НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»	**Силабус навчальної дисципліни «Методи інтеграції та оптимального оброблення даних в системах навігації та управління рухом» (Methods of integration and optimal data processing in navigation and control systems of motion)** Освітньо-наукова програма: Авіаційний транспорт Спеціальність: J6 «Авіаційний транспорт» Галузь знань: J «Транспорт та послуги»
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна вибіркового компонента вибору фахового переліку
Курс	1 (перший)
Семестр	2 (другий)
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/години	4 кредити / 120 год
Мова викладання	Українська
Що буде вивчатися (предмет вивчення)	Предмет навчання - розроблення методів комплексної обробки інформації та способів їх застосування в системах спостереження, розпізнавання об'єктів, навігації й управління рухом. Головний предмет навчання є систематизація та розширення знання про методи прийняття рішень людиною-оператором аеронавігаційної системи (диспетчер, пілот, інженер, UAV-оператор, менеджер); методи математичного програмування для оптимізації процесів прийняття рішень в аеронавігаційній системі (АНС); правила та методи вирішення задач прийняття рішень за допомогою сучасних інформаційних технологій. Інтеграція (агрегування) даних. Мультиплікативне агрегування даних, переваги та область застосування. Адитивне агрегування даних, переваги та область застосування. Нормування та агрегування показників (різнорідні шкали оцінювання). Нормування та агрегування показників (різні джерела даних). Застосування методів агрегування показників для оцінювання БАС і АНС. Спільне прийняття рішень (Collaborative decision making - CDM).
Чому це цікаво/треба вивчати (мета)	Метою викладання є отримання здобувачами знань щодо методів прийняття рішень операторами АНС (диспетчер, пілот, інженер, UAV-оператор, менеджер) в нормальних та аварійних ситуаціях, формування спільних рішень; вмінь проводити теоретичні і практичні дослідження, формування науково-практичних навичок приймати обґрунтовані та професійно-грамотні рішення у життєвих, управлінських та виробничих ситуаціях. Застосування інформаційних технологій і методів штучного інтелекту (ШІ) для побудови інтелектуальних систем. Еволюція моделей людського чиннику (ЛЧ) в авіації. Системи ШІ для інтелектуальних АНС. Гібридний інтелект. Ефективність інтелектуальних рішень в АНС. Розроблення методів оптимального оброблення з метою забезпечення безпеки повітряного руху.

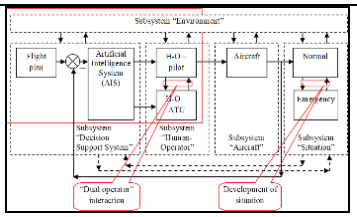
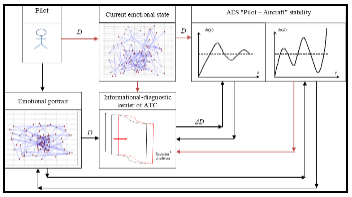
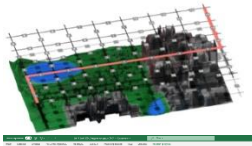
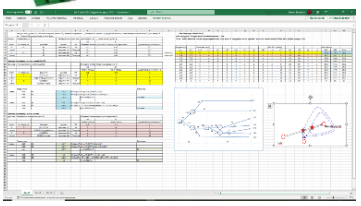
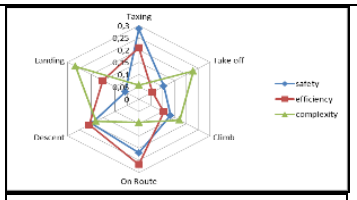
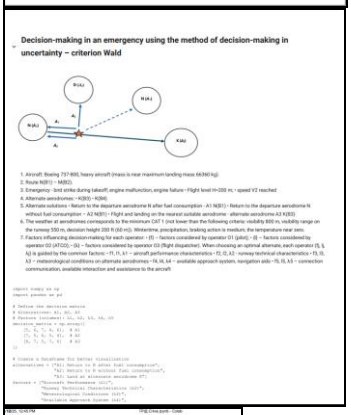
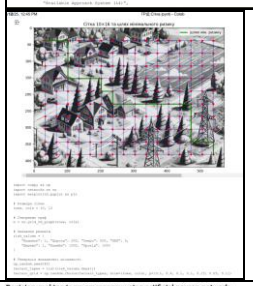
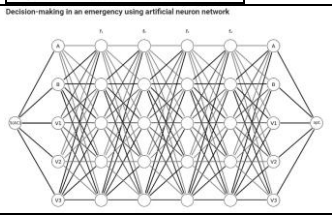
Чому можна навчитися (результати навчання)	**ПРН2**. Знати та розуміти сучасні методи досліджень задля сталого розвитку аерокосмічної галузі; знати та розуміти комплексні наукові та технічні проблеми в контексті культури. **ПРН5**.Уміння розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики **ПРН8.** Знати і розуміти принципи здійснення комплексних досліджень, керівництва науково-дослідною групою, прийняття рішень в міждисциплінарних областях. **ПРН10.** Знати, розуміти і вміти використовувати спеціальні математичні методи і програмні засоби з комп'ютерної математики **ПРН11.** Знати та розуміти сучасні методи наукових досліджень, математичних методів та інформаційних технологій, математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, системного аналізу і проектування, оптимізації та прийняття рішень, прогнозування та експертного оцінювання **ПРН12**. Знати та розуміти сучасні методи дослідження математичних моделей та алгоритмів інтелектуального аналізу даних, машинного навчання, аналізу сигналів, зображень та текстів, інформаційного пошуку та видобування знань, захисту інформації **ПРН13**. Знати методи моделювання, вміти будувати математичні моделі, володіти методами комп'ютерного моделювання, методами оптимізації, володіти методами прийняття рішень **ПРН14**. Володіти основними методами обробки інформації (бази експериментальних даних), знати методологію наукової та педагогічної діяльності, представлення результатів роботи та комунікації із міжнародною спільнотою.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	**Загальні компетентності:** **ЗК4**. Здатність до самостійної, індивідуальної роботи, володіння навичками здійснювати комплексні дослідження, керівництва науково-дослідною групою, прийняття рішень в міждисциплінарних областях. **ЗК6**. Здатність працювати в команді дослідників, виявляти ініціативу, брати на себе відповідальність, мотивувати людей та рухатися до спільної мети, сповідуючи та дотримуючись принципів наукової етики. **ЗК7**. Здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних досягнень, сформулювати нові підходи для рішення теоретичних та практичних задач у наукових дослідженнях. **ЗК8.** Здатність застосовувати інформаційні технології, сучасні методи моделювання та прогнозування із використанням новітніх прикладних пакетів і програмних продуктів для наукового обґрунтування гіпотез. **ЗК9**. Здатність і готовність володіти основними інформаційними технологіями, способами та засобами одержання, збереження, обробки інформації (бази експериментальних даних), методологією наукової та педагогічної діяльності, представлення результатів роботи та комунікації із міжнародною спільнотою.

Навчальна логістика	Методи моніторингу та підтримки прийняття рішень в системах навігації та управління рухом. Методи експертних оцінок для визначення значущості/ефективності параметрів (факторів, процесів, підсистем) АНС. Багатокритеріальні моделі прийняття рішень. Детерміновані і стохастичні моделі прийняття рішень операторами АНС в умовах визначеності, невизначеності і ризику в нормальних/аварійних ситуаціях/особливих випадках польоту. Оптимізація маршрутів польотів БПЛА. Динамічне програмування. Спільне прийняття рішень. Оброблення статистичних даних. Кореляційно-регресійний аналіз. Прогнозування інтенсивності перевезень, екстраполяція/інтерполяція. Експертні системи, СППР, інтелектуальні СППР АНС, методи ШІ, штучна нейронна мережа броблення даних. Застосування програм MS Excel / Python (Colab) для виконання розрахунків.
	Види занять: лекція, практичне. **Форми навчання:** очна, дистанційна. **Методи навчання:** загальнонаукові та спеціальні методи: 1) методи підвищення ефективності процесів навігації й управління рухом, засобів й систем навігаційного обслуговування. 2) методи системного аналізу складних систем: декомпозиція і агрегування; методи експертної оцінки; 3) методи, алгоритми, стратегії прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності, особливо у разі виникненні аварійної ситуації; 4) методи математичного програмування; динамічного програмування; 5) методи кореляційного-регресивного аналізу для аналізу діяльності АНС, прогнозування діяльності АНС; 6) методи інтеграції та оптимального оброблення даних в системах навігації та управління рухом 7) основні методи побудови СППР, ШІ для ефективного функціонування АНС і прийняття оптимальних спільних рішень
Пререквізити	Загальні та фахові знання, знання основних положень навчальних дисциплін «Вища математика», «Інформаційні технології математичного моделювання», «Інформаційні технології», «Теорія прийняття рішень»; «Інформатика прийняття рішень»; «Ефективність авіаційного транспорту» для моделювання і прийняття грамотних професійних рішень; «Системносинергетичне моделювання об’єктів досліджень та математичні методи обробки даних за спеціальністю «Авіаційний транспорт»»; «Математичні методи оптимізації, прийняття рішень та штучного інтелекту в авіаційному транспорті» (Додаток 1).
Пореквізити	Отримані знання можуть бути використані під час написання дисертаційної роботи, для інтеграції та оптимального оброблення даних в системах навігації та управління рухом, моделювання процесів в авіаційному транспорті та прийняття оптимальних рішень.

Інформаційне забезпечення з репозитарію та фонду НТБ НАУ	**Навчальна та наукова література:** – Ефективність авіаційних систем: Методичні рекомендації до виконання домашнього завдання для здобувачів вищої освіти ОС «Магістр» спеціальності 272 «Авіаційний транспорт» / уклад.: Т.Ф.Шмельова – К.: ДУ «КАІ», 2025. – 40 с. – Теорія прийняття рішень: Лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» спеціальності 272 «Авіаційний транспорт», ОПП «Системи аеронавігаційного обслуговування» / уклад.: Т.Ф.Шмельова, І.В.Остроумов – К.: ДУ «КАІ», 2025. – 40 с. – Автоматизовані системи управління повітряним рухом: Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічних робіт для здобувачів вищої освіти ОС «Магістр» спеціальності 272 «Авіаційний транспорт», ОПП «Системи аеронавігаційного обслуговування» / уклад.: І.В.Остроумов, Т.Ф.Шмельова, – К.: НАУ, 2023. – 40 с. – Теорія прийняття рішень: Лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» спеціальності 272 «Авіаційний транспорт», ОПП «Безпілотні авіаційні комплекси» / уклад.: Т.Ф.Шмельова – К.: ДУ «КАІ», 2025. – 40 с. (1 частина) – Інформатика прийняття рішень: Лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» спеціальності 272 «Авіаційний транспорт», ОПП «Безпілотні авіаційні комплекси» / уклад.: Т.Ф.Шмельова – К.: ДУ «КАІ», 2025. – 40 с. (2 частина) **Yаукова література (Open Access):** – Shmelova, T., Smolanka, V., Sikirda, Y., & Sechko, O. (2024). Real-time monitoring and diagnostics of the person's emotional state and decision-making in extreme situations for healthcare. Decision Making and Analysis, 2(1), 11–32. https://doi.org/10.55976/dma.22024121911-32 – Shmelova T., Sikirda Yu., Yatsko M., Kolotusha V. Collaborative decision-making during pre-simulation training: Optimal approach and radar vectoring procedures. CEUR Workshop Proceedings, 2024, Vol. 3732, стр. 4 – 20 https://ceur-ws.org/Vol-3732/paper01.pdf – Shmelova T., Sikirda Yu., Yatsko M. Data pre-processing for optimization of collaborative decision-making by aviation specialists during the practical training considering the factor s priority CEUR Workshop Proceedings, 2024, Vol. 3895, pp 143 – 159 https://ceur-ws.org/Vol-3895/paper12.pdf **Додаткова наукова література** – Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov, Konstantin Dergachov - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P.486 https://www.igi-global.com/book/automated-systems-aviation-aerospace-industries/209468 – Cases on Modern Computer Systems in Aviation / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 305 https://www.igi-global.com/book/cases-modern-computer-systems-aviation/208189 – Handbook of Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries. Chapter 1: Artificial Intelligence in Aviation Industries: Methodologies, Education, Applications, and Opportunities / Tetiana Shmelova, Arnold Sterenharz, Serge Dolgikh. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 1 – 35. https://www.igi-global.com/book/handbook-research-artificial-intelligence-applications/232757 – Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport. Chapter 10: Machine Learning and Text Analysis in an Artificial Intelligent System for the Training of Air Traffic Controllers / T. Shmelova, Yu. Sikirda, N. Rizun, V. Lazorenko, V. Kharchenko // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 237–286. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch010

	– Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport Chapter 11: Models of Decision-Making Operators of Socio-Technical System / T. Shmelova, Yu. Sikirda // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 287–319. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch011 – Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport . Chapter 29: Analysis of Decision-Making of Operators in Socio-Technical Systems / T. Shmelova, Yu. Sikirda // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2020. – P. 768–792. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch029 – Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport Chapter 32: Analysis of the Development Situation and Forecasting of Development of Emergency Situations in Socio-Technical Systems / Yu. Sikirda, T. Shmelova // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 827–851. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch032 – Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport Chapter 49 Socio-Technical Approaches for Optimal Organizational Performance: Air Navigation Systems as Sociotechnical Systems: / T. Shmelova, Yu. Sikirda // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 1201–1232. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch049 – Artificial Intelligence Methods and Applications in Aviation: Chapter 49 / T. Shmelova, M. Yatsko, Iu. Sierostanov, V.Kolotusha // Handbook of Research on AI Methods and Applications in Computer Engineering / Ed. Sanaa Kaddoura (Zayed University, UAE). – USA : IGI-Global Publ, 2023. – P. 108–140. DOI: 10.4018/978-1-6684-6937-8 – Shmelova T., Sikirda Yu., Simchenko S., Zelenskyi A. Collaborative Decision-Making for Optimal Control of a Heterogeneous UAV Swarm for Different Missions: Chapter 17. Innovations and Developments in Unmanned Aerial Vehicles / Ed. M. A. Mellal. USA : IGI-Global Publ., 2025. P. 419 –468. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8462-6.ch017 (ISBN13: 9798369384626, ISBN13 Softcover: 9798369384633, EISBN13: 9798369384640) Indexed In: SCOPUS
Локація та матеріально-технічне забезпечення	Аудиторія теоретичного навчання, Проектор
Семестровий контроль, екзаменаційна методика	Модульна контрольна робота, залік
Кафедра	Аеронавігаційних систем
Факультет	ФАЕТ
Викладач(і)	**ПІБ викладача Шмельова Тетяна Федорівна** **Посада: професор** **Вчене звання: професор** **Науковий ступінь: д.т.н.** **Профайл викладача:** **https://scholar.google.com/citations?hl=ru&user=gJW2VG8AAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate** **Тел.: +30954138187** **E-mail: tetiana.shmelova@npp.kai.edu.ua** **Робоче місце: 11.324**
Оригінальність навчальної дисципліни	Авторський курс, викладання українською мовою, викладання англійською мовою (Додаток 2)
Лінк на дисципліну	Посилання (у разі Google Classroom посилання з кодом доступу) https://classroom.google.com/c/NDU0MDIxNjY3ODI2?cjc=se3ubsp
Максимальна кількість слухачів	30

Додаток 1

Дисципліна	Моделювання	Методи	
Системносинергетичне моделювання об'єктів досліджень та математичні методи обробки даних за спеціальністю «Авіаційний транспорт»	1. Структура системи (High level design – 2. СА – декомпозиція системи і агрегування підсистем (багатокритеріальне оцінювання) 3. Аналіз статистичних даних (актуальність, прогнозування) - КРА	HLD / LLD • МЕО /EJM • КРА / CRA • Метод аналізу ієрархій (MAI) / Analytical Hierarchy Process (AHP) • Fuzzi-logic • Best-worst multi-criteria method (BWC) • TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution	 
Математичні методи оптимізації, прийняття рішень та штучного інтелекту в авіаційному транспорті	1. Прийняття рішень (ПР) в умовах визначеності, ризику, невизначеності 2. Динамічні моделі 3. Багатокритеріальні моделі	Моделі ПР - математичні методи, рішення в Excel • Мережеве планування • Дерево рішень • Критерії Вальда, Лапласа, Гурвиця, Севіджа • Динамічне програмування (метод Белмана) • Методи ШІ	 
Методи інтеграції та оптимального оброблення даних в системах навігації та управління рухом	1. Прийняття рішень в умовах визначеності, ризику, невизначеності 2. Динамічні моделі 3. Багатокритеріальні моделі 4. Оброблення даних 5. Інтеграція моделей	Моделі - Python • Мережеве планування • Дерево рішень • Критерії Вальда, Лапласа, Гурвиця, Севіджа • Динамічне програмування (метод Белмана) • Оброблення даних (МЕО, статистичні, експериментальні дані, нормування даних) • Методи ШІ /ШНМ/ML/DL (Colab)	  
Штучний інтелект в авіації.	Методи ШІ /ШНМ/ML/DL Застосування ШІ для вирішення задач дослідження	Моделі – Python ШНМ • ШНМ • Тестування • Рішення	

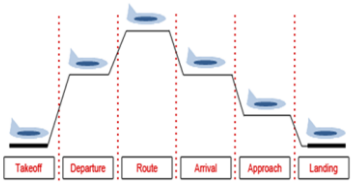
Додаток 2

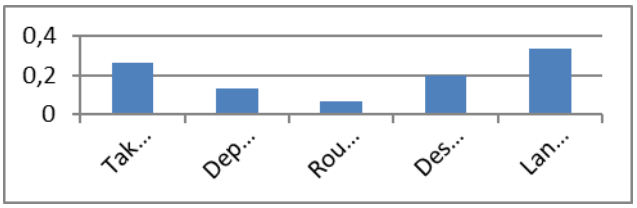
Training topics:

Training 1. Expert Judgment Method (EJM) / Multi-criteria decision problems
Training 2 Deterministic models. Network planning. Decision making in emergency situation (ES)
Training 3 Stochastic models. Decision making in Risk. Decision making in ES.
Training 4 Stochastic models. Game Theory. DM in uncertainty. Optimal aerodrome of landing
Training 5 Dynamic programming (DP). The problem of minimal cost between towns. "*The traveling salesman's problem*". The method DP to solve the problem of climbing an aircraft/ GRID analyzes

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

1. **Theory**. Basic of EJM for ANS (Classification of methods of DM. Algorithm of EJM. Matrix of individual and group preferences. Coordination of experts' opinion. Multi-criteria decision problems.
2. **Practice.** Tasks: Quantitative estimation of the complexity of the aircraft flight stages - definition of significance (complexity) of the phases of flight of the aircraft

Input 

Output 

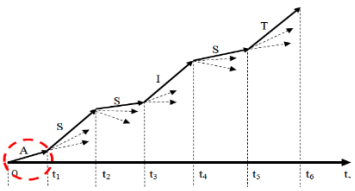
3. **Individual work.** DM in the Team. *Lottery*-choice of tasks for the team:

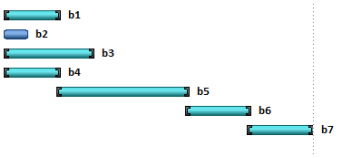
– Quantitative estimation of the complexity of the navigation parameters in flight of aircraft; significance of the Landing System (GNSS, ILS, VOR,…); the complexity of procedures operators during working process - definition of controller's work load for aircraft service; the Human factor problem; Select of the sources of projects financing

Training 2 Deterministic models. Network planning. Decision making in emergency situation (ES).

1. **Theory**. DM in certainty. Method of network planning. Algorithm for constructing network graph
2. **Practice** The deterministic models for H-O (air traffic controller, pilot, engineer …) "ASSIST" Flight Manual, etc..

Input

Output 

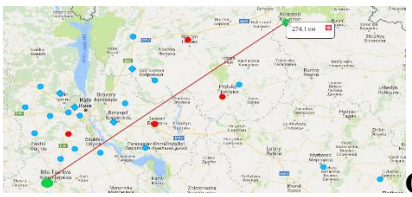


3. **Individual work.** DM in the Team. *Lottery*-choice of tasks for the team:

– *DM in Certainty by H-O in flight emergencies (for ATCO). Example. DM in ES*
– *DM inr Certainty by H-O for repair of systems (for ATSEP). Example. Repair of systems*
– *DM in Certainty by H-O for control/repair of systems (for UAVo). Examples.*

Training 3 Stochastic models. Decision making in Risk. Decision making in ES.

1. **Theory**. DM in Risk. DM paradigm. Decision-tree for DM in Risk. Landing in ES
2. **Practice** The Stochastic models for landing in bad weather condition.

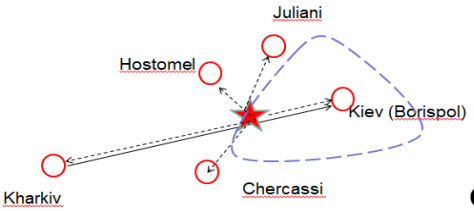
Input 
Output

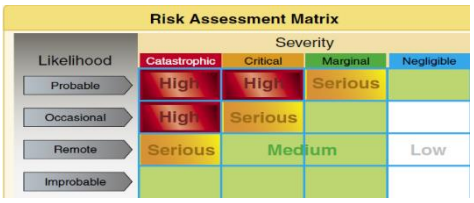
3. **Individual work.** DM in the Team. *Lottery*-choice of tasks for the team:

– *DM in Risk.* Landing in bad weather condition
– *Design making in risk - construction big or small airport*
– *DM in Risk. DM in ES: Bomb Warning /Electrical Problems /Descent /Engine failure /Engine on fire*
– *DM by engineer; service, repair*

Training 4 Stochastic models. Game Theory. DM in uncertainty. Optimal aerodrome of landing.

1. **Theory**. Game Theory. A mathematical model of conflict – "teacher – student". DM in uncertainty. Landing in ES
2. **Practice** DM in Uncertainty, Models for landing in bad weather condition.

Input 

Output 

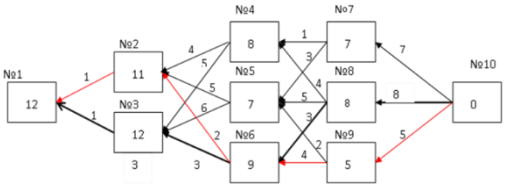
3. **Individual work.** DM in the Team. *Lottery*-choice of tasks for the team:

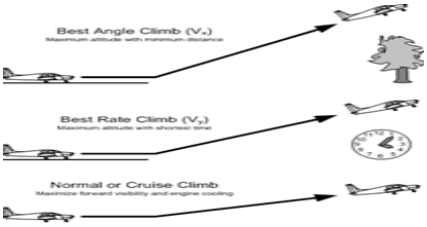
DM in Uncertainty. Landing in bad weather condition *Examples of routes:* Kiev – Kharkov; Kiev – Lvov; Kiev – Berlin; Kharkov- Kiev; Lvov – Kiev; Berlin - Kiev

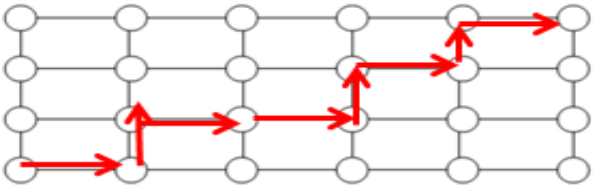
Training 5 Dynamic programming (DP). The problem of minimal cost between towns. "*The traveling salesman's problem*". The method DP to solve the problem of climbing an aircraft/ GRID analyzes

1. DP method. The problem of minimal cost between places. "The traveling salesman's problem". The method DP to solve the problem of climbing an aircraft/ GRID analyzes
2. **Practice** *The problem of minimal cost between the A and B. "The traveling salesman's problem". The task of climb of the aircraft / take-off of the aircraft*

Input

Output 

Input 

Output 

3. **Individual work.** DM in the Team. *Lottery*-choice of tasks for the team: Examples of routes for DM in the problem of minimal cost between places: Kiev – Kharkov; Kiev – Lvov; Kiev – Berlin; Kharkov- Kiev; Lvov – Kiev; Berlin - Kiev

Training topics:

1. Analysis and synthesis of aviation man-machine system "pilot – aircraft"
2. Expert Judgment Method. Quantitative estimation of the complexity of the aircraft flight stages
3. Expert Judgment Method. Quantitative estimation of significance of the Landing System (GNSS, ILS, VOR)/Quantitative estimation of the complexity of procedures operators during working process (ATC)
4. The Simplex method (Diet Problem, Finance distribution on advertising)
5. The Transportation problem. Airplane distribution along the routes
6. The Network planning. Decision Making by H-O under Certainty: ATCO (emergency - ASSIST);
7. Decision making under Risk in ES using decision tree.
8. Design making in risk: construction of airport for using Excel
9. Decision making in uncertainty: tasks of cost/profit (Supply of Lufthansa)
10. Decision making in uncertainty: tasks of choosing optimal landing aerodrome in ES
11. Dynamic programming. Tasks: the problem of minimum cost way; the traveling salesman problem; the task of climb/take-off of the aircraft.
12. Neural Networks. Neural network admission student to simulator training by the number of hours and level of training.
13. Fuzzy logic. Quantitative estimation of the risk
14. Characteristics of the H-O in ANS. Sociometric method (Compatibility of Group). Socionic method (Test).
15. Correlation and regression. Compare results of CRA for Eurocontrol's Data
16. Systems (Man-machines, DSS, Expert systems). (Classification, analyzes, compare, examples of systems)
17. Calculations using MS Excel and Python