - для БПЛА → помірний;
 - для людей → низький до середнього рівня.
3. Деревя та природні перешкоди: Ці об'єкти - дерева, пагорби, гори тощо. Потенційний ризик після проникнення на територію:
 - для БПЛА → від високого до дуже високого;
 - для людей → дуже низький.
4. “Небезпечні зони” класифікуються на основі заявки на об'єкт “Обмежена територія”. Ці зони не є обов'язково небезпечними, але тривале

перебування збільшує ризик прямопропорційно до часу перебування. Потенційний ризик в момент проникнення:

- для БПЛА → дуже низький;
- для людей → дуже низький.

5. Зона шляху: це частина запланованого маршруту польоту після польоту безпілотної, в якому 99,99% БПЛА є або буде розміщено згідно з даними плану польоту:

- для БПЛА → від високого до дуже високого;
 - Для людей → від високих до дуже високих.
6. Конфліктна зона шляху: це незапланована частина простору навколо “зони шляху”:
- для БПЛА → від високого до дуже високого;
 - Для людей → від високих до дуже високих.
- Результати класифікації та оцінювання території фрагменту міста показано в табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація областей фрагменту території

Назва перешкоди	Параметр перешкоди	Позначення
Зони з обмеженим доступом		
Будинки	Зона з обмеженим доступом	B-RA
Стовпи та дротові комунікації	Зона з обмеженим доступом	C-RA
Дерева та природні перешкоди	Зона з обмеженим доступом	N-RA
Небезпечні зони		
Вертикальний буфер	Небезпечна зона	VBA
Горизонтальний буфер	Небезпечна зона	HBA
Шляхи		
Зона шляху	Шлях	TA
Зона конфлікту шляху	Шлях	TCA
Польотна зона	Шлях	FA

Для управління групою БПЛА із віддалених пілотних систем літальних апаратів було запропоновано використовувати центральний ретранслятор (CDR - Central Drone Repeater),

з'єднаний по радіоканалу з наземним оператором для керування іншими БПЛА методом вибору сервера в комп'ютерних мережах (Рис. 1).

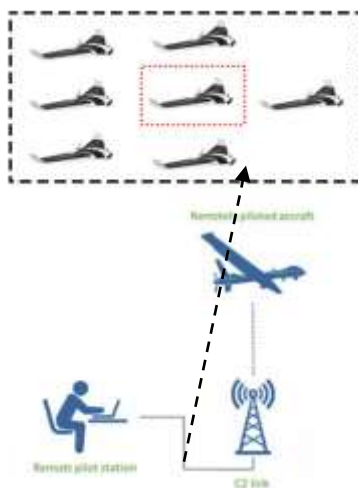


Рис. 1 Авіаційна система управління групою БПЛА з використанням центрального ретранслятора

Для отримання шляхів мінімальної вартості застосовується метод динамічного програмування, відповідно до аеронавігаційних правил та вимог ІСАО до експлуатації БПЛА в контрольованому

просторі [8; 9; 10]. На рис. 2 представлено оцінювання фрагменту місцевості та визначення шляху мінімальної вартості.

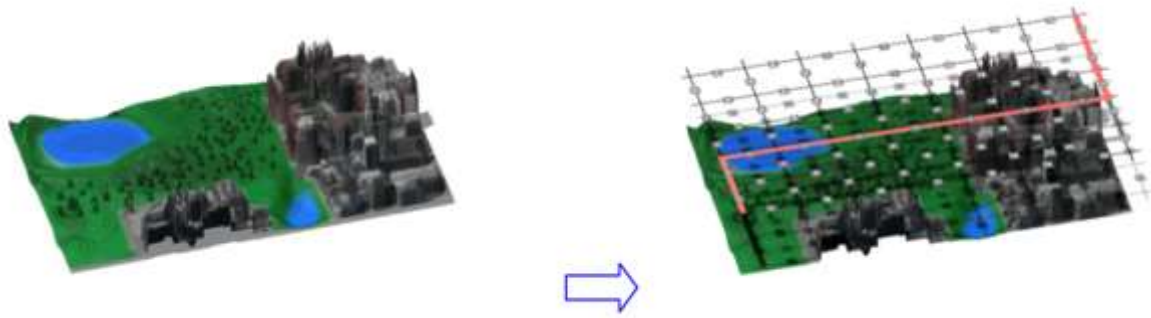


Рис. 2. Фрагмент території для оцінки мінімальних витрат та безпеки руху БПЛА

Планується для знаходження та прогнозування шляхів та ешелонів мінімальної вартості та максимальної безпеки при польоті БПЛА в смарт-сіті застосовувати методи штучного інтелекту [11-12].

Висновки

Для групових польотів застосовувалася топологія груп БПЛА, визначено, що доцільно орієнтуватись на повнозв'язну топологію, як на найбільш ефективну. Представлено методику побудови оптимальних маршрутів БПЛА (одиночних і групових) в смарт-сіті. Проведено оцінювання перешкод у вигляді ризиків за допомогою методу експертних оцінок та нечіткої логіки. Для отримання шляхів мінімальної вартості застосовується метод динамічного програмування.

Список використаних джерел

1. Austin, R. Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment. – UK: John Wiley & Sons Ltd, 2010.
2. Gulevich S. Analysis of factors affecting the safety of the flight of unmanned aerial vehicles / S. Gulevich, Y. Veselov, S. Pryadkin, and S. Tirmov // – «Science and education» №12, December 2012.
3. Cases on Modern Computer Systems in Aviation / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov. – USA, Pennsylvania International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P. 305
4. Unmanned Aerial Vehicles in Civilian Logistics and Supply Chain Management. Chapter 5 Automated System of Controlling Unmanned Aerial Vehicles Group Flight / Tetiana Shmelova, Dmitriy Bondarev – USA, Pennsylvania International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. November 2019. – P. 167-204
5. Shmelova T. Optimization of performance of UAV's flights in Smart-town // T. Shmelova, V. Lazorenko, O. Burlaka // ABIA-2019: XIV міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 19-21 квітня 2019 р. : тези доповідей. – К.: НАУ. 2019. – С. 11.53-11.59
6. Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov, Konstantin Dergachov. – USA, Pennsylvania: International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P.486
7. Клебанова Т.С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: [монографія] / Т.С. Клебанов, Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко. – Х. : ІНЖЕК. 2011. – 240 с.
8. Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам (ДПАС) / Doc. 10019/AN 507. 1-е изд. – Канада, Монреаль: ICAO. 2015. – 190 с.
9. Беспилотные авиационные системы (БАС) / Сirc. ICAO 328-AN/190. – Канада, Монреаль: ICAO. 2011. – 66 с.
10. Unmanned Aerial Vehicles: Breakthroughs in Research and Practice. Information Resources Management Association (USA)/ Chapter 8 Applications of Decision Support Systems in Socio-Technical Systems / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, – USA, Pennsylvania International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, IRMA. 2019. – P.182-214
11. Cases on Modern Computer Systems in Aviation Chapter 3 Artificial Neural Network for Pre-Simulation Training of Air Traffic Controller / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Togrul Rauf oglu Jafarzade. – USA, Pennsylvania: International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P. 20-58
12. Handbook of Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Arnold Sterenharz, Yuliya Sikirda. – USA, Pennsylvania: International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P. 39.

Approaches for innovation development and applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)

Підхід до інноваційного розвитку та застосування безпілотних літальних апаратів (БЛА)

Professor Tetiana Davidiuk, Air Navigation System Department, National Aviation University, Kiev, Ukraine

4/19 – 2015-2021

Human Factors (HF) problem: Evolution of HF's Models, Artificial Intelligence (AI) for aviation Connected Aerial Vehicles

AI - CFM - Collaborative Decision Making (CDM) - AT - CAF - Safety Culture

AI - CFM - Collaborative Decision Making (CDM) - AT - CAF - Safety Culture

CDM - Collaborative Decision Making (CDM) - AT - CAF - Safety Culture

AI - CFM - Collaborative Decision Making (CDM) - AT - CAF - Safety Culture

Years	Models	Content of models	Content
1975	SHELL	Software procedures - Hardware procedures - Environment - Liveware	1 stage Professional skills formation
1990	Rasmussen's "Swiss Cheese Model"	Active errors - Latent errors - Violations of opportunity - Constraint chain	2 stage Error detection
1995	SHELL	Software procedures - Hardware procedures - Environment - Liveware - Liveware (human)	3 stage Cooperation between Error detection
1999	CRM	Team - Resource - Management	
2000	TDM	Team and Error - Management	
2000	NORM	Maintenance - Resource - Management	
2000	SHELL-T (SHELL-Team)	Software procedures - Hardware procedures - Environment - Liveware - Liveware (human) - Team	
2000	SHELL model and CFM	Software procedures - Culture - Hardware procedures - Environment - Liveware - Liveware (human)	3 stage Culture Safety Error prevention
2000	LISA	Line - Operation - Safety - Audit	
2000	HEALS	Human - Environment - Analysis - Design	
2000	FSA	Performance-Based Approach	
2000	HEALS	Human Factors - Analysis - Classification - Systems	4 stage Safety - Efficiency - Maintenance of error
2000	RMS Safety Balance Model	Safety Management System	
2000	AI - CFM FSDM	Collaborative Decision Making (CDM) System-Wide Information Sharing and Management (SWIM) Flight & Flow Information for Collaborative Environment (FFICE) Artificial Intelligence (AI)	5 stage Collaborative Decision Making (CDM) System-Wide Information Sharing and Management (SWIM) Flight & Flow Information for Collaborative Environment (FFICE) Artificial Intelligence (AI)
2000	CAF	Integration of Manual and Computerized Control into Controlled Airspace	6 stage
2000 - year of safety culture	SACM Safety Culture	Global Aviation System to Plan (GASP) Safety culture - norms, values, opinions, assumptions in the world of an organization, but in the actions and behaviors of all personnel in the organization	7 stage Safety culture

The synergistic effect: IC of aviation techniques with using AI capability

AI Wide Paper: IATA <http://www.iata.org/publications/Pages/ai-white-paper.aspx>

Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries

UAV's activity and branches of development

- Artificial Intelligence (AI) in aviation
 - Human Factors (HF) problem
 - Evolution of HF's Models
 - UAVs - in AI system
- Requirements for the operation and management of UAV
 - UAV's certification and operator certification; UAV's preparation; UAV's flight rules; communication with UAV's; legal issues; UAV's integration and flight safety
- Training of personnel for ATIS, EAS, ANS operation, education
 - UAV operators
 - Air traffic Controller (ATC)
 - Air Traffic Service Equipment Procedures (ATSEP)
- UAV's flight (group and single) for the detection of target tasks
 - Team - Support and tactical configuration network of UAV group
 - Targets coverage for UAV teams; Flight using geometrical modeling
 - Self and mutual control using UAV's autonomy
 - Control and management of UAV: Personalized CDM/PSI model for transmitting information and actions between users of UAV
- Branches of development of UAV in NAC / Air Navigation System (ANS) department
 - Training of personnel - operators of UAV, ATC, ATSEP, in-ANS department
- UAV design and operation

Years	Models	Content of models	Content
1975	SHELL	Software procedures - Hardware procedures - Environment - Liveware	1 stage Professional skills formation
1990	Rasmussen's "Swiss Cheese Model"	Active errors - Latent errors - Violations of opportunity - Constraint chain	2 stage Error detection
1995	SHELL	Software procedures - Hardware procedures - Environment - Liveware - Liveware (human)	3 stage Cooperation between Error detection
1999	CRM	Team - Resource - Management	
2000	TDM	Team and Error - Management	
2000	NORM	Maintenance - Resource - Management	
2000	SHELL-T (SHELL-Team)	Software procedures - Culture - Hardware procedures - Environment - Liveware - Liveware (human) - Team	
2000	SHELL model and CFM	Software procedures - Culture - Hardware procedures - Environment - Liveware - Liveware (human)	3 stage Culture Safety Error prevention
2000	LISA	Line - Operation - Safety - Audit	
2000	HEALS	Human - Environment - Analysis - Design	
2000	FSA	Performance-Based Approach	
2000	HEALS	Human Factors - Analysis - Classification - Systems	4 stage Safety - Efficiency - Maintenance of error
2000	RMS Safety Balance Model	Safety Management System	
2000	AI - CFM	Collaborative Decision Making (CDM) System-Wide Information Sharing and Management (SWIM) Flight & Flow Information for Collaborative Environment (FFICE) Artificial Intelligence (AI)	5 stage Collaborative Decision Making (CDM) System-Wide Information Sharing and Management (SWIM) Flight & Flow Information for Collaborative Environment (FFICE) Artificial Intelligence (AI)

Evolution of HF's Models

Steps of the evolution of the HF's models:

- Professional skills of HF's / Introduction of HF's / Definition of HF's Errors
- Expansion to team / Introduction of HF's in team / Error detection
- Influence of Culture / Safety Error prevention
- Human Management / Error/ human model / Information of errors
- Collaborative Decision Making (CDM) / Global CDM / CAF
- Artificial Intelligence in aviation, etc.
- Integration of Manual and Computerized Control into Controlled Airspace
- Safety Culture

Artificial Intelligence in aviation: Safety Culture - norms, values, opinions, assumptions in the world of an organization, but in the actions and behaviors of all personnel in the organization

AI in artificial intelligence in the aviation of human intelligence empowerment by building computer systems and machines (ICM, 2014, page 164)

New technologies are changing aviation, artificial intelligence, the concept of design, Unmanned Aerial Vehicle and the push for Artificial and robotic airplane

Integration of Manual and Computerized Control into Controlled Airspace

Safety culture - norms, values, opinions, assumptions in the world of an organization, but in the actions and behaviors of all personnel in the organization

Requirements for the operation and management of UAV, Rules of operation

- UAV certification and operator certification
- UAV's requirements
- UAV's flight rules
- Communication with UAV
- Training of UAV operators
- Legal issues

References:

- UAV's activity
- UAV's requirements
- UAV's flight rules
- Communication with UAV
- Training of UAV operators
- Legal issues

The ICAD's Information resource section, The ICAD UAV Toolkit, provides a useful tool to help states implement effective UAV guidance and secure operations: <https://www.icad-air.com/EN/ICAD%20Toolkit.aspx>

- UAS Toolkit
- UAV Regulation
- Training and Education
- Authorization
- Fly Safe / Fly Legal
- Current State Regulations
- UAS Toolkit
- Rules or Guidance
- News
- FAQ

Current State Regulations
 Select a country from the dropdown below to find more detailed information
 «Current State Regulations» – 33 countries (April 2018); 36 countries (November, 2018); 41 countries (November, 2019); 45 countries (November, 2021).

Science research in ANS Department (prof. Shmelova T.)

- ANS as STS
- UAV's flights (group and single) for the decision of target tasks
- Using UAV's for flights in "smartcity"
- Intellectual automated control system (IACS) of human emotional state monitoring
- The integrated models (stochastic, non-stochastic uncertainty models, and deterministic) for effective DM by UAV operators* in the normal and unusual situations in emergency.
- Collaborative decision making (CDM)

Flight manual (in Emergency) for B-0s (pilot, ATC, UAV operator):

- Pilot: Flight manual of aircraft type
- Air traffic controller (ATC): technological procedures "ASSIST" (Acknowledge, Separate, Silence, Inform Support, Time)
- UAV operator: «ASSSIST» (Acknowledge, Separate, Synergistic (Coordination, Cooperation, Consolidation) Silence, Inform, Support, Time) for each type of UAV.

For example:

- Unmanned Aerial Vehicles flights in SMART – city;
- transportation of cargo in the mountains;
- finding of optimal landing aerodrome place in airport;
- optimal landing in an emergency.

The aggregated deterministic model with integrated stochastic models

Using UAV's for flights in "smartcity"

The concept of "smart city" is characterized by using the new achievements for the effective organization of life in a town. This is using artificial intelligence (AI), UAV's, Internet technologies, robotics, the internet of things, etc.

Such objects in a town include:

- bridges and tunnels;
- roads and railways;
- communication systems;
- water supply and drainage systems;
- power supply systems, and various large industrial facilities;
- airports, rail railway stations, airports, etc.

The authors present a problem of the performance of UAV's flights (group or single flight) for the decision of different target tasks in the city using information, air navigation technology and Methods of Mathematical modeling (graph theory, Expert Judgment Method, methods of decision making in risk and fuzzy logic, dynamic programming, geometrical modeling, etc.).

Examples – UK, US, Poland, Spain, Czech, etc. / Rules or Guidance / Special authorization for UAV operators / JARUS
<http://www.faa.gov/uas>

JARUS, Javier authorities for Rebuilding an Unmanned System – a team of experts from around the world

Before modelling DM in emergency

Types of UAV flights and UAV control

1. Degrees of autonomy and control of UAV flight

- under remote control by a B-0
- autonomously by onboard computers
- piloted by an autonomous robot

2. For the control of the UAV are using the next schemes of UAV control:

- Operator – single UAV;
- Group of operators – group of UAV's;
- Operator – Central Drive Repeater (CDR) – group of UAV's.

UAV's flights (group and single) for the decision of target tasks

- Driver – Repeater and optimal configuration network of UAV group
- Service coverage for UAV losses: flights using geometrical modeling
- Flight and control and ways UAV's movement
- Control and management of UAV: Personal Data (CDR/PD) model for reconstructing information and actions between users of UAV's

DM in Uncertainty in emergency with UAV (bad weather condition) in approach to destination aerodrome in town

DM in emergency results – criterion $H_{01}(H)$, Laplace (L), Bernoulli (B) coefficients of opinion-probation $\alpha=0.1$; $\alpha=0.5$; $\alpha=1$

AP	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}	β_{11}	β_{12}	β_{13}	β_{14}	β_{15}
A_1	0.5	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.07	0.22	0.29	0.3	0.1			
A_2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.31	0.22	0.29	0.3	0.1			
A_3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.7	0.38	0.29	0.24	0.1	0.2			
A_4	0.1	0.2	0.7	0.1	0.1	0.2	0.1	0.30	0.30	0.34	0.2	0.1			
A_5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.30	0.30	0.36	0.2	0.1			

Control system of UAV's group

To control a group of drones, the authors suggest choosing and using a **Drone - Kopter** to be connected to the operator on the ground and control other drones.

To select the effective **Drone - Kopter** and optimal configuration network of UAV groups, here used the methods of:

- choosing effective control **Drone** in the group analogically a selection server in computer networks;
- geometric modeling analogically to a building production and the same method of server selection in computer networks;

optimal classic configuration line, star, circle, etc.;

optimal complex configurations

Algorithm of determining the optimal configuration of the group

- Gold-mining: a grid is superimposed on a fragment of terrain;
- Risk assessment of Gold cells depending on the type of area ("Restricted", "Dangerous" or "Free");
- Finding the minimum cost path W1 for a UAV1 (UAV) group using the DP method for planning a flight in a level LL;

$$W(y_i) = y_i \cdot (RA; RK; TL; TCA; FA) + \min(y) \cdot (RA; RK; TL; TCA; FA)$$

- Assessing the path W1 (UAV) groups of the UAV1 as "Dangerous";
- Finding the minimum cost path W2 for a UAV2 (UAV) group using the DP method for planning a flight in a level LL. If necessary, the transition to the level LL, etc.
- Building Discrete Network Model for "cover" optimal configuration of UAV's groups and finding corridors for UAV's group flight.

The optimal network configuration of UAV's group selected using Discrete Network Model (DNM) by geometric modeling method. For example, extraction and finding the minimum cost path W1 for a UAV or UAV's group, W1+1 for fragment of the territory.

Decision-making (DM) models in Certainty, Risk, and Uncertainty for the search of the optimal solution CDM

1 step Deterministic models with decision structure of operation.

2 step Optimization of individual plans of performance of main technology:

- Identification of different points within several alternatives of solutions and use using the effective method of DM.
- In the large amount of statistical data and probabilities are used DM methods in RM.
- In the absence of a large amount of statistical data and probabilities, are used DM methods in conditions of Uncertainty.

3 step Deterministic models with determined decisions - Simple Network game

Training "Decision-making in air Navigation System" (DM in ANS)

Training 1 Expert Judgment Method (EJM): Multi-criteria decision problems.

Training 2 Deterministic model: Network planning, Decision-making in emergency situation (DS).

Training 3 Stochastic model: Decision-making in Risk, Decision-making in ES.

Training 4 Stochastic model: Game Theory, DM in uncertainty, Optimal solution of landing.

Training 5 Dynamic programming (DP): The problem of minimal cost between teams. The training solution is practice. The method DP to solve the problem of finding an aircraft DM model.

Estimation of areas in fragment of the territory (EJM & Fuzzy-logic)

The use of UAV is more applicable in reconstruction of communication in places - where some equipment cannot be set because of complexity of terrain, agriculture (group of growing fields), with aerial photography (group series of large areas, monitoring for appearance of forest fires, parking lots, etc.), transportation of cargo.

The evaluation of areas attributed by abstraction:

Name of abstraction	Parameter of abstraction	Identification	Fuzzy logic estimation
Building	Rectangular	0.95	0.9
Columns and other construction	Rectangular	0.95	0.9
Tree overgrown area	Rectangular	0.95	0.9
Water surface area	Complex	0.95	0.9
Overgrown area	Complex	0.95	0.9
Tree area	Tree	0.95	0.9
Tree surface area	Tree	0.95	0.9
High area	Tree	0.95	0.9

Fuzzy-logic function of estimation risk

"Very low risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 10.
 "Low risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 15.
 "Average risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 40.
 "High risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 80.
 "Very high risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 100.

Example of estimation minimal cost and safety of UAV's movement

Dynamic Programming (DP), EJM and fuzzy logic were used for estimation of risk and minimal cost of movement. To set minimal cost and safety of UAV's movement in 1994 we may apply mathematical methods (dynamic programming, geometrical modeling) and air navigation rules. Estimation of areas in fragment of the territory is depicted below.

Course Basics of decision-making theory/ Informatics of DM for student NAU

- Classification of contents of decision-making
- Expert Judgment Method / Multi-criteria decision problems. Tasks:
 - Quantitative estimation of the complexity of the aircraft flight regime - definition of significance complexity of the phase of flight of the aircraft
 - Quantitative estimation of the complexity of the navigation parameters in flight of aircraft
 - Quantitative estimation of significance of the Landing System (LSS) PNR, ...
 - Quantitative estimation of the complexity of procedures operated during working process - definition of controller's work load for aircraft LSS service
 - Quantitative estimation of the Human factor problem
- Decision making under uncertainty. The Linear Programming, The Simplex method (Net Problem, France distribution on advertising, ...)
- The Transportant Method of potentials (Distribution of AS on costs)

Internet-learning. Decision making in emergency situation. The transportation available for 2-41 question paper, airplane - 1 with extremely low probability of "FAILURE".

- 1) Changing up off-line DM Problem
- 2) DM in uncertainty
- 3) DM in risk

Decision-making under uncertainty. Tasks:

- 1) Simplex method for solving linear programming problems
- 2) Decision-making under uncertainty. France distribution of AS on costs
- 3) The Transportant Method of potentials (Distribution of AS on costs)

Decision-making under uncertainty. The Linear Programming, The Simplex method (Net Problem, France distribution on advertising, ...)

- 1) Linear programming: Tasks
 - 1) The standard form of the linear problem
 - 2) The feasible solution set of the linear problem
 - 3) The optimal solution of the linear problem
 - 4) Simplex method: Simplex method solution method to maximize (minimize) the objective function and the set of binding
 - 5) Primal-dual. Duality in decision of linear programming
 - 6) Decision support system
 - 7) Expertization
 - 8) Characteristics of the decision system: the methods of solution, method optimization
 - 9) Analysis and synthesis of decision support systems. For example, "the network" - using theory of operations research

Training of personnel for UAV operation - air Navigation system Department (NAU, Kyiv)

<http://www.nau.edu.ua>

Scientific and practical training in laboratories and centers:

- Laboratory satellite system and technologies
- Navigation system
- Laboratory "Avionics"
- Laboratory observation and navigation
- Laboratory of training simulator construction
- Training center for practical preparation of specialists in air traffic services
- Laboratory of unmanned aircraft system

Laboratory satellite system and technologies
 (ISS) in Kyiv IZUMIATC

Professor Konin Viktor

Air Navigation system Department
<http://www.ian.uan.edu.ua>
 Synergy: Education, Science, and Industry
 Synergy in Aviation: Education + Science + Aviation Industry + IT industry

Workplaces of modern aviation specialist – computer, OS, DB, Database Management System, protocols, network technologies, data format, automatic control system, DBS...

- Pilot – FMS, TCAS, ACAS, CNS/ATM, GNSB (GPS, GLONASS...)
- Air Traffic Controller – ATIS, CNS/ATM, TCAS, GNSB
- Engineer of Air Navigation Services – EE, CNS/ATM, VOR/DME
- Flight Dispatcher – flight information service, CNS/ATM
- Unmanned aerial vehicle operator (UAV) – UAV, UAV, CNS/ATM

Books about: DM of IR in ANNs, DM of ATC pilot of AC, UAV, engineer (ATM/PI) flight dispatch etc.

2020

2017

2018

2019

Business

Problems:

- **Модельовані рішення прийняття рішень ІІТІІІ в комплексній авіаційній ситуації. Інтерпретація на міжлюдський моделі**
- **Модельовані рішення прийняття рішень в системі управління**
- **Питання ІІТІІІ в авіації-2018**
- **Тренди авіації ІІТІІІ**
- **Навчання операторів ІІТІІІ (на основі відео, симуляцій, ІІ-файлів)**

Considered:

- **Modeling of UAV operator decision-making in standard and emergency situations. Integrated and collaborative models**
- **Modeling and diagnosis of the emotional state of operators**
- **UAV flight in a smart city**
- **UAV group flight**
- **Training of UAV operators (in an external pilot, air traffic controller, IT specialist)**

Air Navigation system Department
<http://www.ian.uan.edu.ua>

Area "Transport" (Specialty) "Aviation Transport"
Qualifications:

- Air Navigation Service (ATC) - operators
- System of Air Navigation Service (ATSEP) - operators
- Unmanned Aerial Complex (UAV) - operators

Traineeship for students and teachers

Preparation of ANS Department carried out EUROCONTROL standards and complies with the international organization ICAO certified in the State Aviation Service of Ukraine. Training is conducted in English. Every year the best students are invited in the headquarters of EUROCONTROL (Brussels) and the Institute of Air Navigation (Leipzig)

The systematic approach to training operators with the knowledge of obtaining the final product: "Micro-object of knowledge" models:

- knowledge of technology
 - modeling
 - programming
 - practical realization
 - implementation

The future our plans is IGI GLOBAL (USA)
<https://www.igi-global.com>

2021

Coming Soon

Editor: Aleksandr M. Sidorov
 (Ivan Franko University, Kyiv)

What is next?

In the future authors are planning to predict results using an artificial neural network system.

1. AI system with training data - neural Network with DM (using expert data)
2. AI system with training data

The machine learning algorithm based on supervised learning and performs a regression technique that finds out a linear relationship between a target and a predictor.

- The input variable data features of case and treatment
- The output variable data predicts real-world result of case

Big Data is needed to build AI systems and training!!!

5x steps for building AI system:

- 1 step - Expert system - a data description information - using experts knowledge or statistics, experience, (ICAO data base)
- 2 step - CDM - to improve and prepare data
- 3 step - AI system + descriptive data and DM
- 4 step - Big Data to create AI system with training data and DM
- 5 step - Big Data to create an AI system with Machine Learning and DM (using expert DM)