

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет аеронавігації, електроніки та
телекомунікацій



ЗБІРНИК ТЕЗ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«СТАЛИЙ РОЗВИТОК ГЛОБАЛЬНОЇ
СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ, НАВІГАЦІЇ,
СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ
ПОВІТРЯНОГО РУХУ CNS/ATM— 2021»**

23 – 25 листопада 2021 р.

Київ - 2021

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Завгородній Сергій Олександрович, кандидат технічних наук, декан Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій Національного авіаційного університету.

Склад оргкомітету:

Грищенко Юрій Віталійович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри авіоніки Національного авіаційного університету.

Заліській Максим Юрійович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного авіаційного університету.

Конахович Георгій Філімонович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного авіаційного університету.

Ларін Віталій Юрійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри аеронавігаційних систем Національного авіаційного університету.

АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, Національний авіаційний університет, просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058.

Зміст

стр.

1. Грибенюк Т. А., Кургановська І. В., Шмельова Т.Ф., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНЕ ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕТАПІВ ПОЛЬОТУ ЛІТАКІВ	1
2. Dumashok V.I., Bogunenko M.M., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , INTELLIGENT SYSTEMS OF SELF-ORGANISATION OF AIR SPACE	2
3. Маляренко Д.А., Колотуша В.П., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ БПЛА ЦИВІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА НАПРЯМКИ ЇХ ВИРІШЕННЯ.....	4
4. Marshalok D.O., Lupro A.Y., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , POINT MERGE METHOD	8
5. Меженко О.А., Колотуша В.П., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ЦІЛЕСПРЯМОВАНА ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ДИСПЕТЧЕРІВ УПР З УРАХУВАННЯМ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОМИЛОК	10
6. Petrushevskaya O.O., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , REGULATORY COORDINATION OF UNMANNED AMATEUR ROCKETS AND FREE BALLOONS LAUNCH	14
7. Луппо О.Є., Стрикун М.О., Коваль П.І., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ В ОРПР	17
8. Huynh Thi Truc Ha, Shmelova T.F., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , COMPARATIVE ANALYSIS OF WEATHER HAZARDS INFLUENCE ON DIFFERENT PHASES OF FLIGHT	18
9. T. Shmelova, R. Adamanov, <i>National Aviation University, Kyiv</i> , INTELLIGENT COLLABORATIVE DECISION-MAKING SYSTEM BY THE PILOT / AIR TRAFFIC CONTROLLER / UAV OPERATOR IN EMERGENCY	19
10. Бабенко К.Г., Благая Л.В., Грицай К.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПОКРАЩЕННЯ КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В БЕЗПІЛОТНІЙ АВІАЦІЇ.....	23
11. Безпаленко О.І., Конін В.В., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МОДЕЛЬ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОЇ ДОСТУПНОСТІ	25
12. Безручко Д.О., Благая Л.В., Запасник О.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ФОРМУЮЧОГО ФІЛЬТРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРУ ПАРАМЕТРІВ В БЕЗПІЛОТНІЙ АВІАЦІЇ	28

13. Ларін В.Ю., Білик О.В., Національний авіаційний університет, м. Київ, ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПР ПРИ ЗНАХОДЖЕННІ В РАЙОНІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДПЛА ІЗ ВТРАТОЮ КАНАЛУ C2	30
14. Бурлака О.М., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ ДПЛА В МІСТІ	31
15. Ларін В.Ю., Додатчук І.Л., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ АВІАЦІЙНОГО БАЗУВАННЯ	33
16. Красовська Є.В., Таку С.О., <i>ВСП «Фаховий коледж інженерії та управління Національного авіаційного університету», м. Київ</i> , БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ З ФУНКЦІЄЮ FPV ЗЙОМКИ.....	36
17. Малютенко Т.Л., Максименко Н.В., Іщенко О.М., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПОТОЧНИЙ СТАН ОРБИТАЛЬНОГО СУЗР'Я КИТАЙСЬКИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКІВ BEIDOU.....	39
18. О. Melnykova, О. Pogurelskyi, <i>National Aviation University, Kyiv</i> , SERVICES OF COMPUTER MODELING OF SATELLITE SYSTEMS.....	40
19. Нікітіна Ю.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПРОФЕСІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПЕРАТОРА БПЛА. УЗГОДЖЕНСТЬ ГРУПИ ОПЕРАТОРВ БПЛА.....	42
20. Павловський І.В., Конін В.В., Національний авіаційний університет, м. Київ, МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ.....	45
21. Паламарчук Л.І., Погурельський О.С., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , СУПУТНИКОВА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	48
22. Приходько І.А., Сушич О.П., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПЕРЕХІД УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ НА СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА НАВІГАЦІЇ	51
23. Сімченко С.А., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ В ВАЖКОДОСТУПНІЙ МІСЦЕВОСТІ	53
24. Spirin M.S., Larin V.Y., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , FLYING WING AERODYNAMICS.....	55
25. Туровська А.В., Конін В.В., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПЕРЕТВОРЕННЯ АЛЬМАНАХУ СИСТЕМИ STARLINK В ФОРМАТ YUMA	57

26. Гнат В.В., Чужа М.О. <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, Київський Г.В., Васильківський фаховий коледж НАУ, м. Васильків, ПРОМЕНЕВИЙ ТЕПЛОБМІН СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕНЬ</i>	59
27. Чужа М.О., Гнат В.В., Чужа О.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, ДАТЧИКИ ТИСКУ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗВАЛЮВАННЯ</i>	61
28. Закієв В.І., Азнакаєв Е.Г., Азнакаєва Е.Г., Якушенко О.С., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ПРОФІЛОМЕТРА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ</i>	62
29. Pinchuk T. O., Hryshchenko Y.V., <i>National aviation university, Kyiv, THE PROBLEM OF DETERMINING THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STRESS OF THE PILOT DURING THE FLIGHT</i>	64
30. Азнакаєв Е.Г., Бідний М.С., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, БОРТОВА МІКРОКОНТРОЛЕРНА ПОЖЕЖНО-ОХОРОННА СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ</i>	66
31. Du Yueqing, Hryshchenko Y.V., <i>National aviation university, Kyiv, FAILURE PREDICTION FOR INTEGRATED MODULAR AVIONICS</i>	67
32. Kozhokhina O.V., Froyuk K.V., Naumchuk Yu.V., Horbakha B.M., <i>National aviation university, Kyiv, SAFETY CULTURE IN AIRCRAFT MAINTENANCE ORGANISATION</i>	68
33. Дерєбера О.О., Довгалюк А.С., Повзун О.С., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ АВІОНІКИ</i>	69
34. Закієв В.І., Азнакаєв Е.Г., Азнакаєва Е.Г., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, Васильєва В.Г., SUMIX Company, м. Київ, ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ РОЗ'ЄМІВ</i>	70
35. Andreishina A.V., <i>National Aviation University, Kyiv, THE IMPACT OF PROFESSIONALLY-ORIENTED ENGLISH LANGUAGE LEARNING ON TECHNICAL STUDENTS' DEVELOPMENT</i>	72
36. Vasiukovych O.M., <i>National Aviation University, Kyiv, ACTIVATION OF AVIATION ENGLISH STUDENTS' INDEPENDENT LEARNING</i>	73
37. Korniychuk S., <i>National Aviation University, Kyiv, REFLECTIONS ON PROFESSIONALLY-ORIENTED ENGLISH STUDY AT THE UNIVERSITY</i>	76
38. Пазюра Н.В., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ, СТРАТЕГІЇ МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ЗВО ДО ВИВЧЕННЯ ФАХОВОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ</i>	77

39. Parkhomenko P. P., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , ICAO RECOMMENDATIONS FOR AN AVIATION ENGLISH PROFICIENCY TEST	79
40. Радул С.Г., Харламова Л.С., <i>Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький</i> , ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ У АВІАЦІЙНОМУ ЗВО	81
41. Skipalska, Y., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , FOUR WAYS HOW TO TEACH NEW VOCABULARY TO THE STUDENTS OF THE TECHNICAL SPECIALISATION.....	84
42. Liudmyla Nemlii, Artem Fedorchenko, <i>National Aviation University, Kyiv</i> , CABIN CREW ENGLISH LANGUAGE REQUIREMENTS	86
43. Конін В.В., Каленченко В.Р., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПРИДУШЕННЯ СПУФІНГУ ГЛОБАЛЬНИМИ НАВІГАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ	88
44. Iradukunda K., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR CORONA VIRUS VACCINES	92
45. Baidin D.D., Luppo A.Y., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , FREE ROUTE CAPACITY OF UKRAINE.....	96
46. Luppo O. E., Bezpalko N.O., Alifirenko T.O., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , MODIFICATIONS TO THE STANDARDISED EUROPEAN RULES OF THE AIR (SERA) WITH UAS IMPLEMENTATION	99
47. A. Almbaidyn, T. Shmelova, <i>National Aviation University, Kyiv</i> , COLLABORATIVE DECISION-MAKING MODELS BY THE AVIATION OPERATORS IN EMERGENCY/ ENGINE FAILURE DURING TAKE-OFF	100
48. Мазур І.І., Аргунов Г.Ф., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ ТРЕНАЖЕРІВ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ДИСТАНЦІЙНО-ПІЛОТОВАНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	104
49. Makoterska K.O., Bogunenko M.M, <i>National Aviation University, Kyiv</i> , THE DEMAND AND POSSIBILITY OF USAGE THE SOLAR ENERGY IN AVIATION	107
50. Насонова М. В., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ВПЛИВ ОБЛЕДЕННЯ НА АЕРОНАВІГАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ТА МЕТОДИ ЗАПОБІГАННЯ ОБЛЕДЕННЯ	109
51. Pereyma A.Y., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF AERONAVIGATION SERVICES OF UKRAINE	111

52. Узлова Я.В., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, ПРОГНОЗУВАННЯ АВІАПЕРЕВЕЗЕНЬ В ЄВРОПІ ЗА ДОПОМОГОЮ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСИВНОГО АНАЛІЗУ..... 114
53. Huynh Thi Truc Ha, O. Lippo, *National Aviation University, Kyiv*, AIRPORT CAPACITY ASSESSMENT AND MEASUREMENT METHODOLOGY 115
54. Погурельський О.С., Бевз В.Г., Тараненко Е.В., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ 116
55. Блажей Б.В., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, АКТУАЛЬНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ БПЛА З НСК 120
56. Ларін В.Ю., Гармаш В.О., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, ДРОНОПОРТ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИКИ ВАНТАЖІВ В МЕЖАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ..... 122
57. Грищенко В. С., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, ПРЕДИКТИВНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ 123
58. Погурельський О.С., Жигула В.В., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕРВАЛУ ОНОВЛЕННЯ ДАНИХ АЛЬМАНАХУ GNSS НА ТОЧНІСТЬ ПРОГНОЗУ ПАРАМЕТРА GDOP 125
59. Логачова К.І., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЛЬОТНОГО ДИСПЕТЧЕРА ДЛЯ ПЕРЕДПОЛЬОТНОГО ПЛАНУВАННЯ 127
60. Li HaoYang, *National Aviation University, Kyiv*, DEVELOPMENT OF UKRAINE'S AVIATION INDUSTRY 130
61. Matiushenko A.G., Pogurelskiy O.S., *National Aviation University, Kyiv*, ASSESSMENT OF THE CHARACTERISTICS OF THE GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM IN NEAR-EARTH SPACE 132
62. Ножнова М.О., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, PRE-FLIGHT EVALUATION OF AERONAVIGATION DATA WHEN PERFORMANCE OF FLIGHTS BY UNMANNED AVIATION COMPLEXES 135
63. Садовська В.К., *Національний авіаційний університет, м. Київ*, МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРОМ БПЛА ПРИ ПОЛЬОТІ В СКЛАДНИХ МЕТЕОУМОВАХ..... 137
64. Sikirda Yu., *Flight Academy of the National Aviation University, Kropyvnytskyi*, Shmelova T., *National Aviation University, Kyiv*, Kasatkin M., *Kharkiv National University of Air Forces named by I. Kozhedub, Kharkiv*, A NEURAL NETWORK MODEL FOR THE RISK

ASSESSMENT OF THE COLLABORATIVE DECISION-MAKING BY OPERATORS IN FLIGHT EMERGENCY.....	139
65. Маслов В.П., Садика Є.Ю., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МОНІТОРИНГ СТАНУ ЦІЛІСНОСТІ ТЕПЛОМЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА.....	143
66. Толкунова Ю.М., <i>Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків</i> , СУЧАСНИЙ СТАН ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ДЕТЕКТУВАННЯ ПЕРЕШКОД ДЛЯ БПЛА.....	145
67. Yastrub M., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF THE REMOTE TOWER CENTRE LOCATION.....	147
68. Гнатюк В.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , УДОСКОНАЛЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ CONTENT MANAGEMENT SYSTEM.....	148
69. Зуєв О.В., Соломенцев О.В., Заліський М.Ю., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ В АДАПТИВНИХ СИСТЕМАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ АЕРОНАВІГАЦІЇ.....	151
70. Лепська Я.Я., Коваленко А.В., Заліський М.Ю., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ ОБ'ЄКТІВ КОНТРОЛЮ У ДОГЛЯДОВИХ СИСТЕМАХ.....	154
71. Пінчук А.Д., Ліщеницький В.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ АПЕЗ УКРАЕРОРУХУ.....	155
72. Torchylo Anna, Dakov Serhii, Kotov Maksym, Shmatko Viktoriia, <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Faculty of Information Technologies, Kyiv</i> , LOW EARTH ORBIT SATELLITES FOR THE PURPOSE OF DATA SECURITY AS A SERVICE PROVISION.....	158
73. Коначович Г.Ф., Романов А.О., Романов М.О., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ВИКОРИСТАННЯ BLOCKCHAIN ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕРЕЖЕВИХ ДАНИХ.....	160
74. Прокопенко І.Г., Мартинчук І.А., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МОДЕЛЮВАННЯ МІКРО-ДОПЛЕРІВСЬКИХ СИГНАТУР РЛС МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ.....	165
75. Венгриновська К.В., Фесенко А.О., <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ</i> , ДОСЛІДЖЕННЯ СИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ПОТОКОВОГО АЛГОРИТМУ A5.....	169

76. Тараненко А.Г., Чумаченко Б.С., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , МЕТОД ДИСТАНЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ.....	171
77. Бусова О.В., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ВИХОВАТЕЛІВ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ В КНР	173
78. Vinokurov D.R., Hryshyn V.A., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , NON-STANDARD PHRASEOLOGY IN AVIATION ENGLISH.....	175
79. Denysiuk D.O., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , BENEFITS OF FLIGHT SIMULATOR IN PILOTS' TRAINING PROGRAM.....	178
80. Nemlii Liudmyla, <i>National Aviation University, Kyiv</i> , AVIATION ENGLISH TRAINING FOR CABIN CREW	181
81. Pershukova O.O., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , FORMING TECHNICAL STUDENTS' AUTONOMY IN LEARNING ESP.....	183
82. Svientsitskiy V.V., Myhdal N.H., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , AVIATION ENGLISH: STANDARD PHRASEOLOGY AND PLAIN LANGUAGE.....	186
83. Мар'єнков І.С., Тодорчук Д.А., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ АВІАХІМІЧНИХ РОБІТ	188
84. Карлінська К. А., <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i> , ORNITHOLOGICAL PROVISION OF FLIGHT SAFETY USING UNMANNED AERIAL VEHICLES AND SPECIAL EQUIPMENT.....	189
85. Yakovenko B.R., Bogunenko M.M., <i>National Aviation University, Kyiv</i> , REVIEW OF THE SEARCH AND RESCUE SYSTEM AND ITS USE WITH OTHER ONBOARD SYSTEMS.....	192

УДК: 629.7.07(043.2)

Грибенюк Т. А., студентка
Кургановська І. В., студентка
Шмельова Т.Ф., д.т.н., професор
Національний авіаційний університет, м. Київ

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНЕ ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕТАПІВ ПОЛЬОТУ ЛІТАКІВ

За допомогою методу експертних оцінок було розглянуто складність етапів польоту літака: зліт, набір висоти, горизонтальний політ, зниження та посадка. Під час розрахунку цієї роботи порівнювались такі критерії оцінювання: турбулентність, відмова радіозв'язку та двигунів. Загальна оцінка впливу особливих випадків на різних етапах польоту зображено на рис. 1.

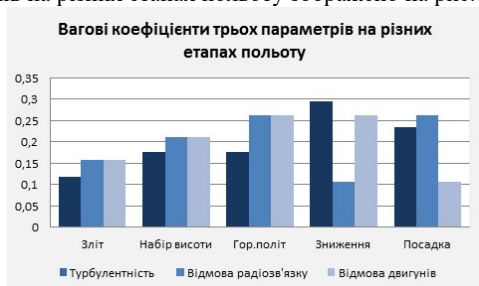


Рис. 1. Кількісні показники значущості критеріїв

З гістограми видно, що найбільше впливає, на думку експертів, під час зниження повітряного судна, турбулентність, а під час посадки - відмова радіозв'язку. У процесі зльоту, набору висоти та горизонтального польоту однаковий вплив мають такі особливі випадки в польоті як відмови двигунів та радіозв'язку. Після опитування експертів була створена матриця індивідуальних переваг для кожного критерію. На її основі була побудована матриця групових переваг та визначена узгодженість думок експертів. Були розраховані коефіцієнти варіації, координації Кендала, кореляції Спірмена, визначена значимість розрахунків за критеріями χ^2 та Стюдента, визначені вагові коефіцієнти складності етапів польоту за трьома критеріями виникнення особливих випадків в польоті (турбулентність, відмова радіозв'язку та двигунів) та впливу на безпеку польоту. Після розрахунку коефіцієнта варіації, було встановлено, що він перевищував 33%, були проведені додаткові розрахунки, і знайдено коефіцієнт координації Кендала. Він становив 0,03, це означає що думки експертів не повністю узгоджені. У таких випадках потрібно проводити додаткове опитування із залученням більшої кількості експертів. Важливо сказати, що істинні кінцеві дані залежать від компетентності спеціалістів. Наприклад, для розрахунків даного дослідження опитувані повинні бути обізнаними, щодо особливих випадків на різних етапах польотів, що призвели до авіакатастроф.

UDC 656.7.084.3

Dymashok V.I., student
Bogunenko M.M., Candidate of
Sciences, Associate Professor
National Aviation University, Kyiv

INTELLIGENT SYSTEMS OF SELF-ORGANISATION OF AIR SPACE

Self-organizing map (SOM), an unsupervised learning way of artificial neural network, plays a very important role for classification and clustering of inputs. The property of SOM, also called topology-preserving maps or self-organizing feature map (SOFM), is observed in human brain which is not found in other artificial neural networks. In aviation, Aircrafts' crossing points between two airports may generate conflicts when their trajectories converge on it at the same time and induce a risk of collision. This risk of collision can be avoided by using the self organizing map neural network clustering algorithm.

Neural Networks are a branch of Artificial Intelligence (AI) focused on building applications that learn from data and improve their accuracy over time without being programmed to do so. In data science, an algorithm is a sequence of statistical processing steps. In Neural Networks, algorithms are 'trained' to find patterns and features in massive amounts of data in order to make decisions and predictions based on new data. The better the algorithm, the more accurate the decisions and predictions will become as it processes more data [1; 2].

The use of Neural Networks can be beneficial to predicting and resolving potential conflict situations between aircraft and sequencing of air traffic by increasing safety (reducing air traffic control (ATC) workload by taking the part of mid-air conflict situation resolutions to the decentralized network of airborne on-aircraft systems, thus decreasing the risk of separation minima violations and mid-air and on-ground collisions) and efficiency (decreasing of existing separation minima by solving some of the conflicts faster) [3; 4]. It is already partially implemented in air traffic management (ATM) as a part of a planning stages: for example, flight planning, flow management, safety assessments and conflict prediction. It is no surprise the industry is adopting the technology to enhance both planning and operational activities, and early trials by EUROCONTROL reveal gains of between 20-30% in terms of predictability and efficiency [3].

To implement such a system, we need a model to perceive the current air traffic situation and provide advisories to aircraft in an efficient and scalable manner, while maintaining decentralization. Reinforcement learning, a branch of Machine Learning, is a promising way to solve this problem. The goal of reinforcement learning is to allow an agent to learn an optimal policy by interacting with an environment. The agent is trained by first perceiving the state in the environment, selecting an action based on the perceived state, and receiving a reward based on this perceived state and action. By formulating the tasks of human air traffic controllers as a reinforcement learning problem, the trained agent can provide dynamic real-time air traffic advisories to aircraft with extremely high safety guarantees under uncertainty and little computation

overhead. But firstly, a simulated environment must be established, either made by our one's means (own ATC simulator), or using existing ones (preferable examples are written on Python open-source solutions, like ATC-pie, or BlueSky, or a purely computational environment, like Mathworks MATLAB). Then, links between the neural networks and the environment, so that it can control our virtual aircraft and learn by trial and error. An alternative to reinforced learning would be supervised learning, where the algorithm is fed pre-existing data (in our case pre-recorded real ATCO actions), and it establishes patterns on how to execute tasks correctly. But in this case, special attention must be put on how the training sample data is presented to the algorithm. In our case, just the recording how aircraft should behave in certain situations is not sufficient, because neural networks might make wrong correlations and perform badly. Instead, in addition to visual information, an array and sequence of aircraft's actions and decisions in a table/matrix form should also be presented [5; 6].

Also, while making sure the algorithm works properly it is important to take into account the Mean Square Error. The function Mean Squared Error (MSE) of the minimization of the difference between the predicted values and ground truth measures the error difference. Using the MSE function may change the values coefficients of regression such that the MSE value settles at the minima. The learning rate is very important because a smaller learning rate could get closer to the minima of error but takes more time to reach the minima. A larger learning rate converges sooner but there is a chance that the MSE function could overshoot the minima. To create a new AI system, need Big data and ATM participants of the modeling process.

Список використаних джерел:

1. Dolgikh S. Spontaneous Concept Learning with Deep Autoencoder In International Journal of Computational Intelligence Systems, Volume 12, Issue 1, November 2018, pp. 1 – 12, Canada.

2. 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

3. EUROCONTROL. Artificial intelligence [Електронний ресурс]. - режим доступу: - <https://www.eurocontrol.int/artificial-intelligence>

4. IATA. AI-white-paper [Електронний ресурс]. - режим доступу: <https://www.iata.org/publications/Pages/AI-white-paper.aspx>

5. Potential of Artificial Intelligence (AI) in Air Traffic Management (ATM). In: Thirteenth Air Navigation Conference ICAO, Montréal, Canada, 9-19 October, 2018

Shmelova, T., Sikirda, Yu., Rizun, N., Lazorenko, V., Kharchenko, V.: Machine Learning and Text Analysis in an Artificial Intelligent System for the Training of Air Traffic Controllers: Chapter 1: manuscript. USA, Hershey, IGI Global, 1-50 (2019)

UDC 656.7.084.3

Маляренко Д.А., студент
Колотуша В.П., к.т.н., доц.
Національний авіаційний університет, м. Київ

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ БПЛА ЦИВІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА НАПРЯМКИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

В наш час діяльність транспортної інфраструктури вже неможливо уявити без використання такого виду транспорту як безпілотні авіаційні системи. Світова криза, пов'язана з ковід-пандемією та яка торкнулася практично кожної держави. Так в Європейському Союзі вже знаходиться в стадії реалізації ряд проєктів в сфері безпілотних авіаційних систем, спрямованих на швидку медичну допомогу [1].

Фірма J'son & Partners Consulting, провідна міжнародна консалтингова компанія виділила наступні галузі застосування БПЛА [2]: сільське господарство та екологічний менеджмент; служби екстреної допомоги енергетика та видобуток корисних копалин; будівництво; геодезія та картографія; транспортні послуги, та т.п.;

У звіті компанії Drone Industry Insights [3] «The Drone Market Size 2020-2025: 5 Key Takeaways» наданий п'ятирічний прогноз щодо розвитку ринка БПЛА. К 2025 року цей ринок оцінюється у суму 42, 8 млрд. доларів США. Від 22,5 млрд. доларів США у 2020 році він, з щорічним темпом зростання у 13,8%, майже вдвічі збільшить цей показник у 2025 році, див. рис. 1.

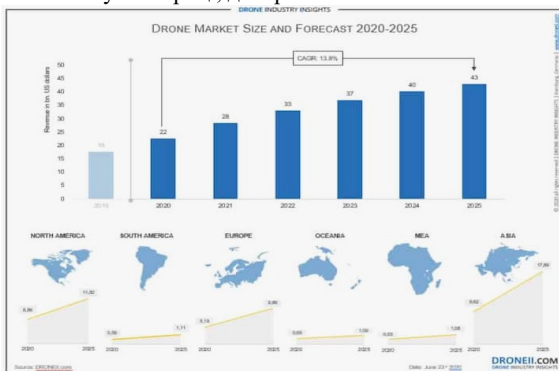


Рис. 1. Прогноз зростання індустрії комерційних безпілотних літальних апаратів.

До основних переваг сучасних БПЛА можна віднести:

1. Висока швидкість розгортання (максимум до 30 хв.).
2. Можливість обслуговування невеликою кількістю осіб, одним/двома операторами.
3. Застосування переносних та відносно легких станцій керування, що забезпечує високу мобільність, а звідси й оперативність вирішення завдання.
4. Сучасні відео системи та засоби передавання великих обсягів інформації, в режимі реального часу, не уступають й навіть можуть перевершувати за

характеристиками системи, що застосовуються на традиційних літаках та гвинтокрилах.

5. Відсутність жорстких вимог до майданчика зльоту та приземлення.

6. Економічні показники (порівняння витрат на одиницю виробленої продукції) значно вище.

Однак, як свідчить аналіз міжнародної та національної регуляторної бази ряд нормативно-правових питань стосовно регулювання польотів БПЛА потребує подальшого вирішення, з огляду на величезні перспективи цієї ланки авіації.

Доказом важливості проблематики БПЛА, для нашої держави, є включення цього питання у проєкт Авіаційної стратегії України на період до 2030 року (прим. зроблена вибірка по проблемним питанням, які будуть стосуватися організації діяльності БПЛА):

1. Вдосконалення нормативно-правового та державного регулювання у сфері авіаційного транспорту.

2. Розвиток авіаційних перевезень та підвищення рівня їх доступності.

3. Розвиток аеронавігаційної системи.

4. Розвиток авіації загального призначення та безпілотних літальних систем.

Проблеми, що потребують розв'язання [4]:

- невідповідність норм національного законодавства, що регулює діяльність авіації загального призначення, європейським нормам та сучасній міжнародній практиці;

- складність та довга тривалість процедур реєстрації, сертифікації та митного оформлення та дозвільних процедур для здійснення польотів;

- відсутність нормативно-правового регулювання виробництва та експлуатації безпілотних літальних апаратів.

Шляхи вирішення проблематики:

- врегулювання правил експлуатації безпілотних ПС шляхом уніфікації впроваджених регламентів EASA і FAA, внесення змін у Повітряний Кодекс України по використанню безпілотних ПС щодо безпеки польотів, авіаційної та екологічної безпеки, забезпечення безпеки третіх осіб та майна тощо;

- запровадження сертифікації виробників та експлуатантів безпілотних літальних апаратів з масою більше 150 кг;

- розробка навчального курсу для отримання сертифіката дистанційного пілота БПЛА, розробка та запуск он-лайн програми Safety Promotion з правилами безпечної експлуатації БПЛА;

- запровадження державного регулювання польотів цивільних БПЛА в неконтрольованому повітряному просторі та над населеними пунктами, а також визначення порядку виконання польотів в контрольованому повітряному просторі і на прилеглих територіях до діючих аеродромів.

За несанкціоноване застосування БПЛА передбачено доволі суворе покарання власників таких апаратів. Однак, всі ці нормативно-правові акти не в змозі вирішити всіх питань, пов'язаних з польотами БПЛА в класифікованому повітряному просторі ОПР України. Як показує міжнародний досвід, дрони з врахуванням їх вибухового розповсюдження починають все більше конфліктувати з пілотованими повітряними суднами.

Система ОрПР в силу власної ролі, як контролюючого органу становиться головною перешкодою та опонентом щодо розповсюдження польотів БПЛА цивільного використання. Проти все доступності таких апаратів виступають й цивільна авіація та її регуляторні органи. Таким чином технічні, моральні, нормативно – правові питання, а також напрямки Авіаційної стратегії України (на період до 2030 року у цієї сфері) організації контролю за польотами БПЛА та інтеграції їх класифікований повітряний простір постають все більш гостро.

Відсутність у органів ОПР інформації про точне місцезоналення БПЛА є значною перешкодою для їх використання у класифікованому повітряному просторі загального використання.

Враховуючи вищевикладене, найбільш перспективним напрямком розвитку БПЛА є інтеграція безпілотної авіації у систему ОрПР та створення єдиної системи аеронавігаційного обслуговування у державі.

Таким чином, вперше формується пропозиція щодо створення єдиної системи аеронавігаційного обслуговування пілотованих літальних апаратів й безпілотної літальних апаратів та єдиної системи організації повітряного руху.

На рис. 2. приведений фрагмент структури повітряного простору України, яка пропонується. Основна відмінність від існуючої, полягає в тому, що зона польотної інформації FIZ (Flight Information Zone) розподіляється за висотою на два елемента:

1. Від земної або водної поверхні до висоти 450 м AGL (Above Ground Level) включно – FIZ UAS (UAS - Unmanned Aviation System), зона польотної інформації для використання безпілотними авіаційними системами в класифікованому повітряному просторі ОПР класу G.

2. Від 450 м AGL виключно до 1500 м AMSL (Above Mean Sea Level) включно – зона польотної інформації для використання пілотованими ПС в класифікованому повітряному просторі класу ОПР G.

При цьому, в узагальненому випадку, верхня межа на якій можна виконувати маршрутний політ БПЛА (прим. з метою спрощення дозвільних процедур з боку державних структур: Украероцентру, органів управління ПС ЗСУ, центрів ОрПР та т.п.) обмежується висотою у 400 м. AGL. В свою чергу, нижня межа зони польотної інформації на якій можна виконувати маршрутні польоти пілотованими ПС в класифікованому повітряному просторі класу G, буде починатися з висоти 500м.

Таким чином, між зонами польотної інформації буде шар безпеки у 100 м.

Чому саме такі вертикальні межі між зонами польотної інформації? Як показує практика, більшість маршрутних пілотованих польотів у повітряному просторі класу G проходять на висоті 600 –1000 м.

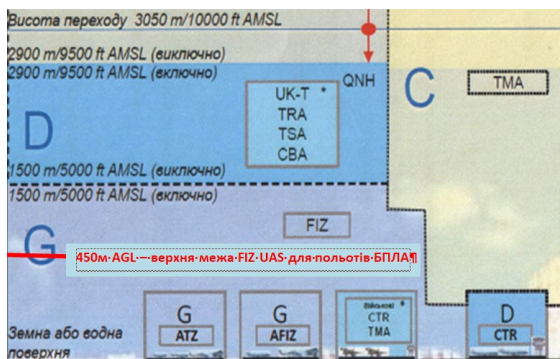


Рис. 2. Структура повітряного простору України, яка пропонується.

Вводиться новий елемент структури повітряного простору: FIZ UAS – зона польотної інформації для використання безпілотними авіаційними системами в класифікованому повітряному просторі класу G.

Нова структура повітряного простору не потребує кардинальних змін у підготовці системи ОрПР, диспетчерів УПР та великих економічних витрат.

Також, з метою інтеграції безпілотних літальних апаратів у єдиний повітряний простір ОрПР вперше пропонується, в рамках цивільного використання, розподілити всі БПЛА на дві основні категорії:

а) до групи «А» відносяться БПЛА, які спроможні нести на собі обладнання, що буде застосовуватися для цілей ОПР, це дозволить їм стати частиною загального операційного середовища в класифікованому повітряному просторі ОПР й виконувати польоти як авіація загального використання - GAT.

б) до групи «Б» пропонується віднести ті БПЛА, які не спроможні мати обладнання, що могло би бути застосовано для цілей ОПР і їх діяльність буде обмежено польотами у відокремленому повітряному просторі.

Список використаних джерел

- 1 Режим доступу: <https://www.safir-med.eu/project>.
2. Режим доступу: <https://www.tadviser.ru/index.php>.
- 3 . The Drone Market Size 2020-2025: 5 Key Takeaways.Режим доступу: <https://droneii.com/the-drone-market-size-2020-2025-5-key-takeaways>.
- 4 Проект Авіаційної транспортної стратегії України на період до 2030 року.

UDC 656.052.7

Marshalok D.O., student
Luppo A.Y., Associate Professor
National Aviation University

POINT MERGE METHOD

The number of aircraft flights that had been performed globally by the aviation industry became larger in amount steadily since the early 2000s and reached 38.9 million in 2019. During the pandemic, most areas of the economy still suffer. But it is safe to say that after removing all the restrictions associated with the pandemic, every business will want to catch up with lost profits. Including the aviation business. In other words, the number of flights will greatly increase, and as a result, this will affect the workload associated with air traffic control.

Today there are enough air traffic control techniques in terminal areas. This is the well-known STARs, the trombone system, the FRA concept. They have been used for many years, since the twentieth century. The question is about their performance and reliability in heavily loaded airports such as Heathrow, Guangzhou-Baiyun or Sheremetyevo. To optimize the sequence of aircraft in terminal areas with no consequences to air traffic controller workload and safety of flights a point merge method has been developed to us.

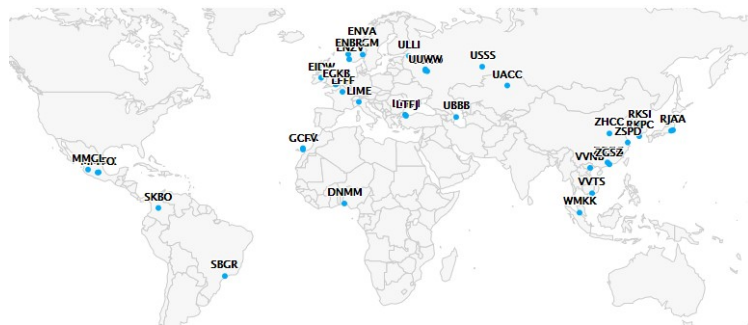


Figure 1. Point Merge Implementation map

The good advantage is Point Merge is designed to work in high traffic loads without radar vectoring. It is based on a specific P-RNAV route structure, consisting of a point (the merge point) and pre-defined legs (the sequencing legs) equidistant from this point. The ATC officer must give instruction "Direct-to" to the merge point at the direct time. The legs are only used to delay aircraft when necessary and remain the delay absorption capacity.

Point Merge is a good choice for Ukraine as a long-term perspective as in case of rapid arrival traffic. Since 2016, the increase in annual passenger traffic in L'viv Airport has been seen to have increased by an average of 40%. The experimental

point merge scheme in this work was developed on the basis L'viv Danylo Halytskyi International Airport. The 3305-meter-long runway is capable of accommodating type D aircraft and is possible to make 20 take-off per hour.

There is no clearly defined algorithm used to determine the distribution and sequence of aircraft approaching and landing at the airport using this method. That's why in this work we propose the model of automated aircraft sequencing building during approach and landing in high density areas. On the figure 2 illustrated relative scheme of zone in the airspace, where point merge system was realized.

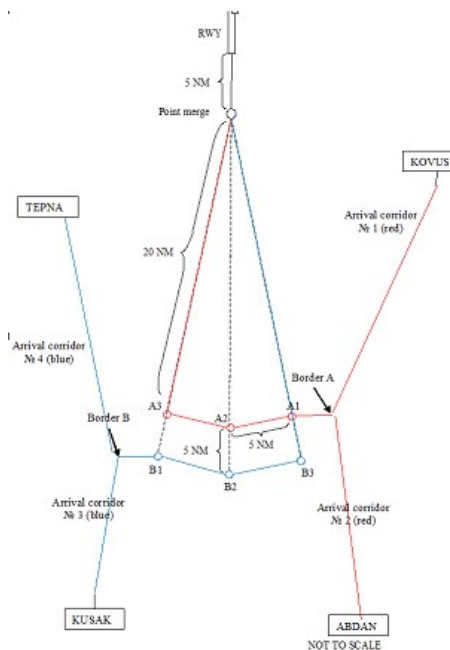


Figure 2. - Relative scheme of point merge for four arrival corridors

This scheme was developed for four arrival flows. The essence of it is that it can automatically determine possible points on the arcs in the point merge scheme, through which aircraft that entered the area in the same time interval should fly. So, four planes that enter the zone automatically get directions to fly considering the separation minima that should be kept in the area. Air Traffic Controllers should only monitor the air situation and in case of conflicts between aircraft they must take measures to eliminate them.

УДК 351.814.4

Меженко О.А., студент
Колотуша В.П., к.т.н., доцент
Національний авіаційний університет, м. Київ

ЦІЛЕСПРЯМОВАНА ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ДИСПЕТЧЕРІВ УПРЗ УРАХУВАННЯМ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОМИЛОК

Робота диспетчером управління повітряним рухом є одною з найбільш відповідальних і складних видів професійної діяльності, ця професія потребує високі вимоги до людини-оператора. Для цієї професійної діяльності характерно високий шанс утворення незвичайних та надзвичайно небезпечних ситуацій, що вимагають моментального й правильного прийняття рішень. Для представників даної професійної діяльності, головним чином, важливі такі особливості, як рівень концентрації та розподілу уваги, швидкість оцінки інформації, що надходить і сприйняття її, стійкість емоційно-вольової сфери, швидкість орієнтування і прогнозування розвитку ситуації, особливості просторового мислення.

Під терміном авіаційної безпеки маються на увазі стан при якому є можливість нанести пошкодження особам або майну та авіаційна безпека зменшена до мінімального рівня за допомогою безперервної дії з виявлення небезпечних факторів та управління небезпечними ризиками для авіаційної безпеки.

Способи забезпечення авіаційної безпеки можна поділити на 3 основні етапи:

- **Технічна ера** бере свій початок з 1900 року по 1960 рік. Авіація стала способом пасажирських перевезень у всьому світі, в якому відбувалися порушення в забезпеченні безпеки польотів, а також були присутні технічні причини, через які відмовляло обладнання. Методи щодо забезпечення авіаційної безпеки були спрямовані на розслідування авіаційних подій та удосконалення факторів пов'язаних з авіаційною технікою. Вивчаючи причини і вдосконалюючи процес пасажирських перевезень, до 1950 року відбулося істотне зниження авіаційних подій та аварій, а нагляд за забезпеченням авіаційної безпеки перейшло на відповідні органи управління.
- **Ера людських чинників** починається з 1970-х і до середини 1990-х років. Починаючи з 1970 року спостерігається зниження авіаційних подій та катастроф завдяки вдосконаленому технічному фактору і подальшого поліпшення правил пов'язаних з авіаційною перевезенням в усьому світі. Авіація удосконалилася і стала більш безпечним видом перевезень, а особливу увагу пов'язану з авіаційною безпекою під час польотів перемістилося на діяльність людини, а також людські фактори, до яких включаються питання взаємодії людина-машина. Це призвело до важливості володіти інформацією про авіаційну безпеку під час польотів, які стосуються тем та не розглядалися при вивченні і розслідування авіаційних подій та катастроф. Більш того, не дивлячись на посилені вкладення в діях щодо зменшення факторів помилок як людський фактор, він продовжував залишатися одним з головних причин, які

приводили до авіаційних пригод і катастроф. Це можна спостерігати дивлячись на рисунок 1. Зворотною стороною медаллю стало вивчення людського фактору в авіації і брак уваги до даної проблеми в порівнянні з експлуатаційними та організаційними питаннями. Примітно, що в 1900-х роках було помітно, що авіафахівці працюють в складних експлуатаційних умовах, в які включають фактори, що впливають на стан і поведінку людини.

- **Організаційна ера** почалася з 1900-х років і триває до цього дня. Під час організаційної ери авіаційна безпека під час польотів стала розглядатися єдине, іншими словами стала охоплювати всі фактори: організаційні, людські та технічні. Крім цього, діяльність пов'язана із збиранням і аналізом даних, які вдалося отримати в ході розслідування авіаційних подій або катастроф була в першу чергу додана сучасним «проактивним» підходом до проблем забезпечення авіаційної безпеки під час польотів. Сучасний підхід зроблений на застосування для «проактивних» і реагуючих методів під час зборів і аналізу даних, метою яких є відстеження відомих факторів ризику і виявлення нових виникаючих проблем під час забезпечення авіаційної безпеки під час польоту. Нові засоби стали сенсом подальшого просування до створення механізму для управління авіаційної безпеки під час польоту.

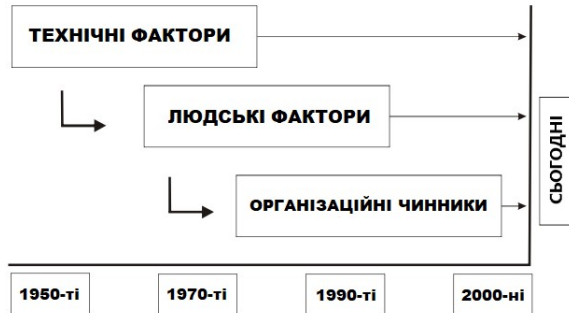


Рисунок 1. Розвиток процесу забезпечення безпеки в авіації

Відповідно до Керівництва з управління безпекою польотів [1], **помилка** - є дією чи бездіяльністю експлуатаційного персоналу, що призводить до відхилення від намірів або очідань організації або цього персоналу. Держава, так і провайдери обслуговування повітряного простору повинні розуміти і очікувати, що авіафахівці будуть помилятися незалежно від рівня застосовної технології, їх рівня кваліфікації або наявності правил, інструкцій та процедур. Тому, головним завданням є здійснення та підтримка засобів захисту для можливого зменшення помилок при виконанні робочих зобов'язань і, звичайно ж, зменшення відсотків

наслідків від здійснених помилок. Для вирішення цього завдання, помилки необхідно виявляти, повідомляти, а також аналізувати їх для того, щоб вжити необхідних заходів для їх усунення в майбутньому. Помилки можна розділити на дві наступні категорії:

- **промахи і упущення** - це недотримання запланованого акту. Промахи це вчинені дії, які не передбачаються як заплановані, а упущення відбувається через неувважність або погану пам'ять. Наприклад, якщо диспетчер УПР помилився в позивних при запиті екіпажу на зниження та дав дозвіл на зниження іншому літаку - це промах. А якщо, диспетчер забув повідомити екіпаж повітряного судна (ПС) про направлення і швидкості вітру при посадці при нескладних метеоумовах – це упущення.
- **прорахунки** - це помилка в планованому акті. Навіть, якщо виконати план коректно запланований результат не вдалося б досягти все-одно.

Різниця між помилками і порушеннями полягає в намірі. У той час як помилка - це ненавмисний вчинок, порушення є умисним дією або бездіяльністю з метою відходу від встановлених процедур, протоколів, норм і практики.

Помилки або порушення можуть призвести до недотримання нормативних положень або затверджених правил експлуатації. Суворі заходи, вжиті щодо фактів недотримання, можуть, за відсутності інших процедур, привести до зменшення наданих даних пропомилки. Відповідно, держава, а також постачальники обслуговування повинні при розгляді адекватності покарання вирішити, чи є факти недотримання порушенням або ненавмисною помилкою, при цьому зазвичай вибір критерію оцінки недотримання робиться між умисним невиконанням обов'язків і злочинної халатності.

Для контролювання або усунення помилок необхідна реалізація стратегій безпеки польотів. Стратегії контролю помилок використовують основні засоби захисту в рамках авіаційної системи. Вони включають наступне:

- **Стратегія зменшення** застосовується безпосередньо шляхом зменшення або усунення факторів, що сприяють виникненню помилок. До прикладів стратегії зменшення відносяться поліпшення ергономічних факторів і зменшення кількості відволікаючих моментів в навколишньому середовищі.
- **Стратегія перехоплення** передбачає, що помилка буде здійснена. Мета - "перехопити" помилку, перш ніж виникнуть будь-які негативні наслідки такої помилки. Стратегія перехоплення відрізняється від стратегії зменшення тим, що використовує контрольні карти та інші процедурні заходи, а не служить безпосередньо засобом усунення помилки.
- **Стратегія толерантності** - це здатність системи прийняти те, що помилка буде здійснена, але без серйозних наслідків. Прикладом такого підходу є багаторазове резервування систем і багатоступінчасті перевірки.

Оскільки на роботу персоналу зазвичай впливають організаційні, нормативно-правові та екологічні чинники, управління факторами ризику для безпеки польотів

повинно враховувати організаційну політику, процедури і регламенти, які стосуються обміну інформацією, планування польотів екіпажів, розподілу ресурсів і бюджетних обмежень, які можуть сприяти виникненню помилок.

Процес зворотного зв'язку, підтримуваний великим списком контактів провайдерів аеронавігаційного обслуговування (ANSP) і експлуатантами повітряних суден (АО) і підтримуваний командою EVAIR, є найбільш важливим інструментом, що дозволяє обмінюватися інформацією про події з ОНР та результатами розслідування систем управління безпекою (SMS) між експлуатантами повітряних суден (АО) і провайдерами аеронавігаційного обслуговування (ANSP). Крім того, процес зворотного зв'язку і отримані результати розслідування систем управління безпекою (SMS) з інформацією про вжиті заходи є найбільш важливим фактором, що спонукає зацікавлені сторони надавати EVAIR звіти про події. Раннє виявлення проблем за допомогою обробки подій низького рівня серйозності і надання зворотного зв'язку дозволяє застосовувати запобіжний підхід до безпеки і гарантує, що окреслені питання можуть бути швидко виправлені або, принаймні, пом'якшені.

Одним з показників ефективності процесу зворотного зв'язку, а також для розслідувань систем управління безпекою (SMS), є тимчасові рамки, необхідні для проведення розслідувань і підготовки відгуків про представлених звітах про події. У період з 2015 по 2019 рік на отримання зворотного зв'язку йшло в середньому 28 днів. Найкращий результат був досягнутий в 2017 році, коли на надання відкликання пішло всього 11 днів. Хороші результати були досягнуті і в 2018 році, коли на це пішло 18 днів, і в 2019 році, коли на це знадобилося 16 днів. Зворотній зв'язок, який є продуктом розслідувань систем управління безпекою (SMS), що проводять експлуатанти повітряних суден (АО) і провайдери аеронавігаційного обслуговування (ANSP), робить базу даних EVAIR повнішою.

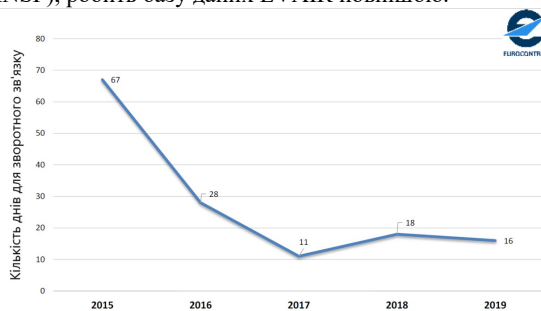


Рис. 2. Терміни надання зворотного зв'язку в період 2015-2019 рр.

УДК 629.7.07(043.2)

Petrushevska O.O., student
National Aviation University, Kyiv

REGULATORY COORDINATION OF UNMANNED AMATEUR ROCKETS AND FREE BALLOONS LAUNCH.

The aim of my work was to study how the amateur missile launch affects the safety of the airspace and how this process is regulated by regulations. To do this, I compared the regulation of launch in the most developed country in this matter - the United States and regulation in Ukraine.

The practice of launching amateur rockets and probes is very widespread throughout the world and is gaining considerable popularity among a wide range of initiative groups. These include a significant number of student design bureau in Europe and the United States. Therefore, Ukraine is no exception.

The legislation basis is quite developed and adapted in the United States - tens of thousands of rocket enthusiasts, and there are strict laws that regulate student rocket launches. You can only launch a rocket at special training grounds. To do this, you need to submit an application in advance, on what day and at what altitude the flight is planned. If the airspace space is free, then it is possible to receive permission to launch, and not for the whole day, but for a certain time.

In order to describe the organization of an amateur rocket launch in USA, it is important to take into consideration the study's recommendations on "best practices" of the National Association of Rocketry (NAR), which is a non-profit scientific organization dedicated to consumer safety, youth education, and the advancement of technology in the hobby of space modeling (sport rocketry) in the United States.

First of all, before launching a rocket, it is necessary to choose a launch site that will be safe. To do this, there are certain restrictions in the United States that will help to choose a launch site.

After selecting the place that meets the requirements, it is necessary to ensure the receipt of launch permission. Since no matter what model rocket you have, it is always needed to get the permission of the landowner/manager to launch on their land.

There are three main types of permissions needed to launch model rockets. The operator may be required to get none or all of the following ones:

- from the launch site's Authority Having Jurisdiction to launch on their property;
- from the Federal Aviation Administration to use the airspace for launch;
- additional authorization for local government.

In the USA, rocketry is governed by two federal institutions. As well as state and local governments.

The Federal Aviation Administration has authority over everything that enters the air, including rockets, drones, r/c planes, etc. They decide what can fly where and when. And section 101 of the Federal Aviation Regulations (FAR) manages all forms of rocketry. To oversimplify it, if your rocket is strong enough to interfere with other aircraft, you must first get approval from the FAA to launch it.

The ATF has authority over explosives. They regulate rocket motors, black powder, igniters, electric matches, and other incendiary devices commonly used in rocketry.

Fortunately, Rocket motors are no longer considered explosive devices by the ATF. That means operators do not need to register rocket motors with the ATF or be subject to their inspection. However, rocket motors are still deemed as hazardous materials. So there are additional regulations for mailing, shipping, and storing them.

When it comes to model rocketry, most states have implemented all or parts of the NFPA 1122 code for model rocketry as regulations for model rocket activities. The National Fire Protection Association (NFPA) is an international nonprofit organization that concerns itself with preventing fires. They release NFPA codes that regulate the using and making of fire-related things. These codes regulate model rocketry, cover the manufacturing and certification of commercial rocket motors and manages high-power rocketry.

The person or institution that owns or manages the land on which you want to launch your rockets is called the Authority Having Jurisdiction (AHJ). Operators always need to get the (preferably written) permission of the Authority Having Jurisdiction before model rocket launch. This is still the case, even if that land is undeveloped or a public park.

Rockets that are strong enough to interfere with aircraft require the permission of the Federal Aviation Administration to use the airspace. This permission is called the FAA waiver. To know if an FAA waiver is required, it is necessary to determine the class of rocket. Rockets are classified by the Federal Aviation Administration into three classes. For launching Class 1 model rockets, no additional permission needed from the FAA. While Class 2 and Class 3 rocket launches require an FAA waiver. This is necessary so it is possible to use the airspace above the launch location.

Class 1 rockets are easy to come by and don't require a certification to purchase. An FAA waiver is not needed, if this type of model rocket is planned to launch. To launch High-power rockets and (particularly) advanced high-power rockets, operators must first get an FAA waiver.

We do not have this in Ukraine yet. To realistically describe the organization of amateur rocket launches in Ukraine, I contacted representatives of the Space Cossacks team. Space Cossacks is a team of highly qualified engineers, researchers, and enthusiasts who develop, test, and operate technological solutions in the aerospace industry in Ukraine. They shared the information about the process of obtaining proper documents for launches into the stratosphere because they are focused on the development of advanced technologies for work in the stratosphere.

To launch into the stratosphere, a representative of the team writes an application to the military of Ukrainian State Air Traffic Services Enterprise in the electronic form to email navigator@uksatse.aero. The application is submitted approximately 20-15 working days before launch. It describes the purpose of the launch and a complete description of the stratospheric apparatus. Specialists of Ukrainian State Air Traffic Services Enterprise prepare all the necessary inquiries and the team receives a letter from the air traffic controller with an algorithm of actions. According to this algorithm, it is possible to start from one of two points in Ukraine. The starting point depends on the wind. It is reported on the day of launch. On this day, an air navigation warning is issued to airspace users throughout the flight time of the stratosat. Also, air traffic controllers of the area control center and the duty of the control center of Anti-Aircraft

Defence Forces of Ukraine must be notified before the launch of the apparatus and after its landing.

Therefore, the work of the team that launches the object into the stratosphere is only to prepare the application and follow the provided algorithms.

In general, the organization of missile and probe launches can be described as follows. First of all, necessary to determine the launch site in accordance with the requirements. Then get permission to run at the landfill. After obtaining permission, it is necessary to prepare the rocket and probe. When all the above actions are performed, you go to the launch site. At the launch site, it is necessary to prepare and deploy ground infrastructure. Next is the preparation of the missile and probe for launch. They must pass all pre-launch checks. When the test is complete and the rocket and probe are ready, you can confirm the readiness to launch. When the telemetry is running, you can prepare to start.

As there are no clear regulations in Ukraine regarding unmanned amateur rockets and probes, the task arises to adapt the existing rules to our realities. Uncontrolled launch of these devices can lead to flight safety violations. Therefore, it is also important to find ways to solve the problem of safety in the use of Ukrainian airspace during such launches. Operators must also clearly define the legality of the place for a possible launch, depending on the type of device being launched, the rules for storage and transportation of explosive materials used in production, and the method of obtaining permits for such activities. It is important that during an uncontrolled descent, the rocket must not interfere the airspace in which such activities are prohibited.

УДК 629.7.07(043.2)

Луцко О.Є., к.п.н., доц.

Стрикун М.О., студентка

Коваль П.І., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ В ОРПР

Термін "автоматизація" - процес повного чи часткового представлення чи збільшення функції чи послуг, яка раніше виконувалась людиною. Автоматизація в системах ОрПР комплексний процес, який потребує повної інтеграції в роботу людини-оператора. Призначення автоматизації - спрощення роботи диспетчера, з метою, надання безпечних послуг з управління повітряним рухом, зменшити робоче навантаження, збільшити пропускну здатність повітряного простору, при цьому, зменшуючи кількість помилок під час роботи з великою кількістю трафіка. ОрПР вже має широкий спектр технологій та систем, які забезпечують підтримку автоматизації для персоналу: Radar Data Processing, Electronic data displays, Electronic flight strips, Mode S down-linked airborne parameters, Safety nets such as Short Term Conflict Alert и т.д.

Дослідження SESAR показало, що розроблена раніше таксономія систем ОрПР не могла повністю задовольнити вимоги класифікації технологій ОрПР, в основному через відсутність набору когнітивних функцій. Відповідно, SESAR розробив новий рівень систематики автоматизації (LOAT), нахненний попередньою роботою, яка бере до уваги не тільки обмін даними між системами, але ще й людські особливості. Для кожної функції, були розроблені рівні автоматизації від 0 (виконання задач вручну) до 8 (повна автоматизація). Але, незважаючи на усі переваги концепції «рівні автоматизації», ми все ж таки маємо певні труднощі. Ми пізно помітили той факт, наскільки важлива інтеграція людського чинника при проектуванні, програмуванні подібних систем.

На сьогоднішній день, існує багато сучасних технологічних розробок в ОрПР, і надивлячись на це, ми все ще маємо проблеми, які потрібно вирішити, щоб досягти повної довіри до автоматизації. Серед цих проблем можна виділити такі: недостатньо розроблені процедури адаптації до нових технологій; недостатнє планування поведінки системи під час збоїв; поведінка людини не враховується належним чином при обслуговуванні та розробці таких систем; технології впроваджуються та розроблюються без особливої уваги до особливостей людини.

Україна ще далека від високих міжнародних стандартів. Але провайдер аеронавігаційних послуг, тісно співпрацюючи з Євроконтролем, прогноє до того, щоб рівень автоматизації відповідав високим міжнародним стандартам.

Підсумовуючи, взаємодія людини з технологіями і автоматизацією на сьогоднішній день ще недостатньо розглянута. Автоматизація - створює нові людські слабкості і посилює існуючі. Подальший розвиток автоматизації і розробки взаємодії людина-автоматика на даний момент є дуже актуальною проблемою для збільшення рівня безпеки повітряних перевезень в усьому світі.

UDC 625.717.2(043.2)

Huynh Thi Truc Ha, student
Shmelova T.F., doct. of sci., professor
National Aviation University, Kyiv

COMPARATIVE ANALYSIS OF WEATHER HAZARDS INFLUENCE ON DIFFERENT PHASES OF FLIGHT

Adverse weather conditions have always been one of the primary contributing factors that directly impact the safety and operation of a flight in all phases. From the manifestation of atmospheric electricity such as lightning, thunder, and precipitation such as rain, snow to an ensemble of suspended or blowing solid particles in the air such as haze, sandstorm, each of them affects an aircraft's performance in a different manner.

For this research, five different types of weather hazards were taken into account to evaluate their significances for every phase of flight: Windshear, Thunderstorm, Icing, Sandstorm and Volcanic Ash. Each of these extreme meteorological conditions can severely and differently disturb not just an aircraft's ability to fly but also to take off in the first place. Windshear with its characteristics of suddenly changing velocity and direction is particularly hazardous at low levels as it may result in a sudden loss of airspeed, altitude and reduction in climb rate. Thunderstorms pose a threat to flights as they are often accompanied by lightning, hail, low ceilings and visibilities, turbulence and icing. Either happening in the air or on the ground, icing on the airframe can seriously hamper the function of control surfaces, propellers, windscreen, pitot tubes, static vents and air intake which will eventually lead to a reduced aircraft performance not only in control but also in fuel consumption. While both sandstorms and volcanic ash can dramatically reduce visibility and ingest particles into the engine causing abrasion and blockage, only sandstorms could be detected on weather radar. Due to the small particle sizes of which ash clouds are made of, they will not show up on the airborne weather radar and ATC radars.

Based on the final results obtained from calculations using Expert Judgement Method, a histogram of weight coefficients of weather hazards in three phases of the flight was built (Fig. 1). As can be seen, windshear takes the first place as the most impactful in both takeoff/climb and descend/landing phases, whereas icing and volcanic ash have the least influence respectively. For the enroute phase, it is statistically estimated that thunderstorm is more influential than the rest while sandstorm ranks last.

All forms of extreme weather may have a substantial impact on flight operations in a variety of ways. Understanding their significances on each stage of flight plays a massive role in ensuring the safety and efficiency of aviation.

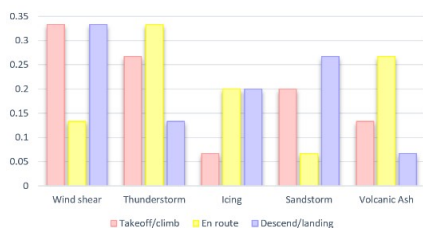


Fig. 1. Weight coefficients of weather hazards influence on different phases of flight

UDC 629.7.07 (043.2)

T. Shmelova, Doctor of Science
R. Adamanov, student
National Aviation University, Ukraine, Kyiv

INTELLIGENT COLLABORATIVE DECISION-MAKING SYSTEM BY THE PILOT / AIR TRAFFIC CONTROLLER / UAV OPERATOR IN EMERGENCY

ICAO documents recommend the development of intelligent expert systems in aviation to support decision-making by operators. The efficiency of aviation systems and flight safety depend primarily on the reliability of the human operator, as well as on his timely professional decisions.

The global working concept of air traffic management (ATM) envisages collaborative decision-making in air traffic control based on dialogue and real-time information evaluation. Coherent and clear interaction between ANS operators is paramount during in-flight emergency. Air traffic controller is responsible for the correctness and timeliness of the information and instructions provided to the flight crew and / or UAV operator, so obviously air traffic controller plays an important role in such situations. The main requirement for air traffic controller during emergencies is constant readiness to provide required assistance to flight crew, depending on the type of situation, taking into account the situation in the air and meteorological conditions. If there is a need for an immediate response to emergencies, there is a necessity to introduce new technologies and develop intelligent systems to support safe and effective collaborative decision-making. The methodology of such systems can be used in decision-making in emergencies and selection of appropriate measures to prevent them.

The purpose of the research is development of an intelligent decision support system by the ANS operator in case of engine failure for further improvement of situational awareness and the decision-making process by the ANS operator with the use of new artificial intelligence technologies.

The current reality is that many air traffic controllers (ATCOs) could go through extensive periods of time without having to deal with emergency or abnormal traffic situations. These are situations which present anything out of the ordinary. Because of this infrequency, it is crucial that ATCOs maintain a level of constant awareness and be kept in practice for dealing with any potential situation to ensure that safety is not compromised when an unusual/emergency event occurs.

Based on the processing of a constant flow of information, the ATC issues dispatch permits and instructions to avoid or resolve a potential conflict situation between the aircraft. Therefore, a person is believed to be that a key element of the work of today's automated air control systems (Fig. 1.1).

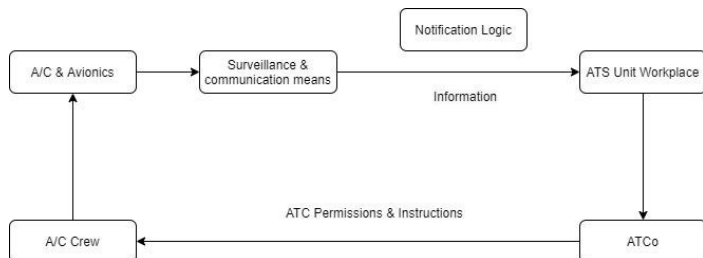


Fig. 1 – Simplified ATC Cycle

Most European air navigation service providers successfully apply the ASSIST principle, which was introduced by the German air traffic control body Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS). This abbreviation is familiar to all the aviation specialists. ATC controllers around the world use it in case of an emergency, as the ASSIST code is the most convenient and understandable in case of emergencies (Acknowledge, Separate, Silence, Inform, Support, Time). All the aforementioned abbreviations are not so commonly used nowadays.

The pilot's immediate priority is to ensure the safe flight path and condition of the aircraft. This not only includes the flying of the aircraft but also the completion of checklist drills. The safe flight path may even include the initiation of a controlled rapid descent.

For a modern two-crew flight deck, the flight crew distribute the responsibilities between the available crewmembers. Under normal conditions, one flight crew member (pilot flying) takes responsibility for the flight path of the aircraft while the other flight crew member (pilot not flying or pilot monitoring) deals with all radio communications and actions/reads out checklists. In order to maintain the correct balance of workload in an emergency when additional QRH checklists and AFM procedures may be required, the pilot flying will often assume responsibility for radio communications.

The FAA Guide “The Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge” Chapter 17 “Aeronautical decision-making” provides models recommended to reducing the number accidents and helping pilot in taking decisions during emergency. Decision-making needs a systematic approach to mental processes, which must be consistently used by pilots to select the best strategy according to the circumstances. For example, including the PAVE model in pre-flight planning, a pilot divides flight risks into four categories: PIC commander, Aircraft commander, Environment (EnVironment), External pressure factors (External pressures).

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are quickly becoming an indispensable part of modern aviation. The development UAVs is currently being carried out by virtually all industrialized countries in the world. Until recently, UAVs had a military purpose, but now the use of UAVs is effective in solving both military and civilian problems, e.g. for: support in dealing with emergencies, dealing with the consequences of natural disasters; using in agriculture, support of mobility in smart-city; reconnaissance, aerial photography. Unmanned aerial vehicles are classified by way of take-off and landing,

airfield and non-airfield, also taking off from the runway or with a catapult; landing to the runway or by parachute or by using snares (Table 1).

Table 1 – UAV Types

UAV types				
No	Class	Classification	Subclass	Code name
1	A	UAV classification by purposes	Surveillance UAVs	A ₁
			Agricultural UAVs	A ₂
			Relays communications UAVs	A ₃
			...	A _n
2	B	UAV classification by duration of the flight	UAV of a short flight (1 hour)	B ₁
			Medium-flight UAV's (from 1 to 6 hours),	B ₂
			Early flight UAV's (6 hours).	B ₃
			...	B _n
3	C	UAV classification by weight.	Micro UAVs (to 1kg).	C ₁
			Small 1 - 100 kg.	C ₂
			Lightweight 100 - 500 kg.	C ₃
			Medium 500 - 5000kg.	C ₄
			Heavy 5000 - 15000 kg.	C ₅
			Superheavy 15,000 kg or more	C ₆
...	C _n			
4	D	UAV classification by the type of aircraft	UAVs airplane (fixed-wing)	D ₁
			UAVs helicopters (rotary-wing)	D ₂
			UAVs with flapping wings.	D ₃
			...	D _n
5	E	UAV classification by way of take-off	Airfield take off UAV	E ₁
			Non-airfield UAV taking off from a catapult;	E ₂
			Non-airfield UAV taking off from hands	E ₃
			...	E _n
7	F	UAV classification by landing way	Airfield landing UAV	F ₁
			Non-airfield UAV landing with the help of parachute;	F ₂
			Non-airfield UAV landing with the help of snares;	F ₃
			...	F _n
8	G	UAVs by the number of applications	UAV of single usage	G ₁
			UAV of repeated usage	G ₂
			...	G _n

Let us have an overview of UAV performing different tasks with purposes. Air traffic controller using technological procedures “ASSIST” decides in emergencies of flight. At a certain stage of flight is probable extraordinary or emergency situations (e.g.: loss of control, engine failure, etc.), where it contains risks to lost UAVs. Taking into account the high cost of UAVs it is proposed to build an algorithm of UAV’s operator actions using module “ASSIST” for each type of UAV. Module «ASSIST» includes in Distributed Decision support system (DDSS) and has models of the Decision Making (DM) by H-O under Certainty, Risk and Uncertainty.

So, according to ASSIST there are such types of emergency situations which can be on a board of UAV: bird strike, brake problems, communication failure, electrical problems, emergency descent, engine failure, fire on a board, fuel problems, gear problems, problems with the hydraulic system, icing, fuel dumping, emergency landing, take-off abort, low oil pressure. In addition, actions of UAV's operator almost the same like actions of a pilot of a civil aircraft. So, the same types of emergency accordingly may be related to happening on a board of UAV. Consequently, actions of UAV's operator are almost the same as actions of a pilot of a civil aircraft (Fig. 2).

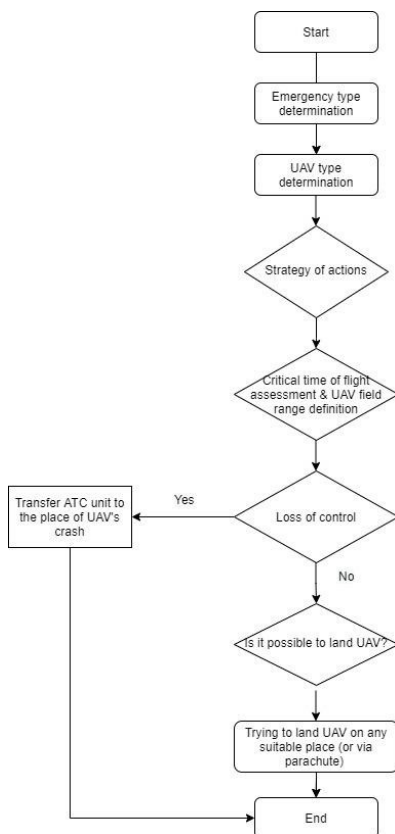


Fig. 2 – UAV's Operator Actions Algorithm

УДК 681.5.03.623.746.-519 (043.2)

Бабенко К.Г., студент
Благая Л.В., к.т.н., доцент
Грицай К.О., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ПОКРАЩЕННЯ КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В БЕЗПІЛОТНІЙ АВІАЦІЇ

Безпілотний літальний апарат зіштовхується з різними перешкодами під час польоту, які впливають на якість та стійкість системи. Сучасному БПЛА висуваються вимоги не тільки стійкості процесів регулювання, але й певних показників якості, які потрібні для працездатності системи. Тому актуально розглядати покращення критеріїв якості задля того, щоб досягти максимально ефективного та тривалого польоту.

На даний момент людина прагне до автоматизації всіх процесів, що супроводжують її життя. Перешкоди, шуми та різні види зовнішніх впливів на систему призводять до того, що система працює некоректно. Через це виникає завдання знати точні значення станів об'єкта, щоб вчасно та швидко їх регулювати. Таким чином показники якості системи будуть максимальними.

При побудові систем автоматичного управління основною метою є досягнення екстремуму критерію якості. Це має назву оптимального керування. Якість автоматичної системи управління визначається сукупністю властивостей, які забезпечують ефективне функціонування як об'єкта управління, також і керуючого пристрою, тобто всієї системи управління загалом. Властивості, що становлять цю сукупність і мають кількісні вимірювачі, називають критеріями (показниками) якості системи управління.

Класичний принцип створення оптимальних керуючих впливів в завданні оптимального управління на фіксованому проміжку часу T полягає в наступному. Будується детермінована модель завдання управління та вважається, що в процесі управління будуть доступні точні значення стану об'єкта. Для оптимального керування використовуються оптимальні регулятори [2].

Технічний результат регулятора полягає у підвищенні швидкодії управління, спрощенні технічної реалізації, підвищенні точності регулювання, демпфуванні систем без втрати швидкодії та отриманні кінцевого часу регулювання. Технічний результат досягається введенням у регулятор блоку визначення моментів перемикання та блоку визначення сигналу корекції впливу, що управляє. В результаті визначення цих величин задатчик керуючого впливу формує сигнал управління, величина та момент зміни величини якого найбільш оптимальні для об'єкта управління, процес регулювання якого описується певною математичною залежністю [3].

Крім того, блок визначення сигналу корекції при непарному показнику рівня системи регулювання містить інвертори, помножувачі на два, задатчик одиничного сигналу, помножувач, суматор і послідовно з'єднані керовані елементи затримки, вихід суматора з'єднаний з першим входом помножувача, другий вхід якого є входом блоку.

Пристрій належить до галузі управління і може бути використане в каналах управління літальних апаратів, електроприводів роботів і автоматизації технологічних процесів [4].

За допомогою прикладної програми Matlab ми маємо можливість побудувати аналітичну модель детермінованого оптимального регулятора для дискретних систем та визначити критерії якості цих систем. Ми розглядаємо лінійну дискретну систему, яка задана за допомогою 4 матриць (A, B, C, D). Регулятор необхідно синтезувати для послідовного з'єднання об'єкта та виконавчого механізму, оскільки динаміка руху літака та рульових органів описується різними системами рівнянь. Для побудови самого регулятора нам необхідні вагові матриці Q і R. За допомогою вагових матриць функціоналу якості можна впливати на перехідний процес у замкнутій системі керування. При змінах цих матриць ми спостерігаємо як змінюються параметри оптимального регулятора, де:

- K – матриця оптимальних коефіцієнтів підсилення дискретного регулятора;
- S – матриця, що є рішенням дискретного рівняння Ріккати;
- E – вектор, що містить власні числа матриці станів замкнутої системи A-BK.

Показники якості було знайдено за допомогою двох операторів: $d\text{lyap}$ та trace . Перший оператор показує результати рішення дискретного рівняння Ляпунова, другий – слід матриці, від якого залежить зберігання, ріст або падіння фазового об'єму системи [1].

За результатами розрахунків виявлено, що при $R=0.1$ показник якості b буде досягати максимального значення ($b=6$), отже система буде більш стійкою та ефективнішою. А при $R=0.5$ показник якості b має менше значення ($b=1.69$). Тому при розгляданні якості процесу управління слід враховувати, що при збільшенні параметра R, показник якості зменшується. На основі цих результатів, ми можемо визначити за яких значень системи, критерії якості будуть максимальні. Ці розрахунки мають більш аналітичний характер, ніж практичний. Але за допомогою них ми можемо побачити роботу оптимального регулятора.

Список використаних джерел

1. Лобок О.П. Аналіз методів аналітичного конструювання оптимальних регуляторів для детермінованих та стохастичних багатовимірних об'єктів /Лобок О.П., Б. М. Гончаренко та А. М. Слезенко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація – 2012, № 25 (2). –162-168 с.
2. Луцька Н.М. Синтез оптимальних регуляторів для систем автоматизації технологічних комплексів неперервного типу // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2005, № 1 (15). – 148-151 с.
3. Патент № 2105341 С1, МПК G05B 11/36. Оптимальный регулятор : № 96112244/09 : заявл. 24.06.1996 : опубл. 20.02.1998 / К. А. Пупков, О. Н. Авдеев, И. О. Авдеев.
4. <https://uk.mathworks.com/discovery/optimal-control.html>
5. <https://www.aimsciences.org/article/doi/10.3934/naco.2021005>

УДК 629.7.07(043.2)

Безпаленко О.І., студент

Конін В.В., д.т.н., проф.

Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕЛЬ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОЇ ДОСТУПНОСТІ

Наводиться модель супутникової навігаційної системи, що дозволяє оцінювати точність визначення координат за будь-якого розташування навігаційних супутників щодо безпілотного літального апарату. Даються результати моделювання оцінки позиції із застосуванням GPS та ГЛОНАСС.

Основною функцією супутникової навігаційної системи (СНС) є виявлення параметрів (швидкість, координати, час) безпілотних літальних апаратів (БПЛА). БПЛА можуть знаходитися в різній місцевості при різних рівнях перешкод. При визначенні координат БПЛА важливими параметрами є дальність до супутника, їх розташування, кут маски (мінімальний кут видимості супутників) в реальному часі.

При плануванні польоту БПЛА передбачається, що за його знаходження у певних зонах доступність СНР може бути обмежена. Тому важливо знати з якою точністю може здійснюватися навігація в умовах обмеженої доступності навігаційних супутників. Параметр точності безпосередньо пов'язаний із геометричним фактором.

Завдання, вирішуване у роботі, формується так. Є дві СНР GPS і ГЛОНАСС. Відомі ефемериди супутників, розташування БПЛА, експериментальні псевдодальності до супутників. Потрібно запропонувати та випробувати метод оцінки точності визначення координат та значення геометричного фактора при різних конфігураціях розташування супутників щодо БПЛА. Ефемериди та псевдодальності отримані експериментально за допомогою приймача OEM 719 представлені нижче. Відповідні тимчасові, іоносферні, тропосферні корекції включені до псевдодальності.

$A = 1.0e+07*...$

[0.743969507931521	1.835943245181110	1.824205022459420
1.320239946541640	1.265473192832610	1.913643631443840
-0.350453372350397	2.277674219512480	1.340534817502060
-1.628294545094400	-0.127069173493271	2.105294547927350
0.691073942467448	-1.558169493777120	2.021021585506690
1.991453909131120	1.130942349856910	1.344546297508410
2.369773179922120	-0.776041642074437	0.923392825341097
0.996656645967017	-1.436313261124170	1.993763526256420
-1.692888811957120	0.166788670427429	2.093755983709060
1.233256010182990	2.367700964106590	-0.071202657299068
-1.650996681268890	1.085295610289370	1.803466000115140
-0.068190076000000	-1.613435565000000	1.972099924000000
-1.241174931000000	0.039757693000000	2.227131788000000

2.437598815000000 0.406305768000000 0.627283871000000
 1.227906990000000 1.002612703000000 1.997446248000000];

Перші одинадцять рядків матриці описують супутники GPS, а 4 останні рядки - ГЛОНАСС. В рядках наведені координати X Y Z спутників відповідно в рядках 1 2 3.

А псевдо дальності представлені у вигляді матриці експериментальних значень:

$$P = 1.0e+07*...$$

[2.142845384907509-dta 2.022384662092726-dta 2.346550318782243...
 2.576093739823005+dta 2.360811083746415 2.068520592366336-dta...
 2.286996688983165 2.318862603028191+dta 2.597968254419408...
 2.401345415616430 2.550376275571986+dta 2.372087393068987...
 2.350164697835089 2.089354978646578+dta 1.905764132867241-dta];

де dta – спеціально введена передбачувана помилка псевдодальності.

Координати позиції розраховувалися ітераційним методом із застосуванням методу найменших квадратів [1].

В ітераційному методі можна змінювати кількість супутників, комбінувати супутники в будь-якому порядку, оцінювати кількість комбінацій супутників за допомогою стандартної програми Matlab nchoosek.

Для відображення результатів моделювання в цифровому та графічному вигляді був розроблений спеціальний інтерфейс, що дозволяє виводити на екран точність, геометричний фактор, у графічному вигляді зображати місце розташування супутників по азимуту та куту місця.

Нижче наводяться деякі результати досліджень, що ілюструють можливості запропонованої моделі.

На рис. 1 відображено положення супутників при нульовому значенні кута маски, на рис. 2 показані значення похибки положення PDOP від кута маски для БПЛА, на рис. 3-5 показані значення похибок координат X Y Z від кута маски для БПЛА, на рис. 6 -8 зображено «погане» і «хороше» геометричне розташування обмеженого числа супутників супутників. При "поганому" геометричному розташуванні супутників геометричний фактор дорівнює 14, 5, при "хорошому" - 2.8.

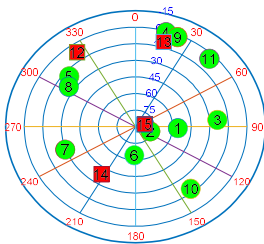


Рис. 1



Рис. 2

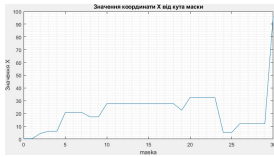


Рис. 3

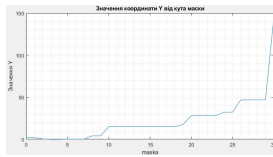


Рис. 4

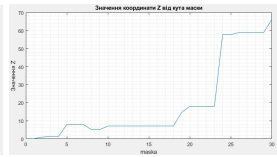


Рис. 5

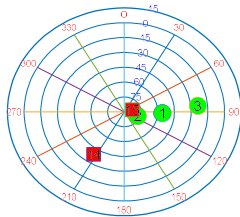


Рис. 6

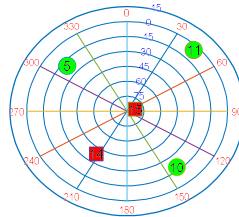


Рис. 7

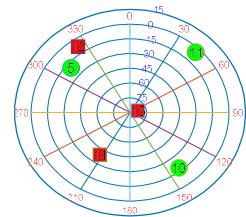


Рис. 8

Такі значення і положення супутників, як і програму можна використовувати для розрахунку похибок в реальних ситуаціях. Проект був виконаний в лабораторії НАУ при наявності реального обладнання.

Список використаних джерел

1. Конин В.В., Харченко В. П. Системы спутниковой радионавигации. – К.: Холтех, 210. – 520 с.

УДК 681.513.623.746.-519 (043.2)

Безручко Д.О., студент
Благая Л.В., к.т.н., доцент
Запасник О.О., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ФОРМУЮЧОГО ФІЛЬТРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРУ ПАРАМЕТРІВ В БЕЗПІЛОТНІЙ АВІАЦІЇ

У всіх безпілотних літальних апаратів комерційного рівня на борту завжди присутня велика кількість різноманітних вимірювальних пристроїв, завдяки яким цей літальний апарат може виконувати свої функції. Однак з часу від освоєння цих пристроїв і до сьогодні перед інженерами стоїть питання: «Як принципово не змінюючи конструкцію, вагу та габарити підвищити точність вимірювань датчиків?». Часткову відповідь на це питання зазвичай шукають на рівні алгоритму обробки інформації, через фільтрацію отриманих від датчиків даних.

Існують два принципових типи фільтрації: лінійна та нелінійна. Цей розподіл пов'язаний безпосередньо з рівняннями, що математично описують систему (датчик). Реальні системи завжди описуються нелінійними рівняннями, однак реалізувати фільтри, що могли б швидко та ефективно вирішувати задачі нелінійної фільтрації важко. Через це в наш час теорія лінійної фільтрації більш розвинута, та має в своєму арсеналі алгоритми, що досить легко синтезувати для будь-якої системи, які при цьому будуть вимагати не порівняно невелику кількість апаратних ресурсів обчислювальної машини [1].

Відпрацьованим методом підвищення точності вихідних даних є застосування методу формуючого фільтру. Цей метод полягає в тому, що при статистичному аналізі систем керування перед досліджуваною системою включають формуючий фільтр з амплітудно-фазовою характеристикою, яка відповідає спектральним властивостям реального вхідного сигналу, а характеристики вихідного сигналу визначають при подачі на вхід еквівалентної ланки чи системи білого шуму. Білий шум, або шум Гауса (рис.1) – це такий статичний шум, значення спектральної потужності якого рівномірно розподілено по всіх задіяних частотах.

Формуючий фільтр одержав найбільше поширення, оскільки дозволяє заощаджувати машинні ресурси й імітувати реалізацію з будь-якою тривалістю, заздалегідь невизначеною. Застосування формуючих фільтрів без зворотного зв'язку завжди призводить до методичної похибки, яка може бути зменшена до необхідного рівня за рахунок зменшення кроку дискретизації й (або) збільшення тривалості імпульсної характеристики формуючого фільтра.

Таким чином, величина методичної похибки обмежена лише наявними при моделюванні ресурсами - обсягом пам'яті й швидкодією використовуваного мікроконтролера [2,3].

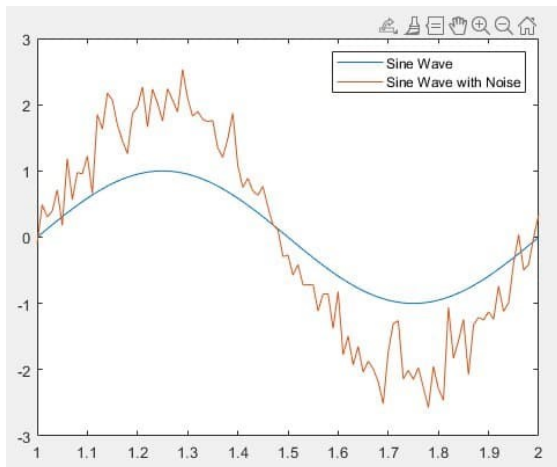


Рис. 1. Приклад інформаційного сигналу (звичайний сигнал та сигнал з білим шумом)

Формуючий фільтр можна змоделювати за допомогою програмного середовища MatLab Simulink.

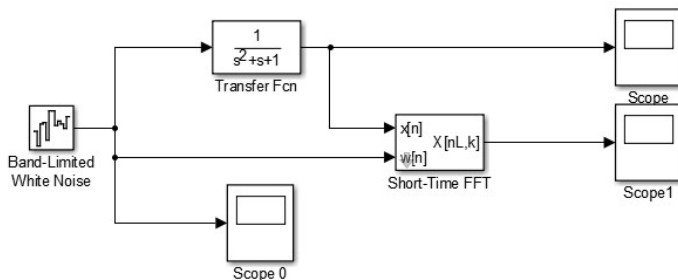


Рис.2. Спрощена схема формуючого фільтру, представлена у Simulink.

Отже, так як під час польоту, на вимірювальні прилади БПЛА діють багато зовнішніх та внутрішніх чинників, що впливають як на точність вимірювання, так на вихідні данні, то саме за допомогою застосування методу формуючого фільтру є можливість підвищувати точність вимірів показників приладів.

Список використаних джерел

1. Режим доступу: rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000009/st049.shtml
2. Режим доступу: www.konturm.ru/helpstat.php?id=stat250805
3. Режим доступу: www.astronet.ru/db/msg/1172329?text_comp=gloss_graph.msn

УДК 623.746-519 (043.2)

Ларін В.Ю., д.т.н., проф.

Білик О.В., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПР ПРИ ЗНАХОДЖЕННІ В РАЙОНІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДПЛА ІЗ ВТРАТОЮ КАНАЛУ С2

Канал зв'язку С2 (control and command) між станцією керування (RPS) та ДПЛА (RPA) є важливою складовою дистанційно-пілотованої авіаційної системи. Канал зв'язку С2 буде мати найважливіше значення для виконання польотів ДПЛА в діапазоні операцій RLOS та BRLOS, тобто на відстані від десятків до тисяч кілометрів.

Втрата зв'язку між ДПЛА і станцією керування, навіть короткочасна, знижує рівень безпеки польотів в районі диспетчерського обслуговування. Ризики втрати зв'язку особливо підвищуються при високій щільності трафіку в певному районі та в районах біля аеропортів.

Визначено такі показники ефективності (надійності) каналу зв'язку С2, які рекомендовані регуляторними документами, і мають подібні до необхідних характеристик зв'язку (RCP) в пілотованій авіації визначення: кількість потенційних конфліктів, завантаження диспетчера УПР, завантаженість сектору, відстань, час польоту, споживання палива, втрачена висота, набрана висота, втрата висоти.

Згідно концепції RCP, яку наведено в [1] ДПЛА, рівень відмов ланки С2 повинен знаходитися в діапазоні 10^{-4} - 10^{-5} відмов на годину, накладання таких значень на кількість польотів у повітряному просторі із щільним трафіком протягом одного дня не призвело б до жодного рейсів, що замінюються RPAS з відмовою в каналі С2. Цілком логічним є припущення що із збільшенням кількості рейсів, які переходять на ДПЛА, зростає і кількість потенційних конфліктів.

Потенційний конфлікт визначають як порушення мінімальної відстані між псевдорадарним передбаченням диспетчера майбутнього положення пари повітряних суден. Потенційний конфлікт відбувається в той момент, коли мінімальні вимоги до розділення (як бічного, так і вертикального) між двома літаками вже не виконуються. Цей показник вимірює кількість потенційних конфліктів, що виникають у секторі. Потенційний конфлікт виявляють на п'ять хвилин раніше часу, коли відбувся справжній конфлікт.

При виявленні потенційного конфлікту на екрані радіолокатора диспетчер вимагає від літака (або одного, або обох) виконати ряд дій щоб уникнути фактичного конфлікту. Якщо конфлікт відбувається між ДПЛА та іншим літаком, ДПЛА буде виключено з плану вирішення конфліктів, щоб імітувати втрату зв'язку С2, та протягом часу ДПЛА буде некерованим і буде летіти по початково визначеному маршруту.

УДК 623.746-519 (043.2)

Бурлака О.М., аспірант
Національний авіаційний університет, м. Київ

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ ДПЛА В МІСТІ

Дистанційно пілотовані літальні апарати (ДПЛА) активно застосовуються в низці розвинених країн як новий варіант виконання завдань, які до цих пір були складними або там, де перебування пілотованих літальних апаратів є недоцільним, небезпечним або витратним. Саме за простоту в використанні, низьку експлуатаційну вартість та доступність для користувача ринок ДПЛА стрімко росте. В багатьох країнах ДПЛА вже успішно застосовують для виконання цільових завдань в умовах міста. Проте перед розробниками та користувачами безпілотних помічників постійно постає питання безпеки польоту. Основні моменти даного питання такі:

- наявність будівель, доріг, ліній електропередачі та природних зон - слід враховувати ризики польоту;
- наявність конкретного цільового завдання – слід враховувати оптимальний вибір типу ДПЛА;
- наявність аеронавігаційних вимог до польоту пілотованих та безпілотних літальних апаратів - слід враховувати чинне законодавство тієї чи іншої країни.

Щоб оцінити безпеку польотів ДПЛА у місті, необхідно отримати кількісні значення ризиків польотів на різних територіях міста. Методами оцінки «ризик» в даному дослідженні є ЕМ та нечітка логіка.

Для оцінки рівня ризику різних типів перешкод виконаємо опитування за допомогою методу експертних оцінок. В анонімному індивідуальному опитуванні брало участь 35 респондентів з високим, приблизно однаковим, коефіцієнтом авторитету, за фахом – авіадиспетчери та оператори ДПЛА.

Назва перешкоди	Параметр перешкоди	Позначення	Оцінювання
Зони з обмеженим доступом			
Будинки	Зона з обмеженим доступом	B-RA	10
Стовпи та дротові комунікації	Зона з обмеженим доступом	C-RA	9
Дерева та природні перешкоди	Зона з обмеженим доступом	N-RA	8
Небезпечні зони			
Вертикальний буфер	Небезпечна зона	VBA	5
Горизонтальний буфер	Небезпечна зона	HBA	7
Шляхи			
Зона шляху	Шлях	TA	50
Зона конфлікту шляху	Шлях	TCA	25
Польотна зона	Шлях	FA	1

Другим кроком є GRID аналіз. Пропонується проводити аналіз території шляхом накладання уявної сітки, яка охоплює своїми клітинками усі можливі маршрути польоту ДПЛА. В кожній клітинці сітки яка перешкода (чи її відсутність) знаходиться на її місці. Після виконання цих процедур отримуємо фрагмент території з сіткою та розміченими даними придатний для виконання подальших розрахунків.

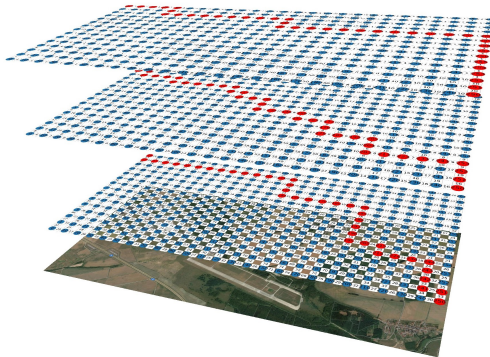
На рисунку зображена територія де буде виконуватися політ. В нашому випадку, це випадковий фрагмент, який містить в собі: відкритий простір у вигляді полів; простір з природними перешкодами – ділянки з високими деревами; високочастотні лінії електропередачі поряд з дорогою для автомобілів; невелике місто, промислова зона і аеродром, який є забороненою зоною для польоту ДПЛА.



Сітка, отримана в попередньому етапі представляє собою граф решітки, тобто граф, зображення якого утворює регулярну мозаїку.

Маршрут буде прокладатися по ребрах даного графу, тому спочатку потрібно встановити ребрам їх ваги – наші ризики польоту, відповідно до розміченої перешкоди.

Далі застосуємо алгоритм Дейкстри для пошуку шляху мінімальної вартості на площині. В залежності від висоти польоту значення вагів можуть відрізнятися. Побудуємо маршрути для багаторівневого простору.



Отже, в результаті маємо програмне забезпечення, що може бути інтегроване в систему управління одиничним ДПЛА, або групою ДПЛА.

УДК 623.746-519(043.2)

Ларін В.Ю., д.т.н., проф.

Додатчук І.Л., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ АВІАЦІЙНОГО БАЗУВАННЯ

Розвідка родовищ корисних копалин — складне і комплексне завдання, для ефективного вирішення якого фахівець потребує максимально можливої кількості актуальної інформації про об'єкт чи ділянку, що досліджується. Дистанційне зондування земної поверхні це сукупність різноманітних методів та інструментів, які дозволяють отримувати корисну візуальну та спектральну інформацію. Дані аналізуються, на основі аналізу отриманих даних складають оцінку ділянки земної поверхні на можливу наявність родовищ корисних копалин. Дистанційне дослідження це цінний інструмент в активі геологорозвідника, що надає інформацію та дозволяє зекономити час та ресурси. Хоча дистанційне дослідження не може точно вказати на місце розташування великої покладини корисних копалин, але отримані за допомогою нього дані, можуть бути використані для проведення вишукувань на більш дрібних ділянках. Також застосування методів та інструментів дистанційного дослідження скорочує ризик реалізації розвідувального проєкту, допомагаючи встановлювати черговість розвідки різних ділянок за їх перспективами.

Дистанційне дослідження земної поверхні почало швидко розвиватися лише останнім часом на тлі розвитку сучасних цифрових технологій. Спочатку основною сферою застосування методів дистанційного зондування були порівняльні дослідження. Так, якщо у певному районі знаходили родовище якоїсь цінної породи, аерофотознімки цієї ділянки порівнювали зі знімками інших районів для пошуку загальних геологічних особливостей, які можуть бути вказівкою на наявність запасів цінної сировини. У комбінації з традиційними методами (геологічними, геофізичними, геохімічними), методи дистанційного дослідження земної поверхні дозволяють підвищити об'єктивність геологічних знань про структуру літосфери, прояви геологічних процесів, ефективність розвідки родовищ, аналізу техногенного впливу на навколишнє середовище.

Розробка методів створення багатоспектральних зображень та складання спеціальних карт відкрила можливість дистанційного картографування поверхні. Такі методи дозволяють швидко та економічно складати карти ділянок великої площі. Завдяки спектрам сканування дослідники виконують каталогізацію різних властивостей ґрунтів, порід та рослинності. Серед даних, які можна отримати у такий спосіб, є відомості, що вказують на вивітрювання та геологічні зміни родовищ. Так, наприклад, на основі спектрів можна з високою часткою впевненості розрізнити глинисті та окисні матеріали.

Основою будь-якої геологорозвідувальної програми є геологічне картографування. Цей процес включає вивчення елементів ландшафту, різних утворень, надр, дозволяє зрозуміти динаміку фізичних процесів формування і

зміни земної кори. При цьому дані дистанційного дослідження у поєднанні з інформацією з інших джерел надають важливі відомості з літології, складу та видозміни порід, топографії поверхні, геоморфології.

Дистанційне дослідження земної поверхні можна виконати за допомогою розташування системи дистанційного дослідження або на базі повітряного судна, яке виконує політ на відстанній, подекуди достатньо незначній висоті — або на базі штучного супутника Землі, який виконує політ навколо Землі, знаходячись на певній орбіті. В залежності від типу базування системи дистанційного дослідження набір її технічних засобів буде відрізнятися. Перевагою авіаційного базування системи дистанційного дослідження є її значна дешевизна у порівнянні із космічним типом базування. Одразу необхідно додати, що ці два типи дистанційного дослідження не є взаємозамінюваними. Розглянемо існуючі на сьогодні добре відомі фахівцям авіаційні системи дистанційного дослідження.

Система SEBASS (Spatially Enhanced Broadband Array Spectrograph System) - просторова розширена ширококосмугова спектровографічна система. За допомогою гіперспектральних температурних інфрачервоних датчиків система SEBASS дозволяє вимірювати інфрачервоне випромінювання в 128 суміжних спектральних каналах в області від 7,5 до 13,5 мкм з просторовою роздільною здатністю землі 2 метри. Дані від датчиків автоматично корегують з урахуванням атмосферних ефектів за допомогою емпіричного методу, відомого як ISAC (In Scene Atmospheric Correction algorithm) [1], який використовує характеристики безпосередньо атмосфери, не використовуючи при цьому прогностичні моделі. Дані видимого поверхневого випромінювання зводять до поверхневої випромінювальної здатності за допомогою методики нормалізації випромінювання для усунення впливу температури.

Система AVIRIS (Airborne Visible InfraRed Imaging Spectrometer) - бортовий спектрометр видимого інфрачервоного зображення. Основою системи AVIRIS є оптичний датчик, який забезпечує відкалібровані зображення спектрального випромінювання в 224 суміжних спектральних каналах з довжиною хвилі від 400 до 2500 нанометрів (нм). AVIRIS випробовували на чотирьох типах літаків: реактивному літаку NASA ER-2, турбогвинтовому Twin Otter International, Proteus від Scaled Composites і WB-57 від NASA. ER-2 літає приблизно на 20 км над рівнем моря зі швидкістю близько 730 км/год. Літак Twin Otter летить на висоті 4 км над рівнем землі зі швидкістю 130 км/год. AVIRIS літав по всьому США, а також Канаді та Європі [2]. Основною метою проекту AVIRIS є ідентифікація, вимірювання та моніторинг складових земної поверхні та атмосфери на основі сигнатур молекулярного поглинання та розсіювання частинок. Дослідження з даними AVIRIS переважно зосереджені на розумінні процесів, пов'язаних із глобальним навколишнім середовищем та зміною клімату.

Система «НуМар» (Nutmapper) (Hyperspectral Mapper) - яку дослівно можна перевести як «гіперспектральний картограф» або повітряний гіперспектральний датчик. Конструкція цього пристрою - модульна, і це дає можливість налаштувати спектральні та просторові характеристики відповідно до конкретних вимог замовника. Однак висока продуктивність, досягнута поточним поколінням

датчиків НуМар, частково є результатом оптимізації системи для певного робочого діапазону. Повітряний гіперспектральний датчик НуМар був розроблений в Австралії і зараз розгорнутий для комерційних операцій по всьому світу. Завдяки майже безперервному спектральному охопленню в інтервалі довжини хвилі 0,45 – 2,5 мкм датчики НуМар досягли високих рівнів продуктивності щодо співвідношення сигнал/шум, реєстрації діапазону та якості зображення.

Датчик НуМар – це оптико-механічна система сканування, що включає в себе спектрографічні/детекторні модулі, вбудовану еталонну лампу та затвор, синхронізований з показаннями лінії сканування для моніторингу темного струму. Повністю закрита оптико-механічна система (виконує сканування поверхні землі через вікно) вмонтована в 3-х вісню, гіростабілізовану платформу. З оптико-механічною підсистемою пов'язані підсистема живлення, підсистема управління та збору даних та підсистема навігації.

Використання саме дистанційно-пілотованих або безпілотних повітряних суден як платформи для встановлення розглянутих вище або інших систем дистанційного дослідження земної поверхні дозволяє розширити функціонал системи дослідження, збільшити час спостереження за рахунок більш тривалого використання повітряного судна, зекономити кошти за рахунок використання БПЛА мультироторного типу і таким чином усунути необхідність використання аеродромного обслуговування. У випадку польоту БПЛА з встановленою на ньому системою дистанційного дослідження на висотах вище 10000м також буде відсутня необхідність залучення органів управління повітряним рухом. Основною вимогою до самої бортової системи дистанційного дослідження є її повна автоматизація усіх процесів її функціонування.

Список використаних джерел:

1. S.J. Young, B.R. Johnson, J.A.Hackwell, «An In-Scene Method for Atmospheric Compensation of Thermal Hyperspectral Data», *Journal of Geophysical Research*, vol. 107 (D24), p. 4774-4793, 2002.
2. Airborne Visible InfraRed Imaging Spectrometer [Електронний ресурс] / Jet Propulsion Laboratory, 2021. URL: <https://aviris.jpl.nasa.gov/html/aviris.overview.html> (доступ - 16 листопада, 2021).
3. T. Cocks, R. Jenssen, A. Stewart, I. Wilson and T. Shields, «THE HYMAPTM AIRBORNE HYPERSPECTRAL SENSOR: THE SYSTEM, CALIBRATION AND PERFORMANCE», *Proc. Of 1st EARSEL Workshop on Imaging Spectroscopy*, Zurich, October 1998, pp. 4051-4057.

УДК 007.5:629.7(043.2)

Красовська Є.В., к.т.н.

Таку С.О., викладач

*ВСП «Фаховий коледж інженерії та управління
Національного авіаційного університету», м. Київ*

БЕЗПІЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ З ФУНКЦІЄЮ FRV ЗЙОМКИ

Однією з головних цілей мехатроніки є створення автоматичних пристроїв, які мають всі шанси замінити людину-оператора в небезпечних для життя умовах. У зв'язку з цим значно зростає роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Це пов'язано з успішністю їх впровадження для виконання важких технологічних процесів і операцій, таких як моніторинг, фотограметрія фасадів, інспекція мостів тощо. Для реалізації цих технологічних процесів необхідно управляти польотом. В даний час управління польотом здійснюється в напівавтоматичному режимі по командах оператора з впровадженням навігації по опорних точках, або в дистанційному режимі за допомогою пульта управління. Нарівні з цим значно зростає роль програмного управління БПЛА, заснованого на використанні інтелектуальних автопілотів. Це пов'язано зі світовою тенденцією зростання рівня автономності БПЛА при вирішенні встановлених цільових завдань, таких як планування і автоматичне керування польотом по опорних точках.

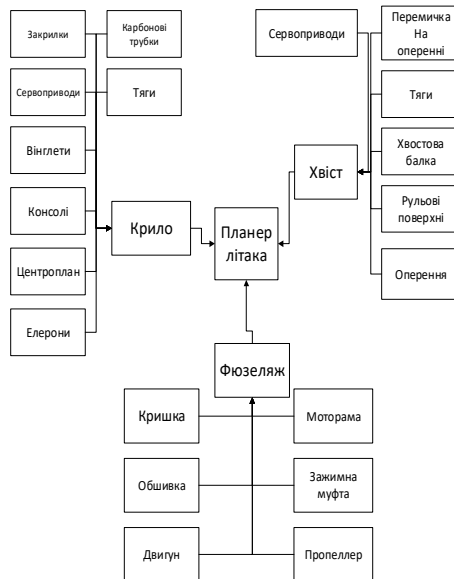


Рис. 1 – Основні вузли БПЛА та їх складові

FPV у сфері БПЛА – це трансляція відео в режимі реального часу з камери на монітор, окуляри або шлем пілота, тобто ця технологія дозволяє бачити те, що «бачить» БПЛА у момент польоту. Для виконання такого польоту на БПЛА монтується камера, відеопередавач та антена.

БПЛА складається з 3 основних вузлів (рис. 1):

1. Крило – складається з Консолей, Вінглетів, Центроплана, Елеронів, Закрилків, Сервоприводів, Трубок карбонових, Тяг.

2. Хвіст – складається з Хвостової балки, Оперення, Рувельових поверхонь, Сервоприводів, Перемички на оперенні, Тяг.

3. Фюзеляж (зовнішня компоновка) – складається з Кришки, Обшивки, Електричного двигуна, Моторами, Муфти зажимної, Пропеллера.

На рис. 2 наведено структурну електричну схему управління БПЛА, що відображає основні складові електроніки, яка розміщується у пристрої.

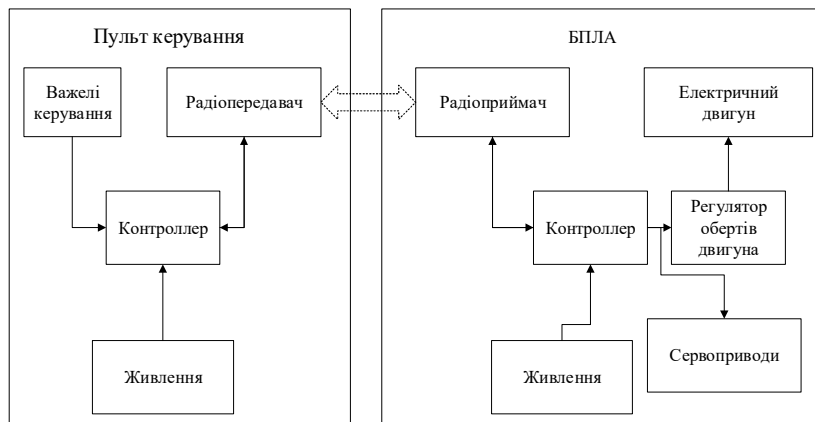


Рис. 2 – Структурна схема управління БПЛА

Передавач оснащено двома основними важелями керування з функцією джойстику.

Елементна база складається з таких основних компонентів приладу:

- контролеру Arduino;
- сервоприводів;
- двигуну та регулятору обертів;
- радіопередавача та радіоприймача;
- FPV камери;
- передавача відеозображення;
- акумулятора літій-полімерного.

Для живлення систем керування у БПЛА та у пульті керування використано літій-полімерні батареї, що складаються з 3 акумуляторів, які з'єднані послідовно, що дає напругу на виході 11.1 В, чого достатньо для живлення разом із приймачем FPV відеосигналу.

У якості радіопередавача та радіоприймача використано радіомодулі nRF24L01, що сумісні з платою Arduino. Організація живлення радіомодулей, особливо з посилювачем, потребує особливої уваги: в момент ініціалізації та роботи на максимальній потужності радіомодуль споживає досить великий струм, який не може дати стандартний перетворювач, що вбудований в Arduino. Застосування додаткової ємності допоможе згладжувати пульсації, та забезпечити достатній запас енергії. Ще одним варіантом вирішення проблеми є використання додаткового адаптера живлення з вбудованим стабілізатором напруги. У такому випадку можна використовувати зовнішнє живлення від 4.8 до 12 В.

Для реалізації функції зйомки використано комплект FPV обладнання, що включає в себе надлегку камеру mini CMOS $\frac{1}{4}$ 1.8 mm з кутом огляду 170 градусів, передавач відеосигналу TS832 з дальністю передачі відеосигналу в ідеальних умовах до 5 км та приймач відеосигналу RC832.

Метою проектування було створення БПЛА з функцією FPV відеозйомки. Для управління пристроєм використано два мікроконтролери Arduino Nano та радіомодулі nRF24L01. Управління здійснюється за допомогою п'ятиканального пульта керування для авіа-моделей. Основним задумом для створення БПЛА стала можливість виконувати політ літака й одночасно отримувати зображення з камери, що встановлена на ньому завдяки FPV системі. Проведено обґрунтований підбір деталей для пристрою, основними критеріями вибору яких були характеристики та вартість. Розроблено програмне забезпечення для управління пристроєм.

Розроблений пристрій має наступні характеристики:

- розмах крила 1950 мм;
- вага у зборі 2100 г;
- максимальна швидкість 60 км/год;
- відстань роботи за ідеальних умов 5 км;
- живлення БПЛА 12 В;
- живлення пульта керування 12 В;
- ємність акумуляторів 2000 мА;
- приблизний час польоту до 25 хвилин.

Результатом проектування є пристрій, що має чималі розміри; стійкість до потоків повітря; консолі крила, що знімаються, для більш зручного транспортування; камеру на борту та відеопередавач для можливості отримати зображення з БПЛА на землі; та достатню дальність роботи пристрою.

Пристрій має потенціал для модернізації, а саме: є можливість встановлення підсилювачів сигналу, та більш функціональне FPV обладнання, можливість встановлення електричного двигуна більшої потужності, та акумулятору більшої ємності для збільшення часу польоту та збільшення маси, яку може підняти БПЛА.

УДК 621.396(043.2)

Малютенко Т.Л., старший викладач

Максименко Н.В., студент

Іщенко О.М., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ПОТОЧНИЙ СТАН ОРБИТАЛЬНОГО СУЗІР'Я КИТАЙСЬКИХ НАВИГАЦІЙНИХ СУПУТНИКІВ BEIDOU

Згідно документації ІКАО основою супутникової навігації є дві системи – це російська ГЛОНАСС та американська GPS. Ці дві системи давно повністю розгорнуті та функціонують, надаючи послуги з супутникової навігації.

Китайська Народна Республіка також ще у 90-х роках минулого століття почала розробляти та розгортати свою власну навігаційну супутникову систему для визначення місцеположення на території Китаю та Азійського регіону – BeiDou. Передбачається, що ця система надаватиме два види навігаційних послуг:

- глобальні послуги, які будуть аналогічні послугам ГЛОНАСС та GPS, тобто з відкритим доступом для усіх користувачів супутникової навігації та з санкціонованим доступом для спеціалізованих користувачів;
- регіональні послуги, які будуть надавати інформацію широкозонної диференціальної корекції.

Система BeiDou розроблялася близько 26 років в три етапи. Перший етап почався ще в 90-х роках тоді були запущені апаратні системи BeiDou-1. Протягом другого етапу, який розпочався у 2000-х роках, було запущено 14 супутників. На третьому етапі у 2009 році розпочалася розробка третього покоління апаратних систем BeiDou-3.

Особливістю китайської супутникової системи є те, що вона у своєму складі має геостационарні та геосинхронні супутники, які і надають послуги регіональних корекцій. В свою чергу, космічний сегмент BeiDou складається з 35 супутників, з яких 27 супутників будуть розташовані на середніх кругових орбітальних площинах, 5 супутників будуть розташовані на геостационарних орбітах та 3 супутника на геосинхронних орбітах. Це дозволить не тільки досягти незалежності у наданні навігаційних послуг на території Китаю, а також надавати ці послуги на глобальному ринку.

Список використаних джерел:

1. Конин В.В., Харченко В.П. Системы спутниковой радионавигации; Национальный авиационный университет.- К.:Холтех,2010.-520 с.
2. BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document Open Service Signal B1I [Electronic resource] URL: <http://en.beidou.gov.cn/SYSTEMS/ICD/201902/P020190227702348791891.pdf>
3. [Electronic resource] URL: <https://www.gps.gov/policy/cooperation/#china>

УДК 621.396 (043.2)

О. Melnykova, student
О. Pogurelskyi *c.t.s.*, associate professor
National Aviation University, Kyiv

SERVICES OF COMPUTER MODELING OF SATELLITE SYSTEMS

We can't imagine our life without satellites. Television, navigation, meteorological forecast, communication, the Internet and, of course, a lot of science investigation is done with the help of satellites systems. With time passing new satellites with different destinations are appearing. For example, Starlink [1], which provides [satellite Internet access](#) to most of the Earth or OneWeb [2] which started in 2020 to provide global satellite Internet broadband services to people everywhere.

For acquaintance with any satellite system or even for testing future satellites it's pretty suitable to use computer modeling programs. Such programs visualize the satellite's movement in space, show the track projection to the Earth.

Actually such a model uses mathematical moving models, for which is needed initial data - orbital parameters. There is a common format for performing such data - two-line element (.tle extension). These and new files are in public access and can be found in Celes Track [3].

For today, we do not have many good services for modeling satellite systems, but there are two services which perfectly do their job and describe the satellite in detail: orbital track, ground track and all physical data in these satellites are included. These programs are HOMA [4] and Satellite Simulator [5].

HOMA is an online tool that analyzes space orbits and generates 3D visualization of the space trajectory along with ground track and numerical results.

The interface and the example of modulation of the satellite in HOME are given in Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3.:

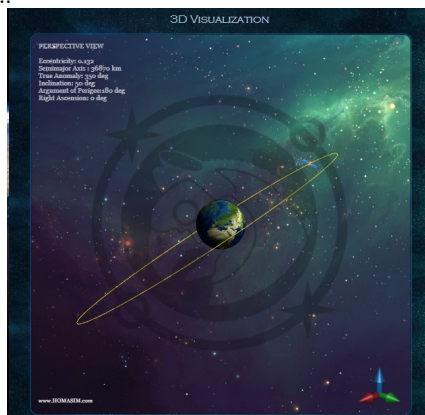


Fig. 1.

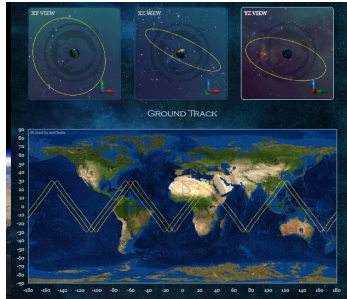


Fig.2

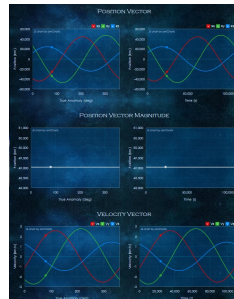


Fig. 3.

The satellite simulator SATSIM was developed during the experimental PRISMA multi-satellite formation flying project and was primarily aimed to validate the Guidance, Navigation and Control system (GNC) and the on-board software in a simulated real-time environment. The SATSIM system has as a main feature the ability to simulate sensors and actuators, spacecraft dynamics, intra-satellite communication protocols, environmental disturbances, solar illumination conditions as well as solar and lunar blinding. The interface and example of working is given in Fig. 4:

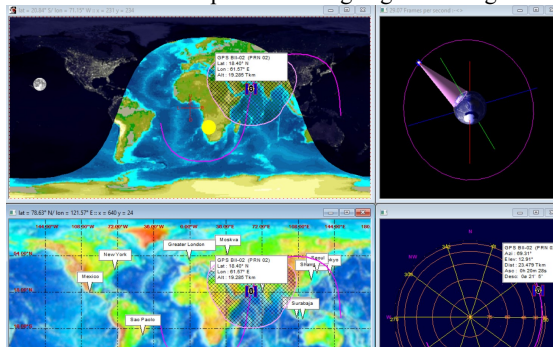


Fig. 4

Computer modeling of satellite systems are really important in their designing, investigating and testing. This may help people to project new or improve old satellites faster than without these programs. It helps people to investigate the principle of a satellite's work without special conditions or equipment - but only having a computer and the sources of satellite's data.

References

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Starlink>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/OneWeb_satellite_constellation
3. <https://celestrak.com/NORAD/elements/>
4. <http://en.homasim.com/orbitsimulation.php>
5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009457651100350X>

УДК 629.7.07(043.2)

Нікітіна Ю.О., студент
Національний авіаційний університет, м. Київ

ПРОФЕСІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПЕРАТОРА БПЛА. УЗГОДЖЕНСТЬ ГРУПИ ОПЕРАТОРВ БПЛА

Перехід до значної автоматизації був особливістю авіації протягом останніх 40 років. Зі стрімким розвитком технологій була розроблена система безпілотних літаків (БПЛА), як допомога до основної авіації. БПЛА могли б здійснювати спостереження, розвідку, радіоелектронну розвідку, напад і удар з меншими економічними витратами і більшою безпекою.

Наразі, БПЛА широко використовується в цивільному застосуванні, в такому як моніторинг навколишнього середовища, аеро-фото-моніторинг, метеорологія, пожежогасіння, прикордонний патруль, рибальство, захист і правозастосування. БАС став незамінним як у військовій сфері так і у цивільній [1]. Нині авіаційні органи в усьому світі зобов'язані приймати закони щодо правил і норм для БПЛА, не тільки в експлуатації, а й у процесі затвердження. Європейське агентство з авіаційної безпеки (EASA) опублікувала A-NPA 2015-10 про введення нормативної бази для функціонування БПЛА в 2015 році, про те, що пілот БАС повинен отримати сертифікат експлуатації для забезпечення безпеки польотів [2].

Відповідно до чинних правил льотної придатності та взаємодії між оператором і системою під час експлуатації, для кваліфікації пілота/оператора БПЛА слід враховувати кілька факторів, включаючи професійну якість, медичні вимоги, психологічну оцінку, вимоги до підготовки, експлуатаційний досвід і координація.

Професійна якість. Професійний і кваліфікований пілот/оператор БПЛА повинен володіти п'ятьма аспектами якості, в тому числі має бути професійна самовідданість, почуття обов'язку, самовладання, ентузіазм до праці, логічність та раціональність. Крім того, вік пілота/оператора БАС повинен бути більше 18 років, оператор БПЛА повинен мати фізичну форму, добре знати теорію аеронавігації та відповідні авіаційні правила.

Медичні вимоги. У порівнянні з пілотом пілотованого літака, пілот/оператор БАС повинен мати відповідну медичну довідку. Медичні вимоги можуть відрізнятися через різноманітність БПЛА. Для невеликих БПЛА, що працюють у прямій видимості, може бути достатньо водійських медичних прав. Тим не менш, для більшої БПЛА оператор повинен мати дійсний медичний сертифікат другого або третього класу, зазначений у 14 CFR, частина 67 «Медичні стандарти та сертифікація». Для операторів, які відповідають за розробку місії, планування, передачу даних і корисне навантаження, медичне вимога може бути послаблена через конкретне положення [1; 2].

Психологічна оцінка. Останніми роками кількість аварій, викликаних психологічними проблемами пілота, зростає. У 2014 році ВПС США провели дослідження психологічної оцінки операторів дистанційного пілотованого транспортного засобу (RPV) 0 кандидатів на навчання і запропонували стандартизоване тестування особистості перед підготовкою [2; 3]. Тестування особистості використовувало NEO-PI-R, яке вимірює кандидатів з п'яти основних областей особистості: нейротизм, екстраверсія, відкритість, приємність і сумлінність. У дослідженні було оцінено 7682 учасників, які пройшли навчання пілотованих або безпілотних літальних комплексів з 2009 р. по 2013 р. [3].

Дослідження показало, що кандидати на навчання пілотів RPV, швидше за все, зберігатимуть спокій вони повільніше гніваються, менш схильні до почуття смутку і безнадійності, мають вищу самооцінку і вважають себе більш здатними впоратися зі складними ситуаціями. Психологічна оцінка вже була використана в підготовці кандидатів на навчання RPV USAF, рейтингових пілотів та відбору пілотів, що допомогло б пілоту/оператору добре та ефективно працювати в довготривалій і складній місії в різноманітних середовищах [4].

З підвищенням рівня інформатизації та автоматизації БАС зростає фізичне навантаження на безпілотні системи, а на оператора зменшується, але розумові навантаження збільшуються, особливо в аварійних ситуаціях. Крім того, психологічні проблеми, такі як стрес або тривога, спричиняють проблеми зі здоров'ям як психічно так і фізично.

Якщо ці проблеми не будуть вирішені вчасно - це матиме значний вплив на психічне здоров'я, безпеку польотів і виконання завдань до повної міри. Отже, під час БПЛА відбору пілота/оператора, необхідно оцінити психологічний стан кандидатів, який містить кілька факторів, такі як: високий рівень сумнівності, відповідальність, орієнтація на досягнення успіху в місії, чуття співробітництва, емоційна стабільність, стійкість, впевненість у собі, самооцінка, толерантність до ризику, дисциплінованість. Оператори БПЛА також повинні проводити психологічні консультації через регулярні проміжки часу, що є важливим для безпеки транспортних засобів, людей та обладнання на землі [5].

Вимоги до навчання. Для невеликого пілота БПЛА необхідно скласти іспит з теорії авіації, взяти участь у простому адаптованому навчанні та отримати сертифікат або ліцензію, оскільки регламент FAA вимагає, щоб пілот БПЛА повинен мати певні навички та знання. Для БПЛА вище тактичного рівня пілот/оператор повинен мати чотирирічний диплом авіаційної чи інженерної кваліфікації, закінчити програму професійної підготовки пілотів комплексно та систематично вивчати теорію аеронавігації, а також достатнього годинного нальоту, щоб претендувати на початковий рівень, оскільки складність та ризик ускладнення місії БАС залежить від розширення технологій та їх застосування.

Для оператора БПЛА, який служить у військових, поліцейських та державних структурах, необхідно мати ліцензію пілота з певними годинами нальоту. Крім того, безпосередньо зіткнувшись із полем бою та місцем злочину, військовий чи поліцейський повинен відвідати консультацію з психологічного здоров'я, щоб переконатися, що психічний стан досягає необхідного рівня для кращого виконання поставленого завдання.

Досвід експлуатації. Оскільки екіпаж БПЛА не знаходиться на борту, експлуатаційні характеристики та режим керування БПЛА в деякій мірі відрізняються від традиційних пілотованих літаків. Екіпаж БАС розташовують на спеціальних станціях за сотні або за тисячі миль від самого безпілотного літака, тоді як БПЛА покладається на більш попередньо запрограмоване програмне забезпечення замість пристрою керування. До певної міри пілот БАС повинен пройти спеціальну підготовку, щоб забезпечити безпеку транспортного засобу за умови, що система управління БПЛА знаходиться в ізольованому середовищі. Для великих БПЛА у оператора може не вистачити досвіду через роботу у прямій видимості. Але для більших БПЛА, особливо для застосування у військових або урядових цілях важливо мати високий досвід для забезпечення успіху певної місії та безпеки польоту.

Координація. Оскільки останніми роками розробка та застосування БПЛА стрімко розширюється, БПЛА мають більше шансів співпрацювати з пілотованими літаками, безпілотними наземними транспортними засобами та безпілотними підводними апаратами в спеціальних завданнях. Очевидно, що пілот/оператор БПЛА повинен бути не тільки обізнаним з експлуатацією та знаннями БПЛА та експлуатаційними характеристиками інших транспортних засобів, а й пройти навчання системної співпраці перед виконанням місії. На завершення, кар'єра пілота/оператора БПЛА буде дуже відрізнитися в майбутньому.

Враховуючи всі ці фактори, навчання пілота/оператора БАС має включати теоретичну підготовку, тренажерну підготовку, експлуатація малих БПЛА та спеціалізована підготовка, яка могла б охопити майже все з навчальних предметів, зменшити ризики та витрати на навчання, підвищити ефективність та зменшити непотрібні збитки через людські помилки [3-5].

Оскільки технології БПЛА розвиваються, військова та цивільна авіація все більше покладатиметься на безпілотні літальні апарати, майбутнє для пілота/оператора БПЛА виглядає більш насиченим та перспективним, ніж будь-коли раніше. Тепер інженери та дослідники приділяють більше уваги вивченню кваліфікації та підготовки пілота/оператора БПЛА, які могли б підвищити рівень безпеки польотів та сприяти розробці та застосуванню БАС. Тенденція режиму керування БПЛА полягає в тому, що БПЛА має здатність повністю автономно працювати у майбутньому, що зменшує навантаження пілота/оператора БПЛА і підвищує вимоги до кваліфікації. Обговорювати кваліфікацію та навчання пілотів/операторів БПЛА з більшою розвідкою та безперервністю ще далеко до поліпшення. У міру швидкого розвитку та широкого застосування БПЛА пілот/оператор БПЛА відіграватиме ключову роль у майбутній авіації [6; 7].

Список використаних джерел:

1. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311908.2017.1327628>
2. https://www.mateconferences.org/articles/mateconconf/pdf/2018/38/mateconconf_2m ae2018_03006.pdf
3. W. Chappelle, J. Swearingen, T. Goodman, W. Thompson, AFRL-SA-WP-TR-2014-0001, 6(2014)
4. K. Williams, DOT/FAA/AM-04/24,5(2004)
5. R.J.Lewis, E.M.Forster, J.E.Whinnery, N.L.Webster. DOT/FAA/AM-14/2,3(2014)
6. Unmanned Aerial Vehicles: Breakthroughs in Research and Practice. Information Resources Management Association (USA)/ Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. IRMA 2019. – P.182-214
7. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monuscript Chapter 4 Socionic and Sociometric Diagnosing of Air Navigation System's Operators Yuliya Sikirda, Tetiana Shmelova, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P. 108-137

УДК 629.7.07(043.2)

Павловський І.В., студент

Конін В.В., д.т.н., проф.

Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Основною функцією супутникової навігаційної системи (СНР) безпілотного літального апарату (БПЛА) є визначення координат, швидкості та часу. Легкі БПЛА із злітною масою кілька десятків кг та дальністю польоту до 50 км можуть функціонувати в умовах сильно пересіченої місцевості та складної заводової обстановки. При визначенні координат по сигналах навігаційних супутників головним параметром у вирішенні навігаційної задачі є дальність (псевдодальність) кожного супутника у зоні видимості. На помилки визначення псевдодальності впливають ефемериди супутників, іоносфера та тропосфера, перешкодова обстановка, розташування супутників щодо БПЛА, маневрування БПЛА. У цій доповіді наводиться модель оцінки позиції БПЛА з урахуванням похибок псевдодальностей, які ставляться статистично.

В основу моделі покладено ітераційний метод оцінки координат [1], об'єднаний зі статистичною моделлю псевдодальностей, яка додається до правої частини рівняння (4. 44) [1]. Статистична модель псевдодальності $P(k)$ подається у вигляді

$$P(k) = p(k) + f(\mu, \sigma, k),$$

де $p(k)$ - виміряні псевдодальності до k супутників, $f(\mu, \sigma, k)$ - генератор випадкових чисел, μ - середнє значення випадкового числа, σ - стандартне відхилення.

Вхідними даними для проведення досліджень за запропонованою моделлю є ефемериди навігаційних супутників, псевдодальності, параметри генератора випадкових чисел. Вихідними даними можуть бути статистичні характеристики позиції в тривимірному просторі. У модель закладено можливість формувати довільну комбінацію двох супутникових систем, змінювати кут маски, виводити графічні дані результатів моделювання. Для ілюстрації роботи моделі наведемо два сценарії з результатами моделювання.

Як вхідні дані використовуються експериментальні значення ефемерид і псевдодальностей GPS і ГЛОНАСС.

Матриця ефемерид для 15 спутників має наступний вигляд:

```
Eph = [0.743969507931521  1.835943245181110  1.824205022459420  
1.320239946541640  1.265473192832610  1.913643631443840  
-0.350453372350397  2.277674219512480  1.340534817502060  
-1.628294545094400  -0.127069173493271  2.105294547927350  
0.691073942467448  -1.558169493777120  2.021021585506690  
1.991453909131120  1.130942349856910  1.344546297508410
```

```

2.369773179922120 -0.776041642074437 0.923392825341097
0.996656645967017 -1.436313261124170 1.993763526256420
-1.692888811957120 0.166788670427429 2.093755983709060
1.233256010182990 2.367700964106590 -0.071202657299068
-1.650996681268890 1.085295610289370 1.803466000115140
-0.068190076000000 -1.613435565000000 1.972099924000000
-1.241174931000000 0.039757693000000 2.227131788000000
2.437598815000000 0.406305768000000 0.627283871000000
1.227906990000000 1.002612703000000 1.997446248000000] × 1.0e07.
    
```

Рядки 1-11 відносяться до супутників GPS, рядки 12-15 відносяться до ГЛОНАСС. Координати X, Y, Z супутників записані 1, 2, 3 стовпці відповідно. Експериментальні псевдодальності для 15 супутників представлені як:

```

P(k) = [2.142845384907509 2.022384662092726 2.346550318782243
2.576093739823005 2.360811083746415 2.068520592366336
2.286996688983165 2.318862603028191 2.597968254419408
2.401345415616430 2.550376275571986 2.372087393068987
2.350164697835089 2.089354978646578 1.905754132867241] × 1.0e07+
+ normrnd( $\mu$ ,  $\sigma$ , k),
    
```

де normrnd – генератор нормального розподілу випадкових чисел MatLab.

На рис. 1 (сценарій 1) зображені гістограми відхилень координат від номінального значення при використанні 15 супутників для $\sigma = 4.2 м$, вугол маски рівен 5° і 1000 реалізацій генератора випадкових чисел.

На рис.2 (сценарій 2) наведено аналогічні результати для 5 супутників (1-GPS, 4-ГЛОНАСС). На рис.3 і рис.4 наведені відхилення координат по осях X, Y, Z в тривимірному просторі для цих сценаріїв.

На рис.3 і рис.4 наведені відхилення координат по осях X, Y, Z в тривимірному просторі для цих сценаріїв.

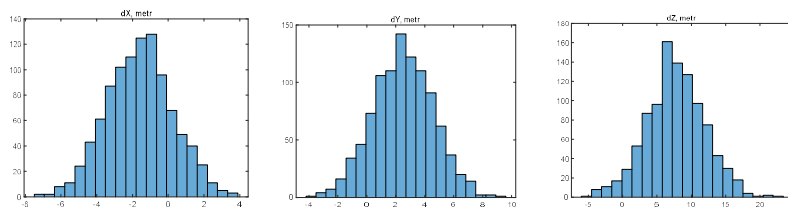


Рис. 1.

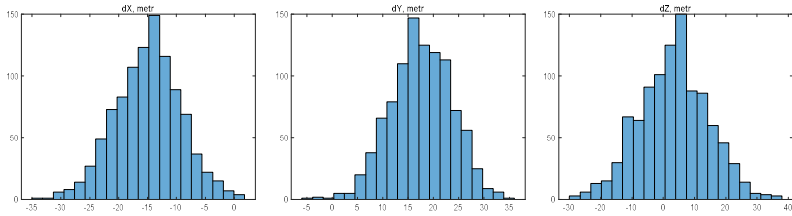


Рис. 2

GPS-11, GLONASS-4

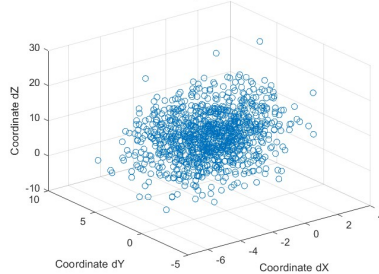


Рис. 3

GPS-1, GLONASS-4

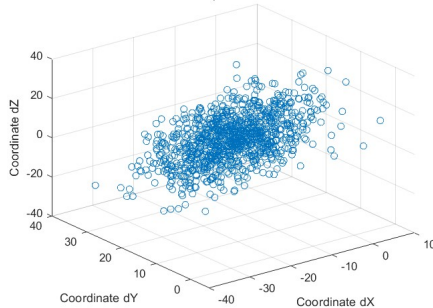


Рис. 4

Загалом запропонована модель є досить ефективною для дослідження можливостей навігації БПЛА у різних умовах.

Наприкінці зазначимо, що проєкт було виконано у лабораторії супутникової навігації НАУ у рамках дисципліни «Супутникова навігація».

Список використаних джерел

1. Конин В.В., Харченко В. П. Системы спутниковой радионавигации. – К.: Холтех, 210. – 520 с.

УДК 621.396(043.2)

Паламарчук Л.І., студент
Погурельський О.С. к.т.н., доцент
Національний авіаційний університет, м. Київ

СУПУТНИКОВА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Згідно документації ІСАО основою супутникової навігації є дві системи – це російська ГЛОНАСС та американська GPS. Ці дві системи давно повністю розгорнуті та функціонують, надаючи послуги з супутникової навігації.

Супутниковий моніторинг автотранспорту застосовується для вирішення задач транспортної логістики. Головний принцип роботи моніторингу базується на вистежуванні та аналізі просторових та тимчасових координат транспортної логістики. Транспортна логістика – це система з організації доставки, а саме щодо переміщення будь-яких матеріальних предметів з однієї точки до іншої за оптимальним маршруту.

Компанії, що займаються різноманітними перевезеннями, зацікавлені у зведенні витрат до мінімуму. Завдяки системі моніторингу будуть виключені будь-які незаплановані рейси та обґрунтовано всі запити про збільшення ліміту на пальне, а отже, клієнти та співробітники компаній з логістики залишаться задоволеними.

Використання засобів обробки навігаційних даних в складних моніторингових системах дозволяє зменшити обсяг інформації, що передається, та підвищити точність позиціонування. Фільтрація даних полягає у позбавленні від надлишкових даних, що не надають корисної інформації про становище рухомого об'єкта, а також у відсіві викидів, що призводять до спотворень даних.

Для розгортання ефективної системи контролю техніки критичні такі параметри: точність показань, адекватне ПЗ, що виводить інформацію в придатному для аналізу вигляді, вандалостійкість, стійкість до термічних та вібраційних впливів (для кар'єрної техніки).

На відміну від простих навігаційних систем, ця система повинна забезпечувати всебічний контроль за станом автомобіля, включаючи його місцезнаходження, маршрут поїздки, графік руху, швидкісний режим, події на борту, умови перевезення вантажу та ін.

Система повинна відстежувати роботу кожного автомобіля в реальному часі і оперативно виявляє будь-які відхилення від колійного завдання, помилки і зловживання водіїв. Своєчасна інформація про це дозволяє негайно усувати порушення та не допускати їх надалі.

Структура системи моніторингу складається з супутникової системи, бортового блоку, встановленого на автомобілі, базової станції GSM, серверу бази даних та диспетчерського центру. Приклад системи моніторингу зображено на рисунку 1.

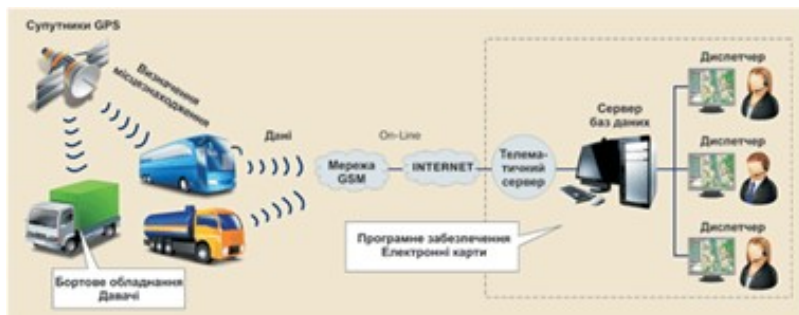


Рисунок 1. Структура системи моніторингу автотранспорту

Система GPS моніторингу транспорту складається із бортового обладнання (GPS трекера, GPS/GSM антени), різних датчиків, диспетчерського та серверного програмного забезпечення.

На транспортний засіб монтується бортове обладнання – GPS трекер, що приймає сигнали від супутників GPS та на основі отриманої інформації обчислює своє місцезнаходження, швидкість і напрям руху. На рисунку 2 показано як встановлюється GPS трекера на автомобіль.



Рисунок 2. Фото встановлення GPS трекера на автомобіль

У диспетчерському програмному забезпеченні у режимі реального часу відображаються місцезнаходження транспортного засобу, швидкість і напрям руху, фіксуються зупинки, перетин контрольних зон, дані датчиків тощо.

Вся інформація відображається в зручному для сприйняття вигляді: у формі графіків, таблиць, треків на електронних картах.

Дані системи GPS моніторингу транспорту зберігаються необмежений час і у будь-який момент можна сформуванати звіт про пробіг, час роботи, простої, перетин заданих районів, швидкісні режими, заправки і зливи, споживання палива, підрахунок пасажирів, спрацьовування та дані датчиків, робочий час водіїв тощо. На рисунку 1 знаходиться приклад звіту в програмі моніторингу TrustTrack 2.

Дані з системи супутникового моніторингу транспорту можуть експортуватися і використовуватися в системах обліку і управління підприємством (Транспортна логістика, 1С: Підприємство та ін.). Відкрита архітектура, масштабованість, гнучкість системи GPS моніторингу транспорту дозволяють інтегрувати її в інші системи підприємства, вирішувати складні і нестандартні завдання, будувати систему під вимоги Замовника.

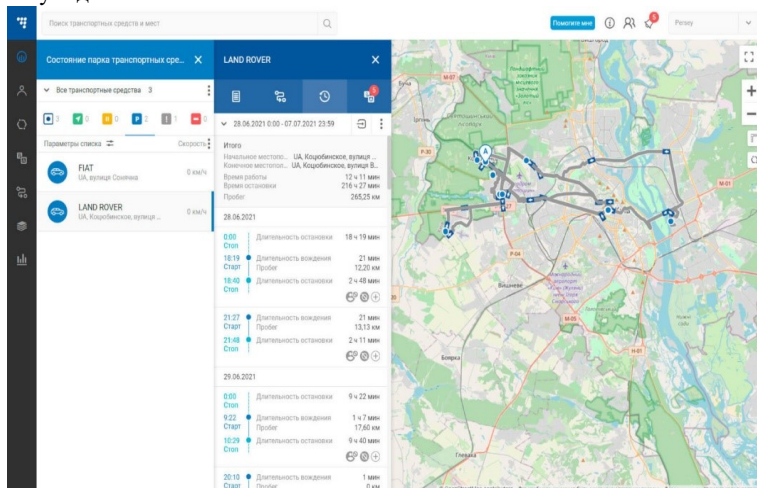


Рисунок 3. Приклад звіту в програмі моніторингу TrustTrack 2

Система GPS-моніторингу дає можливість отримувати актуальну інформацію, яка значно поліпшить робочі процеси. Серед такої інформації можна виділити:

1. Точний і актуальний звіт по контролю палива з урахуванням швидкісного режиму, стану доріг, а також підйомів і спусків на дорогах.
2. Деталізовану систему звітності переміщення транспортного засобу (зупинки, швидкісний режим, а також інформацію про перевищення швидкості).
3. Створення докладних графіків по заправки і зливи палива з зазначенням місця, дати та часу заправки або заливу.
4. Моніторинг показань датчиків в реальному часі (датчик витрати палива, температури рефрижератора, температури двигуна, обертання вузлів бетономішалки та інші).

В результаті проведеного аналізу можна підсумувати, що GPS моніторинг автотранспорту незамінний у випадку, якщо компанія займається перевезеннями цінних вантажів, у випадку реальних загроз нападу і незаконного заволодіння транспортним засобом.

УДК 629.76;629.78(043.2)

Приходько І.А., старший викладач каф. АНС
Сушич О.П., доцент каф. АНС, к.т.н., доцент
Національний авіаційний університет, м. Київ

ПЕРЕХІД УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ НА СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА НАВИГАЦІЇ

Аналіз повітряних перевезень за останні роки вказує на те, що в багатьох частинах світу повітряний простір наближається до рівня критичного насичення, особливо це помітно у повітряному просторі США та Європейського союзу. Існуючі наземні системи CNS/ATM (системи зв'язку, навігації, спостереження та управління повітряним рухом) майже повністю вичерпали ресурси та працюють на межі своїх можливостей.

У відповідь на це з'явилися програми NextGen (США) та SESAR (Європейський союз), які дозволять збільшити пропускну спроможність повітряного простору. Федеральне авіаційне управління США (FAA) та Європейська комісія уклали Меморандум про взаєморозуміння, що встановлює рамки співпраці між NextGen та SESAR. У цьому Меморандумі передбачається вивчення можливостей впровадження сумісних технологій у відповідних наземних та бортових системах, а також розроблення загальних узгоджених графіків впровадження нових технологій. Меморандум про співпрацю ЄС-США забезпечує основу для скоординованого підходу SESAR та NextGen щодо спільної координації Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO) в частині оновлення та впровадження Глобального аеронавігаційного плану (ГАНП).

Програми NextGen, SESAR та ГАНП багато в чому покладаються на супутникові системи SATCOM та GNSS для збільшення пропускну спроможності, ефективності та безпеки в повітряному просторі при одночасному зниженні несприятливого впливу на довкілля. Відповідно до ГНАП, навігація заснована на характеристиках (PBN) є найвищим пріоритетом у сфері впровадження новітніх технологій та реалізовуватиме супутникові підходи для оптимізації управління повітряним рухом на етапах зльоту, польоту за маршрутом, заходу на посадку та посадки.

Одна з головних особливостей новітніх систем CNS/ATM, що базуються на системах SATCOM та GNSS полягає в тому, що пілоти певною мірою будуть мати можливість виконувати функції авіадиспетчерів, а авіадиспетчери в свою чергу будуть розглядати політ загальною, у контексті потоку та мережі, а не лише як відокремлені ділянки траєкторії польоту літаків, як це відбувається сьогодні, ця концепція буде реалізована у рамках усієї системи управління повітряним рухом.

Перехід управління повітряним рухом на системи SATCOM та GNSS дає можливість розробити та реалізувати операції, що засновані на чотиривимірних 4-D (3-D плюс час) траєкторіях польоту, які дозволять застосовувати концепцію від перону до перону (Gate-to-Gate) та концепцію вільного польоту (Free Flight), з урахуванням реальної інформації щодо інтенсивності повітряного руху, стану аеронавігаційної інфраструктури та погодних умов, а системам управління повітряним рухом дозволить підвищити ефективність процесу прийняття рішень у глобальному масштабі.

Основна мета вищезазначених операцій та концепцій надати екіпажам літаків можливість вибору траєкторії вільного польоту як за маршрутом, так і за

швидкістю та профілем, при цьому, можливе втручання, за певних умов, диспетчерів в процес управління повітряним рухом стає засобом, який гарантує безпеку виконання польотів і правильне функціонування автоматизованих систем управління повітряним рухом.

Основою NextGen та SESAR є технологія автоматичного залежного спостереження (ADS-B), яка використовує GNSS, SATCOM та наземне обладнання для отримання та передавання точної інформації про місцезнаходження літаків, або транспортних засобів, що рухаються по поверхні аеродрому (ADS-B Out) системам управління повітряним рухом та іншим літкам та транспортним засобам, а також для отримання точної інформації про місцезнаходження інших літаків та транспортних засобів (ADS-B In).

Технологія ADS-B - це спостереження, при якому ціль визначає свої просторово-часові координати за допомогою супутникової системи навігації та періодично передає їх за допомогою наземних/супутникових каналів зв'язку.

ADS-B є однією з найважливіших базових технологій у плані переходу управління повітряним рухом від спостереження на основі радарів (PSR, SSR, MLAT) до спостереження за допомогою GNSS.

Проект Aireon та Iridium Satellite LLC дозволило реалізувати глобальну мережу передавання даних автоматичного залежного спостереження. Супутники Iridium NEXT «несуть» корисне навантаження у вигляді системи глобального спостереження у реальному часі за авіаційним трафіком.

Системи управління повітряним рухом на базі ADS-B дозволяють підвищити безпеку повітряного руху за рахунок удосконалення підсистем CNS та, збільшення кількості оброблюваної інформації. Отримання точної інформації о координатах цілей в глобальному масштабі за рахунок використання GNSS та Iridium NEXT забезпечує можливості для певного скорочення відстаней між літаками, для «ущільнення» повітряного простору за умови мінімізації можливих конфліктних ситуацій.

Не зважаючи на ряд істотних переваг система ADS-B має певні проблеми з точки зору забезпечення безпеки. Через відсутність у стандарті захисту від втручання (відсутні аутентифікація та шифрування даних, що передаються каналами зв'язку), по можливості необхідно забезпечити перевірку отриманих даних від системи ADS-B за допомогою альтернативних засобів спостереження, або використовувати спеціальні методи обробки інформації для перевірки того, що передана від цілі позиція відповідає очікуваній позиції шляхом порівняння відстаней між позицією літака та складовими елементами системи ADS-B.

Зважаючи на те, що основним джерелом просторово-часових координат цілей в технології ADS-B є система GNSS, яка в свою чергу не має захисту від втручання (jamming та spoofing), необхідно забезпечити захист обладнання супутникової навігації від впливу радіоперешкод, коли слабкі сигнали GNSS перекриваються сильнішими радіосигналами на тій самій частоті, та забезпечити захист від впливу інтелектуального втручання, коли поставлена завада змушує користувача вважати, що він перебуває у хибному місці.

УДК 629.7.014-519(043.2)

Сімченко С.А., студент
Національний авіаційний університет, м. Київ

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ В ВАЖКОДОСТУПНІЙ МІСЦЕВОСТІ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) громадського значення, набули широке розповсюдження через низку об'єктивних переваг, а саме доступність використання, досить не складний рівень підготовки операторів, низька експлуатаційна вартість, безпечне використання в несприятливі погодні умови для операторів, в порівнянні з пілотами літаків. БПЛА є потенційною заміною керованої авіації в подальшому розвитку технологій.

Ряд переваг дозволяють використання дронів в обслуговуванні клієнтів в важкодоступній місцевості. Використання БПЛА дозволять виконувати поставлені задачі в потенційно небезпечних місцях без ймовірності нанесення шкоди оператору при інцидентах з бортом. Висока мобільність та незалежність від форми рельєфу дозволяють дронам стати альтернативою доставки малогабаритних вантажів, наземним методам (автомобілі, кур'єри).

Для успішного виконання доставки вантажу в незалежності від способу доставки (наземний, повітряний), необхідна побудова найбільш вигіднішого маршруту. Обрахунок максимальної ефективності використання БПЛА для обслуговування в важкодоступній місцевості може проводитись автоматично.

Експертна система оцінювання – є комп'ютерною системою, яка імітує здатність людини-експерта приймати рішення. Експертна система складається переважно з трьох компонентів. Перший - це набір правил, який визначає, яке рішення слід прийняти в тому чи іншому випадку. Другий – це набір фактів, що описують поточний стан навколишнього середовища. Останній компонент, є механізмом висновків, який порівнює факти з правилами, щоб з'ясувати, які виконуються правила, за якими фактами, а потім виконуються рішення (тобто частина дії) цього задоволеного правила.

Альтернативою експертної оцінка, є машинне навчання. Технологія, яка використовується для того, щоб комп'ютери могли вчитися за допомогою навчальних зразків без явного програмування.

Переваги експертних систем порівняно з машинним навчанням у тому, що в них немає потреби надання навчальних та тестових зразків. Існують різні інструментів для створення експертної системи. Одним з найпотужніших, легких і дуже добре документованих інструментів є CLIPS. CLIPS означає Інтегровану Виробничу Систему Мови 'С'. Виробництво системи і система бази правил є альтернативними назвами експертної системи.

Експертні системи мають наступні переваги :

- Доступність: люди - експерти не завжди доступні. Наприклад, може бути ускладнене отримання оцінки від фахівця, через ряд обставин. Наявність

експертної системи, яка має досвід експертів в формуванні правил - доступна весь час, для отримання оцінки.

- Надійність: люди - експерти можуть робити помилки, перебувати в стані стресу або хворіти. Експертні системи є комп'ютерними програмами, в яких відсутній людський фактор.

- Вартість: отримання оцінки від людини-експерта може коштувати ненормовану кількість грошей. Робота з експертною системою встановлює нормовану вартість для кожного користувача.

- Множинні експертизи: для проведення комісія купи людей-експертів, тягне за собою витрати великої кількості грошових та часових ресурсів. Експертна система – здатна збирати експертизи людей-експертів один раз, після чого, вони будуть доступні в будь-який час.

- Безпека: Експертні системи можуть бути доступні в небезпечних зонах без встановлення ризиків для життя людей під.

- Ремонтопридатність: наявність загальних правил експлуатації дозволяє проведення перевірок і оглядів системи нетехнічними експертами в області.

Перелік переваг експертної системи оцінювання над машинним програмуванням та людьми - експертами робить цю систему ідеальною для оцінювання ефективності застосування літальних апаратів та дозволяє знаходити найвигідніший варіант визначення події з мінімальною інформацією вхідних даних.

Експертна система дозволяє отримати вихідну інформацію від обраного критерію, що в свою чергу зробить істотний вплив на досліджувану проблему.

Список використаних джерел:

1. Manual of Remoted Piloted Aircraft Systems (RPAS) / Doc. 10019/AN 507. 1st Edition – Canada, Montreal: ICAO, 2015. - 190 p.
2. 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 - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. IRMA 2019. – P.182-214
3. Modern aspects of application and development of Unmanned Aerial Vehicles. Monograph / T. Shmelova, S. Boiko, O. Kotov, O. Burlaka, M. Nozhnova, Yu. Bershadskaya, L. Chyzhova, D. Hinosian, V. Zhurid, V. Yemets, Yu. Oliinyk, V. Moskalyk – Warsaw: iScience Sp. z.o.o. – 2021. – 139 p.
4. Expert System-based Autonomous Mission Control for Unmanned Aerial Vehicle./ Salaheldin Ashraf Abdulrahim Ahmed, Wolfram Hardt, Stephan Blokzyl.

УДК 629.734(043.2)

Spirin M.S., *student*
Larin V.Y., *D.S eng., Professor*
National Aviation University, Kyiv

FLYING WING AERODYNAMICS

The urgency of the problem. Every day, the number of drones that are involved in various spheres of economic activity is increasing. Most of them are built either according to the classical aerodynamic design, or according to the multicopter design. At the same time, the aerodynamic design of a flying wing remains underestimated.

The purpose of the report – to determine the advantages and disadvantages of the "flying wing" aerodynamic scheme. Compare them with classic aerodynamic designs.



Pic 1. Flying wing UAV

The Flying Wing is characterized by the following set of advantages over other aerodynamic schemes:

1. High aerodynamic excellence characterized by low magnitude non-inductive resistance and, hence, increased aerodynamic quality. It is provided, first of all, by the small washed area of the aircraft and no harmful interference.

According to J. Northrop, given for aircraft of the "long-range bomber" class with a cruising speed of up to 800 km / h ("pure" subsonic mode): coefficient of minimum aerodynamic. The resistance of an aircraft of the FW type is half that of an aircraft of a normal scheme; for maintaining the same cruising speed, the "flying wing" is required to 11 ... 33% lower engine power, while the range will be 13 ... 25% more. At the same time, the most advantageous speed of the FW is 7 ... 19% more, and the gain in range in this case will be 14 ... 41% with the same fuel reserve. It is necessary note that Northrop's assessments were made for devices close to "pure" flying wing, practically

without protruding elements. Internal and external requirements layouts for the aircraft class under consideration, make it difficult to match such a configuration, therefore the data estimates should be considered as an upper limit. [1]

2. Increased weight recovery provided by several factors:

2.1. Absence, small size or integration of functions of a number of aircraft elements

2.2. Fewer butt joints

2.3. Possibility of significantly more uniform distribution of mass over the volume of the aircraft, which allows to a large extent balance local aerodynamic loads with weight, reducing the quantity and "quality" of structural elements in which the power load. According to Northrop, the use of the Flying wing scheme allows for increase the takeoff weight by 16% with the same structure mass.

At the same time, a number of disadvantages are inherent in this aerodynamic design:

1. Problems with ensuring stability on all axes

1.1. Reduced static stability margins

1.2. Smaller balance margin in fractions of the average aerodynamic chord,

which is to some extent compensated by the large length of the AAC itself, the characteristic for "flying wings".

1.3. Low dynamic stability. In the longitudinal canal, it is expressed weakly damped fugaloid movement, and in the lateral - jerking along the course, complicating the performance of a number of flight operations.

1.4. The tendency to slip on the wing when flying with a roll (in the absence of vertical tail)[3]

2. Poor maneuverability and handling problems caused by small arms of the classic aerodynamic controls surfaces (elevators, elevons, rudders), as well as features

directional control by the method of asymmetric resistance. Aircraft schemes

"Flying wing" requires larger control surfaces than an aircraft normal scheme, which entails their large mass, aerodynamic resistance and required power of the drives

3. Significant losses of lifting force due to static balancing stable aircraft due to the small shoulder of the rudders. Maximum balancing the lift coefficients of a statically stable "flying wing" and an aircraft of a normal scheme are related as 1.5: 2.3[1]

It is necessary note that all reported problems with stability, handling and balancing is typical for statically stable aircraft; if the apparatus is executed statically unstable in the longitudinal channel with active control autopilot, then static stability problems become irrelevant, the loss of lift for balancing disappears, it improves dynamic stability and maneuverability.

Conclusions. The advantages and disadvantages of this scheme are considered in comparison with traditional versions of the external appearance. The main problems of the implementation of the "flying wing" scheme are highlighted. The aerodynamic design of a flying wing has a number of advantages over classical aerodynamic designs, especially when used on unmanned aerial vehicles.

УДК 629.783(043.2)

Гуровська А.В., аспірант

Конін В.В., д.т.н, проф.

Національний авіаційний університет, м. Київ

ПЕРЕТВОРЕННЯ АЛЬМАНАХУ СИСТЕМИ STARLINK В ФОРМАТ YUMA

На сьогоднішній день активно заповнюється навколосезний космічний простір низькоорбітальними супутниками зв'язку як, наприклад, нові системи Starlink, OneWeb, Сфера та вже діючі Iridium, Globalstar, Гонєць. Низькоорбітальними вважаються супутники з висотами від 160 км до 2000 км над поверхнею Землі. Їх орбіти схильні до максимальних обурень з боку гравітаційного поля Землі та її верхньої атмосфери. Кутова швидкість супутників LEO максимальна - від 0,2°/с до 2,8°/с, періоди звернення від 87,6 хвилин до 127 хвилин. Інформація про ці системи доступна в Інтернеті як і формати орбітальних параметрів.

Пошук альтернатив GNSS привів до розгляду можливості визначення позиції, навігації, часу (Position, Navigation and Timing (PNT)) із використанням низькоорбітальних супутникових систем. На прикладі Iridium показується, що низькоорбітальні супутники забезпечують глобальне покриття, за рахунок збільшення чисельності супутників може бути збільшена точність визначення позиції споживачів супутникової інформації, а також має місце переваги через сильніші сигнали низькоорбітальних супутників, оскільки вони в кілька разів ближче до Землі, порівняно з навігаційними.

У цій роботі оцінюють потенційні можливості використання супутникової системи Starlink для навігації. Вибір цієї системи обумовлений тим, що вже в даний час на орбіті знаходяться близько 1800 супутників і передбачається, що їхня кількість буде доведена до 12000 тисяч. Starlink — глобальна низькоорбітальна супутникова система, що розгортається компанією SpaceX для забезпечення високошвидкісного ширококутового доступу в Інтернет у місцях, де він був ненадійним, дорогим або повністю недоступним. SpaceX почала надавати комерційні послуги доступу в Інтернет у північній частині США та Канаді у 2020 році. Станом на серпень 2021 року кількість користувачів бета-тестерів Starlink досягла 100 000 у 14 країнах світу.

Алгоритм вирішення поставленого завдання складається з кількох методів. Отримуємо альманах параметрів супутників Starlink у типовому для вирішення навігаційних завдань форматі Yuma із дворядкового формату «...tle».

Застосовуємо метод розрахунку координат супутників за даними альманаху, що викладено в інтерфейсному контрольному документі GPS. Визначаємо щодо заданої позиції споживача видимі супутники та обчислюємо дальність до них.

Формуємо проєкційну матрицю і методом найменших квадратів вирішуємо навігаційну задачу, одночасно визначаючи діаграму видимості супутників геометричний фактор у топоцентричній системі координат, кути видимості позиції споживача з супутників.

Параметри супутників Starlink YUM 4, YUM 8, YUM 13 розраховані за програмою MatLab read_tle.m з пакету програм стенфордського університету MAAST15.

Після перетворення отримуємо файл альманаху супутників Starlink. У дослідженні використовувався 1680 супутників. За даними альманаху, застосовуючи формули для розрахунку ефемерид розраховувалися координати супутників на інтервал часу, що задається.

Для розрахунку «псевдодальностей» до супутників, що у зоні видимості споживача ставилася позиція споживача системі координат ECEF: Rx, Ry, Rz. Після заключного етапу ітерацій позначимо проєкційну матрицю з індексом належності до системи координат ECEF.

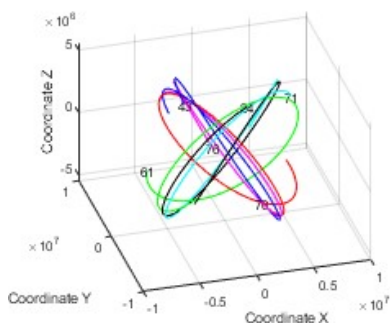


Рис. 1

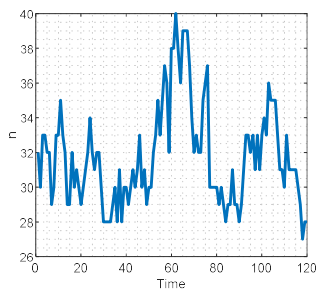


Рис.2

На Рис.1 показані орбіти деяких супутників, Рис.2 відображає кількість супутників, що знаходяться в зоні видимості споживача на інтервалі часу 120 хвилин при куті маски 15 градусів. Мінімальна кількість супутників у точці 118 дорівнює 27 (позиція 1), максимальна - у точці 62-40 (позиція 2).

УДК 629.7.052 (043.2)

Гнат В.В., студент
Чужа М.О. студент
Національний авіаційний університет, м. Київ
Київський Г.В., викладач
Васильківський фаховий коледж НАУ, м. Васильків

ПРОМЕНЕВИЙ ТЕПЛОБМІН СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕНЬ

Всі сучасні системи попередження зіткнень потребують наявності радіоканалу обміну інформації та відповідної апаратури на інших повітряних суднах. При відсутності або непрацездатності засобів обміну інформацією, таких як відповідачі систем керування повітряного руху або ADS-B, системи попередження зіткнень не зможуть виявляти повітряні об'єкти і, як наслідок, збільшиться імовірність небезпечних зближень та зіткнень. Тому виникає необхідність додатково задіяти в системах попередження зіткнень датчики систем технічного зору, що дасть змогу оглядати повітряний простір навколо літака та виявляти небезпечні повітряні об'єкти.

Рух майже всіх сучасних повітряних об'єктів неможливий без застосування силової установки, робота якої супроводжується виділенням тепла, а отже присутнє явище променевого теплообміну.

Променевий теплообмін - це складний процес передачі тепла, який зумовлено перетворенням внутрішньої енергії речовини в енергію електромагнітних хвиль, розповсюдженням цих хвиль та їх поглинанням.

Носіями променистої енергії є електромагнітні коливання, що виникають за рахунок температури та фізичних властивостей тіл, їх називають тепловими, а процес їхнього розповсюдження тепловим (інфрачервоним) випромінюванням або тепловою радіацією.

Всі нагріті тіла випромінюють в електромагнітні коливання оточуючий простір. При попаданні на інші тіла ця енергія частково відбивається, частково поглинається, частково проходить крізь тіло. Та частина енергії, що поглинається тілом, знову перетворюється на теплову. Та частина, що відбивається (або проходить) потрапляє на інші тіла та поглинається або знов відбивається ними. Таким чином, після ряду поглинань та відбивань енергія, що випромінюється, повністю розподіляється між оточуючими тілами.

Отже, кожний повітряний об'єкт не тільки безупинно випромінює, але й поглинає енергію, що буде характеризуватися коефіцієнтами відбиття (R), поглинання (A) та пропускання (D) та їх взаємозв'язком у вигляді:

$$R + A + D = 1.$$

Будь-який об'єкт не лише взаємодіє із зовнішнім випромінюванням, але і сам випромінює енергію. Навіть якщо на об'єкт зовні не падає жодного випромінювання, все одно з його поверхні відводиться власний променистий потік енергії (E_1 , $Вт/м^2$), що визначається температурою об'єкта та його фізичними властивостями (Рис. 1). Якщо на об'єкт потрапляє зовнішня промениста енергія (E_2). Частина цього випромінювання поглинається об'єктом

($E_{noc} = A_1 E_2$); інша частина відбивається ($E_{від} = R_1 E_2$ або $E_{від} = (1-A_1)E_2$ якщо об'єкт непрозорий непрозор $D=0$).

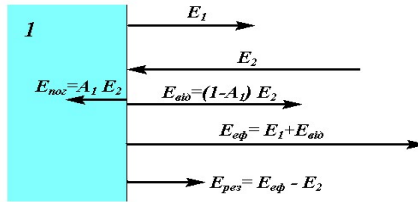


Рис. 1. Схема різновидів теплового теплообміну

Власне випромінювання об'єкта (E_1) в сумі з відбитим випромінюванням ($E_{від}$) називається ефективним випромінюванням тіла і запишеться у вигляді:

$$E_{эф} \equiv E_1 + E_{від} = E_1 + (1 - A_1) E_2 .$$

Це фактичне випромінювання об'єкта, яке ми відчуваємо або вимірюємо приладами. Його питомий потік більше питомого потоку власного випромінювання на величину $(1 - A_1) E_2$. Ефективне випромінювання залежить від фізичних властивостей та температури не тільки об'єкта, що його випромінює, але й іншого оточуючого середовища, а також від форми, розмірів та відносного розташування об'єктів у просторі. Результуюче випромінювання ($E_{рез}$) являє собою різницю між ефективним випромінюванням, яке йде від тіла ($E_{эф}$) та до нього (E_2).

Таким чином виявлення повітряних об'єктів пасивним тепlopеленгатором полягає у виявленні та фіксації ефективного випромінювання ($E_{эф}$) із урахуванням температури навколишнього середовища (E_2).

Температура струменя гарячого газу на зрізі сопла турбореактивного двигуна складає близько 700°C , що дозволяє тепlopеленгаторам виявляти повітряні об'єкти на відстанях до 50 км. Однак, деякі типи безпілотних повітряних об'єктів мають електричні силові установки температура яких не перевищує 80°C . Низька температура таких об'єктів призводить до зменшення ефективного випромінювання і як наслідок до малої дальності їх виявлення.

Тому пропонується підвищити ефективне випромінювання низькотемпературного повітряного об'єкта за рахунок його опромінення лазерним променем інфрачервоного діапазону. Це призведе до підвищення відбитої променистої енергії та температури об'єкта а отже його власного променистого потоку енергії що разом підвищить ефективне випромінювання об'єкта і дозволить виявити його на більших відстанях.

УДК 629.7.067.8 (043.2)

Чужа М.О. студент

Гнат В.В., студент

Чужа О.О., к.т.н. доцент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ДАТЧИКИ ТИСКУ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗВАЛЮВАННЯ

Однією з головних небезпек для літака є його звалювання через втрату швидкості, або збільшення кута атаки вище його критичної величини.

Основними засобами визначення повітряної швидкості та кута атаки є система повітряних сигналів, а датчиками визначення вказаних параметрів являються приймачі повного тиску та датчики аеродинамічних кутів.

Датчики аеродинамічних кутів в основному флюгерного типу орієнтовані за напрямком вектору швидкості повітряного потоку відносно повздовжньої осі повітряного судна або крила, і надають інформацію про кут атаки. Перевищення кута атаки більше критичного призводить до появи турбулентних потоків на верхній задній частині крила, що призводить до зменшення підйомної сили крила та як наслідок звалювання літака.

Різниця швидкостей повітряного потоку над крилом та під крилом, і як наслідок, різниця тиску повітря над крилом та під крилом призводить до наявності підйомної сили.

Так як на формування підйомної сили впливає тиск, то пропонується застосувати датчики тиску розміщені в різних місцях крила зверху і знизу, що дозволять визначати різницю тисків, зміну підйомної сили та наближення до критичних кутів атаки (Рис. 1).

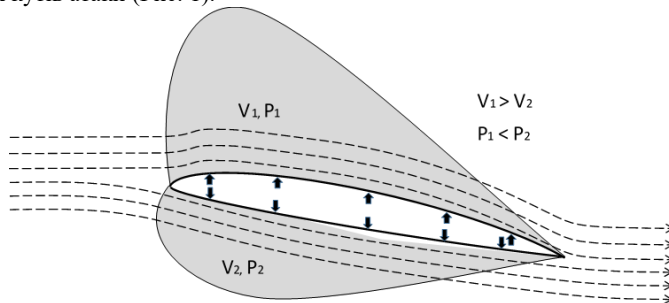


Рис. 1. Схема обтікання повітрям крила та розміщення датчиків тиску.

Сучасні технології дають можливість застосування мікромеханічних датчиків тиску, які мають низьке енергоспоживання, малі розміри, та можуть бути розміщені в різних місцях крила без порушення його геометрії, а сучасні обчислювальні системи дозволяють вимірювати диференціальний тиск із багатьох груп датчиків за мінімальний проміжок часу.

УДК 629.735.05(043.2)

Закієв В.І., к.т.н., доц.
Азнакаєв Е.Г., д.ф.-м.н., проф.
Азнакаєва Е.Г., к.т.н.
Якушенко О.С., к.т.н., с.н.с.

Національний авіаційний університет, м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ПРОФІЛОМЕТРА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ

Контроль виробничого процесу дуже важливий при виробництві сучасних виробів мікроелектроніки. Такий контроль забезпечує високий відсоток виходу якісної продукції. Технологічними методами контролю, які використовуються у виробництві виробів мікроелектроніки, є післяопераційний та візуальний контроль.

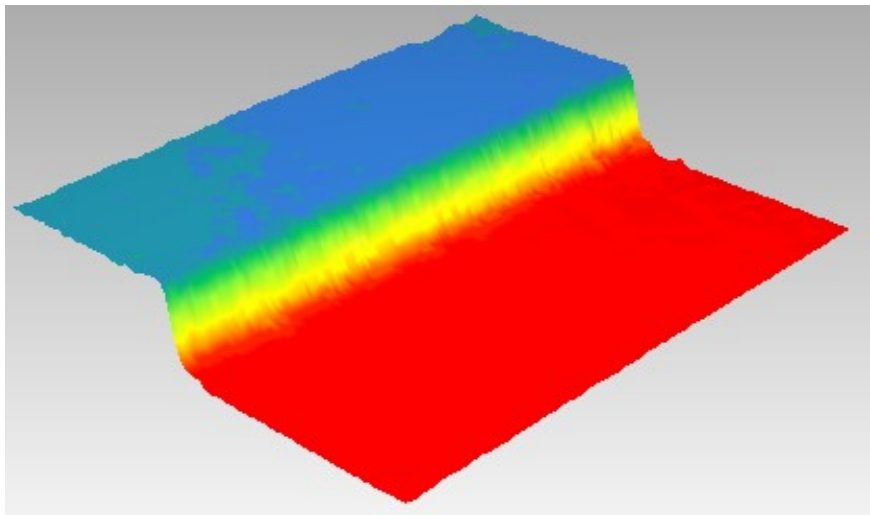
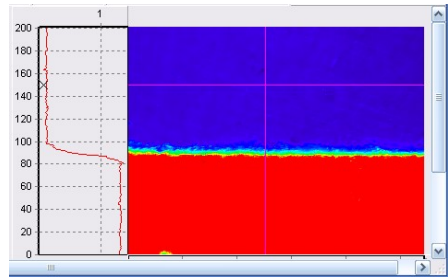
Методи післяопераційного контролю включають вимірювання товщини плівок, глибин р-п переходів, поверхневої концентрації та інші. Метод візуального контролю включає оптичну мікроскопію для визначення стану вихідної продукції, якості поверхні виробу, якості процесу травлення, товщини окисного шару та інші.

Застосування розробленого безконтактного оптичного профілометра забезпечує високу ефективність, якість, швидкість та здешевлення процесу контролю виробів мікроелектроніки.

Запропонований інтерференційний тривимірний профілометр [1] забезпечує автоматизований вихідний та вхідний контроль виробів мікроелектроніки при вимірюванні геометричних параметрів їх поверхонь. Розроблена автоматизована система керування роботою такого профілометра, обробкою та представленням даних вимірювань.

Цифрова камера безконтактного оптичного профілометра при комп'ютерному управлінні зміщенням опорного дзеркала створює двовірні та тривимірні профілі поверхонь виробів мікроелектроніки та надає їх кількісні характеристики.

Результати використання розробленого безконтактного оптичного профілометра для контролю сходинки травлення заввишки 80 нм на поверхні кремневої підкладки на стадії формування мікросхеми представлені на рис. 1 [1]. Це дозволяє визначити висоту сходинки, проводити її контроль та підвищити якість виробництва.



2

Рис. 1. Мікрофотографія сходинок травлення в інтерференційному полі (а); двовимірна топографія з профілактограмою (б); тривимірне зображення сходинок травлення (в) [1]

Список використаних джерел:

1. Прилад безконтактного вимірювання геометричних параметрів поверхні виробів методом інтерферометрії. Дисертація на здобуття ступеня канд. техн. наук / В.І. Закісв., – К.: Нац. авіац. ун-т, 2019. – 191 с.

UDC 629.735.017.1.083 (043.2)

Pinchuk T. O., Student
Hryshchenko Y.V., Associate Professor
National aviation university, Kyiv

THE PROBLEM OF DETERMINING THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STRESS OF THE PILOT DURING THE FLIGHT

The modern world is quite changeable. Every person in life sometimes has unpredictable factors, situations when something goes completely wrong. Such factors have a special influence when people's lives or even hundreds of lives depend on your reaction to the stimulus. It is in such situations that aircraft pilots find themselves from time to time when one of the systems fails.

The likelihood of making a mistake in a state of stress increases. The greater the number of failures in aircraft systems during flight, the greater the probability.

Thus, while a certain level of stress is of fundamental importance in keeping us aware and vigilant, too much stress will degrade the performance of both body and mind, and can eventually lead to ineffective decision making, mental breakdown and long-term serious illness [1].

The human factor is considered to be the main cause of most plane crashes. Because about 80% of aviation accidents occur precisely because of human error. To prevent emotional overload, the pilot must be adapted to the conditions of the emergency.

The effectiveness of anti-stress training has been confirmed by scientific studies. One such experiment was conducted in 2009 by four scientists. The study involved 30 participants who had no piloting experience. They were divided into two groups. The participants of the first group underwent flight training with the addition of a stress factor, while the participants of the second group did not have the opportunity to prepare for stress in flight.

The results of the study confirmed the fact that adding anti-stress training to the pilot training program helps them to improve performance in real conditions of stressful flights. Because the participants of the first group flew the plane more smoothly and coped better with the test [2].

The psychophysiological factor of the human operator plays an important role both in the training of pilots and in real flight conditions. Nowadays, special devices are used to monitor the psychophysiological condition of the pilot, which are directly attached to the human body. With the help of these sensors, we can monitor such psychophysiological factors of a person as pulse, respiration, pressure, heart rate, etc.

The disadvantage of such a system of measuring indicators is the connection of third-party equipment to a person, which can cause additional discomfort. The consequences of which can be problems with coordination of movements, stress, emotional inhibition, and so on.

Another approach to conducting psychophysiological measurements of the pilot's condition are measurements that can be tracked using the tone of a person's voice, steering wheel clamping, sweating, assessing the quality of piloting using flight parameters - roll, heading, angle of attack and more. We can also track changes in the pilot's condition by determining the amplitude of control of the aircraft. Under the

influence of stress factors on the psychophysiological state of the crew commander, the amplitude of his control of the aircraft increases.

The information carried by psychophysiological sensors can mostly be described by the general theory of oscillations. Since the initial characteristics of the human operator are oscillating, we can conclude that the machine outputs of the system remain unchanged with respect to the input characteristics of the system, if its input operates a human operator [3,4].

The principle of invariance is characterized by the fact that it preserves the sinusoidal nature of oscillations without their transformation in terms of quality (if the input is a sinusoidal process, then the output, too). This gives us the opportunity to transfer the measuring points of the enhanced reflected movements from the sensors mounted on the pilot to the flight parameters, such as roll, heading, pitch.

In my opinion, the second method is more convenient because it does not require the connection of additional equipment, does not restrict the movement of the pilot and does not cause physical and emotional discomfort. Determining the pilot's condition using his physical parameters and flight parameters requires further research and maybe a better alternative than connecting sensors to the human body.

Thus, tracking the psychophysiological load of the pilot is an important aspect both in the training of the cockpit crew and in real flight conditions. Because their definition helps to better understand the actions of the pilot, and by determining the psychophysiological characteristics, you can predict what will be the reaction of a person in a stressful situation during the flight.

In practical terms, the invariance of the system "human-machine" allows the machine outputs to determine the invariant properties and characteristics of the human operator without the placement of contact and contactless psychophysiological sensors [4].

References

- [1] CAE Oxford Aviation Academy Volume 2: Human Performance / Les Fellows, Dave Clayton, Lesley Smith, Roger Smith. – Oxford Aviation Academy, Oxford, England, 2007. – p. 157.
- [2] McClernon, C.K., McCauley, M.E., O'Connor, P. & Warm, J.S. (2011). Stress training enhances novice pilot performance in a stressful operational flight. *Human Factors*, 53(3), pp. 207-218.
- [3] Hryshchenko Y.V. Reliability problem of ergatic control systems in aviation // *Methods and Systems of Navigation and Motion Control*, IEEE 4th 11 International Conference (October 18-20, 2016) – Kyiv, Ukraine, 2016, pp. 126- 129.
- [4] Hryshchenko Y.V. Suggestions to the methods for assessing the quality of the glide path entrance / Y.V. Hryshchenko, V.G. Romanenko, D.M. Pipa // *Electronics and Control Systems*, Kyiv, NAU, 2018. № 3(57), pp. 41-48.

УДК 629.735.05 (043.2)

Азнакаєв Е.Г., д.ф-м.н., проф.
Бідний М.С., старший викладач
Національний авіаційний університет, м. Київ

БОРТОВА МІКРОКОНТРОЛЕРНА ПОЖЕЖНО-ОХОРОННА СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ

Охоронна сигналізація призначена для охорони кабіни та відсіків літака або аеродромних приміщень з використанням двох типів датчиків. Перший тип датчиків зроблений з магнітоконтактного Ю102-2. Він або встановлюється стандартно на двері (люк), а геркон закріплюється навпроти в рамі. І будь-яка маніпуляція з дверима або люком призведе до спрацьовування охорони. Другий тип датчиків - інфрачервоний датчик руху (сповіщувач) типу Reflex. Він встановлюється всередині приміщення, що охороняється. На випадок пожежі або несанкціонованого проникнення з будь-якого напрямку.

Система пожежної сигналізації та оповіщення призначена для якомога раннього виявлення пожежі та подавання сигналу тривоги для вжиття необхідних заходів (наприклад: евакуювання людей, виклик протипожежної служби, запуск устаткування пожежогасіння, здійснювання керування протипожежними дверима, клапанами та вентиляторами).

Мікроконтролерна пожежно-охоронна система дозволяє автоматизувати процеси виявлення порушень, фіксації, передачі інформації до бортового комп'ютера і реагування в залежності від їх типу. Крім того вона має малі габарити і вагу, споживає мало енергії, що є важливим. Структура мікроконтролерної пожежно-охоронної системи наведена на рис. 1.

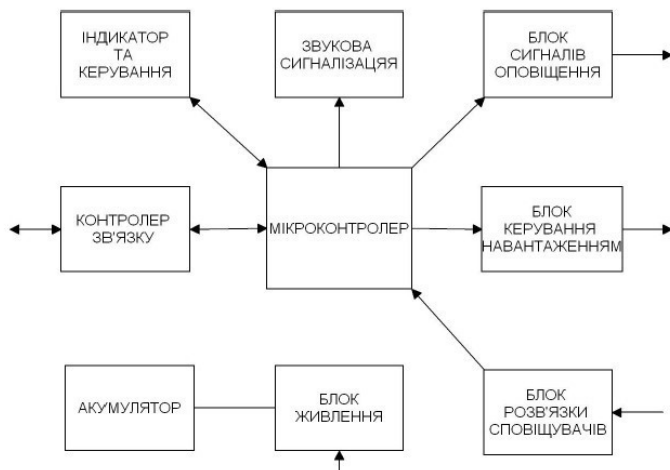


Рис. 1. Структура мікроконтролерної пожежно-охоронної системи

UDC 621.192 (043.2)

Du Yueqing, Student
Hryshchenko Y.V., Associate Professor
National aviation university, Kyiv

FAILURE PREDICTION FOR INTEGRATED MODULAR AVIONICS

The core system of modern aircraft is the integrated modular avionics (IMA), which carries almost all electrical functions. The completion of the mission is directly affected by its performance.

The advantages of IMA are IMA optimizes the allocation of idle resources, IMA optimizes the weight and energy consumption of physical equipment and IMA merges development work.

The failure prediction of the integrated modular avionics is an effective means to ensure the safety and reliability of the aircraft.

Starting from the characteristics of common faults, faults can be divided into two types: sudden failure and progressive failure according to their occurrence and development process.

Sudden failure refers to the sudden loss of function of the entire equipment or a component, such as a capacitor explosion, component fracture, equipment damage caused by disoperation, and others. Progressive failure refers to the failure of the equipment due to the gradual decline in the performance of certain components under various stresses during use and eventually exceeds the allowable value. This type of fault occupies a considerable proportion, has a certain regularity, and can be predicted and prevented through early condition monitoring data.

The failure of electronic equipment is not random, but lossy. Its failure mechanism is mainly fatigue and corrosion. The failure rate of electronic equipment is related to the time history of its stress, and the time stress acting on the equipment is manifested as the deterioration of characteristic parameters. For electronic systems such as IMA with high integration and high coupling, the propagation and impact of faults are extremely complex, making IMA performance status characteristics more difficult to obtain.

At present, performance degradation models based on stochastic processes are mostly used to describe the degradation process under the influence of a single factor. In order to meet the real-time requirements of the IMA, the prediction algorithm must have a fast learning speed. Aiming at the failure prediction of the integrated modular avionics, an integrated enhanced online sequential parallel extreme learning machine is proposed. First, a network with parallel hidden layers is designed to improve feature extraction. Secondly, in order to improve the stability of learning, an extreme learning machine autoencoder is used to determine the input weight of the network. Third, an update method of the online forecast is proposed, and an integrated online sequence forecast method of adaptive weight construction is designed. The effectiveness and superiority of this method are verified by standard data sets. Finally, take intermittent failures as a feature of the integrated modular avionics, and establish a failure prediction model.

This method is applied to the failure prediction of integrated modular avionics.

UDC 64.011.34 (043.2)

Kozhokhina O.V., Associate Professor
Froyuk K.V., Student
Naumchuk Yu.V., Student
Horbakha B.M., Student
National aviation university, Kyiv

SAFETY CULTURE IN AIRCRAFT MAINTENANCE ORGANISATION

Safety culture is an organisational culture that places a high level of importance on safety beliefs, values and attitudes—and these are shared by the majority of people within the company or workplace. It can be characterised as ‘the way we do things around here’. A positive safety culture can result in improved workplace health and safety (WHS) and organisational performance.

Companies that want to have a positive safety culture, especially in the aviation field, which everyone owns, should develop and promote managers with the right knowledge, skills and attitudes to successfully undertake the responsibilities of safety.

Safety culture can be broken down into the following 5 components (Fig. 1).

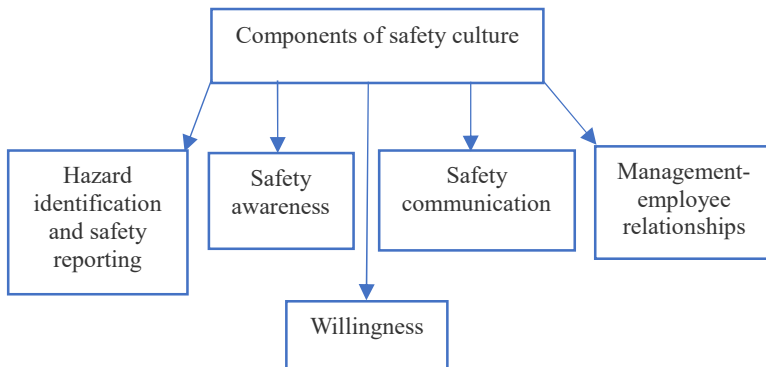


Fig. 1. Components of safety culture

Here is an effective set of steps (in order) for improving safety culture:

- Ensure you understand what safety culture is, including its components, multiple definitions, and others;
- Correctly identify areas of poor safety culture in your organization (measure your safety culture);
- Understand what positive safety culture looks like;
- Target improving hazard identification capabilities and safety reporting culture;
- Target improve safety awareness;
- Audit safety communication techniques, tools, and quality; and
- Work on breaking down silos and/or corporate culture.

УДК 629.7.05 (043.2)

Деребера О.О., студент

Довгалоук А.С., студент

Повзун О.С., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ АВІОНІКИ

Оскільки все сучасне обладнання з авіоніки закуповується за кордоном, вартість комплексів досить висока. Вітчизняні прилади виготовлялись у минулому столітті, тому є фізично застарілими і малоефективними. Створення більш дешевого і сучасного обладнання є актуальним на сьогоднішній день.

В даній роботі проаналізовано теоретичні матеріали та відповідні джерела інформації. Застосовані сучасні технічні та програмні засоби для створення власного прототипу. Проаналізовано фінансову складову створеного продукту. Розроблено прототипи обладнання. Виконано тестування в реальному житті та проаналізовано результати випробування.

Теоретичне дослідження: опрацьовано і проаналізовано джерела інформації з даної теми, визначено напрямки роботи і необхідне обладнання. Практична частина: написано програмне забезпечення для комплексу, створено макет і проведено його тестування в реальних умовах з подальшою корекцією та деталізацією.

Створена модель легка в масштабованості, має малу вагу і габарити, може замінити декілька аналогових приладів в літаку, має невисоку собівартість, не потребує сертифікації при використанні на експериментальних і ультралегких літаках.

Список використаних джерел:

1. Бабак В. П., Конін В. В., Харченко В. П. Супутникова радіонавігація. Київ : Техніка, 2004. 328 с.
2. Барвинский А. П., Козлова Ф. Г. Електрообладнання літаків : підручник для серед. спец. навч. закладів. Вид. 2-ге, перероб. і допов. Москва : Транспорт, 1990. 320 с.
5. Бортова система попередження зіткнень // Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Система_попередження_зіткнень (дата звернення 28.08.2020)
6. Конструкція і експлуатація повітряних суден // KiEPC. URL: <http://www.kvs-vm.narod.ru> (<http://www.kvs-vm.narod.ru/>) (дата звернення 11.09.2020)
7. Газета «Авіатор» // Національний Авіаційний університет. URL: <https://nau.edu.ua/ua/info/gazeta-aviator/> (дата звернення 12.09.2020)
11. Харченко В. П., Остроумов І. В. Авіоніка : навч. посіб. Київ : НАУ, 2013. 272 с. URL: https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/22403/1/Харченко_Остроумов.pdf (дата звернення 29.09.2020)

УДК 621.39(043.2)

Закієв В.І., к.т.н., доц.

Азнакаєв Е.Г., д.ф.-м.н., проф.

Азнакаєва Е.Г., к.т.н.

Національний авіаційний університет, м. Київ

Васильєва В.Г., інженер-метролог,

SUMIX Company, м. Київ

ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ РОЗ'ЄМІВ

Для збільшення інформаційних потоків, що транслюються по оптичному волокну у волоконно-оптичних лініях передачі даних важливе значення має надійність оптичних роз'ємних з'єднань (конекторів). Функція конектора полягає в тому, щоб максимально точно з'єднати волокна двох рознімань, забезпечуючи при цьому безперервність оптичного шляху в точці їх контакту. Для забезпечення надійної роботи потрібно при виробництві оптичних роз'ємних з'єднань контролювати оптимальні розміри та форму поверхонь оптичних конекторів, що забезпечують контакт. Необхідно максимально точно поєднати волокна двох роз'ємів та забезпечити неперервність проходження оптичного сигналу у місці контакту. При механічному стисканні обидва ферули і вклені в них волокна поєднуються у місці контакту під дією сили стиснення. Відсутність у місці контакту повітряного зазору між торцями волокон не допускає наявності зміни показника заломлення, процесів відбиття та послаблення оптичного сигналу у волоконно-оптичних лініях передачі інформації.

Для контролю якості та чистоти поверхні торців конекторів в польових умовах широке застосування знайшли спеціалізовані оптичні мікроскопи. Такі прилади реєструють лише двовимірне зображення та не дозволяють оцінити реальну форму торцевої поверхні конекторів. Для підвищення точності вимірювань та отримання кількісної інформації з високою роздільною здатністю про геометричні параметри, такі як: шорсткість, радіус заокруглення, положення апексу, розташування волокна відносно ферула та інших пропонується використання інтерференційного профілометра «Micron-alpha» [1]. В приладі реалізовано інноваційне конструкторське рішення автоматизованої мікро-електромеханічної системи управління рухомим дзеркалом інтерферометра, що суттєво спрощує конструкцію. Безконтактна реєстрація поверхні по площі дозволяє скоротити час сканування та проводити неруйнівний контроль [2].

На рис. 1 представленні результати вимірювань поверхні торця оптичного конектора. Зареєстровані данні дозволяють оцінити радіус полірування ферулу та волокна, заглиблення волокна, наявність дефектів та подряпин на поверхні, симетричність розташування волокна відносно центру. Після реєстрації і представлення топографії поверхні в цифровому вигляді за допомогою розробленого програмного забезпечення розраховуються геометричні параметри конектора – радіус, зміщення апексу, загублення волокна, шорсткість волокна після полірування. Далі, визначені параметри порівнюються з раніше введеними в комп'ютер граничними значеннями з подальшим автоматичним отриманням висновку про якість виробу – задовольняє, чи ні висунутим вимогам.

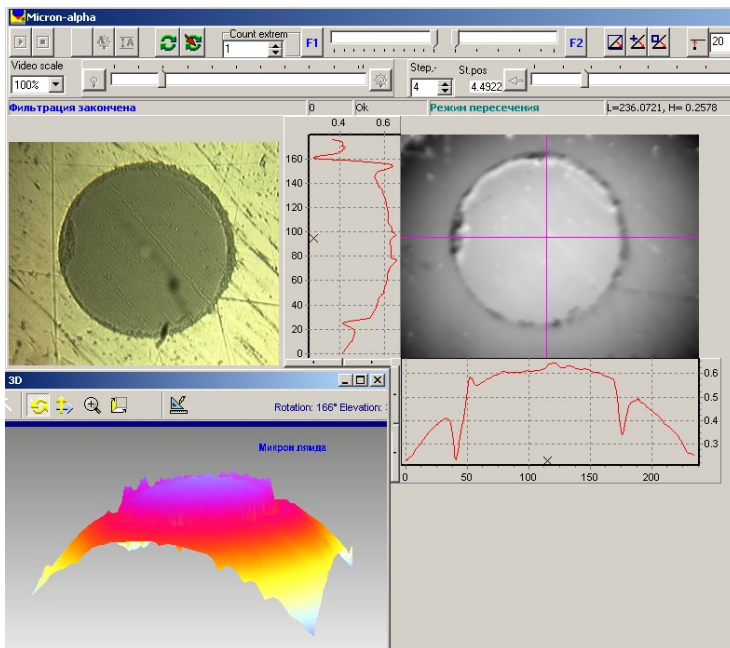


Рис. 1. Мікрофотографія, 2D топографія з профілограмами та 3D топографія оптичного конектора з порушеною геометрією

Розроблена методика вимірювання параметрів волоконно-оптичних роз'ємів може знайти широке застосування як на виробництві оптичних конекторів, так і при вхідному контролі перед монтажем мережі. Регулярний контроль геометрії поверхонь оптичних конекторів дозволить дотримуватись нормативних параметрів технічного процесу та забезпечити високу надійність мережі.

Список використаних джерел:

1. I. Zakiev, G.A. Gogotsi, M. Storchak, V. Zakiev, «Glass Fracture during Micro-Scratching», *Surfaces*, Vol. 3, pp. 211-224, 2020.
2. Прилад безконтактного вимірювання геометричних параметрів поверхні виробів методом інтерферометрії. Дисертація на здобуття ступеня канд. техн. наук / В.І. Закієв., – К.: Нац. авіац. ун-т, 2019. – 191 с.

UDC 378: 811 (111)

Andreishina A.V., student,
National Aviation University, Kyiv

THE IMPACT OF PROFESSIONALLY-ORIENTED ENGLISH LANGUAGE LEARNING ON TECHNICAL STUDENTS' DEVELOPMENT

We live in an era of globalization. Over the past decades, new requirements and criteria have been formed in choosing specialists in certain technical industries. In the course of reforms in education, Ukraine officially joined the "Bologna Process" on May 9, 2005, at the Conference in Bergen. The purpose of this process was the reform of the education systems throughout Europe. Special attention was paid to the creation of appropriate conditions for improving the scientific and educational process. It was done for advanced training, competitiveness and employment of graduates. Specialists from all over the world want to learn new and transfer their knowledge to colleagues from other countries. Therefore, international cooperation and exchange programs are increasingly taking place. Knowledge of foreign languages significantly increases the chances of obtaining good work and a decent salary. Unfortunately, the resources of our native country cannot always satisfy the needs of ambitious students, future graduates. In this regard, the foreign work market offers many opportunities for professional growth. But the question of communication and knowledge level that must respond to the English-language environment is still actual.

Language teacher has a significant impact on student skills development. The method of teaching can influence students' interests and subsequent results. It is important to develop the ability to use modern sources of information and Internet resources, be interested in new developments and methods of training. Students' independent work is also an important component. Preparing for classes and doing homework is necessary for perceiving information and the ability to discuss professional topics. Besides students should look for additional information and analyze data related to their speciality, as well as study new vocabulary, read scientific literature on interesting topics. It will also be very useful to take active participation in students' English-language learning projects.

The existence of such a subject as a professionally-oriented English language learning at technical universities greatly facilitates the integration of students into a professional English-speaking society in which they can work freely and without restrictions. Universities actively exchange students and teachers to learn from experience and improve educational methods. Every year the most talented students go to other countries for similar purposes. Through the introduction of such classes in various specialities in English, it allowed them to realize their potential.

References

1. Zgurovsky M. Z. "Status and task Higher education of Ukraine in the context of the Bologna Process". - MON of Ukraine, "KPI". - K.: "Polytechnic". - 76 ,2004.

UDC 378: 811 (11)

Vasiukovych O.M., Candidate of pedagog. sc.,
Associate professor of Aviation English Department
National Aviation University, Kyiv

ACTIVATION OF AVIATION ENGLISH STUDENTS' INDEPENDENT LEARNING

Our days' much attention is paid to the problems of students' of non-linguistic specialities organizing independent work in learning English as a language of speciality. The activation of students' independence in learning presupposes the presence of a certain communicative and stimulating environment, which makes it possible to independently acquire knowledge and use it for self-education.

Educational technologies are the means of achieving subject and meta subject results, as well as personal results of students. The system of a teacher's work includes ensuring the results of teaching a foreign language and needs the implementation of the following technologies: technology of communicative learning, the technology of understanding the communicative meaning of a text, game technologies, learning technologies in cooperation, project technologies, etc.

In recent years, the language portfolio has become one of the most promising technologies for teaching a foreign language and monitoring the quality of education [1; 2]. We believe that organizing students' independent work in learning Aviation English, a possible way can be the use of the Portfolio method, which allows developing students' skills. We consider the model of a multipurpose language portfolio as a tool for increasing the level of the subjectivity of teachers and students in educational activities, self-assessment of student achievements in the process of mastering a foreign language and the level of proficiency in the target language, as well as a tool for demonstrating the educational product.

Students should start working on a portfolio from their first days at university. To organize this process, teachers need to hold a seminar for students, which will determine the importance of the portfolio, its functions, types, explain the features of working on it and identify the assessment criteria [3].

Motivating students to effectively use the portfolio in the educational process, it is necessary to answer the question - for what is it?: The answer is: to realize that the student and only he is responsible for his professional future; for an objective assessment of the student's achievements in studies and scientific activity, which is valuable for continuing his studies in the magistracy; to identify the priority areas of the educational trajectory of each student; to familiarize students with the social life of the university; for the development of students' reflexive skills, thanks to which the latter can set professionally significant goals, design their activities, analyze the results and take appropriate corrective actions [4].

Teachers need to remember the following pedagogical conditions that stimulate the development of personality reflection: maintaining a portfolio (constant introspection, self-report); criticism combined with self-criticism; orientation towards self-education, stimulation of self-knowledge, introspection, self-esteem; involvement in creative

activity, taking into account the inclinations and interests of the person himself; the influence of the authority of the teacher and groupmates; the involvement of students in various competitions, Olympiads, competitions.

The teacher should not tightly control the student, but help him analyze his activities during the semester. It would be great if at the end of the semester, at a round table, students demonstrated their achievements recorded in the portfolio, shared their emotions, impressions, and findings. This would be a good incentive for self-improvement. Portfolio presentations can be role-playing [2].

We consider it highly effective to use the training "Portfolio" in the process of education at the university, because at the time of its compilation: there is a step-by-step (temporary) documented recording of the student's successes and achievements; the student is allowed to show not only language skills but also several other skills (communication, self-reflection, etc.), to reveal their abilities; during the training, the student is fixed on both the process and the product labour; high creative and cognitive activity of the student is required: he creates, creates, learns to present (represent) the result of his work; the activity takes place at a high conscious level (already when drawing up the "Portfolio", the student learns to reason, argue, justify); the student fulfils a new role for him concerning himself and his learning partners - the role of an evaluating teacher; the motivation for learning increases, because the student feels like a real participant in the educational process, whose interests are not indifferent to both the teacher and the groupmates (he is asked to think about his goals, weaknesses and strengths in the study of foreign language, to argue his choice of topics for reading, disputes, projects).

A language portfolio allows a foreign language teacher to solve the following tasks: to provide practical orientation and instrumental orientation of training; apply interactive and communicative forms of work; develop students' independent work skills; to ensure the differentiation and individualization of the educational process; develop students' skills of reflection; to carry out and compare self-assessment of students, mutual assessment and assessment of the teacher; provide continuity in the learning process [3;4].

Without exception, all teachers working with a language portfolio note an increase in motivation and learning success as a result of its use. First of all, this is because students are allowed to control the learning process themselves: instead of a vague distant goal of "knowing the language", the meaning of which students often cannot explain, the language portfolio allows them to set specific goals and achieve them. In addition, the language portfolio allows students to develop the skills of independent activity in mastering a foreign language, which is very important in those groups where students' performance in a foreign language is low, and, as a result, low motivation. Finally, a professionally-oriented language portfolio increases the importance of a foreign language for students of non-linguistic specialities, due to the presence of descriptors associated with the future professional activities of the trainees, as well as the prospect of using the language portfolio as a document confirming the language competence of the future specialist.

A language portfolio can be an effective means of motivating students because it: increases the importance of a foreign language for non-linguistic students specialities;

allows students to control the learning process, set specific goals and achieve them; develops students' ability and readiness for independent study of the language and foreign-language culture.

In conclusion, the following should be noted:

- 1) Drawing up educational "Portfolios" is a means of increasing the level of independence of students in educational activities, and also contributes to their professional and personal self-development.
- 2) As experience shows, complementing the traditional control and assessment tools, the language portfolio objectively reflects the individual nature of the student's independent educational activity. Portfolio technology is an effective tool for fixing, presenting, attestation of students' independent activities.

This is an excellent means of their self-organization, deepening and formalization of cognitive interests, the formation of achievement motivation, and, consequently, the creation of a situation of success in the development of the educational program by students.

References

1. García, A. L. C. (2020, September). The European Portfolio for Student Teachers of Languages: A Reflection and Communication Tool in Teacher Education Programmes. In International Conference on European Transnational education.
2. Hanifa, R. (2017). Teachers' view on the use of portfolio assessment in secondary schools in Indonesia. Date of access, 14(4), 75-86.
3. Lam, R. (2014). "Promoting Self-regulated Learning through Portfolio Assessment: Testimony and Recommendations". *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 39(6), 699–714.
4. Martínez-Lirola, M. (2018). Multimodal teaching evaluation with a portfolio in a tertiary education language classroom. *Argentinian Journal of Applied Linguistics*, 6(1) 25-43.

UDC 378: 811 (111)

KorniychukS., student
National Aviation University, Kyiv

REFLECTIONS ON PROFESSIONALLY-ORIENTED ENGLISH STUDY AT THE UNIVERSITY

According to the educational reform, one of the key competencies is foreign language proficiency. This is important for everyone - for physicists, and electronics, and chemists. That is, a foreign language is not the main object of study, but an indispensable means of communication. If a physicist does not know a foreign language, he will not be able to read foreign publications, communicate with colleagues from other countries and therefore will be isolated, which is unacceptable for his professional development. That is why it is so important to maintain the level of foreign language teaching in educational institutions at the appropriate level.

In the process of learning a foreign language, much attention is paid to professional orientation. The foreign language course is considered an integral part of training and has professionally-oriented, applied content, the main purpose of which is to prepare students for the use of language in professional activities. The professional-oriented approach involves the formation of students' abilities to communicate in foreign languages in professional, business, scientific fields and situations.

NAU defines foreign language proficiency as one of the priorities and main mechanisms for implementing the processes of Ukraine's integration into the world scientific, educational and cultural space. The organization of the foreign language learning process is based on the Recommendations of the Council of Europe, according to which foreign language teaching should be based on common goals, content and teaching methods, aiming at achieving generally recommended qualification levels that ensure communication and effectiveness within the European Union. and worldwide space.

In the process of learning a foreign language at the technical university, much attention is paid to the professional aspect. The professionally-oriented approach involves the formation of students' abilities to communicate in English in professional, business and scientific fields and situations, taking into account the peculiarities of professional thinking.

I believe that the study of professionally-oriented English is important for every student. Because foreign language teaching is aimed at consistent and comprehensive development of students' personalities, it makes positive influences on all competencies necessary for the successful communication and mutual understanding of professionals in the technical field as well as develops their abilities in academic and social spheres of communication.

УДК 378:811

Пазюра Н.В., д.п.н., проф.

Національний авіаційний університет, м. Київ.

СТРАТЕГІЇ МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ЗВО ДО ВИВЧЕННЯ ФАХОВОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Мотивація студентів вважається одним з важливих чинників, що впливає на ефективність вивчення ними іноземної мови. Вона виконує функцію активатора навчального процесу на його початку, та впродовж життя підтримує бажання удосконалювати свої знання, навички та вміння. І хоча для досягнення достатнього рівня володіння іноземною мовою необхідний цілий комплекс чинників, багато науковців та практиків погоджуються, що без належної мотивації неможливий прогрес. Більш того, мотивація застосовується як характеристика для успішних та неуспішних учнів, разом із таким ключовими елементами успішності як ентузіазм, відданість, наполегливість.

Однак, мотивація студентів тісно пов'язана із мотивацією вчителя навчати та його здатністю інтегрувати стратегії мотивації у свою навчальну програму. Стратегії мотивації – це застосування вчителем певних заохочувальних інструкцій для стимулювання студентів до навчання його предмету. Учені одностайні у своїх висновках, що чим вище мотивація учителя тим краще студенти сприймають такого вчителя та його мотиваційні стратегії. Для успішної імплементації стратегій мотивації вчителя необхідне дотримання наступних взаємопов'язаних вимог: створення базових мотиваційних умов; генерація початкової мотивації; підтримання та розвиток мотивації; застосування позитивного само оцінювання. Було визначено чотири рівня мотивації: мотивація мікро-рівня (що спрямована на стимуляцію когнітивних процесів), мотивація рівня класної кімнати (аудиторії) (що сфокусована на методах навчання та навчальної діяльності), мотивація рівня навчального плану (що заснована на аналізі потреб студентів), та мотивація на позаплановому рівні (що спрямовується на неформальній позакласній діяльності).

Оскільки мотиваційні стратегії мають на меті досягнути систематичного та тривалого позитивного ефекту, важливо дослідити сприйняття студентами технічних закладів найбільш ефективних мотиваційних стратегій під час вивчення фахової іноземної мови, яка використовується як засіб комунікації у певній фаховій дисципліні. Проведені дослідження свідчать про те, що мотивація студентів може залежати від усвідомлення власних успіхів та невдач, допомоги учителя під час виконання завдань, причому застосування на заняттях з фахової іноземної мови завдань, заснованих на грі, підвищують академічну мотивацію.

Крім того, студенто-центризований підхід створює більш позитивну мотивацію, оскільки такий підхід надає студенту більше можливості для взаємодії з одногрупниками, що позитивно позначається на зацікавленості у навчанні, і як наслідок, підвищенні мотивації навчатись. Дослідження демонструють, що наполегливість та екстраверсія є тими чинниками мотивації, які позитивно впливають на досягнення у вивченні фахової іноземної мови. Часто мотивація студентів визначається їхніми ідеальними уявленнями себе у майбутньому як впевнених користувачів мови. У додаток до цього, методи навчання, стиль

навчання та поведінка вчителя також впливає на мотивацію студентів. Обізнаність викладача з проблемами студента, його цілями у навчанні надзвичайно важливо.

Студенти більш мотивовані якщо вони відчувають підтримку від вчителя своєї автономності у навчальному процесі. Багато досліджень підтверджують думку, що мотивація залежить від використання на заняттях креативних педагогічних технологій, які створюють більш цікаве навчальне середовище. Мотивуючими завданнями є створення тижневих вікторин, проведення позаурочних заходів. Крім того, необхідно пам'ятати, що індивідуальне відношення вчителя може відігравати значну роль як мотивуючого так і демотивуючого чинника.

Надзвичайно важливим є створення мотивуючого навчального середовища, яке допомагає мінімізувати негативні наслідки нестачі, наприклад, навчальних матеріалів та необхідного обладнання. Цікавим методом підвищення мотивації студентів є метод само оцінювання. Воно проводиться шляхом регулярного заповнення журналу, в такий спосіб є можливість слідкувати за власними успіхами у процесі вивчення іноземної мови, спостерігати за збільшенням кількості вивчених нових слів та правил, тощо.

Таким чином, стратегії мотивації відіграють важливу роль у формуванні вмотивованої поведінки студентів. У контексті вивчення фахової іноземної мови, можна назвати наступні, найбільш ефективні стратегії мотивації: створення приємної доброзичливої атмосфери на занятті, надання чітких завдань, персональний приклад вчителя як необхідно бути мотивованим і відданим справі, встановлення хороших взаємовідносин зі студентами, пояснення помилок, як невід'ємної частини процесу навчання, створення цікавих завдань, що можуть захопити студентів, забезпечення групової форми роботи, наповнення завдань змістом, який має відношення до індивідуальних потреб студентів в групі, використання різноманітного навчального матеріалу. Крім того, варто звернути увагу на здатність учителя навести багато прикладів для кращої ілюстрації матеріалу, що пояснюється. Водночас необхідно бути готовим до негативної реакції студентів, якщо вони не дуже зацікавлені у вивченні англійської мови і не сприймають певну стратегію. У цьому випадку вчитель має бути готовими змінити стратегію а іншу, яка буде сприйматись краще.

Отже, застосування стратегій мотивації студентів до вивчення фахової англійської мови повинно відбуватись з урахуванням індивідуальних потреб та на основі студенто-центрованого підходу. Вчителі повинні визнати різні типи мотивації студентів до вивчення фахової іноземної мови перш ніж застосовувати ті або інші стратегії мотивації у навчальному процесі.

UDC378.811.81`24

Parkhomenko P. P., student
National Aviation University, Kyiv

ICAO RECOMMENDATIONS FOR AN AVIATION ENGLISH PROFICIENCY TEST

English is the international language of civil aviation. Effective verbal communication is essential to ensuring safety in civil aviation. A certain degree of fluency is required because controllers have to communicate with several aircraft at the same time. The interaction between pilots and controllers must be effective, as both parties need to be able to check, confirm and clarify when misunderstandings occur. Controllers and pilots require sufficient vocabulary to be able to communicate in both the routine and non-routine situations. In addition, controllers and pilots need to have a good command of basic grammatical structures so that they can communicate information in a format which will be understood by their interlocutor. And finally, pronunciation needs to be sufficiently clear and intelligible to the international aviation community [1,2].

It should be noted that the ICAO Language Proficiency Rating Scale includes 6 levels for radiotelephony communication: Levels 1, 2 and 3 describe Pre-elementary, Elementary, and Pre-operational levels of language proficiency, respectively, all of which describe a level of proficiency below the ICAO language proficiency requirement. Levels 5 and 6 describe Extended and Expert levels, at levels of proficiency more advanced than the minimum required standard. The Operational Level (Level 4) is the minimum required proficiency level for radiotelephony communication [1]:

PRONUNCIATION (Assumes a dialect and/or accent intelligible to the aeronautical community): Pronunciation, stress, rhythm, and intonation are influenced by the first language or regional variation but only sometimes interfere with ease of understanding.

STRUCTURE (Relevant grammatical structures and sentence patterns are determined by language functions appropriate to the task): Basic grammatical structures and sentence patterns are used creatively and are usually well controlled. Errors may occur, particularly in unusual or unexpected circumstances, but rarely interfere with meaning.

VOCABULARY: Vocabulary range and accuracy are usually sufficient to communicate effectively on common, concrete, and work-related topics. Can paraphrase successfully when lacking vocabulary in unusual or unexpected circumstances.

FLUENCY: Produce stretches of language at an appropriate tempo. There may be occasional loss of fluency on transition from rehearsed or formulaic speech to spontaneous interaction, but this does not prevent effective communication. Can make limited use of discourse markers or connectors. Fillers are not distracting.

COMPREHENSION: Comprehension is mostly accurate on common, concrete, and work-related topics when the accent or variety used is sufficiently intelligible for an international community of users. When the speaker is confronted with a linguistic or situational complication or an unexpected turn of events, comprehension may be slower or require clarification strategies.

INTERACTIONS: Responses are usually immediate, appropriate, and informative. Initiates and maintains exchanges even when dealing with an unexpected turn of events. Deals adequately with apparent misunderstandings by checking, confirming, or clarifying.

Language Proficiency Test for Aviation Personnel test structure and format[3,4]:

Part 1. Introduce information about yourself (4 minutes). In this part of the test, the candidate is invited to tell about himself, family, hobbies, education, professional activity, career, plans for the future.

Part 2. Interactive conversation between the candidate and the examiner in the form of an interview (10 minutes). This part of the test proposes topics for discussion related to abnormal / emergency situations on board, on the ground, or in flight. Their causes, consequences, actions on the part of the pilot or air traffic controller.

Part 3. A) Listening to dialogues on the phraseology of radio exchange (in standard and non-standard situations) (10 min). B) listening to the text on aviation topics (10 min).

Part 4. Description of the situation on video without sound and further discussion (6 min).

ICAO recommends to find out and memorize new words; to recognize and reproduce the desired word in the appropriate context; to apply word formation rules (morphology); to study the norms of lexical collocation of words and their use in practice; to use words correctly in the grammatical and syntactic context; to develop fluency and understanding; to observe the communicative interaction of other people; to take initiatives or even risks in face-to-face communication with different interlocutors.

References

1. Annex 1 to the Convention on International Civil Aviation - Personnel Licensing, Language Proficiency and Appendix A - Language Proficiency Rating Scale, 1.2.9
2. ICAO Doc 9835 AN/453 — Manual on the Implementation of ICAO Language Proficiency Requirements, Second Edition 2010.
3. ICAO Language Proficiency Requirements, “Implementation and Maintenance Recommended Check-List,” updated on 13 March 2013.
URL: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/625.pdf>
4. Testing of aviation personnel to determine the level of proficiency in aviation English according to the ICAO rating scale
URL: <https://interbridge.com.ua/avia-english/testirovanie-ikao.php>

УДК 378.147.88

Радул С.Г., к.пед.н., доцент,
Харламова Л.С., к.пед.н., ст.викладач.
*Льотна академія Національного авіаційного університету,
м. Кропивницький*

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ У АВІАЦІЙНОМУ ЗВО

Мовна підготовка авіаційних фахівців завжди була пріоритетним напрямком професійної підготовки. Сьогодні питання навчання іноземних мов у дистанційному форматі, вирішується за допомогою найсучасніших інструментів для синхронного (Big Blue Button, ZOOM, ICQ, SKYPE, інтерактивні дошки, відеоконференції) та асинхронного зв'язку (електронна пошта, блоги, форуми, відео та аудіоподкасти, онлайн тестування), які удосконалюються з кожним днем задля підвищення інтерактивності, власне, процесу опанування іноземною мовою майбутніми авіаційними фахівцями.

В умовах дистанційного навчання ефективно використовується платформа Zoom. Це найбільш зручний та пристосований сервіс для навчання іноземним мовам. Цей сервіс пропонує найбільше можливостей для організації онлайн-занять з іноземної мови для авіаційних фахівців:

- проведення онлайн-занять з відео високої якості та можливістю участі всієї групи;
- функція демонстрації матеріалів на екрані з можливістю підкреслювати, виділяти чи доповнювати інформацію;
- використовувати аудіо- та відеоматеріали високої якості;
- для ефективнішої організації навчання іноземній мові є можливість використання різних форм роботи: парної та групової, шляхом «переміщення» учасників в окремі «сесійні зали», де вони можуть відпрацювати окремі граматичні чи лексичні структури в парах;
- наявність вбудованої інтерактивної дошки, яка має значну і зручну добірку інструментів. На ній можна писати, виділяти і підкреслювати кольоровими маркерами, ставити позначки, зберігати написане для учасників, які не змогли відвідати заняття;
- вбудований чат дозволяє спілкуватися як з усією групою, так і з окремим учасником. Це може бути приватна бесіда, в якій обговорюються помилки, чи групова бесіда. У чаті можна передавати файли, задіяні при проведенні заняття, або посилання на сайт, де виконуватиметься наступне завдання. Це може бути онлайн-дошка Padlet, онлайн-сервіси Quizizz та Quizlet, які часто використовуються на заняттях;
- демонструвати екран може кожен учасник онлайн-заняття. Це дає можливість виступати з презентацією. Ефективним прийомом удосконалення іноземної мови можна вважати тематичні презентації. При організації онлайн-заняття з використанням презентації навчальний матеріал представляється наочно та

доступно. У процесі виступу курсант / студент має можливість використовувати ключові слова, схеми, таблиці, картинки. Створення презентацій є невід'ємним складником самостійної роботи майбутніх авіафахівців. Вони можуть бути використані при аудіюванні, переказі текстів, складанні діалогів.

До цифрових технологій, які ми часто використовуємо на заняттях з іноземних мов належить онлайн-сервіс Quizizz. Це інструмент для закріплення і перевірки знань. Тести розробляються нами відповідно до пройденної теми і відображають як лексичні так і граматичні структури. Перевага даного сервісу полягає в тому, що він надає можливість відповідати на питання в своєму індивідуальному темпі. Курсантам / студентам подобається така робота, адже вони бачать свої результати відразу після закінчення тесту. Тест, організований на онлайн-сервісі Quizizz, також мотивує, адже в ньому присутній елемент змагання. Перевага для викладача полягає в тому, що йому не потрібно витрачати час на перевірку тестів. Всі результати показуються автоматично на сторінці викладача.

Для опрацювання лексичного матеріалу рекомендуємо використовувати платформу Quizlet, яка допоможе вивчати слова до теми за допомогою різноманітних вправ. Цей веб-інструмент можна завантажити в смартфон як мобільний додаток і використовувати поза аудиторно. Ще одна перевага цього додатку у можливості тренування фонетичних вправ. Створювати лексичні картки за темою можуть не лише викладачі, а й самі учасники навчального процесу. До кожної теми ми надаємо посилання на Quizlet, за яким користувачі сервісу можуть потренувати слова та вирази до теми.

Мережа Інтернет у системі дистанційного навчання іноземних мов може стати багатим джерелом автентичних словесних моделей при використанні записаних пісень, електронних книжок, підкастів та відео кліпів, які допоможуть здобувачам вищої освіти у вимові, вивченні та запам'ятовуванні нового словникового запасу. Цифрові технології також дають можливість записувати себе та програвати пізніше. Користувачі таких сервісів стверджують, що можливість слухати та програвати записи допомагає визначити граматичні помилки та неточності у вимові, заохочуючи до самовдосконалення та виправлення. Розглянемо для прикладу декілька сервісів, які дають нам таку можливість.

Vocaroo – це онлайн-сервіс, що дозволяє записувати, зберігати і ділитися голосовими повідомленнями через посилання, через пошту тощо. В навчальному процесі Vocaroo можна задіяти для прослуховування голосових повідомлень викладача у вигляді інструкцій; для запису повідомлення здобувачем вищої освіти у вигляді докладу, або новин чи висловлення власної думки про прочитане тощо. Записи можна публікувати на онлайн-дошці Padlet для подальшого опрацювання на онлайн-занятті чи для отримання зворотного зв'язку від викладача або інших учасників цього проекту.

Padlet – сервіс організації спільної роботи учасників освітнього процесу. Одна із можливостей цього сервісу записувати аудіо- чи відеоматеріали, які безпосередньо можна розміщувати на цій дошці та працювати з ними під час уроку чи виконання домашнього завдання або організації самостійної роботи. Серед інших можливостей використання онлайн-дошки Padlet є: давати посилання на медіафайли з мережі Інтернет; завантажувати файли з власного комп'ютера;

робити голосові повідомлення. Щоб надати доступ до цієї дошки, необхідно повідомити посилання з рядка адреси, наприклад, у чаті Viber. Інформація на дошці може бути змінена в любий момент, доповнена іншими завданнями, інструкціями. Дуже зручно використовувати онлайн-дошку для виконання домашнього завдання або для роботи над завданням у групах.

Табл. 1. Етапи впровадження цифрових технологій у системі дистанційного навчання іноземних мов.

Етап 1. INPUT	Представлення матеріалу: ZOOM, відео- та аудіо матеріали, тексти, картинки, електронні підручники, схеми, діаграми, тощо.
Етап 2. INTAKE	Опрацювання матеріалу: Learning App, Quizlet, Padlet, різноманітні вправи на засвоєння лексичних та граматичних структур.
Етап 3. OUTPUT	Застосування виконання: виконання творчих завдань Vocaroo, Padlet, Quizizz, презентації, доклади, письмові роботи, тести.

Таким чином, проведене дослідження вказує на існування широких можливостей використання цифрових технологій у системі дистанційного навчання іноземних мов у авіаційних ЗВО. Так, практичний досвід показує, що використання платформи конференцій Zoom допомагає якісно і швидко організувати навчальний процес у авіаційному ЗВО, здійснювати контроль над ним, створювати зручні умови для дистанційного навчання. Паралельне використання інших онлайн-сервісів, таких як Padlet, Quizizz, Quizlet та інших урізноманітнює методи та форми навчання, активізує та мотивує вивчення іноземних мов у майбутніх авіаційних фахівців.

УДК 378.016:811.111

Skipalska, Y., senior teacher

Національний авіаційний університет, м. Київ

FOUR WAYS HOW TO TEACH NEW VOCABULARY TO THE STUDENTS OF THE TECHNICAL SPECIALISATION

Teaching vocabulary is an essential part of any English studies. Many teachers are concerned about how to teach vocabulary. New words should be taught in a way to capture students' attention and place new words in their memories.

On the other hand, all our students, without exception, come to classes in order to learn to speak English and, also use specific vocabulary in the technical sphere. And even if everything is going well, they sometimes complain that the words flew out of their heads. Sounds familiar? In most cases the student's new vocabulary remains passive.

However, passive vocabulary is very important for comprehension as well. This is the question of understanding another speaker - as a listener needs to have a passive vocabulary. It is called receptive knowledge of English.

When active vocabulary is necessary to use students need to create their own sentences. This is called productive knowledge of English.

So, we suggest four ways by which we check if the students know the vocabulary at the basic level or can confidently use words in productive speech and in the technical sphere.

1. Check in live chat.

The most reliable way to test target vocabulary activity is to talk to a student about the topic. It is important that the student does not understand that you are testing him – that is, no flashcards or speaking activities; it should be a spontaneous conversation. This way connects the brain when they speak their native language. After all, they don't really think about the case or gender to put, they just say. The same effect needs to be achieved in English.

For example, we taught Past Simple for several lessons. Later, without any materials, we can ask students to talk about the childhood or last travelling, first experience of travelling by air or first working experience. This task should sound spontaneous and friendly, but not like checking a speaking at the exam.

2. Set the context.

Often new vocabulary is checked by dictations and their variations. These techniques are fine and they test memorizing a specific list of words. Learning words in isolation helps students memorize the vocabulary in the short term. This method will not help students to keep these words in the memory after the test. When teaching productive skills of language this method is not effective. To test if the student can remember the right word in a particular situation, set the appropriate context.

For example, not everyone will quickly remember the word "steerable" outside a certain situation. But if we talk about aviation, it should pop up automatically, provided that the word has been correctly "loaded" into memory.

3. Use a repetition technique.

If the word is difficult, very important, or extremely difficult to remember, the teacher can use the repetition method. One of the examples, the teacher needs to drill the construction “is/was used to”. The student should repeat in the sentences as more as it is possible. For the students of technical specialization the examples can be the following: “Iron was used to make ornaments. Copper was used to make cooking utensils and coins. Gold is used to create precious jewellery. An alloy formed from iron and carbon is used for cooking utensils and pans.”

The main feature is the exaggerated number of keyword repetitions. The main thing is not to forget to clarify that this style is only suitable for drilling, not for live communication. It is also very useful to use repetition, creating numerous examples of the use of the word in different contexts.

For example, learn the word “reinforce”:



Concrete is reinforced with steel.

Let's reinforce good behavior.

The bridge is in need of reinforcement.

4. Get out of the comfort zone.

The main pitfall of using new vocabulary in speech is the comfort zone. If a student successfully opens parentheses, clicks the Quizlet faster than anyone else, or even used it several times in a conversation with a classmate or teacher, this is not an indicator that he will be able to use this vocabulary in life.

The stress level of real communication in English is several times higher: a stranger, background noise, attempts to understand what the interlocutor is saying and other factors, such as using technical meaning of the words. Of course, those increase the level of stress. All this overloads the brain and takes away all its resources for adaptation to new conditions. At this moment a person has no time for vocabulary.

The decision is not easy but understandable. Teachers should ask students to do what they are scared, uncomfortable, or unwilling to do. In the lesson this can be reproduced in the format of unexpected activities: interviews, phone conversations, consultations. The more unexpected situations are created, the easier will be for students to manage difficulties.

Learning should be enjoyable and motivating, but too calm and fun approach does not prepare students for real life. From the point of view of the brain sciences, it has been proven that information that has not perceived as stress is most likely to be forgotten at the most inopportune moment.

References

1. <https://www.myenglishlanguage.com/teacher-resources/teaching-vocabulary/>
2. <https://www.myenglishlanguage.com/teacher-resources/ppp-technique/>

УДК 378.147(043.2)

Liudmyla Nemlii, PhD,
Artem Fedorchenko, student
National Aviation University, Kyiv

CABIN CREW ENGLISH LANGUAGE REQUIREMENTS

English is a major language in aviation. Therefore, every employee, particularly the flight attendant, must have it at a fairly high level.

The flight attendant is personnel who is responsible not only for the comfort of the passengers during the flight but for their safety first. Therefore, the language knowledge of the flight attendant should cover a fairly large area of human's life, such as food and drink service, thus technical sphere as aircraft structure.

Catering on board is one of the processes flight attendants are responsible for. Because each passenger is individual, flight attendant should be prepared for different situations. The flight attendant must be able to explain the difference between the dishes or offer a compromise. To do this, he needs to know well how one or another ingredient is called in English. After all, English is a language which is used in aviation and flight attendants who desire to work in international air company should be ready to communicate with foreigners.

The knowledge of the aircraft structure is needed for rapid coordination in case of emergency situation. Flight attendants must know all the markings on emergency equipment and emergency exits, as modern aircraft are mostly manufactured abroad and all markings are made in English.

Most airlines provide English training courses for their future and current employees. However, if their candidates are familiar with necessary aviation vocabulary and can discuss any aviation topic easily the employers will appreciate them greatly and give them preference before less professional ones. The topics in English that a flight attendant should know are the following:

1. Navigation and directions. Even before boarding the plane, passengers can turn to aviation personnel for help. You need to be able to orient where the exits, check-in and where to leave luggage.
2. Types and classes of air tickets. On board, the flight attendant will have to explain to passengers where they should sit, what is included in the cost of their tickets, in what class they fly, whether they can sit at the emergency exit or illuminator.
3. Service. Providing comfort and good service on board is one of the key functions of flight attendants. They need to know how to offer passengers food, blankets or other additional services provided by the airline. And they should be able to apologize and offer help.
4. Onboard personnel. When learning English for flight attendants, you should pay attention to how correctly name each member of the team - both ground and onboard. After all, often the team will change, and it is difficult to remember all the names.

5. First aid. It is often necessary to provide first aid on board. People flying at high altitude can get sick at any moment. Then, knowledge of English for the flight attendant can be a matter of life and death. It is necessary to know well the medical terminology and rules of the first medical aid.
6. Emergencies and safety. Another key role of the flight attendant is to ensure the safety of passengers. At the pre-flight briefing the flight attendant introduces rules of safety to passengers. As usual flight attendants learn the instructions by heart, but in case of an emergency, they need to be able to clearly articulate what passengers should do, where the emergency exits are, and so on. They also need to know what to say if there is an aggressive passenger on board or someone has a panic attack (1).

So, after analyzing all above, we can make a conclusion that the flight attendant must speak English fluently. Because a large proportion of all work routine situations that occur on board during a flight depends on how well the flight attendant can navigate in explaining the sequence of actions to passengers in English and how well he can navigate the meaning of signs and inscriptions on board the aircraft.

References

1. <https://yappi.com.ua/ua/posts/read/anglijskij-dlya-styuardess-kak-podgotovitsya-k-sobesedovaniyu - a21>

УДК: 629.7.07(043.2)

Конін В.В., проф.,
Каленченко В.Р.

Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПРИДУШЕННЯ СПУФІНГУ ГЛОБАЛЬНИМИ НАВІГАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

При використанні технології GNSS одним із основних проблемних питань є захист апаратури користувача від навмисних та ненавмисних радіоперешкод. Сигнали GNSS на вході антени користувача мають номінальний рівень -130 dBm і навігаційна апаратура користувача може піддаватися навмисному приглушенню сигналів супутників і навмисним перешкодам (spoofing GNSS), які імітують сигнали GNSS та можуть створити умови для руху об'єкта по заданій зловмисниками траєкторії.

Спуфінг – це перешкода, яка являє собою сигнал подібний сигналам навігаційних супутників. У спуфінг закладається хибна інформація, яка спіймається навігаційним приймачем як корисний сигнал. У результаті приймач виробляє хибні координатні рішення, об'єкт рухається по траєкторії заданій зловмисниками чи з великими помилками здійснює синхронізацію часу. Хибний сигнал складається із сигналів усіх супутників і приймається навігаційним приймачем з одного напрямку. Після придушення хибного сигналу приймач повинен працювати у штатному режимі при умові, що приймається необхідне число сигналів навігаційних супутників.

Якщо для об'єкту, який координатно вирішує тимчасову задачу застосовується агресія у вигляді спуфінга, то для її пом'якшення чи придушення може використовуватися адаптивна для перешкоди антена решітка.

Привабливість методу просторової фільтрації перешкод за допомогою адаптивних антенних решіток складається в тому, що відпадає необхідність втручатися у програмне забезпечення приймача, оскільки даний метод може бути повністю автономним і сумісним із більшістю навігаційних приймачів.

Адаптивна антена решітка знижує величину сигналу перешкоди в обраному секторі, але разом із сигналом завади видаляються/послаблюються і сигнали деяких навігаційних супутників. У науково-технічній літературі відсутні відомості про кількість супутників, котрі залишилися після усунення сигналу перешкоди для випадків коли у зоні прямої видимості присутні навігаційні супутники декількох систем. Частково ці питання розглянуті у роботах [1, 2]. Розвитку та дослідженню цього питання присвячене це дослідження.

Адаптивна антена решітка (АР) складається з випромінювачів $-1, \dots, n$, фазообертачів $\varphi_1, \dots, \varphi_n$, атенуаторів A_1, \dots, A_n , суматора та модуля керування амплітудою та фазою рис.1 [1],

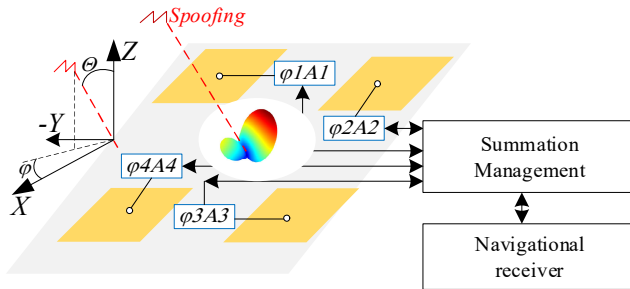


Рис. 1 Адаптивнаантенарешітка

Діаграма спрямованості антенної решітки по полю, яка складається із n елементів, має вигляд [3]:

$$D(\theta, \varphi) = I(\theta, \varphi) \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot \exp(j \frac{2\pi}{\lambda} \sin \theta \cdot (x_i \cos \varphi + y_i \sin \varphi)),$$

де $I(\theta, \varphi)$ - діаграма спрямованості випромінювача,

θ - кут, який рахується від осі Z, співпадаючий з нормаллю до площині AP,

φ - кут, який рахується від осі X, лежачий у площині AP та перпендикулярній осі Y,

x_i, y_i – координати фазового центра i -го випромінювача в прямокутній системі координат.

Для моделювання процесу придушення спуфінгу у данній роботі використовується експериментальне отримання даних за допомогою навігаційної станції на базі супутникового приймача OEM 719. Приймач встановлюється у решим прийому сигналів від GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BEIDOU, QZSS із верхньої напівсфери. Повідомлення, які створюються приймачем записуються у файл. Ці повідомлення повинні містити кути, під якими спостерігаються супутники з позиції споживача, співвідношення сигнал/шум та геометричний фактор.



Рис.2. Блок-схема програми для моделювання придушення спуфінгу.

Співвідношення сигнал/шум також може бути счинаний із файла чи діаграми в інтерфейсі програмного забезпечення NovAtelConnect. Блок-схема програми, за допомогою якої досліджувалась запропонована модель, зображена на рис. 2.

Додамо деякі результати моделювання. На рис. 3 зображені вхідні наді отримані експериментально та підготовлені для моделювання. На кругових

діаграмах супутники GPSкулями, ГЛОНАСС-прямокутниками, GALILEO-ромбами, BEIJU-п'ятикутниками, QZSS-трикутником. У подальшому спуфінг буде зображений шестикутною зірочкою. Усього 33 супутники.

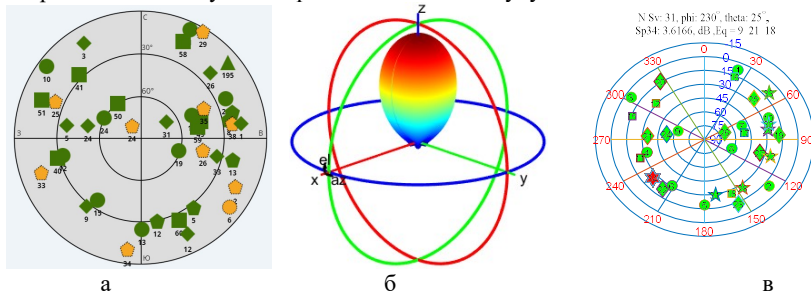


Рис. 3. Вхідні дані: а-отримане експериментально розміщення супутників, б-діаграма спрямованості антени решітки без застосування процедур адаптації, в-видимі супутники після проходження через чотирьох елементну решітку

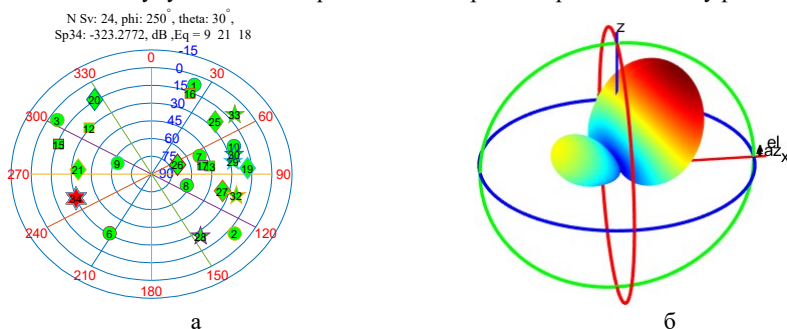


Рис. 4. Результати моделювання при застосуванні процедури придушення спуфіngu: а-видимі супутники, б-діаграма спрямованості.

Покажемо ефективність усунення спуфіngu, якщо перешкода проходить, наприклад, із південно-східного напрямку ($\varphi = 250^\circ, \theta = 30^\circ$). Результати моделювання приведені на рис 5.

На рис.4 показані результати моделювання, коли сигнал спуфіngu приходить з напрямку $\varphi = 250^\circ, \theta = 30^\circ$. На круговій діаграмі позначено NSv = 24-кількість супутників, які залишилися після процедури придушення спуфіngu, Sp34-величина придушення спуфіngu в dB, Eq = (9 21 18) - номери супутників, рівняння сигналів яких було застосовано при вирішенні задачі адаптації. Із приведених вище даних, у результаті застосування процедури придушення спуфіngu із заданого напрямку теоретично досягнуто придушення-323 dB. При цьому, у результаті деформації діаграми спрямованості з розрахунку навігаційної задачі виключилися 9 супутників із 33.

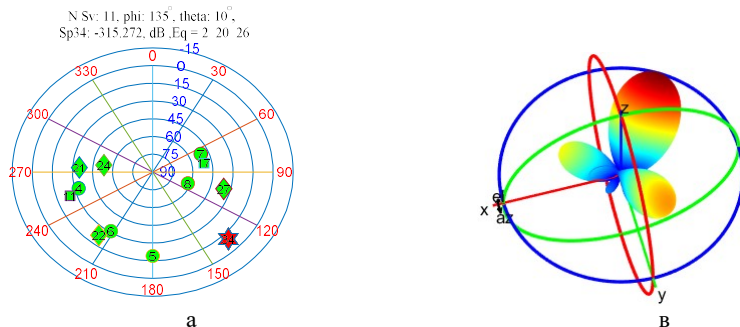


Рис. 5. Придушення спуфінгу (неоптимізований варіант): а-видимі супутники, б-діаграма спрямованості.

Як результат, усунення перешкоди при заданих умовах було втрачено 22 супутники з 33. Це не кінцевий результат. Є можливості оптимізувати цю задачу використовуючи сигнали інших супутників, якщо у цьому є необхідність.

Таким чином, модель усунення спуфінг-перешкод у частині приграмних рішень отримала розвиток і вдосконалення. Результати моделювання процесу придушення спуфінгу показали ефективність розглянутої моделі.

Список використаних джерел

1. Y. Averyanova, O. Kutsenko, V. Konin, Interference Suppression at Cooperative Use of GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, Proceedings of the first Ukrainian Microwave Week 2020, pp. 44-48.
2. O. Kutsenko, Y. Averyanova and V. Konin, "Simulation of Four- Directional Spoofing Suppression with Five-Elements Antenna Array," 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2021, pp. 213-216, doi: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575929.
3. Конин В.В., Харченко В. П. Системы спутниковой радионавигации. – К.: Холтех, 210. – 520 с.

УДК 629.7

Iradukunda K., PhD.
National Aviation University, Kyiv

UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR CORONA VIRUS VACCINES

I. Introduction

The Application of the Vaccines in remote area is very important for better protection and fast developments. Often the best way for healthy departments to reach rural and remote population is through trusted sources where they routinely go for information in their local community rather than trying to make direct contact. For vaccines purposes, people travel long distances to reach the main clinic centers or wait until the right means of transportation is available and they could get the vaccines. For instance, some African, Asian and even USA rural area, Vaccination rates are lower. Researchers said [1], that the vaccination rate disparity is concerning given that COVID-19 infection and mortality rates are higher in rural areas and rural hospitals with less capacity to deal with the severe cases. In this paper we describe an architecture UAV which can be employed for vaccines transportation. The transportation process of vaccines in the developed drone is done by the controlling the drone with the radio controller using the wireless communication, transmitter and receivers [2].

II. Problem definition

Drone is working, in most cases, in combination with GPS. It may be remotely controlled or can fly autonomously by software-controlled flight plans in their embedded systems. Up to date, many airbus helicopter types are being deployed by military services and civil operators- from single engine H125 light utility version to the twin-engine heavy-lift H225M for Vaccines distributions in rural remote areas where by more than 500,000 vaccine doses were distributed but there are still some zones where by a helicopter can not reach, Helicopters are mostly known as the last leg in the chain of transportation but drone are taking the crown here for being the most accessible , easy operations and less cost efficiency[3]. According to Federal Aviation administration (FAA) drones should fly in Part 135 or 107 certification and it's the only path for small drones to carry the property of another for compensation beyond visual like of sight [4].

III. UAS characteristics choice and substantiation

1. Frame size and weight.

The size of a drone frame is a basic factor, it is also known as the wheelbase but knowing the rough size and use for a drone is not enough. Quadcopter frame sizes are mostly expresses in millimeters, we don't want to build an indoor quadcopter only to realize the frame as far too big, therefore it is advised to keep under 120mm for indoor use and above 12mm for outdoor [5]. Since the intended drone is for vaccines distribution purposes, fuselage size will be taken into consideration for at least 14.1 to 15lbs which will give us a way to carry up to 6-7Kg of COVID-19 Vaccines in the remote rural areas in a timely manner. For drone design the information from [5] was used. remote rural areas in a timely manner.

The table below simplifies the wheelbase, prop size, and suitable motors [5]:

Table 1: Size of drone's architecture

FRAME SIZE (WHEELBASE)	PROP SIZE	MOTOR	kilovolt (kV)
100mm	2 inches	1102 – 1104	6000+
120mm	3 inches	1104 – 1106	4000+
150mm – 180mm	4 inches	1306 – 1408	3000+
200mm – 220mm	5 inches	2204 – 2306	2100 – 2800
235mm – 280mm	6 inches	2205 – 2308	1600 – 2500
330mm – 350mm	7–8 inches	2208 – 2212	1500 – 1600
450mm – 500mm	9-10 inches	2212 – 2216	800 – 1000

Since frame play a big role in the construction of a drone, it is important to take light weight because if weight is higher, it can be complexities in the lifting of the drone, taking all parameters into consideration, light weight polyvinyl chloride (PVC) pipes is used for fabricating the drone

2. *Motor.*

Crazepony EMAX RS2205 shows better features and suitable for 210, 220, 250, and 280 First Person View (FPV) racing drones. Also, they go well with 5-inch propellers like 5030, 5035, and 5045. This battery offers mind-blowing performance when used with a lighter frame which we are planning to use for this research drone. The illustration of Crazepony EMAX RS2205 is shown if Fig.1.

3. *Electronic Speed Controller.*

Electronic Speed Controller (ESC) serves in the process of active or regenerative braking whereby a motor's mechanical energy is converted into electrical energy which can be used to recharge the drone's battery. During periods where the drone is

decelerating, the motor can act as a generator, and the ESC handles the excess current that can be fed back into the battery [5].

4. Propeller.

In proposed drone design the simple plastic 12-inch propellers were used. They have provided satisfying stability, lightness, and limited vibrations. These propellers are shown in Fig.3.

5. Battery.

When drone design the choice was to use the 6500 mAh battery to provide a better flight time and fulfill the work proposed. The battery is shown in Fig.4. Flight and Radio Controller.

6. Flight controllers

Flight controllers (FC) are circuit boards with sensors such as gyroscopes, accelerometers and several other useful sensors including barometer, compass, etc. [6].

The Naza-M V2 by DJI features different components such as: GPS, Better altitude and refined in-air stability, 2-axis stabilization algorithm, Great take-off mode, No hassle with configuring the device manually, Low battery voltage monitoring. For the drone to work, the transmitter should be adjusted with the flight controller using the receiver, then the transmitter is linked with the drone. As per command the drone will operate [7]. The flight controller is shown in Fig.5.



Fig. 1. EMAX RS2205

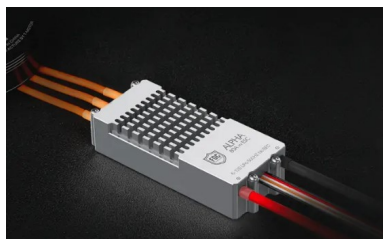


Fig.2 Electronic Speed Controller



Fig 3. Propeller Fig.



4 Lipo Battery



Fig 5. Naza-M V2 FC

IV Results

The drone developed is competence and robust for the described application of distributing COVID-19 Vaccines in the rural remote areas whereby no other means of transportations. The operation of the designed drone in real conditions has shown that this drone can fly as much time as calculated and specified. This drone fits to the claimed purpose as per the cost and weight [8].

V Conclusion

The main use and advantage of the propose drone design considered in the research paper is that drone will assist a big number of populations in rural remote areas on fighting against Corona virus while getting the required vaccinations with no logistics challenges. The rural distribution of much of African, Asian's population is one factor that can make road-based delivery of medical supplies time-consuming but with drones (UAVs) operation will smooth the process. Currently the drone we have developed is for coronavirus vaccine transportation but there are a lot of future scope for this concept.

References

- [1] Why COVID-19 Vaccination Rates Are Lower in Rural Areas of the U.S. Monday October 4 by Lily datz
- [2] Euro news; drone delivery of vaccine doses by AISLING NÍ CHÚLÁIN
- [3] COVID-19 vaccines in remote locations: airbus helicopters rise to the challenge. 01 February 2021 Airbus
- [4] [https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/package deliver drone](https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/package_deliver_drone)
- [5] How to Choose the Right Quadcopter Drone Frame. By Joseph flynt, February 5,2019
- [6] [Best Drone Controllers \(Flight Controller\) 2021 \(photographypx.com\)](https://www.best-drone-controllers.com/)
- [7] <https://dojofordrones.com/drone-flight-controller/>
- [8] <http://www.rcdronegood.com/best-racing-drone-frame/>

UDC 656.052.7

Baidin D.D., student
Luppo A.Y., Associate Professor
National Aviation University, Kyiv

FREE ROUTE CAPACITY OF UKRAINE

Free Route Airspace (FRA) is a specified airspace within which users may freely plan a route between a defined entry point and a defined exit point. Subject to airspace availability, the route can be planned directly from one to the other or via intermediate way points, without reference to the ATS route network. Within this airspace, flights remain subject to air traffic control. If for some reason this is not appropriate (e.g. a danger area needs to be avoided) additional turning points can be specified. These can be navigational aids, published navigational points or points with specified coordinates. The following diagram gives an overview of the main FRA rules:

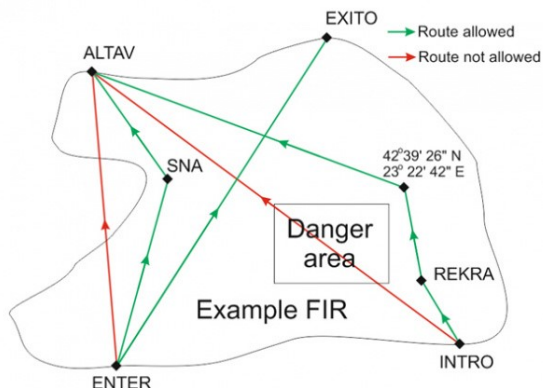


Fig. 1. Example of allowed and not allowed FRA routes to be considered during the pre-flight planning.

Benefits of FRA is a way of overcoming the aviation sector's efficiency, capacity, and environmental problems by helping reduce fuel consumption and emissions, while improving flight efficiency. At the same time, it paves the way for further enhanced airspace design and ATM operational concepts.

The implementation of FRA offers several efficiency benefits for the operators. There are also a number of challenges and issues but, overall, this is considered one of the most cost-effective changes to the ATS provision in Europe. The most notable benefits are

reduced flight time, reduced CO₂ emissions, as a consequence of the reduced flight time;

reduced fuel waste, also a consequence of the reduced flight time and more optimal flight profiles, low implementation costs for ANSPs – in most cases implementation of FRA is supported by the existing ACC equipment, fewer conflicts – since the same number of aircraft are spread over more routes. weight optimization – in general FRA

reduces the difference in distance between the planned route and the actual route. This in turn reduces the amount of extra fuel that needs to be carried potentially allowing for a heavier payload.

As any new technology and procedure in aviation, FRA poses a number of challenges to the users. These do not outweigh the benefits but need to be addressed properly in order to gain the best of FRA. Such issues and challenges are:

Conflicts may become harder to detect due to the spread and increased number of possible conflicting points.

Changes to the separation provision methods used by ATC (e.g. direct routes are less an option for solving conflicts since most aircraft are using the most direct route available anyway).

Vectoring aircraft that have planned their route using points with geographical coordinates can lead to issues when instructing the flight crew to resume own navigation.

Conflicts occurring shortly after entering the area of responsibility of an ATC sector require controllers to be even more vigilant during transfer/acceptance of control.

Need for coordinated approach to FRA implementation – the efficiency benefits will only be achieved if FRA is deployed over large areas and appropriated measures are taken so that aerodromes do not become bottlenecks.

Need for enhanced (system supported) coordination between ANSPs in case FRA extends beyond the state borders.

Use of odd/even levels, usually determined in the respective AIPs, may not follow the standard assignment (i.e. odd=eastbound, even=westbound).

Aircraft flying along the sector boundaries – the probability of loss of separation in case of deviation from the planned route (e.g. due to weather) shall be given due consideration.

Aircraft flying near restricted areas (danger areas, TRAs, TSAs, etc.) that have no built-in safety buffer.

Sectorization may need to be optimized to better accommodate the new traffic flows. This is a particularly challenging task in case of time limited FRA implementation.

The lack of fixed routes increases the risk of blind spots, both within the area of responsibility and near the borders.

Airspace users. The move from routes to free airspace availability offers significant opportunities to airspace users. Savings in distance from these improvements could be as much as 25 000 NM a day. Flying distances can be reduced by approximately 7.5 million NM, representing the equivalent of 45 000 tons of fuel saved, or a reduction in emissions of 150 000 tones, or EUR 37 million. Airspace users are gradually adapting their flight planning systems to fully exploit the potential of FRA while the concept is compatible with current navigation capability.

ANSPs. Operating a FRA environment offers improved predictability thanks to more stable trajectories while at the same time enhancing the use of conflict detection tools. This concept can lead to a better spread of conflicts compared with the concentration of conflicts generated by the current fixed route network. In addition, ANSPs have not identified any major problems which would prevent them from

implementing the concept even in one of the busiest volumes of airspace in the world - the area covered by the Maastricht Upper Area Control Centre.

FRA is a key landmark in achieving free routing across European airspace on the road to SESAR business trajectories and 4D profiles. By 2019/20, additional savings of between 60 000 - 75 000 NM a day can be expected, with the subsequent fuel, environmental and cost benefits. FRA will make it possible to meet the demands of future airspace users over the next 50 years, such as civil and military RPAS, hypersonic transport, spaceplane operations to sub-orbit, wireless network balloons and airships.

Advantages of FRA implementation in Ukraine:

For aircraft operators:

- Ability to plan the shortest routes
- Ability to optimize the flight profile
- Fuel economy
- Reduction of CO₂ emissions, nitrogen oxides NO_x

For air navigation service providers:

- Low cost of project implementation works
- Increasing the attractiveness of airspace

References

1. <https://www.fab-ce.eu/airspace/free-route>
2. <https://www.icao.int/MID/Documents/2018/ACAC-ICAO%20Civ-Mil%20WS/13-%20Session%202.2-1.pdf>
3. <https://www.eurocontrol.int/concept/free-route-airspace>
4. [https://www.skybrary.aero/index.php/Free_Route_Airspace_\(FRA\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Free_Route_Airspace_(FRA))
5. ICAO Free route airspace (FRA) implementation projections 2020-2024

УДК 629.7.07(043.2)

Luppo O. E., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Bezpalko N.O., student
Alifirenko T.O., student
National Aviation University, Kyiv

MODIFICATIONS TO THE STANDARDISED EUROPEAN RULES OF THE AIR (SERA) WITH UAS IMPLEMENTATION

The many activities for which unmanned air systems (UAS) are used – from military through commercial to leisure – can be performed by pilots who are not necessarily aware of the rules of the air. They are also of very different dynamics to conventional aircraft, being slower, and much smaller and therefore more difficult to see. They can therefore pose a serious safety threat to other, manned, aviation, particularly below the lowest VFR altitude.

That is why it is necessary to define new flight rules that apply to these UAS and to other aircraft near them.

As one of the principal objectives of flight rules is to ensure the safety through effective understanding and execution of responsibilities, a major problem that arises from the introduction of UAS into the airspace is the definition of priorities and rights of way, taking into account the vastly different speeds and capacities of different aircraft.

The issue of right of way has been addressed by the EASA Opinion [EASA, 2018] in the Open category by stating that UAs must remain in VLOS, and a thorough visual scan of the airspace surrounding it must be maintained to observe any other aircraft and not create any hazards for them. They put the responsibility for not endangering other aircraft on the UAS pilot.

If we talk about priority, the EASA claims that manned aircraft should have priority over unmanned, but they realise that the issue of priority could, however, be quite complex e.g. should an UA engaged in a search and rescue mission, or transporting life-safety equipment or transplants, give the right of way to a GA aircraft on a joy-riding flight.

However, the overriding problem with integrating VLOS into VFR is that the additional rules for VLOS are likely to be very complicated, so the competent authorities will need to translate these into a simpler way, taking into account the target audience. To this end, EASA has prepared information for consumers, which contains information on what can and should not be included in UAS sales packages and is discussing safety promotion with member states.

Due to the fact that UAV flights are developing in both European and Ukrainian airspace, it is simply necessary to introduce flight rules for this category of aircraft. There are currently no such rules, so we suggest that EASA's proposals be taken into account when developing national rules.

UDC: 629.7.07(043.2)

A. Almbaidyn, student
T. Shmelova, Doctor of Science
National Aviation University, Kyiv

COLLABORATIVE DECISION-MAKING MODELS BY THE AVIATION OPERATORS IN EMERGENCY/ ENGINE FAILURE DURING TAKE-OFF

ICAO documents recommend the development of intelligent expert systems in aviation to support decision-making by operators. The efficiency of aviation systems and flight safety depend primarily on the reliability of the human operator, as well as on his timely professional decisions.

The global working concept of air traffic management (ATM) system envisages collaborative decision-making in air traffic control based on dialogue and real-time information evaluation. Coherent and clear interaction between aviation operators is paramount during in-flight emergency. Air traffic controller is responsible for the correctness and timeliness of the information and instructions provided to the flight crew and/or UAV operator. So, obviously air traffic controller plays an important role in such situations. The main requirement for air traffic controller during emergencies is constant readiness to provide required assistance to flight crew, depending on the type of situation along with the considering the situation in the air and meteorological conditions. If occurs a need for an immediate response in emergencies, there is a necessity to introduce new technologies and develop intelligent systems to support safe and effective collaborative decision-making. The methodology of such systems can be used in decision-making in emergencies and selection of appropriate measures to prevent them.

Purpose of the work – development of collaborative decision-making models by the aviation operators in emergency for further improvement of situational awareness and the decision-making process by the aviation operators with the use of new artificial intelligence technologies. Human error has been documented as a primary contributor to more than 70 percents of commercial airplane hull-loss accidents. While typically associated with flight operations, human error has also recently become a major concern in maintenance practices and air traffic management. The term "human factors" has grown increasingly popular as the commercial aviation industry has realized that human error, rather than mechanical failure, underlies most aviation accidents and incidents.

EUROCONTROL has developed a standard model for handling unusual situations that was incorporated in ATC training. The proposed ASSIST model has not been intended to replace emergency procedures but rather to act as a mnemonic used in combination with procedures. Engine failure may result in impossibility to continue the flight and resulting in loss of altitude, diversion to another aerodrome, forced landing. The carrier or ANSP should provide operations staff, flight crew or ATCs with operating manuals, insisting emergency procedures.

The solution of emerging complex problems is possible only by comprehensive consideration of all aspects of the human factor and favorable informational, technical, ergonomic, organizational and functional-systemic factors in a single integrated air transport system on the basis of system-wide organic principles. Modern approaches to

the problem of the human factor do not solve the problem of optimal human-operator interaction with a complex control system. Theoretical research focuses only on single-channel human-operator interaction with the system, ignoring multichannel and vector interactions. Consideration of this functional interaction as multi-channel requires the development of a vector model of the human operator as an integral part of a complex system. Stochastic method in decision making represents dynamic processes with randomness during the modelling. Any model in the real-world processes must take into consideration the possibility of randomness. Random chance works well for low-rates tasks and decisions when options are well-determined and all possible results appear equal. Stochastic multiple criteria decision making (SMCDM) refers to the problem of selecting alternatives associated with multiple criteria, where consequences of alternatives with respect to criteria are in the form of random variables [1]. Associated problems arise very often in a real-life situations.

In theory, a stochastic method is one where you choose randomly from a number of different options. The process can be as private as a coin-flip or as public as a roulette wheel; the point is not to waste time doing deep dives when any of the options appear to work equally well [2]. Fig.1 shows the graphical overview of the stochastic method characteristics.

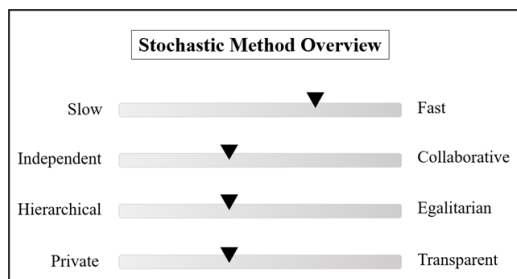


Figure 1 Graphical Stochastic method overview

The advantage of this method is a fast decision making which will be helpful during emergencies. But the disadvantage relies of the outcomes which can be dangerous unless all variants are well-vetted for equivalent results. In recent years, some methods using stochastic dominance (SD) rules have been proposed to solve SMCDM problems [2]. Generally, these methods consist of comparison and selection processes. The first one is needed to define whether exists a SD relation to compare any pair of alternatives using these rules. The second one is needed to classify alternatives based on the previously determined SD relations using outranking methods or other interactive procedures.

Stochastic multi-objective acceptability analysis (SMAA) is another tool for supporting SMCDM or group decision making analysis, in which both criterion values and criterion weights are uncertain [1]. In SMAA, Monte Carlo simulation is used to generate random outcomes of criterion values and criterion weights [1; 2]. In every iteration an order of determined alternatives based on the final outcomes. After a large number of iterations, the rank acceptability index, holistic acceptability index, central weight and confidence factor of each alternative are respectively obtained, which are

valuable data for the DM to identify desirable alternative(s) [2]. Below on the Fig.2 represented an example of the stochastic model in decision making.

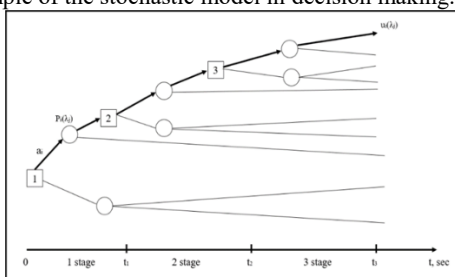


Figure 2. Stochastic model in decision making

In stochastic network of the flight situation development of GERT type the tops are represented by stages of the situation (normal, complicated, difficult, emergency or catastrophic), and the arcs are represented by a process of transition between stages of the situation. The algorithm of stochastic network analysis was developed [2]. Deterministic model for ATC is presented in Fig.3, where $\{A\}$ – is the set of the operations which are carried out by the controller in accordance with ASSIST; $\{T\}$ – is the time of decision making; $\{P\}$ – is the set of the probabilities of j -factor influence during i -alternative solution choice; $\{U\}$ – is the set of the losses associated with choosing i -alternative solution during j -factor influence; $\{R\}$ – is the set of the risks associated with choosing i -alternative solution during j -factor influence; $\{\lambda\}$ – is the set of the factors influencing DM [3; 4].

The stochasticity of the criteria is considered using stochastic dominance, prospect theory, and regret theory [3]. Fig 3 shows the percentage of the stochastic criteria methods.

Stochastic dominance. There are two groups of utility functions that define the rules of SD. The former group comprehends first, second, and third-degree stochastic dominance, while the latter group comprehends first-degree stochastic dominance, second inverse stochastic dominance, third inverse SD of the first type. The first group is utilized in the gains domains, but the second group is used in the losses domain [4].

Prospect theory. The optimal alternative is determined by the probability weight function with respect to the prospect values of all alternatives. The outcome is identified as the profit or income when the welfare exceeds the control point. Otherwise, the final result is identified as the disappearance. The PT underlines the difference between expectation and result, rather than the result itself; hence, the selection of reference point is very important [4].

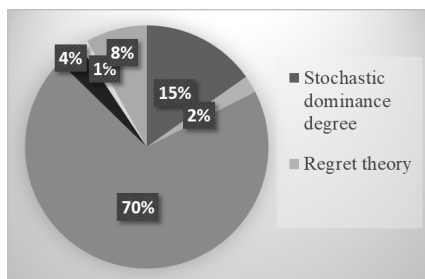


Figure 3 Relation of methods used in stochasticity

Fig.4 shows the research overview of the Stochastic multiple criteria decision making (SMCDM) method.

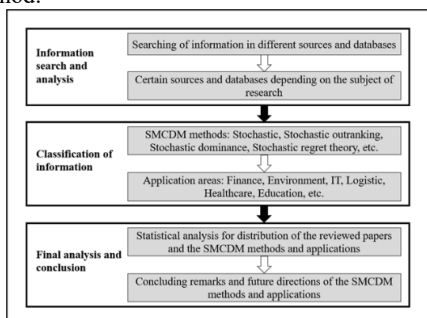


Figure 4 Research methodology of the SMCDM review

A deterministic method in which the chance of occurrence of the variable involved is ignored and the method or model used is considered to follow a definite law of certainty, and not probability [1; 2].

Decision making under certainty is easy to follow. The outcomes are known and the related risk is minimized. It's absolutely another matter to make decision under risk or uncertainty. The results are unpredictable because you don't have all the necessary information about the alternatives. So, comparing to the decision making under uncertainty or risk the decision-making process under certainty will be quite simple. That one that maximizes more accurate results and responds better to the initially set objectives and tasks will be chosen.

Literatures

1. Information Resources Management Association (USA). Chapter 46: Applications of Decision Support Systems in Aviation / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda- Encyclopedia of Information Science and Technology, Fifth Edition (3 Volumes), USA, Pennsylvania. IRMA 2020. – P.182-214
2. 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

УДК 629.735.051:681.004.383(045)

Мазур І.І., студ.
Аргунов Г.Ф., старш. викл.
Національний авіаційний університет, м. Київ

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ ТРЕНАЖЕРІВ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ДИСТАНЦІЙНО-ПІЛОТОВАНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

У теперішній час має місце порушення стійкості системи «людина - природа - суспільство». Це обумовлено істотним деструктивним впливом людства на стан навколишнього середовища в результаті надмірного зростання продуктивних сил і кількісного зростання чисельності населення. Все це призводить до величезного посилення антропогенного навантаження на екосистеми. Інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу зумовило виникнення низки глобальних екологічних проблем. Одним з основних шляхів реалізації концепції сталого розвитку суспільства вважається впровадження на всіх організаційних рівнях науково обгрунтованої системи екологічного і соціально-економічного менеджменту. Для цього служить система екологічного та соціально-економічного моніторингу.

В даний час у зв'язку з бурхливим розвитком комп'ютерних технологій, тренажери стають інтелектуальними людино-машинними системами. В сучасних тренажерах, що розробляються на базі інформаційних технологій, впроваджуються елементи людино-машинного інтелекту, використовуються системи імітації зовнішньої обстановки, що забезпечують ефект занурення у віртуальну реальність, застосовуються автоматизовані системно б'єктивного контролю в реальному масштабі часу з аналізом рівня натренованості, створюються оптимальні електронні інструктори і автоматизовані навчальні системи. [1]

Необхідність створення тренажерів екологічного моніторингу.

Тренажер ДПЛА (дистанційно пілотований літальний апарат)- високоорганізований технічний засіб навчання, тому важливо оцінити наскільки близько в ньому відтворюються характеристики реального літака. Отримання об'єктивної кількісної оцінки тренажера ДПЛА на сьогоднішній день пов'язане з великим обсягом випробувань і великою кількістю контрольованих параметрів. Тому існує необхідність у розробці автоматизованої системи випробувань у складі тренажера. Точність відтворення характеристик у тренажері ДПЛА в першу чергу залежить від закладеної моделі динаміки польоту. Імітатор динаміки польоту тренажера повинен дозволити відтворювати всі етапи польоту літака: зліт, набір висоти, політ за маршрутом, зниження, захід на посадку, посадку і руління. У тренажері ДПЛА найбільшого поширення набули математичні моделі динаміки польоту, засновані на рішенні нелінійних диференціальних рівнянь. До особливостей імітації руху ДПЛА, при навчанні оператора на тренажері, можна віднести імітацію позаштатних і аварійних ситуацій, чи наприклад відмови бортового обладнання.

Функціональне призначення тренажера екологічного моніторингу.

Відпрацювання вправ на тренажері передбачає управління ДПЛА при вирішенні таких завдань екологічного моніторингу:

- моніторинг атмосферного повітря та водних ресурсів;
- контроль і оцінка збереження біологічної ландшафтного різноманіття, розвитку природно-заповідного фонду та формування національної екологічної мережі;
- моніторинг земельних ресурсів та ґрунту;
- контроль і оцінка використання надр та поводження з відходами;
- моніторинг за станом екологічної безпеки техногенно небезпечних об'єктів і підприємств;
- моніторинг впливу промислових підприємств на навколишнє середовище;
- моніторинг впливу об'єктів сільського господарства, транспорту та енергетичного комплексу на навколишнє середовище;
- виявлення і контроль за ходом ліквідації та усунення наслідків надзвичайних ситуацій (стихійні лиха, пожежі, повені та ін.)

На тренажері екологічного моніторингу одночасно можуть відпрацьовувати навички фахівці трьох напрямків:

1. Оператор траєкторного управління (оператор управління апаратом задає курс польоту, висоту, виробляє маневри)
2. Оператор управління цільовим навантаженням (у його завдання входить безпосередньо ведення розвідки за допомогою тих чи інших сенсорних блоків (відео апаратура, інфрачервона техніка, засоби радіолокації)).
3. Технік безпілотного апарату (вінготує ДПЛА до польоту і здійснює пуск і посадку)

Підготовка всіх цих трьох категорій фахівців і ведеться в одному тренажерному комплексі. І якщо місце техніка завжди поруч з «залізом», то оператори, для початку, навчаються в класах за дисплеями тренажерів. При цьому оператор траєкторного управління змінює траєкторію руху ДПЛА на електронній карті місцевості, в той час як картинку з камери в реальному часі отримує оператор управління цільовою навантаженням. [3]

Навчальна програма підготовки операторів на тренажері повинна передбачати: основи управління ДПЛА; ручний і напівавтоматичний політ; ручний і автоматичний політ та посадку; політ за заданими координатами GPS; маневрування і обхід перешкод; безпечне наближення до об'єкта; аварійну посадку апарату; фото-відеозйомку ДПЛА; практичні заняття з інструктором.

Для вдосконалення навичкооператорів ДПЛА в тренажері повинен бути реалізований курс завдань екологічного моніторингу. Інструктор повинен мати можливість імітувати в тренажері виникнення різних не штатних (аварійних) ситуацій в ході виконання учнем навчального завдання. [2]

Тренажер екологічного моніторингу повинен дозволяти здійснювати практичне навчання оператора ДПЛА на виконання наступних функцій: проведення автономного функціонального контролю бортового комплексу спеціальної апаратури для моніторингу; створення, редагування і введення польотного завдання в ДПЛА; коригування польотного завдання в ході польоту

ДПЛА; формування команд управління польотом ДПЛА; формування команд управління цільовим навантаженням; запис параметричної та видової інформації з бортового пристрою реєстрації; робота при виникненні аварійних ситуацій; аналіз зареєстрованої інформації та підготовка звіту. [2]

Управління польотом ДПЛА на тренажері має дозволяти відпрацьовувати такі режими: контроль польоту в автоматичному режимі (без участі оператора відповідно до введеного польотного завдання, в тому числі і виконання посадки); політ в автоматизованому режимі (під управлінням та по командах оператора); аварійне припинення польоту і повернення ДПЛА в заданий район при недовірності подальшого виконання завдання, в тому числі і виконання посадки.

Використання ДПЛА з метою екологічного моніторингу стало одним з важливих напрямків розвитку безпілотної авіації і дозволяє автоматизувати моніторинг навколишнього середовища та скоротити час отримання моніторингової інформації.

У зв'язку з цим актуальною є задача створення мобільних, простих в експлуатації і дешевих засобів ведення екологічного моніторингу. Проведені дослідження показують, що сам повітряний моніторинг не має альтернативи. Контроль за станом трубопроводів інших об'єктів, завдання охорони, моніторингу та відео спостереження найкраще вирішуються із застосуванням літальних апаратів.

У перспективі слід розглянути питання: створення навчально-тренувального центру для підготовки операторів різних типів ДПЛА екологічного моніторингу; створення спеціалізованих тренажерів екологічного моніторингу з використанням дистанційно пілотованих літальних апаратів. Створення тренажерів екологічного моніторингу слід за аналогією з авіаційними тренажерами. Особливу увагу слід приділити системі візуалізації реальних обставин та роботі з бортовим обладнанням для моніторингу.

Україна також не залишається відстороненою від проблем розвитку та використання ДПЛА та всієї інфраструктури пов'язаної з ним. В свою чергу Державна авіаційна служба України підготувала Зелену книгу «Професія майбутнього: розбудова системи підготовки дистанційних пілотів БПС» для того, щоб стимулювати та організувати професійну дискусію, результати якої впливатимуть на формування публічної політики. [3]

Список використаних джерел:

1. Екологічна безпека України: Навчальний посібник / М. І. Хилько. – К., 2017. – арк.
2. <https://www.easa.europa.eu/domains/civil-drones>
3. <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2019/08/Green-Book-remote-pilots.pdf>

UDC 629.7.07(043.2)

Makoterska K.O., student
Bogunenko M.M., Associate Professor
National Aviation University, Kyiv

THE DEMAND AND POSSIBILITY OF USAGE THE SOLAR ENERGY IN AVIATION

We: people, animals and all living creatures, exist on the planet, the environment of which is constantly changing. There is no denying that fact. However, as our habitat and conditions change, so does the need to become increasingly aware of the problems that surround it. Because of numerous influx of natural disasters (such as Tornadoes (and Severe Storms), Hurricanes (and Tropical Storms), Floods, Wildfires, Earthquakes, Drought), Human-Caused Disasters (which include industrial accidents, shootings, acts of terrorism, and incidents of mass violence), warming and cooling periods, different types of weather patterns and much more, people need to be aware of what types of environmental problems our planet is facing.

All these kinds of disasters affect thousands of humans each year. They often occur unexpectedly so people cannot prepare for them. They harm people too much and can cause a lot of problems with their health and lives as a whole.

All across the world, people are facing a wealth of new and challenging environmental problems every day. Some of them are small and only affect a few ecosystems, but others are drastically changing the landscape of what we already know. If we do not resolve the various issues prudently and seriously, we are surely doomed for disaster, so current environmental problems require urgent attention. We can define a couple of major problems that exist in our planet: Global Warming, Overpopulation, Natural Resource Depletion, Climate Change, Ozone Layer Depletion and other problems of none lesser importance [1].

But in the first place among all these issues – it is pollution. There are 7 types that belong to this kind of issue – air, water, soil, noise, radioactive, light and thermal. These are primary causes that affect our environment in many ways. Unfortunately, all of them are interlinked and as a result influence each other. Consequently, we need to deal with all of them together. We need millions of years to compensate the pollution of air, water and soil. Industry and motor vehicle exhaust are the number one pollutants. Aviation, particularly aircraft and CNS/ATM Systems also have the significant impact on the atmosphere.

Fortunately, people had already understood the importance of solving such problems so they constantly make efforts to shift to renewable sources of energy such as solar, wind, geothermal, hydropower. From the previous paragraphs we can easily understand the topicality of this work and I will provide a kind of solution that can help us to decrease the negative impact to the environment of such a navigation system as Very high frequency Omni-directional radio range (VOR).

Of course, we have a lot of alternatives of how we can use the solar energy in aviation such as using the solar batteries under the wings of the aircraft, using the same solar batteries but on the surface of the runway. I want to propose a method of applying the solar batteries by VOR.

For now, we are able to place VOR only where there is a constant power supply, but if we equip those VOR beacon with solar batteries, that can produce the solar energy, then we will be allowed to allocate VOR at the places that can give us more accurate, detailed information with the least amount of errors.

We can conclude that the usage of solar energy in both our daily lives and such specific spheres as aviation is possible. Fortunately, the people's ambitions are also tremendous, which allow us to set new goals and achieve them. According to the forecast of the IEA (International Energy Agency) and the European Photovoltaic Industry Association (EPIA), by 2050 solar energy will provide 20-25% of global electricity needs with a dynamic growth of 10% per year. The only thing that we can do is to believe in that and do our best to save our planet [2].

References

1. Environmental Problems <https://www.conserve-energy-future.com/15-current-environmental-problems.php>

2. МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ ДП «НЕК «УКРЕНЕРГО» ВІДОКРЕМЛЕНИЙ ПІДРОЗДІЛ «НАУКОВО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР РОЗВИТКУ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ» ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «НАЦІОНАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА КОМПАНІЯ «УКРЕНЕРГО» (НПЦР ОЕС України) Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України–08/2016. Режим доступу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/4.-Stan-i-perspektyvy-rozvytku-PDE.pdf>

УДК 629.735.33 (043.2)

Насонова М. В., студ.
Національний авіаційний університет, м. Київ

ВПЛИВ ОБЛЕДЕНІННЯ НА АЕРОНАВІГАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ТА МЕТОДИ ЗАПОБІГАННЯ ОБЛЕДЕНІННЯ

З усього діапазону впливання на повітряне судно зовнішнього середовища, слід виділити метеорологічні явища, під дією яких можливе виникнення аварійної ситуації. Забезпечення безпеки польотів в складних метеорологічних умовах, особливо в таких як обледеніння, являє собою дуже важливу проблему сучасної авіації.

Обледеніння - небезпечне явище, що погіршує характеристики та якість конструкцій повітряного судна, їх міцність, довговічність та безпечність.

Обледеніння відбувається при польоті в хмарах, тумані, дощі та мокрому снігу, де є видима сконденсована волога. Переохолоджені частинки вологи при зіткненні з елементами конструкції літака, що летить з великою швидкістю, замерзають і з часом утворюють шар льоду. Найбільш сприятливими температурними умовами для обледеніння літальних апаратів є діапазон температур від 0° до - 40°, а інтенсивне обледеніння від 0° до - 10° .

Обледенінням називається процес відкладання льоду на окремих частинах конструкції ПС, таких як: хвостове оперення, передні кромки крил, повітрязбірники двигунів, лопаті гвинтів у відповідних типів двигунів тощо.

Відкладання льоду на елементах конструкції повітряного судна, призводить до погіршення аеродинамічних, експлуатаційних та льотних характеристик літака. Утворення льоду на крилах і хвостовій частині призводить до погіршення стійкості та може призвести до втрати керованості. При обледенінні повітрязбірників порушується рівномірність повітряних потоків, що входять у двигуни. В наслідку чого погіршується тяга і робота моторів стає нерівномірною. У літаків з турбогвинтовими двигунами обледеніння кромок лопатей гвинтів викликають зменшення швидкості польоту. В результаті у літака витрата палива залишається незмінною або навіть зростає, як наслідок у літака зменшується час перебування в польоті і літак може не долетіти до місця призначення.

Лід який відкладається на склі кабіни пілотів погіршує видимість, що може бути причиною дезорієнтації в просторі. Обледеніння датчиків приладів систем навігації та управління є причиною їх некоректної роботи або відмови, що ускладнює пілотування. Через обледеніння зовнішніх антен погіршується якість радіозв'язку, тому між екіпажем ПС та диспетчерською службою можуть відбуватися непорозуміння в прийомі та передачі повідомлень.

Обледеніння повітряного судна, може призвести до зміни крейсерського ешелону польоту, що у свою чергу, може призвести до збільшення витрати палива, саме за рахунок не витримування крейсерського ешелону польоту.

У зв'язку з тим, що зони можливого обледеніння можуть розташовуватися на маршруті повітряного судна, внаслідок чого екіпаж ПС може прийняти рішення відхилитися від осі маршруту, обійшовши вогнище обледеніння з боку.

Внаслідок нездатності протиобледенільної системи, усунути обледеніння, що може призвести до аварійної ситуації після чого, екіпажем повітряного судна буде прийнято рішення піти на запасний аеродром або повернутися на аеродром вильоту.

Для боротьби з обледенінням літаки оснащують протиобледенільними системами (ПОС). Але при забезпеченні безпеки польотів треба постійно враховувати можливість відкладення льоду на ПС під час польоту. Обов'язково ПОС повинна бути включена до моменту потрапляння в зону можливого обледеніння. Своєчасне попередження пілотів про початок обледеніння здійснюється встановленими на літаку системами сигналізації. Інформація про вхід літака в зону обледеніння і вихід з неї, а також інтенсивність обледеніння літака забезпечується сигналізаторами обледеніння які розташовані на частинах літака, де можливе обледеніння.

Також існує наземна обробка протиобледенільною рідиною, так званий de-icing. Це процес обробки поверхні повітряного судна спеціальною рідиною перед зльотом. Дана рідина перешкоджає осіданню вологи на поверхнях літака.

Найперспективніший спосіб боротьби з обледенінням - це розробка та впровадження спеціальних гідрофобних конструкційних матеріалів. Це матеріали, які відштовхують воду. Ними необхідно покривати найуразливіші частини повітряного судна.

UDC: 629.056.84

Pereyma A.Y., student
National Aviation University, Kyiv

STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF AERONAVIGATION SERVICES OF UKRAINE

Flexibility of personnel management, methods of personnel deployment planning and models of personal working time is one of the ways to combine air traffic capacity with operational personnel required for air traffic services. Therefore, different daily / weekly / seasonal air traffic intensity may reduce the number of air traffic controllers required. At the same time, the operator is in the process of researching, training and improving the elements of the system by maintaining and using the skills of the dispatcher, reducing other production requirements and demand for air traffic. This approach will reduce staff, support processes and improve the efficiency of these processes.

The concept of remote aerodrome maintenance was developed to improve the dynamic use of resources, data exchange capabilities and security efficiency. In general, the advantage of remote aerodrome maintenance technology solutions is that one dispatcher can perform maintenance at multiple aerodromes, reducing operating costs from a personnel point of view.

Silent aeronautical information and radio broadcasting systems at aerodromes (D-ATIS), route (D-VOLMET) and flight information services (FIS) will reduce the number of operators through the automatic execution of daily ATIS, VOLMET and FIS operations.

By regularly monitoring the use of working time and applying professional reengineering, it is possible to balance the number of employees with their ability to transform communication, navigation and surveillance in the maintenance of devices.

To use time and potential effectively, you should:

- replace old equipment with modern one.
- monitor and investigate intensive technologies for remote communication, navigation and surveillance facilities (radar, DME, WAM, ADS-B, etc.).

Replacing old equipment and consolidating new ones reduces the technical types of communication, navigation and surveillance equipment and the number of tasks, providing flexibility to perform the same procedures.

The functions of centralized technological monitoring and control allow to increase the number of technical personnel currently available in the objects of remote communication, navigation and surveillance. It is important to manage the technical team to respond to errors in the method of communication, navigation and surveillance and restore efficiency.

Key points that affect the number of technical staff:

- discontinuation of AFTN nodes and transition from AFTN to AMHS;
- stop using NDB devices during PBN-based navigation;
- the use of ADS-B and WAM systems and the cessation of the use of old secondary radars.

Process flows and performance indicators in the management of managerial and support staff can help improve the effectiveness of management of these personnel.

By introducing a centralized approach to doing business, you can not only increase the number of administrators, but also avoid duplication of support functions (accounting, legal, procurement, etc.) and the use of automated corporate control systems.

Reducing the number of managers and other support staff is a problem for the internal organization of any institution. Strategic management should be carried out by these institutions, taking into account current revenues and growth prospects, as well as external challenges and opportunities.

To achieve strategic goals, plans can be assigned in accordance with the definition of the most important effects and priorities of strategic goals, depending on the current situation and the specific needs of the air traffic control system of Ukraine.

The following criteria are taken into account when deciding on the priority evaluation of the project:

Priority 1 (highest) - is a new project that does not require large initial investments (usually requires organizational or procedural steps) or an active project with small final investments. At the same time, it can have a very positive effect. Project objectives (taking into account the requirements of airspace users, positive impact on flight safety and improvement of efficiency indicators).

Priority 2 - projects that can improve strategic goals, but require large investments and human resources.

Priority 3- planning involves the introduction of new technologies that are not offered in the large air navigation market and usually require large investments, but with additional analysis to determine the appropriate volume. Positive impact on the current strategy. The goal is very difficult.

Given the current situation and possible ways to improve the Ukrainian aeronautical system, aerospace users are encouraged to focus on projects that do not require large investments and at the same time have a positive effect.

- Free Routes Airspace Concept (FRA).
- Development of PBN ground and air infrastructure.
- Introduction of continuous ascent and descent (CCO / CDO).

For low-priority projects, it is important to check the feasibility of implementing “A-CDM, taking into account the actual and estimated air traffic and the level of investment of Ukrainian main and central aerodromes, departure control (DMAN) and arrival control (AMAN) taking into account the feasibility study of each aerodrome.

In order to increase the efficiency associated with the formation of working time and operating costs for air traffic controllers, organizational and procedural plans should be defined with less investment and greater economic effect.

- Introduction of an effective personnel management system.
- Integration of communication, navigation and surveillance devices and optimization of technical work of communication, navigation and surveillance.

At the same time, it is advisable to implement a pan-European technical plan that has a direct and positive impact on operating costs to facilitate the maintenance of communication, navigation and surveillance devices.

- Transfer from AFTN to AMHS.
- Use IP (VoIP) for voice communication.

The next step is to implement a low-priority project that requires large capital but can reduce labor costs.

- The concept of remote aerodrome service.
- Implementation of procedures and systems that automatically provide weather information (D-VOLMET) and terminal information (D-ATIS) via digital data channels.
- Introduction of a wireless flight information transmission system.

When considering alternative sources of monitoring or preparation of equipment for aircraft, it is advisable to make the following fundamental changes to the monitoring infrastructure:

- Introduction of ADS-B and WAM systems and elimination of traditional secondary radars.

- Implementation of the MPSSR system and elimination of traditional primary radar.

It is recommended that projects that are compatible with European infrastructure and have an indirect impact on the costs and efficiency of the air traffic management sector be carried out simultaneously within one domestic company, if necessary.

- Channel spacing up to 8.33 kHz is available above and below FL195.
- Delivery of OLDI messages.
- Improving the flexible use of aerospace (A-FUA).
- Introduction of a standard digital format for NOTAM messages.
- Implementation of processes and systems to provide Eurocontrol with current data on the actual use of airspace.
- Implementation of capacity management procedures (ATFCM short-term measures) due to the impact on individual flights.
- Harmonization with the European Network (PENS).
- Transition from AIS to AIM.
- Improving the quality of meteorological services.

УДК 629.7.07(043.2)

Узлова Я.В., студентка

Національний авіаційний університет, м. Київ

ПРОГНОЗУВАННЯ АВІАПЕРЕВЕЗЕНЬ В ЄВРОПІ ЗА ДОПОМОГОЮ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСИВНОГО АНАЛІЗУ

Одним із основних наслідків пандемії коронавірусу являється зменшення обсягу пасажирських авіаперевезень, який зменшився приблизно на 66%. В умовах різкого та швидкого погіршення ситуації, експерти роблять короткострокові прогнози щодо продовження депресивних явищ в галузі авіаційних пасажирських перевезень, оскільки вони швидко втрачають свою актуальність.

Відповідно до статистичних даних Євроконтролю, а саме прогнозу польотів для Європи (табл.1) було проведено прогнозування авіаперевезень до 2030 року.

Табл.1. Summary of flight forecast for Europe

Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Flight movements (Thousands)	11,085	4,979	6,238	9,812	10,588	11,106

Для прийняття рішення щодо прогнозування та визначення взаємозалежностей між вимірюваними характеристиками використовується метод кореляційно-регресивного аналізу (КРА).

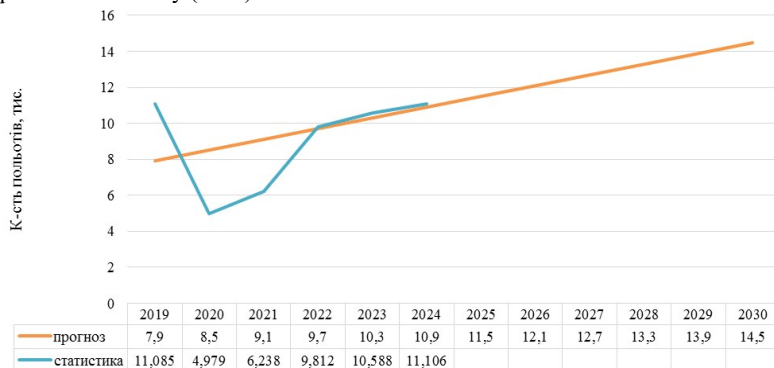


Рис. 1. Прогноз кількості авіаперевезень в Європі до 2030 року

На рис. 1, відповідно до прогнозованих даних ми бачимо, що кількість авіаперевезень повернеться до рівня 2019 року приблизно до 2026 року, але є цілком реальна перспектива, що таке відновлення може зайняти набагато більше часу, можливо аж до 2030 року, оскільки, дана ситуація великою мірою залежить від інтенсивності заходів із подолання пандемії.

UDC 629.7.07(043.2)

Huynh Thi Truc Ha, student
I. Ternovets, student
O. Lупpo, Associate Professor
National Aviation University, Kyiv

AIRPORT CAPACITY ASSESSMENT AND MEASUREMENT METHODOLOGY

Airport capacity is indeed a key factor in achieving a sustained increase in throughput performance to improve network operations and planning. In order to establish the assessment and measurement methodology, three distinct definitions of capacity are developed from their baseline definition: the maximum number of sustained movements per unit of time that can be accepted during different local capacity factors.

– Structural Capacity is a macro level capacity assessment that helps with determining an airport's capacity as a baseline for planning and should be updated when significant changes are expected. It can vary from once a year to every 2 to 5 years depending on the airport's business strategy and scale.

– Planned Capacity allows for a detailed comparison to the scheduled demand, using collaborative processes to reduce the imbalance, or to create contingency plans in case the constraints arise. Depending on whether an airport is coordinated, schedules are facilitated or not, this can range from at least 18 months to a week before the operations.

– Operational Capacity is the most detailed capacity assessment conducted in the day of operations and a few days before it. It is responsible for the update of capacity figures with the most up-to-date constraint information and the refinement of balancing plans or contingency plans.

Capacity can be measured by a wide range of methods. The following methods are the main approaches which will make use of historical data, lookup tables and simulations.

– Historical Throughput Data: an easy method which utilizes data from the past, it keeps tab on the changes in airport performance and identifies which factors contributed to the degradation in performance in order to reduce the negative impact.

– Lookup Tables and Analytical Models including Spreadsheets: these lookup tables are described in the FAA's advisory circular as a method to calculate simple hourly and annual capacity, but since they were last updated a long time ago, they are not compatible to use for some modern and advanced aviation concepts. Analytical models and spreadsheets are developed to make it possible to integrate extra capacity aspects such as runway occupancy, separation minima, etc.

– Simulation models: although the preparation and adjustment processes of these models are time-consuming, for airports that will use them on a regular basis, the expenditures will be spread over time and the experts can always use them continually.

Capacity assessment and measurement methodology is indeed a subject of great importance. It may help such airports that currently do not have to suffer heavy demands by pointing out the improvement opportunities and overscheduling hazards. On the other hand, a suitable framework will be provided in the case of excess demands.

УДК 629.783(043.2)

Погурельський О.С., к.т.н., доцент

Бевз В.Г., студент

Тараненко Е.В., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ

При аналізі різних аспектів функціонування супутникових систем різного призначення частина інформації є більш зручною до розуміння і інтерпретації при виведенні її у графічному вигляді. Це може бути і візуалізація структури космічного сегменту, орбіти окремих супутників, їх проєкції на земну поверхню. Також у графічному вигляді можуть бути видані у вигляді графіків або діаграм результати розрахунків.

Програмним засобом, який здатний виконувати всі зі згаданих вище задач є комплекс GPS Visibility Predictor, реалізований в програмному середовищі MatLab. На рис. 1 приведена структура функцій, які входять до складу комплексу, взаємозв'язок між ними і типи даних, які необхідні для їх роботи.

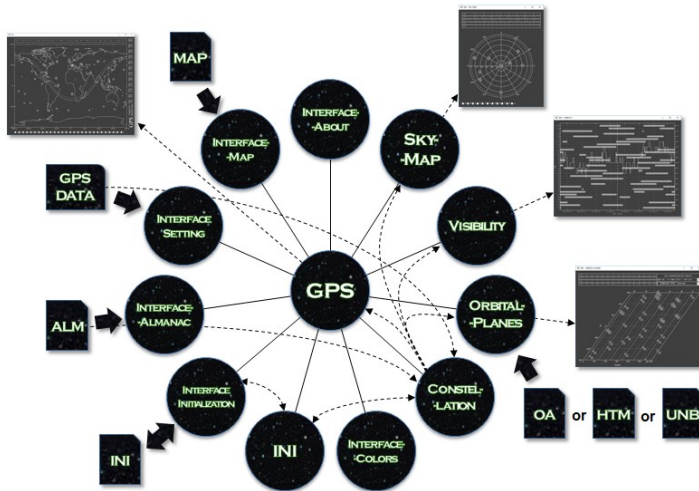


Рисунок 1 – Складові комплексу GPS Visibility Predictor

Про масштаб наповнення цього програмного комплексу доступними сценаріями візуалізації можна судити, виходячи з інформації, яка виводиться на головне робоче вікно, приведене на рис. 3. Воно представляє собою географічну мапу земної поверхні з відтворенням обраної точки розташування користувача і поточного положення навігаційних супутників, для яких використовуються символні позначення, приведені на рис. 2.



Рисунок 2 – Символьні позначення супутників на головному вікні

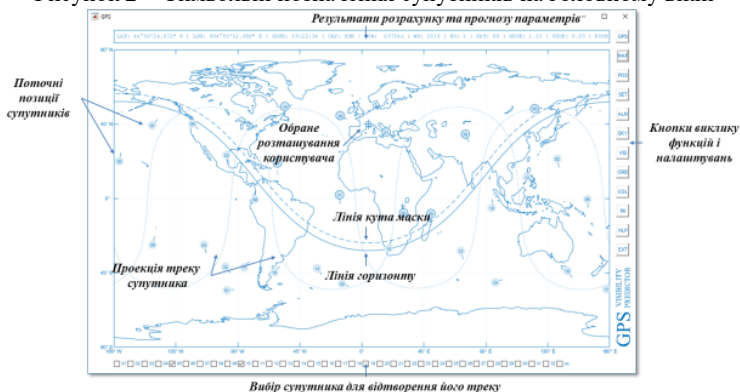


Рисунок 3 – Головне вікно з елементами управління додатковими функціями

Елементи керування вбудованими функціями, розташовані в правій частині дозволяють одержувати додаткові результати моделювань. Зокрема кнопку SKY активує вікно візуалізації видимості супутників (рис. 4) для обраної точки розташування користувача, заданої на етапі початкових налаштувань.

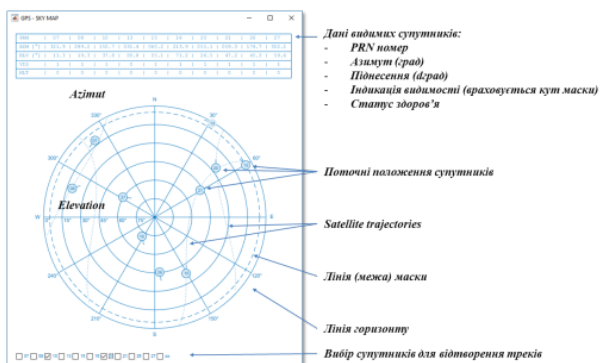


Рисунок 4 – Вікно візуалізації видимості супутників для обраної точки розташування користувача

Також до інформації про миттєве розташування супутників відносно користувача можна одержати візуалізацію розрахунку інтервалів їх спостереження в зоні видимості (рис. 5).

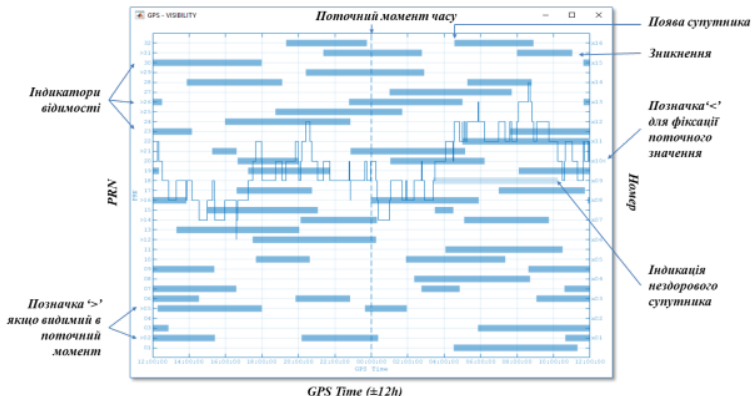


Рисунок 5 – Вікно з розрахунками інтервалів спостереження супутників в зоні видимості користувача

Програмний комплекс містить функцію завантаження актуальних даних про склад космічного сегменту, на основі яких виконується візуалізація її структури у вигляді розподілу супутників по орбітальним площинам і слотам (проектним положенням) в них (рис. 6)

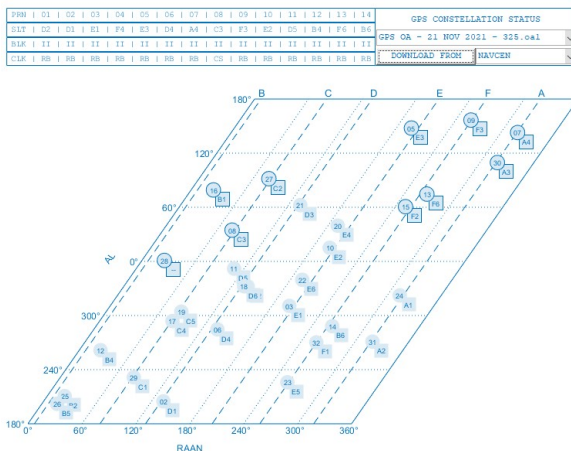


Рисунок 6 – Візуалізація структури космічного сегменту на дату 21.11.2021
 Важливим моментом в роботі подібних програмних засобів є можливість оновлення вхідних даних, якими найчастіше виступає альманах. На рис. 7

приведено вікно оновлення даних альманаху, яке передбачає різні варіанти переходу на оновлені дані – як в ручному режимі, шляхом вибору файлу з каталогу, так і в автоматичному – зазначивши ресурс для його завантаження.

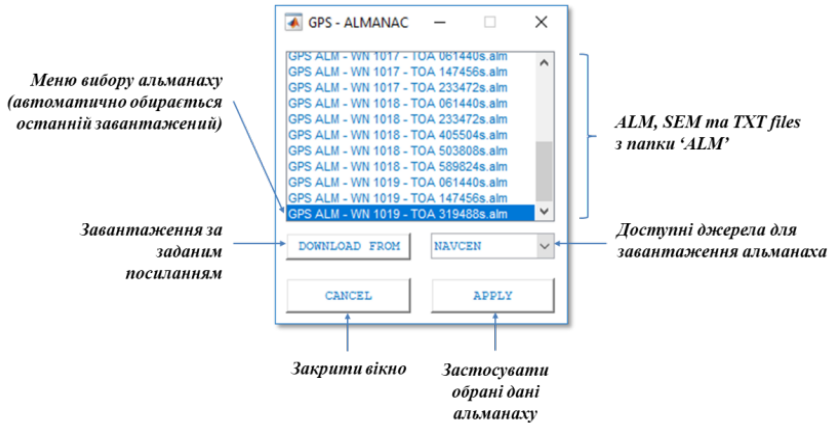


Рисунок 7 – Вікно оновлення даних альманаху з доступними опціями

В результаті проведеного аналізу можна підсумувати, що програмний комплекс GPS Visibility Predictor може виступати багатофункціональним інструментом для проведення досліджень різного рівня в області супутникових систем. Вбудовані в нього функції дозволяють виконувати оцінки їх характеристик без доступу до спеціального вартісного обладнання.

УДК 629.7.014-519(043.2)

Блажей Б.В., студент
Національний авіаційний університет, м. Київ

АКТУАЛЬНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ БІЛА З НСК

Система зв'язку безпілотного літального апарату з наземною станцією керування один із найбільш важливих та відповідальних елементів у складі комплексу. У цій роботі розглянемо системи зв'язку, які можливо інтегрувати у системи керування польотом з відкритим кодом, а саме Ardupilot або PX4, які використовують протокол передачі даних MavLink2.

Системи зв'язку на даний момент можна розділити на:

1. Модеми для передачі тільки даних телеметрії;
2. Комбіновані системи з передачею відеопотоку та телеметрійних даних.

До систем зв'язку, які передають тільки телеметрійні дані можна віднести: RFDesign RFD900x – 915МГц, Microhard P400 – 400 + 900 МГц, Dragonlink 433 МГц. Основна перевага цих систем зв'язку полягає у високій потужності підсилювача вихідного сигналу (30dBm або 1W відповідно) та більше, за рахунок високого рівня вихідного сигналу та вузької полоси пропускання дальність зв'язку за звичайних умов перевищує показник 40км. За умови використання антен на передачі та прийомі з високим коефіцієнтом підсилення (+8 dBi) можна досягнути 60км і більше.

На даний момент ці системи мають суттєву перевагу за рахунок добрих показників якості та дальності зв'язку, у поєднанні з невисокою ціною робить популярним вибором серед ентузіастів та професійних виробників безпілотних комплексів. На разі ці системи активно використовуються у Українських виробників.

До комбінованих системи зв'язку відносяться як повноцінні готові комплекси наземного керування з збудованим дистанційним керуванням та відображенням відеопотоку, так і окремі універсальні модеми. До комбінованих комплексних систем зв'язку можна віднести: HEX Herelink, Skydroid H16 Pro та MMCUAV Etlas Mobiles. Herelink — це інтегрований пульт дистанційного керування, наземна станція та бездротова цифрова система передачі, яка розроблена для використання з Pixhawk Cube та іншими автопілотами, використовуючи мікропрограму ArduPilot або PX4. Herelink дозволяє передавати RC-контроль, HD-відео та телеметричні дані на відстані до 20 км між наземною станцією та повітряним блоком, пульт дистанційного керування Herelink має спеціальні програми Solex TX та QGroundControl, а БПЛА модем і наземна станція мають інтегрований 8-ядерний SOC-процесор для користувацького застосування. До універсальних модемів можна віднести: Silvus StreamCaster Radio, Taisync Viulinx OFDM. Ці системи є найкращим рішенням сьогодні, які доступні на ринку, їх використовують найбільш визнанні й важливі компанії виробники безпілотних комплексів. До ключових переваг можна віднести дуже високі показники дальності зв'язку, від 100 км до 200 км, високий максимальний бітрейт відеопотоку до 10 мб/с, високий ступінь захисту даних AES-256, легке

конфігурування через вбудований WEB інтерфейс, підтримка передавання TCP-IP потоку даних. Ці професіональні рішення широко використовуються на даний час.

З огляду на вище викладений матеріал, найбільш перспективними вважаються комбіновані системи зв'язку у поєднанні з потужними та прогресивними модемами Silvus Streamcaster. У разі поєднання цих технологій можна досягнути унікального результату та досвіду використання наземної станції керування оператором, що буде входити у концепцію керування цілим комплексом БПЛА одним оператором, це спростить та зменшить затрати на роботу комплексу.

Список використаних джерел:

1. Опис модему на сайті-виробника Microhard
URL: <https://www.microhardcorp.com/P400.php>
2. HEX Herelink опис системи зв'язку від виробника
URL: <https://docs.cubepilot.org/user-guides/herelink/herelink-overview>
3. Опис модему зв'язку Silvus
URL: <https://silvustechologies.com/products/streamcaster-radios/>
4. Опис модему зв'язку Taisync Viulinx
URL: <https://taisync.com/modules/>

УДК 623.746-519(043.2)

Ларін В.Ю., д.т.н., проф.

Гармаш В.О., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ДРОНОПОРТ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИКИ ВАНТАЖІВ В МЕЖАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Дронопорт — це комплекс споруд та технічних засобів для зберігання, стоянки та обслуговування дистанційно-пілотованих літальних апаратів (ДПЛА), а також організації їх польотних місій. Хоча слово дрон не є офіційно-застосовуваним, для спрощення в даній статті ми будемо використовувати саме його. Ідея дронопорту виникає в контексті польоту групи дронів, в якій кожний літальний апарат виконує власну місію, або виконує своє завдання в рамках групової місії. Особливого сенсу концепція дронопортів виникає у великих мегаполісах, які мають наприклад значні проблеми із наземною логістикою вантажів внаслідок переважаності міських магістралей.

В рамках розвитку концепції U-space, яка передбачає імплементацію дронів в міське середовище, передбачено створення служби спостереження за дронами та організації їх руху, які виконують політ в повітряному просторі на висоті до 500 фт. над щільною міською забудовою. Відповідного до створення таких служб буде безумовно виникати питання їх розташування. Звичайні аеропорти, по-перше є не у всіх мегаполісів, крім того, досить часто аеропорт знаходиться на значній відстані від місця. Також потрібно враховувати, що такі структури, як аеропорт, мають суто фіксований, обумовлений авіаційними нормативними документами, склад споруд і технічних засобів. Тому звичайний аеропорт не можна розглядати як середовище для організації на своїй основі дронопортів.

УДК 629.7.07 (043.2)

Грищенко В. С., аспірант
Національний авіаційний університет, м. Київ

ПРЕДИКТИВНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

Глобальний розвиток авіаційної техніки бере початок з 20-х років минулого століття. Потужним рушієм для цього стало розв'язання першої світової війни. Використання літальних апаратів давало перевагу у виконанні завдань направлених на розвідку, бомбардування, а також створення ефекту несподіванки, тощо.

В ході наступних двох десятиліть років, авіаційна промисловість лише підтвердила необхідність свого існування. Так період між 1945-1979 роками подекуди називають післявоєнним періодом політичного консенсусу.[1]

Саме в цей період відбувається становлення міжнародного урегулювання експлуатації авіаційного транспорту та досягнення стандартизації в області, як транспортних так і пасажирських перевезень.

Таким чином постало питання організації та обслуговування повітряного руху шляхом впровадження систем зв'язку, навігації, спостереження і автоматизованих систем керування повітряним рухом. Між командиром повітряного судна та диспетчером управління повітряним рухом застосовується тільки мовний зв'язок по каналу «повітря-земля». В зоні прямої видимості така можливість надається передавачами надвисоких частот. Навігація повітряного руху здійснюється по ненаправленим радіомаякам в рамках маршруту, що лежать в зоні дії всенаправлених маяків і обладнання вимірювання дальності та інерціальних систем.[2]

Недоліки раніше згаданих систем всім добре відомі і немає необхідності загострювати на них увагу, проте варто додати, що такі системи працюють в реальному часі з реальними даними. Таке трактування можна пояснити наступним чином: приймач отримує сигнал, що містить дані, обробляє його та видає результат. Відмітимо, що немає різниці який сигнал оброблюється, важливий той факт, що відсутнє прогнозування подій.

В своїй сукупності проблеми знайшли відображення в концепції CNS/ATM, що була розроблена Комітетом по аеронавігаційним системам. В повній мірі дана концепція склалась на початку XXI століття і наразі поступово впроваджується міжнародною цивільною авіацією.

Поява ГНСС (глобальних навігаційних супутникових систем) в якісній мірі змінила навігація в цілому, точність та безпека значно підвищились. Це дозволило перейти до нової концепції зональної навігації.

Європейські організації цивільної авіації такі як Євроконтроль та JAA розробили та впровадили програму SESAR.

Концепція ICAO передбачає розумне поєднання супутникової техніки і найсучасніших систем прямої видимості для досягнення оптимального результату.

Основними складовими GNS/ATM є: зв'язок, навігація, спостереження, організація повітряного руху.[3]

В результаті максимального розповсюдження системи GNS/ATM з'являється значні переваги, що дозволяють підвищити безпеку польотів, особливо на етапі заходу на посадку, підвищується рівень ефективності водіння повітряних суден в областях з щільним трафіком.

Точність навігаційного забезпечення надзвичайно важлива на етапі посадки повітряного судна. Основною задачею є забезпечення виходу повітряного на лінію курсу та глісади зниження. Так передчасний або початок зниження із запізненням негативно впливає на психо-емоційний стан екіпажу, що можна призвести до небажаних дій з боку пілотів.

Для підвищення безпеки польотів, точності навігаційного забезпечення, впроваджується предиктивний збір та обробка даних. З розвитком систем, що можуть бути наділені штучним інтелектом, можливо зменшити навантаження на оператора. Таким чином дані, що надходять до системи від літакових або зовнішніх систем збираються та оброблюються і видаються у вигляді прогнозованих подій. Так ще на етапі підходу до злітно-посадкової смуги система може прорахувати варіанти розвитку поточної ситуації. В разі виникнення несприятливої обстановки система видає пілоту рекомендації на основі яких він може прийняти рішення. Таким чином оператор звільняється від зайвого емоційного навантаження бо він в повній мірі має в своєму розпорядженні дані про навколишню ситуацію.

Вдосконалення та розвиток систем до описаного рівня має ряд переваг. Так загальна безпека польоту значно підвищується, а емоційні чинники мають не такий високий вплив на оператора.

Висновок: предиктивна обробка даних звільняє оператора від постійного контролю параметрів та дає можливість мати інформацію про перебіг подій наперед. Так вірогідність виникнення ситуацій на кшталт різкого підвищення психофізіологічної напруженості людини-оператора зменшується, а безпека відповідно підвищується.

Список використаних джерел:

1. <https://www.hisour.com/ru/post-war-aviation-37763/>
2. А. Р. Акзигитов, Р. А. Акзигитов, «Существующая система GNS/ATM: ее структура, недостатки и перспективы развития», Россия, Красноярск: Сибирский Государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2010.
3. <http://www.techshape.ru/sheoms-601-1.html>

УДК 629.783(043.2)

Погурельський О.С., к.т.н., доцент
Жигула В.В., студентка
Національний авіаційний університет, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕРВАЛУ ОНОВЛЕННЯ ДАНИХ АЛЬМАНАХУ GNSS НА ТОЧНІСТЬ ПРОГНОЗУ ПАРАМЕТРА GDOP

Альманах супутникових систем представляє собою неоперативну інформацію у складі навігаційних повідомлень GNSS. Вона використовується приймальним обладнанням для початкового розрахунку положень супутників з метою більш швидкого захоплення їх сигналів і мінімізації інтервалу часу до одержання першого значення координат (TTFF – Time To First Fix). Після сеансу роботи альманах зберігається в пам'яті приймача для можливості наступного так званого «теплого старту» (warm start). Протилежним йому є «холодний старт» (cold start), коли альманах на момент ініціалізації невідомий, або відбулась значна зміна положення приймача після останнього робочого сеансу. Різниця в значенні TTFF для «теплого» і для «холодного» стартів може сягати 12-15 хвилин.

Також дані альманаху використовуються для прогнозування геометричних факторів погіршення точності (GDOP – Geometrical Dilution of Precision), які впливають на якість навігаційних визначень. Попередньо створений прогноз GDOP дозволяє обрати найбільш сприятливий інтервал часу для проведення високоточних вимірювань, або принаймні уникнути пікових значень, коли несприятлива геометрія розташування навігаційних супутників над користувачем призведе до збільшення рівня помилок у визначенні його координат.

Частота оновлення даних альманаху різних супутникових систем у складі GNSS залежить від накопичення змін в орбітальних параметрах супутників, а також їх функціонального стану, для індикації якого використовується флаг «здоров'я» (health). Зазвичай альманах оновлюється на рідше ніж один раз на тиждень. Для проведеного дослідження використовувалась база альманахів системи GPS (рис. 1), доступна на ресурсі www.navcen.uscg.gov.

System	PRN	Frequency (MHz)	Health	Age of Data (Days)	Approx. Position (Lat, Lon)
GPS	1	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	2	1246.60	1	1	37.87°N, 122.31°W
	3	1545.04	1	1	37.87°N, 122.31°W
	4	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
	5	1196.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	6	1602.00	1	1	37.87°N, 122.31°W
	7	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	8	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
	9	1196.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	10	1602.00	1	1	37.87°N, 122.31°W
	11	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	12	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
Galileo	1	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	2	1246.60	1	1	37.87°N, 122.31°W
	3	1545.04	1	1	37.87°N, 122.31°W
	4	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
	5	1196.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	6	1602.00	1	1	37.87°N, 122.31°W
	7	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	8	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
	9	1196.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	10	1602.00	1	1	37.87°N, 122.31°W
	11	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	12	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
BeiDou	1	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	2	1246.60	1	1	37.87°N, 122.31°W
	3	1545.04	1	1	37.87°N, 122.31°W
	4	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
	5	1196.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	6	1602.00	1	1	37.87°N, 122.31°W
	7	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	8	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W
	9	1196.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	10	1602.00	1	1	37.87°N, 122.31°W
	11	1575.42	1	1	37.87°N, 122.31°W
	12	1379.02	1	1	37.87°N, 122.31°W

Рисунок 1. Архів альманахів GPS для кожної доби 2021 року

Для дослідження впливу інтервалу часу, який минув з дати вироблення альманаху до моменту його застосування на точність прогнозу параметра GDOP було використано наступну методику. Для обраної точки розташування користувача і заданої дати за допомогою програми в середовищі MatLab виконувався розрахунок геометричних факторів з використанням поточного альманаху. Після цього виконувався перерахунок тих же самих параметрів з використанням альманахів різного терміну актуальності. Для одержання базового значення, з яким виконувалось порівняння використано результат, одержаний за допомогою онлайн-сервісу gnssplanningonline.com (рис. 2 а та рис. 2в) та з використанням актуального поточного альманаху GPS (рис. 2б).

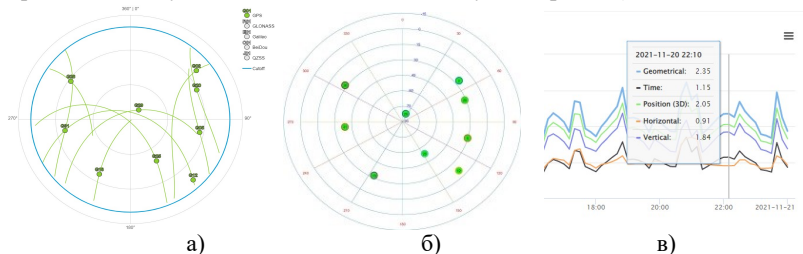


Рисунок 2. Розташування супутників на прийнятій в якості опорного момент часу (а), прогноз положень супутників за даними поточного альманаху (б), оцінка значення параметрів DOP на обраний момент часу (в).

Результати експериментального використання альманахів різного терміну для оцінки параметру GDOP і визначення відхилення прогнозу від дійсного значення приведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Параметр	Прогнозоване значення параметру, одержане за допомогою альманаху відповідного терміну і його відносне відхилення від дійсного значення				
	актуальний	3 days	10 days	30 days	100 days
GDOP	2.3487	1.9435 (17%)	1.9439 (17%)	1.3997 (40%)	1.9860 (15%)
PDOP	2.0507	1.7215 (16%)	1.7219 (16%)	1.2747 (37%)	1.7580 (14%)
HDOP	1.3118	1.2484 (5%)	1.2485 (5%)	0.9539 (27%)	1.2595 (5%)
VDOP	1.5763	1.1853 (25%)	1.1858 (25%)	0.8455 (46%)	1.2265 (22%)

Одержані результати показали, що використання альманаху терміном 3 доби вже призвело до відхилення в прогнозі на 15%. При збільшенні інтервалу часу помилка прогнозу у більшості оцінюваних параметрів змінювалась в сторону зростання, збільшуючи відхилення до 25 – 30%, з максимумом у 40% для параметра GDOP з використанням 30-денного альманаху.

Необхідно зазначити, що значення геометричних факторів є чутливими до точних взаємних положень навігаційних супутників і протягом короткого інтервалу часу можуть зазнавати значних змін, тому проведене дослідження доцільно доповнити аналізом зміни оцінюваних значень на обраному інтервалі часу, а не лише в його окремі моменти.

УДК 656.7(043.2)

Логачова К.І., аспірант
Національний авіаційний університет, м. Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЛЬОТНОГО ДИСПЕТЧЕРА ДЛЯ ПЕРЕДПОЛЬОТНОГО ПЛАНУВАННЯ

У комерційній авіації задачі передпольотного планування виконуються диспетчерами із забезпечення польотів (льотними диспетчерами). Успішне виконання цих задач є важливим, як з точки зору експлуатації повітряних суден (ПС), так і з точки зору безпеки польотів. Зміни в операційному робочому середовищі диспетчерів на ранніх стадіях підготовки рейсу до вильоту мають невеликий експлуатаційний вплив і відносно прості в управлінні. Однак пізні виявлені таких змін (наприклад, під час безпосередньої готовності екіпажу та ПС до вильоту) має значний експлуатаційний вплив на виконання польотів за розкладом. До того ж, стає важчим швидко вирішити проблеми, спричинені різкими змінами.

Наразі все більш виникає необхідність впровадження систем підтримки прийняття рішень у роботу льотних диспетчерів для зміни технології передпольотного планування в кращій бік, а також для більш ефективного прийняття рішення в умовах високої завантаженості та обмеженого часу для розробки правильної стратегії дій. Для видачі рекомендацій користувачу, система підтримки прийняття рішень повинна включати у собі підсистеми збору даних аеронавігаційної, метеорологічної та картографічної інформації, підсистему вводу та обробки додаткових даних та підсистему аналізу і надання рекомендацій за запитом.

Для визначення характеристик системи підтримки прийняття рішень льотного диспетчера для передпольотного планування визначено критерії, яким повинні відповідати підсистеми та система підтримки прийняття рішень загалом:

Система підтримки прийняття рішень: (1) - постійне та своєчасне оновлення бази даних; (2) - моніторинг цілісності та валідності наданої інформації; (3) - спроможність надавати доступ до системи усім користувачам передпольотної інформації через відповідні засоби зв'язку; (4) - надавати швидкий відгук на запит необхідної інформації користувача;

Підсистема збору даних аеронавігаційної інформації: (5) - наявність актуальної бази даних аеронавігаційної інформації; (6) - наявність доступу до динамічної аеронавігаційної інформації про стан аеродромів та повітряного простору;

Підсистема збору даних метеорологічної інформації: (7) - наявність доступу до всіх видів метеорологічної інформації; (8) - спроможність аналізу закодованої метеорологічної інформації;

Підсистема збору даних картографічної інформації: (9) - наявність актуальної бази даних картографічної інформації;

Підсистема вводу та обробки додаткових даних: (10) - можливість вводу та обробки додаткових даних, необхідних для передпольотного планування

(кількість палива для заправки ПС, максимальна злітна вага у певних умовах, тощо); (11) - своєчасне сповіщення про відсутність необхідних додаткових даних;

Підсистема аналізу і надання рекомендацій за запитом: (12) - своєчасне надання аналізу даних користувачу за запитом; (13) - своєчасне сповіщення користувача про нестачу даних для виконання аналізу та помилки під час обробки даних; (14) - надання рекомендацій щодо запланованого польоту за запитом користувача.

Проведено ранжування критеріїв та розрахунок коефіцієнтів значущості w_i (Табл. 1) для кожного критерія підсистеми за формулою:

Ошибка! Источник ссылки не найден. , де Ошибка! Источник ссылки не найден. .

Табл. 1. Коефіцієнти значущості для кожного з критеріїв підсистеми

Критерій	R	C	w
(1)	1	1	0,074866
(2)	1	1	0,074866
(3)	3	0,785714	0,058824
(4)	3	0,785714	0,058824
(5)	1	1	0,074866
(6)	1	1	0,074866
(7)	2	0,928571	0,069519
(8)	1	1	0,074866
(9)	1	1	0,074866
(10)	2	0,928571	0,069519
(11)	1	1	0,074866
(12)	1	1	0,074866
(13)	2	0,928571	0,069519
(14)	1	1	0,074866

Визначивши коефіцієнти значущості для кожного з критеріїв, ті, що мають найбільше значення коефіцієнту, агреговані та узагальнені як **основні характеристики** системи підтримки прийняття рішень льотного диспетчера для передпольотного планування:

1. Постійне та своєчасне оновлення бази даних.
2. Моніторинг цілісності та валідності наданої інформації.
3. Наявність актуальної бази даних усіх видів аеронавігаційної інформації та картографічної інформації.

4. Наявність доступу до всіх видів метеорологічної інформації та спроможність аналізу закодованої метеорологічної інформації.
5. Свочасне сповіщення про відсутність необхідних додаткових даних.
6. Свочасне надання аналізу даних користувачу за запитом.
7. Надання рекомендацій щодо запланованого польоту за запитом користувача.
8. Можливість вводу та обробки додаткових даних, необхідних для передпольотного планування.
9. Свочасне сповіщення користувача про нестачу даних для виконання аналізу та помилки під час обробки даних.

Визначені характеристики можуть бути використані для подальшого проектування системи підтримки прийняття рішень льотного диспетчера, що дозволить значно покращити якість надання передпольотної інформації та її аналіз для прийняття обґрунтованих рішень.

UDC 629.7.045(043.2)

Li Haoyang, PhD
National Aviation University, Kyiv

DEVELOPMENT OF UKRAINE'S AVIATION INDUSTRY

The aviation industry is a branch of aviation engineering in Ukraine. Aircraft construction, repair of air transportation and aviation are of great strategic importance for Ukraine and are one of the main directions of the national economy.

Overview. There are 72 enterprises in Ukraine with different professions and forms of ownership participating in the development, testing or production of aircraft, aircraft engines or special equipment, or training professional personnel. In addition to the "Madasiqi" company, there are 11 major companies: Kyiv "Aviant" state-owned aircraft factory, Kharkov state-owned aircraft production plant, "Arjom" state-owned holding company, Zhuliyang Machinery Plant, Dnepropetrovsk Components Factory Co., Ltd., 410 Civil Aviation Factory, Smeral City "Olysson" Factory (Navigation), Kyiv "Radar" Factory, Kyiv "Radio Measurement" Factory, Khmenitsky City "Innovator" factory.

Product development. There are about 1,500 Anseroplanes in use in 42 countries in Ukraine. Ukraine currently has 74 An-24 aircraft, 63 Yak-40 passenger aircraft, and 43 П-410 aircraft, of which only 25, 13, and 4 are actually in use. The main products of the Ukrainian aviation industry in recent years are: An-140, Tu-334, Tu-124, aircraft parts, aircraft engines, radio electronic equipment, aircraft and engine repairs.

The world's largest transport aircraft, the An-225 ("Fantasy"), flew in 2001 and set a world record with a download weight of 351 tons.

There are still about 50 An-124 ("Ruslan") in use in the world, which can carry 120 tons and fly 5000 kilometers. About 40% of the oversized items in the world are carried by Antonov Airlines of Ukraine with An-124.

An-124-100 launches spacecraft, the so-called "air (medium launch) launch". It can launch satellites in low, medium and high circular orbits and high elliptical orbits, and even lunar satellites and other planetary satellites. It is 20%-30% lower than the average price in the international space launch market. It is expected that the first "air launch" will take place in 2006.

Another important area of the Ukrainian aviation industry is the development and production of various radio and electronic equipment for aircraft. In addition to the world-famous "Armor" air defense radar, there are three newest ones: "Adros", "Walnut-3" and "Salt Lake."

Current status and development trend. As of 2011:

- Need to upgrade 80% of production capacity, mainly in mass production factories
- The aircraft developer, manufacturer, and maintenance base are separate
- Lack of financial resources
- More than 70% of raw materials and parts rely on imports
- Reduce industrial cooperation with the Russian Federation

After the start of the 2014 Russia-Ukraine war, the industry is in crisis. Due to the cooperation with Russia in the military field on June 16, 2014, the shutdown caused the mutual suspension of aircraft supplies between Ukraine and the Russian Federation. It takes time to manufacture and cooperate with western companies' components. In recent years, the number of orders has decreased by a quarter-foreign companies not only from the global aviation market (mainly because of the higher efficiency and comfort of western passenger ships), but also from the domestic market and the CIS market to replace Ukraine, currently). Has significant development prospects-Ukraine and the CIS have 6-10 times less passenger traffic than the United States, Canada and the European Union.

In this case, the development trend of Ukraine's aviation industry will still show the following 4 aspects:

- 1) Technically, the strengths and weaknesses are avoided, and the general technical route is to continue to take the security aircraft as the mainstay and the large and super-large transport aircraft as the main technology.
- 2) Economically and organizationally, while continuing to rely on exports and foreign cooperation to survive, it will gradually carry out enterprise mergers and reorganizations, and rely on large-scale enterprises to solve the financial problems and modern management problems needed for the development of the aviation industry;
- 3) Continue to focus on developing cooperation with Russia, and at the same time strive to develop cooperation with the European Union and the United States.
- 4) The main overseas markets are China, India, Southeast Asia, the Middle East, Central America and North Africa.

Development prospects and trends. The future of the entire Ukrainian aviation industry mainly depends on whether it can get enough investment. Therefore, people are looking to the so-called "reinvestment of investment benefits" while pinning their hopes on the large-scale enterprises. One of the world's aviation industry development indicators is called "reinvestment of investment benefits" for expanding production. This indicator is generally 12% to 15% of sales. In 1999, the EU's reinvestment allocation for the development of the aviation industry was US\$9.5 billion, or 15% of sales. Ukrainian experts believe that if the Ukrainian government does the same, Ukraine's aviation industry will still be among the advanced aviation producing countries in the future. Otherwise, the prospects will be difficult to imagine.

References

1. The Ministry of Strategy and Industry Has Announced a Program for the Development of the Aviation Industry for 2021-2030. (2021, February 12).
2. O.M Shershakov, & V.M Shemayev (N.D.). Regarding The Implementation Of The Strategy Of The Revival Of The Domestic Aircraft Construction For The Period Until 2030.
3. Ukrainian institute of the future. (2021, November 20). "Round Table" on Solving Urgent Problems and Further Development of the Aircraft Industry in Ukraine.

УДК 621.396 (043.2)

Matiushenko A.G., student
Pogurelskiy O.S., c.t.s., associate professor
National Aviation University, Ukraine, Kyiv

ASSESSMENT OF THE CHARACTERISTICS OF THE GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM IN NEAR-EARTH SPACE

The use of Global Navigation Satellite System (GNSS) signals in outer space is the next step in expanding the areas of practical use of its data. For users located in a wide range of Earth orbits (with altitudes from 800 to 36,000 km), satellite navigation systems are a potential source of information to ensure accurate positioning, timing and autonomy. These data can be used in research missions of various directions, problems of remote monitoring of the earth's surface, manned astronautics, problems of space debris control. There is also interest in the use of GNSS in space on the part of the military. The latter became apparent after NATO's announced intention to make space a separate area of operations alongside land, as well as air, sea and cyberspace. The defense sector commissioned the creation of the first satellite navigation systems in the United States and the Soviet Union in the mid-twentieth century, and it seems logical to further expand military technology, and with them the need for high-precision navigation in space.

Determination of the navigation characteristics of the user using GNSS is carried out in the radio navigation field (RNF), which is formed by the radio signals of the navigation satellites. If only one satellite constellation is used to determine coordinates in three-dimensional space, the user receiver must receive signals from at least four satellites at a time. This is taken into account by the developers when designing the configuration of the orbital constellation of spacecraft and determines the nominal number of satellites, which ensures the continuity of coverage of the navigation field of the earth's surface and part of the space above it.

To determine the boundary after which the main characteristics of the generated RNF begin to differ significantly from the conditions near the earth's surface, GNSS coverage is divided into two different so-called Service Volume: Space and Terrestrial. The Terrestrial includes the Earth's surface and from 2000 (in the GLONASS system) to 3000 km (in the GPS system) above its surface. The space above refers to the space Service Volume. Its upper conditional limit extends to 36,000 km (approximate heights of geostationary and geosynchronous orbits).

It is believed that in the terrestrial zone, in the absence of significant obstacles in the area, the user always has the necessary number of satellites to determine the location. For today, there are no defined standards for the availability of RNF operating systems for space services. It is obvious that along with the distance from the earth's surface, the possibility of receiving spatially oriented signals of navigation satellites emitted in the direction of the Earth is complicated. The RNF becomes unstable and the possibility of simultaneous reception of signals from four navigation satellites of one system (threshold value for the parameter accessibility) is not provided. In addition to the factor of spatial orientation of the radiation pattern of the radiating antenna should also take into account the dimming of GNSS signals by the Earth's profile.

In this study, the simulation method evaluates the availability and potential accuracy of navigation in outer space (space Service Volume) by GNSS signals for different

combinations of systems that act as sources of navigation signals and for different conditions of reception of these signals by receiving equipment. The current data for modeling the spatial positions of GNSS satellites are current almanacs of GPS, GLONASS, Baidou, Galileo, QZSS, IRNSS systems.

Let's define the list of restrictions which complicate work of the receiving equipment in space in comparison with conditions of functioning on a terrestrial surface. It includes a wider range of Doppler frequency shift and signal-to-noise ratio, which are caused by higher rates of mutual convergence / distance of the signal source and receiver, as well as the reception of signals from much more distant satellites.

For receivers located in low orbit (LEO), the reception of the signal from the GNSS satellite is possible on the entire trajectory, except for that part which is in the shadow of the Earth. As the height of the orbit of the receiver increases, the part of the trajectory on which the possible signal reception decreases, and the part in the shadow increases. From a certain moment (when the height of the receiver's orbit goes beyond the ground service area), signal reception becomes possible only on a small part of the trajectory.

The GNSS characteristic, which is used to estimate the part of time when it is possible to determine the coordinates according to the GNSS data relative to the total interval (in the case of this study - the orbital period) is called availability. It has a quantitative requirement for the number of GNSS satellites from which navigation signals must be received at the same time.

Note that the specifics of receiving GNSS signals in near-Earth space is also that they can come from areas below the plane of the local horizon

The visibility of the navigation satellite, which guarantees the reception of its signals, due to the location of the receiver on one side and the spatial orientation and radiation pattern parameters of the radiating antenna from the navigation satellite.

The generalized method of modeling the GNSS radio navigation field in near-Earth space is as follows:

The input data for the calculations are the coordinates of the point for which the experimental modeling is performed and the time. The coordinates are specified by indicating the longitude and latitude of the projection of the selected point in near-Earth space on the earth's surface and its normal height. The time is entered in the format of date and hours, minutes and seconds on the UTC scale (Universal Time Coordinated).

For a given point in time, according to the GNSS almanac, the calculation of the spatial positions of the navigation satellites of the selected systems is performed.

The next step is to determine the angles of observation of the satellites relative to the location of the receiver and the angles formed between the center of the radiation patterns of each of the satellites and the direction to the receiver. After that, the visibility criteria of navigation satellite signals are applied. The obtained results of visibility of satellites are compared with pre-set conditions of the simulation scenario.

The result is displayed in the form of visualization of the relative spatial location of the receiver and visible with the implementation of all specified in the scenario conditions of the navigation satellites. Additional graphical and computational information is also provided, which allows a comprehensive assessment of the availability of GNSS signals in near-Earth space for a wide range of possible receiver locations.

As a result of the formation of a series of scenarios of experimental modeling, the limit value of the distance from the Earth in outer space was set, the achievement of which is accompanied by a critical reduction in the number of visible satellites of global

navigation systems. This value in the general case is 5-6 thousand km and has slight differences for individual systems. There are also differences for the same value of distance from the Earth, but for different spatial locations of the studied point.

To ensure a sufficient number of sources of navigation information at altitudes greater than 6000 km, the method of joint data processing from all available systems can be used, but the quality of navigation determination will be low due to large values of the geometric factor of accuracy. This is due to the relatively small amount of space from which satellite signals can be received.

A significant improvement in the availability of GNSS signals in outer space at altitudes of 10,000 km occurred after the discovery in the simulation scenarios of the reception conditions of signals from all possible directions, ie from satellites located below the plane of the local horizon.

The considerable distance between the signal source and the receiver requires the use of more sensitive receiving equipment.

Another problem in the practical implementation of this technique is the need to place the receiving antennas on opposite sides of the object, which will use satellite navigation in space. According to the study, in case of successful solution of these problems, the user even at fairly large distances from the earth's surface (more than 10,000) can use signals from satellite navigation systems with an acceptable level of geometric factors that are optimized after the appearance of satellites from different directions: above and below the local horizon.

References

1. Developments in Space GNSS Navigation. GPSWorld webinar 11212019.
2. Available online: <https://www.gpsworld.com/wp-content/uploads/gps-webinar-11212019-updated.pdf> (accessed on 24 November 2019)
3. V. Konin and F. Shyshkov, "Autonomous navigation of service spacecrafts on geostationary orbit using GNSS signals", *Radioelectronics and Communications Systems*, vol. 59, no. 12, pp. 562–566, 2016. DOI: 10.3103/S0735272716120049
4. NATO Foreign Ministers to address preparations for London meeting. Available online: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_170975.htm (accessed on 24 November 2019)
5. US Federal Aviation Administration, «GPS Standard Positioning Service (SPS) Performance Standard 4th Edition», 2008.
6. M. Moreau, «GPS Space Service Volume,» 2008.
7. F. H. Bauer, M. C. Moreau, M. E. Dahle-Melsaether, W. P. Petrofski, B. J. Stanton, S. Thomason, G. A. Harris, R. P. Sena and L. Parker Temple III, «The GPS Space Service Volume,» in *ION GNSS*, 2006.

УДК 629.7.01 (656.7)

Ножнова М.О., аспірант
Національний авіаційний університет, м. Київ

PRE-FLIGHT EVALUATION OF AERONAVIGATION DATA WHEN PERFORMANCE OF FLIGHTS BY UNMANNED AVIATION COMPLEXES

The scope of activities for the organization and provision of flights is determined taking into account the classes, types of unmanned aerial vehicles, organizational and staffing structures, the specifics of the activities and features of the tasks.

The organization of flights includes:

1. making a decision on conducting flights and setting tasks for flights to the management of the unit (institution), commanders of units of unmanned aerial vehicles and units (units) of support;
2. flight planning;
3. preparation for flights of aviation personnel (external crews of unmanned aerial vehicles, engineering and technical staff, personnel of subdivisions, unmanned aerial vehicles, aerodromes, landfills, regular controls and ground support of flights;
4. radar weather reconnaissance (if available).

Flight preparation plays an important role in flight operations for each type of flight. External flight crews (operators) must have access to a variety of information necessary to decide on departure from the aerodrome and safe conduct of the flight, such as the technical condition of the aircraft (including unmanned aerial vehicle) and the serviceability of navigation aids, meteorological conditions at all phases of flight, approved flight and landing permits, etc.

The pre-flight instructions to the external crews include:

- actual and expected weather conditions in the area of flights;
- the most probable deviations of weather conditions from those provided by the forecast at unstable nature of weather conditions;
- weather radar data; - data on the actual and expected ornithological situation;
- safety measures for meteorological and ornithological support of flights;
- flight option; - flight start and end times;
- takeoff and landing course; - methods of landing;
- air, ground (sea) and navigation situation in the area of flights and features of flight management, conditions of departure from the aerodrome and exit to it, exact time, safety measures in the navigator's relation and other necessary data;
- features of the use of means of communication;
- condition of the aerodrome;
- conditions of launching, taxiing, location of technical posts, inspection sites of aviation weapons;
- conditions of take-off, approach and landing;
- altitude (echelon) of access to the aerodrome of unmanned aerial vehicles in special cases in flight;
- changes in the flight schedule;
- features of flight tasks and operation of unmanned aerial vehicles;

- specific safety measures, restrictions due to actual meteorological conditions and the nature of flight tasks;

- other necessary data for successful and safe flights.

When flying unmanned aerial vehicles at the outside pilot's workplace, the remote control point must have aeronautical information documents or extracts from them.

Sometimes, due to lack of time, the external crew prepares for the flight in a time too short for high-quality acquaintance with all before the flight aeronautical data, which leads to the uncertainty of situations, and worst of all - to aviation events. The nature, content and complexity of information vary, so it is important to provide information so that pilots (operators) can easily and comfortably grasp it.

It is possible to increase the efficiency of pre-flight information preparation with the help of information support of the flight operations officer (operator) when providing recommendations to external crews on the possibility of departure of unmanned aerial vehicles.

Automated pre-flight information systems are used to provide aeronautical data and aeronautical information to an aviation entity, including external crew members, in order to plan flights and provide pre-flight information services and self-instruction.

Automated pre-flight information systems should allow communication between the aeronautical information service and the flight crew, including members of the external crew, for the necessary consultations by telephone or other convenient means of telecommunications.

Automated pre-flight information systems that provide aeronautical data and aeronautical information for the purpose of flight planning, flight information service and self-instruction:

- provide regular and timely updating of the system database and quality control of aeronautical data, their validity;

- provide access to the system of the subject of aviation activity, including flight crew members, other interested aviation personnel and other aviation users, by means of convenient means of telecommunication;

- ensure the provision in paper form of the necessary aeronautical data and aeronautical information if necessary;

- use access and request procedures based on the use of plain text with abbreviations and, where appropriate, ICAO location indicators or based on a menu-driven user interface or other appropriate mechanism agreed between the State Aviation Service and the relevant operator.

References

1. Modern aspects of application and development of unmanned aerial vehicles / Т. Shmelova, S. Voiko, O. Kotov, O. Burlaka, M. Nozhnova. – Warsaw, 2021. – 139 p.

2. Про затвердження Авіаційних правил України «Обслуговування аеронавігаційною інформацією» [Electronic resource] / Державна авіаційна служба України, наказ №582 від 13.05.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0760-19#Text> (viewed on November 17, 2021).

УДК 629.7.07(043.2)

Садовська В.К., магістр
Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРОМ БПЛА ПРИ ПОЛЬОТІ В СКЛАДНИХ МЕТЕОУМОВАХ

Аеронавігаційна система (АНС) функціонує в умовах постійного впливу багатьох факторів, тому проблема забезпечення стійкості АНС залишається недостатньо вирішеною і має як наукове, так і практичне значення. Враховувати численні фактори, як внутрішні, так і зовнішні, дозволяють дослідження АНС як соціотехнічної системи (СТС). Аеронавігаційна система відноситься до людино-машинних систем (ЛМС), до її складу входять техніка і люди, що її обслуговують. Основною ланкою АНС є людина, і від її рішень залежить ефективність функціонування, надійність і стійкість системи. Для моделювання прийняття рішень оператором БПЛА при польоті в складних метеоумовах розглянуті та проаналізовані існуючі моделі прийняття рішень (ПР) в АНС [1; 2].

Aeronautical decision-making (ADM - прийняття рішень в авіації) – процес ПР в унікальному середовищі – авіації. Це систематичний підхід до психічних процесів, який повинні послідовно використовувати оператори, для обрання найкращої стратегії відповідно до обставин, що склалися. Модель складається з п'яти «Р» :

План польоту - повітряний корабель - пілот - пасажери - програмування.

Використовується для оцінки поточної ситуації та ПР пілотом під час польоту або у разі виникнення позаштатної ситуації. Кожне рішення може суттєво збільшити або знизити ризик успішного завершення польоту та ґрунтується на здатності пілота, приймати обґрунтовані та своєчасні рішення.

Також існує ще одна модель, яка більш схильна о прийняття рішень оператора БПЛА. Модель складається з трьох «Р» :

- сприймати обставини, що склалися при виконанні польоту;
- оцінювати ситуацію щодо її впливу на безпеку польотів;
- виконувати дії.

ADM пропонує системний підхід для ефективного ПР, який можна використовувати на всіх етапах польоту. Відповідно до концепції у центрі моделі SHELL – людина, як найважливіший компонент системи. Відзначено основні чинники, що впливають на людину-оператора (Л-О) у процесі виконання професійних обов'язків. Ці типи чинників створюють оперативний контекст, у якому нормальний, здоровий, кваліфікований, досвідчений персонал працює на нижчому, ніж очікувалося, рівні. Одним із можливих підходів до вирішення цих проблем є формалізація та математичний опис діяльності операторів АНС як складної СТС на основі системного аналізу.

Фактори, що впливають на Л-О в процесі виконання професійних обов'язків:

- фізіологічні фактори;
- фізичні фактори;

- психологічні фактори;
- психосоціальні фактори.

Фізіологічні фактори. Фізичні можливості Л-О: сила, органи зору і слуху. До місця роботи Л-О мають ставитися вимоги до фізичних особливостей оператора саме: до тепла, тиску, світла, шуму, вібрації, часу доби тощо.

Фізичні фактори. Фактори, впливають на внутрішні процеси Л-О, зокрема: наявність кисню, загальне здоров'я, спосіб життя, харчування, хвороби, шкідливі звички (застосування тютюну, наркотиків, алкоголю), особисті стреси, втома, вагітність тощо.

Психологічні фактори. Фактори, що впливають на психологічну готовність Л-О до обставин, що можуть скластися в польоті, тобто адекватність підготовки, знань і досвіду, візуальні або вестибулярні відчуття, робоче навантаження. Психологічна придатність готовності Л-О до виконання обов'язків також включає мотивацію, ставлення до ризику, навички ПР, а також здатність Л-О самостійно впоратися з надзвичайною ситуацією.

Психосоціальні фактори. Зовнішні фактори в системі соціального індивідуума, такі самі як в умовах роботи, так і в умовах поза роботою, що чинять додатковий тиск на Л-О (суперечка з керівником, трудові спори, проблеми в сім'ї, особисті фінансові проблеми або інші внутрішні напруження).

Згідно з даними Бюро безпеки на транспорті 21,3% авіаційних подій трапляється через погодні умови, з них 39,1% через складні метеоумови (СМУ). При цьому основною причиною авіаційних подій в СМУ (до 68%) визнається неправильне і несвоєчасне прийняття рішень екіпажем повітряного судна.

Для прийняття рішень оператором БПЛА в СМУ розроблені детерміновані моделі і стохастичні моделі ПР, що увійшли до системи підтримки прийняття рішень (СППР) оператора БПЛА в СМУ. В даний час метеорологічне забезпечення є невід'ємною частиною безпечного та ефективного провадження діяльності цивільної авіації. Польоти без метеорологічної інформації неможливі, як пілотованих так і БПЛА. Тому правильне використання метеорологічної інформації, уміння чітко розрізнати явища погоди, оцінювати вплив погодних умов на польоти, приймати грамотні рішення під час зустрічі з різними метеорологічними явищами вимагають від операторів АНС (пілотів, диспетчерів управління повітряного руху, операторів БПЛА та ін.) твердих знань авіаційної метеорології.

Список використаних джерел:

1. Харченко В.П. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи: монографія / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда. – Кіровоград: КЛА НАУ, 2012. – 292 с.
2. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Abdel-Badeeh M. Salem, Yury N. Kovalyov. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2017. - P. 305

UDC 656.7.086(043.2)

Sikirda Yu., Cand. of Eng., Ass. Prof.

Flight Academy of the National Aviation University, Kropyvnytskyi

Shmelova T., Doc. of Eng., Prof.

National Aviation University, Kyiv

Kasatkin M., Cand. of Eng.

Kharkiv National University of Air Forces named by I. Kozhedub, Kharkiv

A NEURAL NETWORK MODEL FOR THE RISK ASSESSMENT OF THE COLLABORATIVE DECISION-MAKING BY OPERATORS IN FLIGHT EMERGENCY

During the flight, the pilot and the air traffic controller (ATCO) are in constant interaction, in the process of which there is a coordination of actions, planning of joint activities, division of functions, etc. [1]. Clear interaction between the pilot and ATCO is most important in flight emergency (FE), which is characterized by a sharp shortage of decision-making time in the conditions of incompleteness and uncertainty of information, as well as the significant psychophysiological load on the flight crew. Interaction can be carried out in the form of collaborative decision-making (CDM) by the operators based on the mutual exchange of useful information [2].

In the course of research of the errors arising during the interaction of ATCO with pilots ten typical types of errors are allocated and the frequency of their occurrence is defined [3]. The most common errors are violations of the radio communications rules (26%) and contradictory flight information (22%). Next are wrong ATCO commands (10%); violation of interaction between ATCO of adjacent zones (8%); lack of radio communication (8%); lack of radar control of the aircraft (6%); failure of the flight crew to communicate with serviceable radio equipment (6%); no report about aviation accident (6%); non-execution of ATCO commands (4%); fuzzy ATCO commands (4%).

To assess the risk of CDM by the pilot and ATCO in the FE a four-layer (two layers are hidden) recurrent artificial neural network (ANN) with biases was developed [4–5] (Figure 1). Multilayer ANN can approximate any functional dependence due to hidden layers of neurons and is capable of learning. The dynamics of recurrent networks is a very important property for a complex socio-technical air navigation system, as feedback changes the inputs of neurons, which leads to a change in the state of ANN [6].

Consider the ANN model in Figure 1.

The first layer (input) corresponds to the losses in the FE depending on the type of flight situation (\overline{U}). The second layer (hidden) is the standard time to perform technological procedures by the operators for FE parrying (\overline{T}). The third layer (hidden) is the normative sequence of technological procedures by the operators for FE parrying (\overline{S}). The fourth layer (output) is the risk assessment of CDM by the operators in FE (\overline{R}). Additional input bias $\overline{\theta}$ characterizes the interaction of the operators.

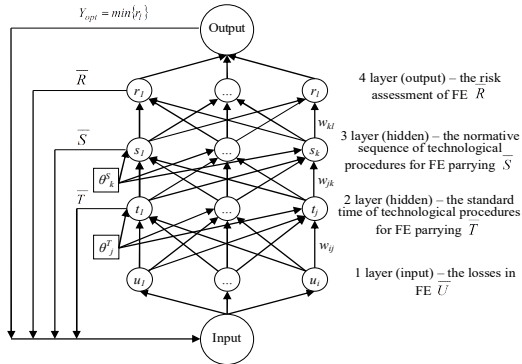


Figure 1. A neural network model for the risk assessment of CDM by the pilot and ATCO in FE

Output vectors of the second, third, fourth layers (1)-(3):

$$\bar{T} = f(\bar{W}_1, \bar{U} - \bar{\theta}^T), \quad (1)$$

$$\bar{S} = f(\bar{W}_2, \bar{T} - \bar{\theta}^S), \quad (2)$$

$$\bar{R} = f(\bar{W}_3, \bar{S}), \quad (3)$$

where \bar{W}_1 – are the weights that take into account the probability of violation of the standard time of technological procedures for FE parrying, $\bar{W}_1 = \{w_{ij}\}$;

\bar{W}_2 – are the weights that take into account the probability of violation of the normative sequence of technological procedures for FE parrying, $\bar{W}_2 = \{w_{jk}\}$;

\bar{W}_3 – are the weights that take into account the probability of complicating the flight situation (for example, engine failure can lead to a fire), $\bar{W}_3 = \{w_{kl}\}$;

$\bar{\theta}^T$, $\bar{\theta}^S$ – are the biases of indicators of timeliness and correctness of technological procedures for FE parrying at jointly coordinated actions of the operators, $\bar{\theta}^T = \{\theta_j^T\}$, $\bar{\theta}^S = \{\theta_k^S\}$.

The following output signals of vectors of ANN layers are set \bar{T} , \bar{S} , \bar{R} (4):

$$T, S, R = \begin{cases} 1; & \text{if } f(w_{ij}u_i - \theta_j), f(w_{jk}t_j - \theta_k), f(w_{kl}s_k) > 0 \\ 0; & \text{if } f(w_{ij}u_i - \theta_j), f(w_{jk}t_j - \theta_k), f(w_{kl}s_k) \leq 0 \end{cases}$$

(4) where f – is a nonlinear (sigmoid) activation function.

Using the neuroemulator NeuroSolutions version 7.1.1.1 (designed by NeuroDimension, Inc.) on the example of FE "Failure and fire of the engine on the aircraft during climbing after take-off" the multilayer feedforward perceptron with biases was built and trained with the teacher by the procedure of the error backpropagation (Figure 2) [4].

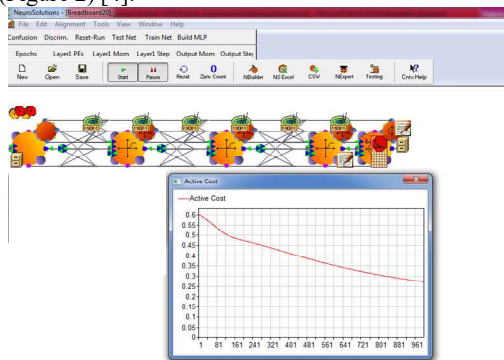


Figure 2. Example of ANN for FE "Failure and fire of the engine on the aircraft during climbing after take-off", which was built in the neuropackage NeuroSolutions

NeuroSolutions 7 is an easy-to-use software package for designing and modeling neural networks in a Windows environment. It combines a modular icon-based network design interface with the implementation of advanced artificial intelligence and learning algorithms using intuitive wizards or an easy-to-use Excel interface. Neuroemulator NeuroSolutions has shown the greatest flexibility in the synthesis and reconfiguration of complex control systems according to the following criteria: ease of creating and learning ANN, intuitive interface; ease of preparation of the training sample; clarity and completeness of information presentation in the process of creating and training ANN; the number of standard neural paradigms, criteria, and algorithms for learning ANN; the ability to create original neural structures; the possibility of using original optimization criteria and algorithms for learning neural networks; the possibility of software extensions of the neuropackage; the cost of the license.

The amount of potential loss u_i , which depends on the type of flight situation, was obtained using fuzzy set theory: very small loss (the consequence of a normal flight situation) $u_1=10$ points; small loss (the consequence of a complicated flight situation) $u_2=30$ points; average loss (the consequence of a difficult flight situation) $u_3=50$ points; large loss (the consequence of an emergency flight situation) $u_4=80$ points; very large loss (the consequence of a catastrophic flight situation) $u_5=100$ points.

According to the matrix of risk indicators ICAO, which takes into account the severity and probability of possible consequences, based on the theory of fuzzy sets with the use of linguistic variables, the scale of acceptability of risk r_i was determined [7]: negligible risk $r_1=20$ points; minor risk $r_2=40$ points; major risk $r_3=60$ points; hazardous risk $r_4=80$ points and catastrophic risk $r_5=100$ points. To ensure a sufficient level of

flight safety, the risk indicators must not exceed 60 points, which is taken as the maximum allowable value of the level of danger.

The input, intermediate, and output components of the ANN are set according to statistics for the previous 10-year period [8], additional inputs – biases are conditionally accepted as equal to one at the coordinated actions of ANS operators according to a certain technological procedure and equal to zero – at their uncoordinated actions. To assess the risk of CDM by the pilot/ATCO in the FE were prepared 1100 samples. ANN learning was performed by modifying the weights between neurons until the error reached a minimum and ceased to decrease. In our case, 1000 cycles of training were sufficient; ANN training time was 5.56 minutes (about 3 sec for each epoch).

Testing of ANN on examples that were not included in the training sample showed high accuracy in the risk determining (error Δ between the actual and obtained through the neural network assessment of the potential risk is not more than 3% from the range of changes in its values), which confirms the reliability of the proposed model.

References

1. Dranko, A. A. (2018), Formation of professional interrelationships of the future pilots of civil aviation in the process of ground-based practical training, Ph.D. thesis, Classical Private University, Kropyvnytskyi.
2. International Civil Aviation Organization (2014), Manual on Collaborative Decision-Making (CDM), Doc. 9971, 2nd ed., Author, Montreal, Canada.
3. International Air Transport Association (2014), Data Report for Evidence-Based Training, 1st ed., Author, Montreal, Geneva, Canada.
4. Sikirda, Yu., Shmelova, T., and Kasatkin, M. (2021), “Intelligent system for supporting collaborative decision making by the pilot/air traffic controller in flight emergencies”, *CEUR Workshop Proceedings*, Vol-2853, Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS-2021), Proceedings of the 2nd International Workshop, Khmelnytskyi, March 24-26, 2021, M. Jeusfeld c/o Redaktion Sun SITE, Informatik V, RWTH Aachen, Germany, pp. 127–141.
5. Kasatkin, M., Sikirda, Yu., and Shmelova, T. (2019), “Network analysis of collaborative decision making by Air Navigation System's human-operators during emergency cases in flight”, *Proceedings of the National Aviation University*, no. 1 (78), pp. 22–35.
6. Sikirda, Yu., Kasatkin, M., and Tkachenko, D. (2020), “Intelligent automated system for supporting the collaborative decision making by operators of the air navigation system during flight emergencies”, in Shmelova, T., Sikirda, Yu., and Sterenhartz, A. (Eds.), *Handbook of research on artificial intelligence applications in the aviation and aerospace industries*, IGI Global book series Advances in Mechatronics and Mechanical Engineering (AMME), IGI Global Publ., Hershey, USA, pp. 66-90.
7. Shmelova, T., Sikirda, Yu., Rizun, N., Salem, A.-B. M., and Kovalyov, Yu. (2018), Socio-technical decision support in air navigation systems: Emerging Research and Opportunities, IGI Global Publ., Hershey, USA.
8. Official website of the Interstate Aviation Committee (2020), Safety reports, available at: <https://www.mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/> (accessed 15 May 2020).

УДК 621.396 (043.2)

Маслов В.П., д.т.н., проф.

Садика Є.Ю., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

МОНІТОРИНГ СТАНУ ЦІЛІСНОСТІ ТЕПЛОМЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА

Протягом останніх кількох років безпілотні літальні апарати (БПЛА) або дрони були і є гарячою темою, яка охоплює питання безпеки, технологій, правила та норми в усьому світі через їх чудові досягнення. Не винятком є і питання, що стосується теплоенергетики.

Забезпечення комфортних умов проживання і праці людей населених пунктів України в опалювальний період здійснюється системами тепlopостачання. Саме теплові мережі подають теплоносій від котельень до споживачів.

З часом зношення та старіння обладнання роблять його експлуатацію небезпечною, а регулярний контроль штатними засобами часто не може забезпечити належний рівень експлуатаційної надійності. Тому перехід від періодичного контролю таких об'єктів до їх безперервного моніторингу за допомогою БПЛА стає тенденцією.

Час йде, і тепер подібні технології стають загальнодоступними для того, щоб робити дослідження в сфері теплоенергетики більш якісними та ефективними.

В Україні один із найвищих у світі показників насиченості міст тепловими мережами, а загальна довжина трубопроводів становить близько 47 тис. км. Понад 20 тис. км труб діаметром від 50 до 800 мм перебувають під наглядом комунальних підприємств теплоенергетики. У більшості випадків канали трубопроводів не захищені від проникнення ґрунтових вод та іншої вологи, що призводить до значних втрат теплової енергії, корозійного руйнування металу труб та аварійного відключення споживачів. Загальні втрати теплової енергії у мережах систем централізованого тепlopостачання становлять близько 30%. Термін безаварійної експлуатації таких мереж не перевищує 10-15 років.

Заміна пошкоджених трубопроводів дозволить вирішити проблему значних втрат тепла під час його транспортування до кінцевого споживача, але нині це неможливо через економічну ситуацію. Єдиним виходом із ситуації є моніторинг технічного стану теплових мереж (особливо магістральних трубопроводів), своєчасне виявлення критичних дефектів таких систем та їх своєчасне усунення.

Одним з найефективніших та перспективних методів контролю цілісності тепломереж є тепловізійне обстеження за допомогою дрону.

Тепловізійна аерофотозйомка на даний момент є єдиним способом, який за короткі проміжки часу дозволяє виявляти аварійні та потенційно дефектні ділянки трубопроводів теплових мереж. За допомогою тепловізійної аерофотозйомки можна оперативно побачити незначні нюанси різниці температури та сліди тепла, необхідні для того, щоб зробити висновки про стан об'єктів на місцевості.

Тепловий контроль – це реєстрація електромагнітного випромінювання від об'єктів контролю в інфрачервоному діапазоні та перетворення його на видиме зображення.

Теплова аерофотозйомка виконується весною або пізно восени за відсутності снігового покриву, коли теплові мережі знаходяться в робочому режимі. Для

усунення спотворюючих теплових ефектів від сонячної інсоляції, аерофотозйомка повинна проводитися вночі, рідше вдень при високій хмарності.

Під час польоту використовується спеціальне навігаційне програмне забезпечення, що дозволяє спостерігати на екрані монітора положення квадрокоптера щодо запроєктованих маршрутів за даними GPS. При заході на черговий маршрут вмикаються тепловізійна апаратура та цифрова камера, що проводять запис інформації. Момент вмикання реєструється у вигляді часової позначки на траєкторії руху у базі даних аерозйомки. За допомогою спеціального програмного забезпечення проводиться попередній контроль якості зображення тепловізійних знімків теплових мереж.

У рамках науково-дослідницької роботи Національної академії наук України "Розробка методології моніторингу теплового стану основних систем опалення систем на базі квадрокоптерів" вчені Інституту технічної теплофізики запропонували набір модулів для моніторингу технічного стану магістральних трубопроводів. Комплекс складається зі смартфона Nokia 6 на базі операційної системи Android з встановленим програмним забезпеченням та компактного тепловізора виробництва компанії Seek Thermal. Комплекс знаходиться всередині удароміцного корпусу та кріпився до нижньої частини квадрокоптера.

Технічні характеристики запропонованого комплексу наведено у Табл. 1.

Табл. 1. Технічні характеристики запропонованого комплексу

Параметр	Значення
Розширення екрану	206x 156
Поле зору, °	20
Частота кадрів, Hz	< 9
Відстані виявлення	≤ 500
Діапазон температур °C	- 40... 330

На Рис. 2 наведено приклад тепловізійної картини, отриманої за допомогою запропонованого комплексу.



Рис 2. Тепловізійна фотографія, зроблена під час діагностики несправних клапанів

Найближчим часом планується провести комплексний моніторинг технічного стану ділянки магістральної тепломережі за допомогою запропонованого комплексу.

УДК 004.896 (043.2)

Толкунова Ю.М., к.т.н., доц.
*Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», м. Харків*

СУЧАСНИЙ СТАН ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ДЕТЕКТУВАННЯ ПЕРЕШКОД ДЛЯ БПЛА

Однією з ключових функцій будь-якої системи детектування перешкод, є запобігання зіткнень з різного роду завадами, як статичними, так і рухомими. В даний час найбільш активно для вирішення цього завдання використовуються радары, лідари і різні оптичні системи огляду [1, 2]. Складність розробки такої системи для безпілотного літального апарату (БПЛА) полягає у тому, що вона повинна забезпечувати високу точність, включаючи мінімальний набір первинних датчиків для забезпечення автономного польоту.

Сканування певних ділянок за допомогою лідарів забезпечує точну інформацію про відстань до об'єктів, але лише вздовж площини навколо сенсору. Також слід зазначити відсутність детальності при зйомці вертикальних поверхонь та площин. Легкі лідари, які можна використовувати БПЛА, коштують дорого. Бюджетні лідари характеризуються невисокою детальністю та охопленням, тому відрізняються низькою продуктивністю.

Серед недоліків ультразвукових датчиків можна відзначити низьку частоту вимірювань, яка має суттєве значення у разі об'єкта, яких рухається, що може призвести до запізнення у прийнятті рішення про ухилення від перешкоди. Також слід відзначити, що більшість представлених рішень для БПЛА дозволяють контролювати лише один бік простору [3]. Що стосується інфрачервоні датчиків, основним недоліком, як і в ультразвукових датчиках, є обмеженість області простору. Порівняно з ультразвуковими датчиками, інфрачервоні мають менший радіус дії і залежність від зовнішніх перешкод, у тому числі – деяких типів освітлення.

Враховуючи відносно невисоку вартість та вище зазначені недоліки перспективним є використання відеокамер. Відеокамери є пасивними сенсорами, що є незаперечною перевагою при створенні автономних систем для БПЛА. На сьогоднішній день використовуються системи детектування та обходу перешкод з використанням однієї або декількох камер. Послідовність кадрів зображень, що динамічно змінюються, фіксує просторово-часові зміни яскравого поля, викликані його рухом, і тому містить багату інформацію про об'єкти, що створюють поле. Основним прийомом виявлення таких змін є обчислення векторного поля швидкостей руху фрагментів зображення, так званого «оптичного потоку». При обробці цифрових відеоданих фактично обчислюють оцінки векторного поля відносного зміщення фрагментів зображення в кадрах аналізованого динамічного зображення.

В даний час існують дві основні групи методів аналізу цифрових зображень. Першу групу утворюють методи, засновані на обчисленні та пошуку глобального екстремуму взаємно-кореляційної функції (ВКФ) сумісних фрагментів зображень; другу групу утворюють градієнтні методи, що ґрунтуються на аналізі часових та

просторових похідних функції розподілу освітленості [4]. До недоліків методів першої групи можна віднести високу обчислювальну складність, спричинену використанням пошукових процедур при обчисленні екстремуму ВКФ. Градієнтні методи теж не позбавлені недоліків – це необхідність обчислення просторових та часових похідних зашумлених зображень. Але градієнтні методи є більш бистродійними.

При детектуванні перешкод за допомогою градієнтного метода будь-яке обертання БПЛА вносить похибку до усіх векторів швидкостей точок інтересу. Це знижує точність інформації про відстань до об'єкту. Але цього недоліку можна позбавитися при використанні стереобачення [5, 6]. Камери розташовують таким чином, щоб об'єкти можна було спостерігати з різних точок зору. Таким чином, для визначення відстані до об'єкту використовуються зіставлення ідентичних елементів зображень.

Список використаних джерел:

1. U. Franke, «Making Bertha See», U. Franke, D. Pfeiffer, C. Rabe, C. Knoepfel, M. Enzweiler, F. Stein, R.G. Herrtwich, 2013 *ICCVW*, pp. 221-241, 2013.
2. State Estimation for Aggressive Flight in GPS-Denied Environments Using Onboard Sensing [Electronic resource] / A. Bry, A. Bachrach, N. Roy. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2012. URL: http://groups.csail.mit.edu/rrg/papers/icra12_aggressive_flight.pdf (viewed on October 27, 2021).
3. А.Н. Кудрявцев, М.А. Мурин, А.С. Раков, Д.С. Раков «Ультразвуковая система обнаружения препятствий для беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа», II Всероссийская научная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн», Муром, РФ, 2018, СС. 656-662.
4. Цифровые методы обработки информации: учеб. пособие / И.В. Борисова. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – 139 с.
5. K. Schauwecker, A. Zell, «On-Board Dual-Stereo-Vision for the Navigation of an Autonomous MAV», *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Springer Netherlands, № 74 (1-2). – pp. 1-16, 2014.
6. J. Byrne, M. Cosgrove, R. Mehra, «Stereo based obstacle detection for an unmanned air vehicle», *IEEE International Conference on Robotics & Automation*, Orlando, Florida, May 15-19, 2006, pp. 2830 - 2835.

UDC 625.717.2(043.2)

Yastrub M., PhD student
National Aviation University, Kyiv, Ukraine

FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF THE REMOTE TOWER CENTRE LOCATION

One of the tasks of the National transport strategy of Ukraine up to 2030 is to increase the air transportation network and promote the development of regional airports of Ukraine. This can be achieved by attracting more flights to the Ukrainian regional airports through the reduction of air transportation costs for airspace users. One of the possible ways to decrease the costs is an implementation of the remote tower concept that has been developed under the Single European Sky ATM Research (SESAR) program.

The remote tower concept relies on the provision of air traffic services (ATS) from a remote location. For that, the remote tower modules are set up that they contain all the necessary equipment (e.g. Out of the window view, controller working position (CWP), etc.) for the air traffic control or aerodrome flight information service officer to provide ATS in a safe and efficient manner. These modules can be grouped into remote tower centers (RTC) that provide remote ATS to multiple aerodromes at the same time.

One of the steps to set up a remote tower center is a choice of a location for it. In order to ensure that the selected location for the remote tower center does not pose threats to the safe and efficient provision of remote ATS, it is necessary to take a number of factors that could influence the decision-making process into account: distance between a possible location of an RTC and airport, the density of the air traffic at airports, availability of personnel at the possible location of the RTC, remoteness of Communication, Navigation and Surveillance (CNS) equipment from the possible location of the RTC, and technical capabilities at the possible location of the RTC.

The factors can be measured and quantified according to the measured values. After this, the factors can be processed using one of the decision-making methodologies – decision-making under stochastic uncertainty (risk). This methodology can be used when there is a high level of data incompleteness and uncertainty.

Using the values of the factors and criteria provided by the decision-making methodology, it is possible to compose a pay-off matrix for the factors influencing the choice of the remote tower center location (Table 1). Based on the calculated criteria listed in the pay-off matrix, it is possible to identify the most suitable location of the remote tower center.

Table 1. Pay-off matrix for factors influencing the choice of the RTC location

Alternative decisions	Factors					Criteria			
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	Wald	Laplace	Savage	Hurwitz
Location 1	u_{11}	u_{21}	u_{31}	u_{41}	u_{51}				
...
Location n	u_{1n}	u_{2n}	u_{3n}	u_{4n}	u_{5n}				

УДК 004.056 (043.2)

Гнатюк В.О., к.т.н., доц.
Національний авіаційний університет, м. Київ

УДОСКОНАЛЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ CONTENT MANAGEMENT SYSTEM

Сьогодні жодна сучасна компанія, установа чи підприємство не може існувати без використання у своїй діяльності інформаційних технологій, зокрема веб-сайтів. Головне призначення веб-сайту полягає в тому, щоб надати інформацію користувачам про цю компанію, установу чи підприємство, про переваги її перед конкурентами, а також про товари чи послуги, які нею пропонуються. Проте, використовуючи веб-сайти важливо подбати про забезпечення необхідного рівня кібербезпеки, оскільки не виконання цього аспекту може призвести до виникнення кіберінцидентів [1], що в свою чергу може призвести до великих фінансових та іміджевих втрат, тому розробка і дослідження нових ефективних методів удосконалення кібербезпеки веб-сайтів є актуальною науковою задачею.

Наразі на ринку представлено велику кількість рішень для розробки та підтримки веб-сайтів. Задля спрощення процесу організації веб-сайтів чи інших інформаційних ресурсів в Інтернеті чи окремих комп'ютерних мережах використовуються системи керування контентом (Content Management System, CMS). Виходячи зі статистики частки ринку [2, 3], найпопулярнішою системою управління контентом є WordPress, яка використовується 40,4% усіх веб-сайтів в Інтернеті, за якою слідує Shopify і Joomla. Згідно дослідження компанії iTrack [4] за березень 2021 року всього було опитано 4960632 доменів та побудовано загальний рейтинг CMS.

Наразі існують сотні, а може, навіть й тисячі доступних CMS, завдяки їх функціональності ці системи можна використовувати в різних компаніях. Перші CMS були розроблені у великих корпораціях для організації роботи з документацією. У 1995-му від компанії CNET відокремилася окрема компанія Vignette, яка започаткувала ринок для комерційних CMS. З часом діапазон продукції розширювався і дедалі більше інтегрувався у сучасні мережеві рішення аж до популярних веб-порталів. Багато сучасних CMS поширюються як безкоштовні і легкі у встановленні (інсталяції) програми, які розробляються під ліцензією GNU/GPL групами ентузіастів. Системи управління веб-сайтом часто розраховані на роботу у певному програмному середовищі. Наприклад, система MediaWiki, під управлінням якої працює Вікіпедія, написана мовою програмування PHP і зберігає вміст і налаштування у базі даних типу MySQL або PostgreSQL; тому для її роботи потрібно, щоб на сервері, де вона розміщена, були встановлені веб-сервер (Apache, IIS чи інший), підтримка PHP та системи керування базами даних MySQL або PostgreSQL, а також, в разі необхідності, додаткові програми для обробки зображень чи математичних формул. Такі вимоги є досить типовими для відкритих CMS. Існує два типи встановлення CMS: локальна та хмарна. Локальне встановлення означає, що програмне забезпечення CMS можна встановити на сервері. До такого підходу зазвичай вдаються підприємства, які хочуть гнучкості у створенні. Відомі CMS, які можна встановити локально, - це Wordpress.org, Drupal, Joomla, ModX та інші. Хмарна

CMS розміщена у середовищі постачальника. За такого підходу програмне забезпечення CMS не може бути змінено для клієнта. Прикладами відомих хмарних CMS є SquareSpace, Wordpress.com та WIX.

У разі використання CMS варто подумати про його безпеку, оскільки за статистикою, більшість зломів CMS можна було б уникнути, якби їх власники використовували хоча б мінімальні рекомендації з безпеки CMS. Тому, мета даної роботи полягає у тому, щоб унеможливити реалізацію зловмисниками кіберінцидентів в CMS, для досягнення якої, розроблено послідовність кроків для удосконалення кібербезпеки CMS, яка за рахунок визначення видів вразливостей для CMS та підвищення рівня кібербезпеки CMS, дозволяє ідентифікувати можливі види вразливостей для CMS та виконавши превентивні дії підвищити рівень кібербезпеки CMS.

Визначення видів вразливостей для CMS. Задамо множину видів вразливостей V , які існують під час функціонування CMS:

$$V = \left\{ \bigcup_{i=1}^n V_i \right\} = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}, \quad (i = \overline{1, n}), \quad (1)$$

де n – кількість можливих видів вразливостей.

Підвищення рівня кібербезпеки CMS. Задамо множину дій A для підвищення рівня кібербезпеки CMS:

$$A = \left\{ \bigcup_{j=1}^m A_j \right\} = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}, \quad (2)$$

де $A_j \subseteq A$, $(j = \overline{1, m})$, m – кількість дій для підвищення рівня кібербезпеки CMS.

Таким чином, виконавши дії (2) ми значно підвищимо рівень кібербезпеки CMS. Для успішної реалізації кібератаки, за таких налаштувань, потрібна дуже висока кваліфікація зловмисників та значні матеріально-технічні затрати.

STATUS	TEST DESCRIPTION	TEST RESULTS	
PASSED	Check if WordPress core is up to date.	You are using the latest version of WordPress.	Details & Tips
PASSED	Check if automatic WordPress core updates are enabled.	Core updates are configured optimally.	Details & Tips
PASSED	Check if plugins are up to date.	All plugins are up to date.	Details & Tips
FAILED	Check if there are deactivated plugins.	There are 3 deactivated plugins.	Details, Tips & Auto Fixer
PASSED	Check if active plugins have been updated in the last 12 months.	All active plugins have been updated in the last 12 months.	Details & Tips
PASSED	Check if active plugins are compatible with your version of WP.	All active plugins are compatible with your version of WordPress.	Details & Tips
PASSED	Check if themes are up to date.	All themes are up to date.	Details & Tips
PASSED	Check if there are deactivated themes.	There are no deactivated themes.	Details & Tips

Рис. 1 Фрагмент вікна діагностики безпеки веб-сайту з використанням Security Ninja

Після виконання дій (2) можна також перевірити їх ефективність скориставшись плагіном для тестування рівня безпеки веб-сайту (наприклад, Security Ninja [9]) рис. 1, хоча використання подібних тестів перевіряється

практично протягом багатьох років, але позитивна оцінка не гарантує, що веб-сайт не «зламають». Також, негативна оцінка тесту не означає, що веб-сайт обов'язково буде «зламано».

Висновки

Таким чином, у цій роботі розглянуто послідовність кроків для удосконалення кібербезпеки CMS, яка за рахунок визначення видів вразливостей для CMS та підвищення рівня кібербезпеки CMS, дозволяє ідентифікувати можливі види вразливостей для CMS та виконавши превентивні дії підвищити рівень кібербезпеки CMS. Розроблена послідовність кроків спрямована на те, щоб унеможливити реалізацію зловмисниками кіберінцидентів в CMS. Сформовані на її основі засоби будуть корисними, насамперед, для адміністраторів веб-сайтів, а також для фахівців з кібербезпеки у складі команд реагування на кіберінциденти типу CERT/CSIRT на які покладаються обов'язки щодо захисту ІТС в межах компанії, установ чи підприємств.

Список використаних джерел:

1. Гнатюк В.О. Аналіз дефініцій поняття «інцидент» та його інтерпретація у кіберпросторі / В.О.Гнатюк // Безпека інформації. — №3 (19). — 2013. — С. 175-180.
2. «[Tech Reports - What CMS?](https://whatcms.org/Tech_Reports)». URL: https://whatcms.org/Tech_Reports December 14, 2020.
3. «[W3Techs content management usage](https://w3techs.com/technologies/overview/content_management)». Режим доступу в Інтернет URL: https://w3techs.com/technologies/overview/content_management. March 1, 2021.
4. Исследование популярности CMS за 2021 год. Режим доступу в Інтернет URL: <https://itrack.ru/research/cmsrate/#!cms-free-tab>. Березень 2021 р.
5. Безопасность Вордпресс. Полное руководство. Режим доступу в Інтернет URL: <https://techbear.ru/rukovodstvo-po-bezopasnosti-wordpress/>. 01 жовтня 2021 р.
6. Як захистити сайт на WordPress – 17 способів. Режим доступу в Інтернет URL: <https://hostiq.ua/blog/ukr/17-ways-to-secure-wordpress/>.
7. Защита WordPress – 12 Советов, чтобы защитить ваш сайт. Режим доступу в Інтернет URL: <https://www.hostinger.ru/rukovodstva/zashchita-wordpress>. 03 липня 2019 р.
8. Защита сайта на WordPress от взлома URL: <https://hostpro.ua/blog/zashchita-sayta-na-wordpress-ot-vzloma/>. 29 жовтня 2020 р.
9. Security Ninja – Secure Firewall & Secure Malware Scanner. URL: <https://wordpress.org/plugins/security-ninja/>.

УДК 629.735.05.621.3 (043.2)

Зув О.В., к.т.н., доц.

Соломенцев О.В., д.т.н., проф.

Заліський М.Ю., д.т.н., доц.

Національний авіаційний університет, м. Київ

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ В АДАПТИВНИХ СИСТЕМАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ АЕРОНАВІГАЦІЇ

Характерною рисою адаптивних систем експлуатації (СЕ) є наявність можливості одержання додаткових відомостей про умови функціонування системи за поточною інформацією з її використанням у процесі керування. За допомогою адаптивної СЕ можна отримати наступні переваги:

– мати високу мобільність у прийнятті управлінських та корегувальних рішень у процесі моніторингу;

– враховувати вимоги до рівня кваліфікації персоналу;

– враховувати ризики, пов'язані з можливими налаштуваннями тощо.

Моніторинг технічного стану (ТС) розглядається як процес отримання і обробки інформації, що встановлює відповідність стану засобів аеронавігації (ЗАН) встановленим вимогам та забезпечує прийняття рішень. У результаті моніторингу ТС виявляються такі елементи ЗАН, стан яких може привести до відмови засобу в цілому. При цьому здійснюється регулювання, налаштування або заміна таких елементів, таким чином вдається своєчасно запобігти відмовам[1].

Технічний стан багатьох сучасних ЗАН у результаті реалізації адаптивного моніторингу визначається багатоальтернативно. Процес моніторингу ТС складається з сукупності елементарних операцій (ЕО), призначених для виконання певних функцій у певній послідовності у відповідності з обраним алгоритмом класифікації ТС [1, 2].

Для побудови математичної моделі процесу формування рішень про ТС ЗАН, необхідно описати залежність вихідних характеристик досліджуваної системи від властивостей об'єкта моніторингу ТС і обраної системи моніторингу. З цією метою математична модель процесу моніторингу передбачає представлення процесів формування рішень у вигляді спільної дії сукупності ЕО. Отже, якість реалізації моніторингу визначається якістю виконання кожної з досліджуваних ЕО. Тому запропонована математична модель формування рішення при моніторингу ТС ЗАН буде ґрунтуватися на математичній моделі ЕО.

Наприклад, технічний стан радіомаяків системи посадки оцінюється трьома видами контролю (влаштований, виносний, апертурний). При цьому ряд контрольованих параметрів (“зона”, “крутизна”) можуть знаходитися в трьох якісних станах (“норма”, “погіршення”, “аварія”). Таким чином виникає задача аналізу процесів прийняття рішень при моніторингу ТС засобів, які характеризуються трьома станами якості. Позначимо ξ – контрольований параметр радіомаяка, $\xi^1, \xi^2, \dots, \xi^n$ – результати його перетворення сукупністю n ЕО контролю, виконаних послідовно. Оскільки у процесі

моніторингу розглянутий параметр може перебувати тільки в одному з трьох класифікованих станів (КС) ("норма", "погіршення" або "аварія"), то імовірності станів параметра перед початком контролю:

$$p^0(E_1) = p(\xi \in E_1),$$

$$p^0(E_2) = p(\xi \in E_2),$$

$$p^0(E_3) = p(\xi \in E_3),$$

де E_1, E_2, E_3 – відповідно стани “норма”, “погіршення”, “аварія”, за цим параметром; $p^0(E_1), p^0(E_2), p^0(E_3)$ – імовірності знаходження параметрів у зазначених станах перед початком моніторингу.

Розглянемо довільну (k -у в послідовності виконання алгоритму класифікації) ЕО. Будь-яка k -а ЕО при контролі стану “норма” по даному параметру може бути описана сукупністю безумовних імовірностей перед початком її дії [1]:

$$p_1^{k-1}(E_1) = p\left(\begin{matrix} \xi^{k-1} \in D_1^{k-1} \\ \xi \in E_1 \end{matrix}\right),$$

$$p_2^{k-1}(E_1) = p\left(\begin{matrix} \xi^{k-1} \in D_2^{k-1} \\ \xi \in E_1 \end{matrix}\right),$$

$$p_3^{k-1}(E_1) = p\left(\begin{matrix} \xi^{k-1} \in D_3^{k-1} \\ \xi \in E_1 \end{matrix}\right),$$

де $D_1^{k-1}, D_2^{k-1}, D_3^{k-1}$ – відповідно стани “норма”, “погіршення”, “аварія” перетвореного параметра після завершення k -ї ЕО.

Для опису k -ї ЕО необхідно розглянути також матрицю перехідних імовірностей:

$$W_{ij}^k = \begin{vmatrix} \omega_{11}^k & \omega_{13}^k & \omega_{13}^k \\ \omega_{21}^k & \omega_{22}^k & \omega_{23}^k \\ \omega_{31}^k & \omega_{32}^k & \omega_{33}^k \end{vmatrix}.$$

Аналогічні вирази можуть бути отримані при розгляді процесів контролю станів параметрів “погіршення”, “аварія”. Імовірнісний граф прийняття рішень в

результаті здійснення k -ї ЕО при моніторингу працездатності об'єкта, який знаходиться у трьох КС станах, розглянутий у роботі [2].

У відповідності з запропонованою моделлю здійснюється подальше обчислення безумовних імовірностей знаходження ЗАН в певних КС на підставі оцінки імовірностей можливих співвідношень контрольованого параметра РНС на вході ЕО та перехідних імовірностей в процесі її виконання. Ефективність експлуатації ЗАН із застосуванням адаптивного моніторингу ТС може бути кількісно визначена за допомогою кількісного критерію [2].

$$Q = \frac{1}{1 - P_{зпв} + P_{внв}},$$

де $P_{зпв}$ – імовірність запобігання відмовам у разі прийняття рішень про ТС ЗАН; $P_{внв}$ – імовірність внесення відмов.

Імовірності $P_{зпв}$, $P_{внв}$ можна визначити, застосовуючи методи теорії імовірностей та математичної статистики, попередньо встановивши:

- визначальні параметри (ВП) ЗАН;
- математичні сподівання ВП;
- похибки контролю ВП;
- результати контролю ВП;
- середньоквадратичні відхилення ВП;
- встановлені експлуатаційні допуски на ВП;
- запобіжні допуски на ВП.

Отримані результати аналізу адаптивного моніторингу ТС в процесі експлуатації ЗАН, дозволяють вирішити наступні основні задачі:

1. Якщо відомі характеристики ЗАН та засобів контролю її ВП, то отримані математичні вирази можуть бути використані для визначення ймовірностей прийняття вірних та помилкових рішень у результаті реалізації моніторингу.

2. Якщо відомі характеристики ЗАН, то задаючи вимоги до якості процесів моніторингу, можливо обґрунтовано визначити точність засобів контролю та межі запобіжних допусків, застосування яких дозволяє ефективно здійснити обслуговування певного типу ЗАН.

Список використаних джерел:

1. O.V. Zuiev, “Ground Radio Navigation Systems Maintenance Processes Improvement”, *Electronics and Control Systems*, Vol. 4 (50), pp. 78–83, 2016.
2. O.V. Zuiev, “Instrument Landing Systems’ Control Processes Investigation”, *Proc. IEEE Signal Processing Symposium 2017 (SPS 2017)*, Jachranka Village, Poland, September 12-14, 2017, pp.1–4.

УДК 656.71.06: 656.7.08 (043.2)

Лепська Я.Я., студентка

Коваленко А.В., студент

Заліський М.Ю., д.т.н., доц.

Національний авіаційний університет, м. Київ

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ ОБ'ЄКТІВ КОНТРОЛЮ У ДОГЛЯДОВИХ СИСТЕМАХ

Технічні засоби авіаційної безпеки застосовуються для виявлення небезпечних та заборонених предметів під час доглядового контролю пасажирів та багажу [1]. До цих засобів відносять:

- доглядові інтроскопічні системи,
- бодісканери,
- металодетектори та металошукачі,
- газоаналізатори,
- пристрої контролю радіаційного рівня,
- хімічні тести для виявлення наркотичних речовин тощо [2].

Під час використання за призначення рентгенівських доглядових систем для автоматизованого виявлення небезпечних та заборонених предметів (пістолетів, зброї, ножів, елементів вибухових пристроїв) усередині багажу застосовуються різні методи розпізнавання образів та оброблення зображень [3]. Для підвищення ефективності розпізнавання необхідно побудувати тіньові зображення заборонених та небезпечних об'єктів контролю. Ці зображення можуть бути сформовані як суперпозиція об'єктів елементарної форми, таких як паралелепіпед, циліндр, конус, сфера тощо. Тому метою цієї роботи є побудова тіньових зображень об'єктів простої форми та їх дослідження у програмному середовищі математичного моделювання.

Розглянемо особливості побудови тіньових зображень. Досліджувана система для об'єкту контролю у вигляді паралелепіпеда подана на рис. 1.

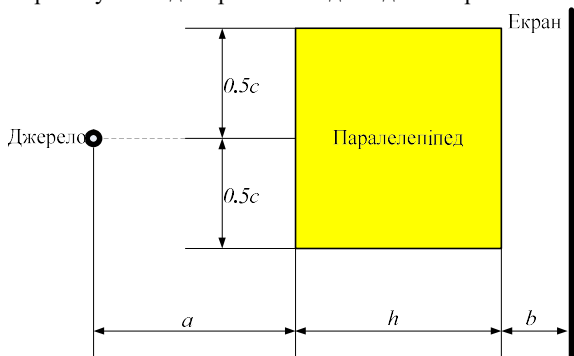


Рис. 1. Розміщення об'єкту контролю відносно джерела та приймача

Спочатку отримаємо тіньове зображення у 2D. Зазначена тінь формується на основі застосування правил подібності трикутників, теореми Піфагора, теореми синусів, теореми косинусів та формули Бутера. Вважатимемо, що коефіцієнт поглинання об'єкту контролю $\alpha = 1$. Тоді математична модель 2D-зображення тині матиме вигляд:

$$y(x) = \begin{cases} \frac{h}{a+b} \sqrt{x^2 + (a+h+b)^2}, & \text{якщо} \\ \left(\frac{c}{b} x - \frac{a}{b} \right) \sqrt{x^2 + (a+h+b)^2}, & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

Графічне зображення тіньового зображення у 2D та 3D подано на рис. 2.

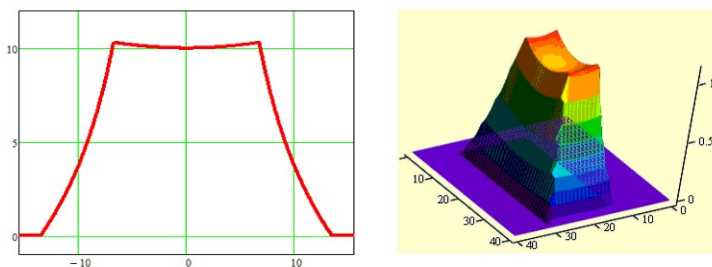


Рис. 2. Побудова 2D та 3D тіньового зображення паралелепієду

Аналогічні тіньові зображення отримані для циліндру, конусу та сфери. Отримані результати можуть бути використані для створення алгоритмічного забезпечення для систем автоматичного пошуку небезпечних та заборонених під час доглядового контролю багажу.

Список використаних джерел:

1. Семенов О.О., Соломенцев О.В., Заліський М.Ю., Хмелько Ю.М., Терещенко Л.Ю. Теоретичні основи та принципи побудови технічних засобів служби авіаційної безпеки. Навчальний посібник. – К.: Бізнес Медіа Консалтинг, 2014. – 256 с.
2. Семенов О.О., Соломенцев О.В., Заліський М.Ю., Хмелько Ю.М., Терещенко Л.Ю. Системи і пристрої доглядової техніки та їх експлуатація. Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2016. – 216 с.
3. M. Shutko, V. Shutko, L. Tereshchenko, M. Zaliskyi, Iu. Silantieva, “Two-Dimensional Spectral Detector for Baggage Inspection X-Ray System”, *CEUR Workshop Proceedings*, 2018, Vol. 2300, pp. 63–66.

УДК 654.1 (043.2)

Пінчук А.Д., студентка
Ліщеньовський В.О., студент
Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ АПЕЗ УКРАЄРОРУХУ

Основним проектом Українського аероруху є стратегія розвитку вітчизняної аеронавігаційної системи, який реалізується на основі Європейського плану впровадження Єдиного неба (ESSIP).

Завдання національного масштабу щодо виконання ESSIP містяться у Плані впровадження Єдиного неба для України (LSSIP, раніше LCIP), який розробляється Державіаслужбою спільно з Українським аерорухом та оновлюється щороку. Відповідно до цього плану Український аерорух реалізує проекти модернізації вітчизняної аеронавігаційної системи, які фінансуються за власні кошти підприємства.

Масштабні зміни відбуваються і для засобів авіаційного повітряного електрозв'язку (АПЕЗ), зокрема:

- продовжується програма заміни застарілих радіостанцій типу «Полёт-2» на сучасні ДВЧ системи радіозв'язку на ППЦ ТРЛК 3, 4, 5, 6, 7;
- впроваджується використання сучасних передавальних та приймальних пристроїв виробництва компанії «Rohde&Schwarz» (Німеччина) та Park Air (Великобританія);
- заміна старих радянських радіостанцій на сучасні імпортні радіостанції з можливістю роботи VoIP;

Український аерорух має 6 структурних підрозділів, тож ці зміни поступово приходять до кожного з них.

Детальніше зупинимось саме на модернізації по заміні старих радянських радіостанцій на сучасні імпортні радіостанції з можливістю роботи VoIP (Voice over Internet Protocol).

Старі радіостанції базуються на аналоговому зв'язку, процес передачі голосу досить громісткий і складний. Тим більше, у процесі передачі звукового сигналу від радіостанції до приймача можуть виникнути сторонні завади, частота і амплітуда можуть змінитися, що, звичайно ж, позначиться на звуках, які видає радіоприймач. Також і передавач, і приймач під час перетворення сигналу вносять деяку похибку. Тому звук, який відтворюється аналоговим радіоприймачем, завжди має деякі спотворення. Голос може цілком відтворитися, незважаючи на зміни, але на фоні буде шипіння або навіть якісь хрипи, спричинені завадами. Чим менш впевненим буде прийом, тим голоснішими і чіткішими будуть ці сторонні шумові ефекти аналогового сигналу. До того ж, ефірний аналоговий сигнал має дуже слабкий ступінь захисту від стороннього доступу.

VoIP-телефонія – це технологія кодування, передачі та декодування людської мови у формі пакетних даних за допомогою виділеного IP-протоколу. Голос абонента сприймається пристроєм і перетворюється на цифровий сигнал, а потім стискається та розбивається на кілька пакетів. На стороні одержувача сигнал проходить зворотню процедуру декодування в синтезовану мову.

Під час передачі цифрового сигналу помилки та спотворення практично виключені. Якщо імпульс стане трохи сильнішим, тривалішим, або навпаки, то він все одно буде розпізнаний системою як одиниця. А нуль залишиться нулем, навіть якщо на його місці виникне якийсь випадковий слабкий сигнал. Для АЦП і ЦАП немає інших значень, як 0,2 чи 0,9 – лише нуль і одиниця. Тому завади на цифровий зв'язок і мовлення майже не впливають.

Більше того, «цифра» є і захищенішою від стороннього доступу. Адже щоб ЦАП пристрою зміг розшифрувати сигнал, необхідно, щоб він «знав» код розшифровки. АЦП разом із сигналом може передавати і цифрову адресу пристрою, вибраного як приймач. Таким чином, навіть якщо радіосигнал і буде перехоплений, він не зможе бути розпізнаний через відсутність як мінімум частини коду. Це особливо актуально для зв'язку.

Основними перевагами технології VoIP є скорочення необхідної смуги пропускання каналу передачі, що забезпечується обліком статистичних характеристик мовного трафіку:

- блокуванням передачі пауз (діалогових, складових, смислових і ін.), які можуть складати до 40-50 % часу зайнятості каналу;
- високою надмірністю мовного сигналу і його стисненням (без втрати якості при відновленні) до рівня 20-40 % початкового сигналу.

З іншого боку, трафік VoIP критичний до затримок пакетів у мережі, але толерантний (стійкий) щодо втрат окремих пакетів. Так втрата до 5 % пакетів не призводить до погіршення розбірливості мови.

Проект на встановлення сучасних радіостанцій для мовного зв'язку забезпечить можливість підключення приймально-передаючих радіоцентрів з використанням технології VoIP відповідно до серії стандартів EUROCAE ED-137. Впровадження цієї технології підвищить гнучкість використання телекомунікаційних мереж, а також покращить ефективність роботи засобів АПЕЗ Укрероруху. Окрім цього, VoIP радіостанції мають високий рівень фізичної і експлуатаційної надійності.

Список використаних джерел:

1. https://uksatse.ua/doc/Report_Management_2019.pdf.

УДК 004.056.5

Torchylo Anna, student

Dakov Serhii, Ph. D.

Kotov Maksym, student

Shmatko Viktoriia, student

Taras Shevchenko National University of Kyiv,

Faculty of Information Technologies, Kyiv

LOW EARTH ORBIT SATELLITES FOR THE PURPOSE OF DATA SECURITY AS A SERVICE PROVISION

Abstract. One of the best ways to protect the enterprise is using a network of Low Earth Orbit (LEO) satellites for the purpose of offering space-based secure cloud data storage and global connectivity services. It is called DSaaS. And this technology is currently beginning to develop in a great speed. This work is describing the main idea of DSaaS working and the ways to improve such systems.

Introduction. Data Security as a Service (DSaaS) is the patented space-based cloud data storage service created by Cloud Constellation Corporation. LEO satellites are claimed to be more secure than any data vault on Earth. Therefore, it is clear that the use of such satellites in cybersecurity is a new step towards creating a perfectly secure repository.

Main part. The LEO satellites are to form a patented high speed global cloud storage network of space-based data centers continuously interconnected with their own dedicated telecom backbone for high-value and highly sensitive data assets.

This satellite storage and transmission network sidesteps worldwide jurisdictional restrictions and laws regarding how data is moved between countries. Using its private network and ultra-secure dedicated terminals, the system bypasses leaky internet and leased lines. Moreover, the data-storage layer is completely insulated from the terrestrial networks, cutting off all the threats (e.g., cyberattack, espionage, and data theft) from terrestrial Internet and leased-line infrastructure. Besides, the proposed architecture would obviously benefit the big data storage with the complete immunity from natural disasters occurring on Earth. Besides, this architecture can also offer opportunities to some cloud networks designed to move data around the globe without considering geographic boundaries. Therefore, the data originating from terrestrial networks such as data center clouds, cellular networks, Internet of Things (IoT) networks, and device-to-device (D2D) networks, can be stored in the storage located at LEO satellites. However, the control mechanism is a fundamental issue for the LEO satellite-based data storage cloud. It can be centralized or decentralized. Although the centralized control mechanism brings high efficiency to network management, it also should be noted that building such a centralized control platform will incur a non-negligible cost. Because SDN controllers normally execute in servers located at a terrestrial network, the control channels between a controller and each node (satellite or ground station) will consume considerable bandwidth resource in each link going through. This will undoubtedly contribute to the bandwidth allocation burden. In decentralized manner, each LEO satellite independently determines its operating parameters such as power allocation for each channel and topology management. Thus, this manner requires energy-efficient and

delay-sensitive distributed algorithms that could run in the onboard unit of satellites. The advantage is that only a limited number of or no messages need to be exchanged among satellites and their neighbors. The disadvantage is that the global optimal control policy may not be achieved. For example, the first DSaaS technology was practical implemented in 2020 and was called Spacebelt. The hardware of Spacebelt is a ring of 10 LEO satellites in a 650-kilometre equatorial orbit. They will be accessed from ground level via geostationary satellites orbiting 36,000 kilometers above the Earth. Only three satellites in Spacebelt's ring are data stores, and data is replicated between them for redundancy. The other seven satellites are involved in relaying data. The Spacebelt satellites are not geostationary, which means that they move in orbit above any ground station. The Spacebelt system has to work out which satellite is above a particular ground station. Then it has to organize data transmission to and from the three data storage satellites around the ring across the relay satellite network in order to reach the ground station. Spacebelt users will be able to transport and store large blocks of data quickly and securely it claims, and without exposure to terrestrial communications infrastructure. This will protect their critical data from unauthorized access and also provide global communications with lower latency than today's multi-hop networks.

Conclusion. To sum up, the biggest advantage of space-based data storage architecture is that it provides the definite security for the customer's data. Nonetheless, even satellites are vulnerable. In particular, three key points of access exist for a potential satellite cyberattack: the extended land-based infrastructure (ground stations etc.), the satellites themselves, and the supply chain. Satellites are operated by systems based on earth, which are key targets of cyber criminals who look for security loopholes as a potential for hacking into the satellite system. The supposedly large number of system entry points including the internet near you also make it difficult to trace and mitigate cyber-attacks. If hackers intercept satellite signals, they can access the downstream system that connects with the satellite. This will enable the hacker to invade into an organization's entire network only by infiltrating a satellite's ground station. These not only include bigger military-grade satellites but could also be small commercial-grade satellites. Cyber risk mitigation techniques in satellite systems include robust hardware usage on satellites, logical access at base stations, physical security and signals encryption to track and control the data being transmitted to and from satellites. For commercial satellites, risk mitigation is done by federal agencies which safeguard the data links and the ground stations. Federal agencies do not, however, manage the security of control and tracking links or ground stations as the satellite service provider is responsible for them.

References

1. Low Earth Orbit Satellites: Potential to Address the Broadband Digital Divide, August 31, 2021.

УДК 621.391

Конахович Г.Ф., д.т.н., проф.

Романов А.О., студент

Романов М.О., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ BLOCKCHAIN ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕРЕЖЕВИХ ДАНИХ

Одним з нових напрямків підвищення рівня захисту інформації в сучасних телекомунікаційних мережах є використання технології Blockchain.

Що таке Blockchain? Blockchain — це децентралізований цифровий реєстр транзакцій, який представляє собою безперервно зростаючий список електронних записів, що зберігається протягом тривалого часу і захищений засобами шифрування. Дані реєстру Blockchain розподіляються через комп'ютерну мережу.[1]

Його користувачі можуть безпосередньо взаємодіяти зі збереженими даними в режимі реального часу, не потребуючи посередника для підтвердження справжності транзакцій. Ця технологія забезпечує незалежну, захищену від зовнішнього втручання та прозору платформу для учасників Blockchain, що дозволяє безпечно зберігати, передавати та обробляти конфіденційну інформацію.

Основними важливими характеристиками блокчейн є:

1. Це однорангова децентралізована система.
2. Високий рівень захисту від зовнішнього втручання.
3. Усі елементи системи узгоджено синхронізовані.
4. Усуває необхідність перевірки третьою стороною.
5. Усі транзакції видно всім елементам системи блокчейна.

Основні моделі мережі [2], на яких може використовуватись технологія Blockchain є:

1. Централізована (рис.1).
2. Децентралізована (рис.2).
3. Розподілена(рис.3).

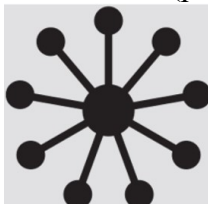


рис.1 Централізована система

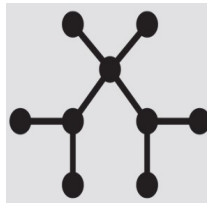


рис.2 Децентралізована система

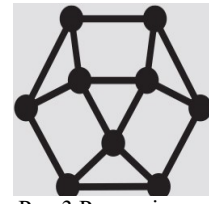


Рис.3 Розподілена система

Розглянемо принцип дії Blockchain. Blockchain можливе представити у вигляді системи зберігання записів, в якій безліч незалежних джерел підтверджують достовірність запису, перш ніж вона буде додана в ланцюжок даних. Після того, як дані додані, вони не можуть бути змінені, і запис поширюється різними

вузлами мережі. Додавання нового запису, який називається блоком, у послідовність блокчейна вимагає встановлення її справжності безліччю учасників, підключених до мережі блокчейн. Ці блоки даних зв'язуються один з одним, утворюючи ланцюжок. Всі учасники блокчейну можуть бачити всі транзакції, що здійснюються. Але ідентифікувати кожного учасника мережі неможливо.

Технологія блокчейн використовує алгоритм присвоєння кожного блоку зашифрованого хеш-коду, який має вигляд унікального рядка з літер і цифр, що іноді називають «цифровим відбитком». Крім хеш-коду, кожен блок містить сукупність попередніх транзакцій з мітками часу і хеш-код попереднього блоку. Треба відзначити, що хеш-код попереднього блоку служить зв'язуючим ланцюгом між послідовністю блоків.

Сукупність шифрування і тимчасових міток дозволяють технології блокчейн автоматично перевіряти незмінність послідовності хеш-кодів, яка постійно збільшується. Ця операція не дозволяє вставляти нові блоки не по порядку, унеможливаючи зміну або фальсифікацію даних транзакцій.

Розглянемо процес обміну даними між елементами (нодами) в мережі. Канали повідомлень дозволяють нодам проводити обмін повідомленнями. Одночасно може існувати декілька типів каналів обміну повідомленнями. Кожен тип каналу може використовувати різний протокол і протокол зв'язку. Наприклад вузол-вузол, передача шляхом накладення на централізований сервіс, обмін через накладення р2р. Діалог між вузлами може бути запущений через будь-який канал повідомлень, доступний для обох вузлів, що беруть участь у діалозі. Однак, один вид каналу та відповідний протокол зв'язку має бути визначено за замовчуванням. Вони мають підтримуватися всіма мережевими клієнтами. Реалізація каналів повідомлень забезпечує ненадійний детаграмний інтерфейс передачі повідомлень. Деякі типи каналів можуть здійснювати транзитну маршрутизацію повідомлень, і тому необхідні заходи для захисту змісту повідомлень. Кожне повідомлення, яке надіслане по каналу, підписується відправником, а потім зашифровується за допомогою інтегрованої схеми шифрування, наприклад, за допомогою криптографічного алгоритму RSA-128.

Такий спосіб захисту обміну повідомленнями перешкоджатиме несанкціонованому доступу до вмісту повідомлень, але все ще є вразливим для визначення ідентичності сторін, що спілкуються. Але, зважаючи на відсутність чіткого зв'язку між клієнтом мережі (обліковим записом, створеним на запит) та самою людиною, визначення клієнтів – унікальних комбінацій номерів облікових записів, що «спілкуються», не є критичним в сенсі викриття особи та ідентифікації запитів, що вона здійснює до віддалених інформаційних ресурсів. Навіть, знаючи про зміст діалогу, спів ставити певну інформацію з певним клієнтом мережі, яка потенційно зростатиме в обсягах та загальної кількості користувачів – майже неможливо.

Розглянемо принцип створення діалогів в мережі. Діалоги забезпечують структурований спосіб обміну інформацією двох клієнтів і вказують на структуру, необхідну для організації платежів за надані послуги та створення сервіс-сесій. Згідно з визначеною структурою, лише один діалог може існувати між двома

клієнтами в будь-який момент часу. Якщо один з них спробує почати новий діалог – попередній діалог буде припинено.

Діалоги забезпечують надійну передачу повідомлень через ненадійні канали Інтернет шляхом реалізації простої схеми позитивного підтвердження з'єднання. Діалоги дають можливість подальшої реалізації для повторної передачі втрачених повідомлень і даних, що містяться у них. На рис. 4 представлений життєвий цикл діалогу.[3].

Встановлення діалогу відбувається тоді, коли один з учасників мережі надсилає запит на обмін інформацією іншому клієнту. А той, в свою чергу, підтверджує спосіб встановлення зв'язку між ними. Два клієнти обов'язково мають підтвердити ідентичність один-одного та оновити локальні таблиці “довірих” вузлів з метою спрощення та пришвидшення у подальшому з'єднань.

Для того, щоб відкрите діалогове вікно продовжувало існувати між двома вузлами мережі, передбачена необхідність надсилання регулярних повідомлень, якщо вузол досі на зв'язку. Коли вузол не має даних для відправки, він все одно повинен відправляти повідомлення про своє існування у вигляді сигналів keep-alive.

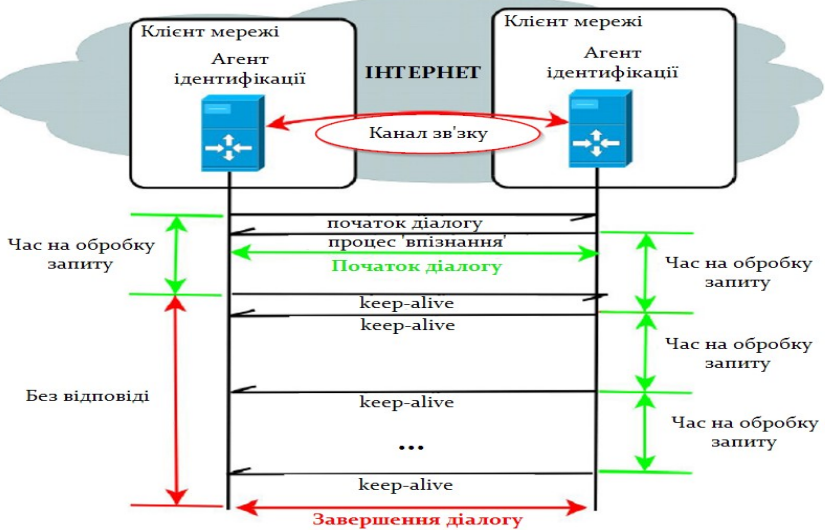


Рисунок 4. Життєвий цикл діалогу

Агенти ідентифікації, які представляють собою клієнтів зі спеціально встановленим ПЗ, контролюють коли в останнє було отримано таке повідомлення від ноди на іншому боці. За встановленими правилами повинно бути не більше 3-ох пропусків відповіді на запити типу “keep-alive”. Як що ці правила не виконуються, вони можуть вирішити закрити встановлене діалогове вікно.

Ідентифікація може припинити існуючий діалог і просто ігнорувати в подальшому будь-які повідомлення, що надходять з боку віддаленого клієнта. При цьому, для відновлення діалогу, двом клієнтам необхідно знову пройти всі етапи встановлення з'єднання та ідентифікації. З боку принципів роботи блокчейну, клієнти мережі працюють за схемою 'Доказу роботи' (Proof Of Work, PoW). Тоді для підтвердження будь-якої операції необхідно щоб дана операція була частиною блоку.

Використання блокчейн в корпоративних мережах VPN значно підвищує рівень безпеки інформації. Тому розглянемо процес встановлення сервіс-сесій між учасниками мережі з використанням служба VPN.

Служба VPN повинна забезпечувати інтерфейс для роботи та комунікації користувачів і мати різні канали передачі даних, створені для вузла або групи вузлів. Цей інтерфейс є типовим для кожного типу сервісів в мережі інтернет. Наприклад, може проявлятися як інтерфейс https протоколу, коли використовується IP-тунельний сервіс, або це може бути певний сокет, який прослуховує локальну IP-адресу, коли використовується служба "secured socks". Канал передачі даних, який створений програмою користувача для передачі трафіку, також може бути специфічним для програми. Запропоноване рішення може підтримувати багато служб у складі VPN-послуг. Таким чином, повідомлення, відправлені для встановлення сервісних сесій, мають бути достатньо гнучкими, щоб передавати специфічну інформацію до конкретних програм користувачів.

Для використання певної служби вузол має підтримувати конкретний тип служби VPN. Ця підтримка може надійти у вигляді вбудованої функціональності вузла або як додаток до програмного забезпечення вузла. Один або кілька одночасних сесій можна відкрити в рамках одного діалогу. При цьому, усі сесії будуть закриті провайдером у випадку зупинки діалогу.

Для запуску сервісу, клієнт повинен надіслати запит на створення сесансу. У запиті має міститися пропозиція методу, який буде використовуватися для ідентифікації служби, ідентифікатор з'єднання для співставлення відповіді та даними програми, що приймаються. Дана інформація повинна перевірятися клієнтським програмним забезпеченням служби VPN. Після отримання такого запиту співбесідник може відповісти на прийняття чи відмову. У тому випадку, якщо відкриття сесії було відхилено, необхідно подано причину відмови. У випадку, якщо відкриття каналу прийнято, ідентифікатор сесії супроводжується специфічними даними по встановленому каналу (рис. 5). Пропозиції з принципів побудови і обслуговуванню розглядаються у [4].

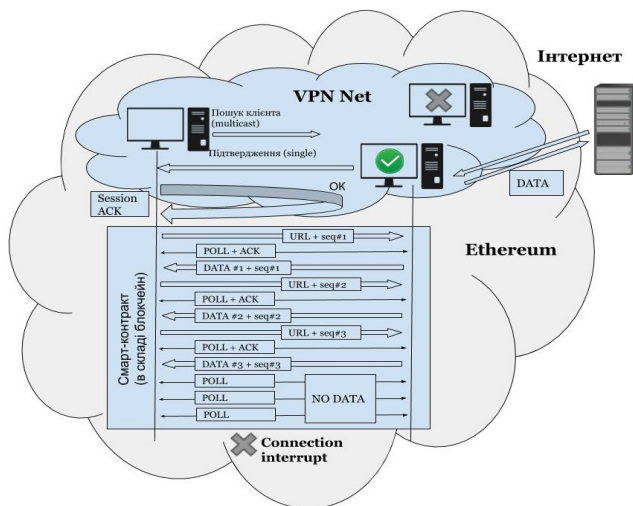


Рисунок 5. Встановлення сесії в межах мережі

Таким чином, принципи Blockchain можуть бути інтегровані у VPN мережу. Це буде розподілена децентралізована мережа пристроїв, які з'єднані за допомогою каналів Інтернет та спеціальним програмним забезпеченням встановленим локально. Встановлене програмне забезпечення повинне забезпечити:

- формувати приватний або публічний ключі для шифрування трафіку і прив'язати його до ноди (клієнту) мережі;
- створювати та оновлювати локальну копію бази даних у вигляді хеш-таблиці;
- мати базу даних надійних (довірих) вузлів взаємодії;
- проводити аналіз працездатності елементів мережі та формувати шляхи передавання трафіку між хостами.

Така система повинна мати специфічний алгоритм обміну інформацією, який за кожен передачу трафіка користувача буде отримувати певну кількість одиниць цифрової валюти, наприклад, токенів.[5] Мережа буде мати високий рівень захищеності, тому що кожен блок інформації буде захищеним, підписаний власником та зберігатися во всіх елементах системи.

Список використаних джерел:

1. IBM. Blockchain Dummies / 3rd IBM Limited Edition - <https://www.ibm.com/ru-ru/topics/what-is-blockchain>
2. <https://www.amd.com/ru/technologies/blockchain-explained>
3. He, X.; Alqahtani, S.; Gamble, R.; Papa, M. Securing Over-The-Air IoT Firmware Updates using Blockchain. In Proceedings of the Association for Computing Machinery, 2019. Available online: <https://doi.org/10.1145/3312614.3312649>.

УДК 004.942

Прокопенко І.Г., д.т.н., проф.

Мартинчук І.А., аспірант

Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРО-ДОПЛЕРІВСЬКИХ СИГНАТУР РЛС МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Мікро-доплерівські сигнатури використовуються для розпізнавання та класифікації типу об'єкта, що рухається (людина, транспортний засіб, тварина, рослинність і т. д.) в РЛС охоронних систем. Базу даних мікро-доплерівських сигнатур можна створити, записуючи сигнали з виходів кореляторів РЛС або перетворюючи кінематичні залежності руху об'єктів у тривимірному просторі на доплерівський сигнал. У цій роботі для побудови мікро-доплерівських сигнатур використовується кінематика руху об'єкта.

Дані для імітації мікро-доплерівських сигнатур були отримані за допомогою технології захоплення руху. Технологія захоплення руху полягає в тому, що навколо об'єкта розміщуються три або більше відеокамери. На об'єкті кріпляться маркери. Після відеозапису руху об'єкта отримані відео файли синхронно обробляються в програмі розпізнавання образів. У даному разі образами є маркери. Після обробки виходить набір X , Y , Z координат у часі для кожного маркера. Дані траєкторії руху маркерів у тривимірному просторі записуються в спеціальний формат файлу C3D [1]. C3D це відкритий бінарний формат файлу, який використовується в біомеханіці, аналізі ходи та анімації в лабораторіях для запису синхронізованих 3D та аналогових даних.

У даній роботі були використані C3D файли з кінематикою руху об'єктів у різних ситуаціях, наданих лабораторією університету Carnegie Mellon [2]. Запис проводився за допомогою 12 інфрачервоних камер Vicon MX-40, частота кадрів 120 Гц, роздільна здатність картинок 4 мегапікселі. Камери розташовувалися навколо прямокутної області 3 x 8 м.

Із файлів C3D витягується інформація про X , Y , Z координати кожного маркера. Далі, знаючи частоту кадрів, залежності координат від часу $LX(t)$, $LY(t)$, $LZ(t)$ інтерполюються кубічними сплайнами (рис. 1). Якщо умовно розташувати радіальну вісь приймальної антени РЛС уздовж тієї осі, якою відбувається максимальна зміна руху, на рис. 2а вздовж осі X , на рис. 2б вздовж осі Y . Тоді проекція закону руху на радіальну вісь приймальної антени буде відповідно $L(t) = LX(t)$ і $L(t) = LY(t)$. Тоді на виході корелятора синфазної складової отримаємо:

$$I(t) = C_I \sum_{m=0}^{M-1} \cos \left(2\pi f_0 \frac{2L(m, t)}{c} \right).$$

А на виході корелятора квадратурної складової отримаємо:

$$Q(t) = C_Q \sum_{m=0}^{M-1} \sin \left(2\pi f_0 \frac{2L(m,t)}{c} \right).$$

Тут M – кількість маркерів; C_I , C_Q – нормувальні коефіцієнти; f_0 – несуча частота РЛС; t – час; c – швидкість ЕМ хвиль.

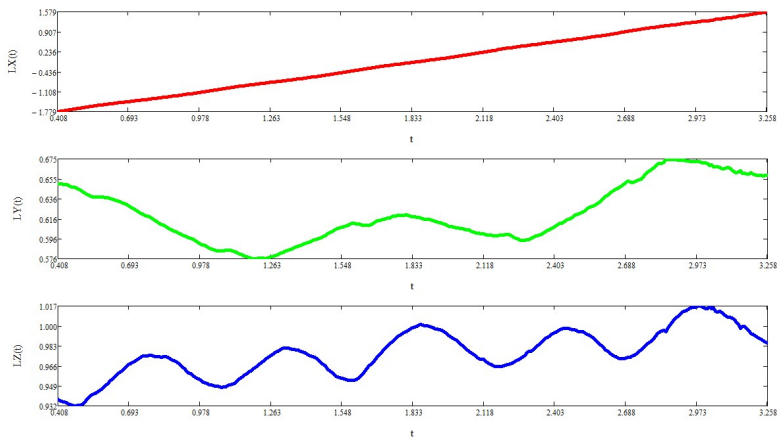


Рис. 1а. Інтерпольовані залежності $LX(t)$, $LY(t)$, $LZ(t)$ для одного маркеру.

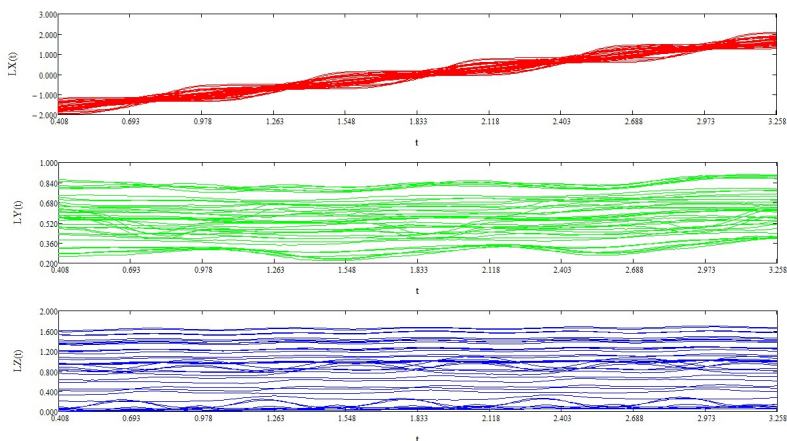
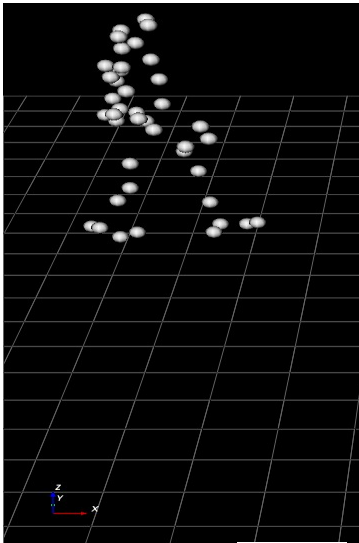
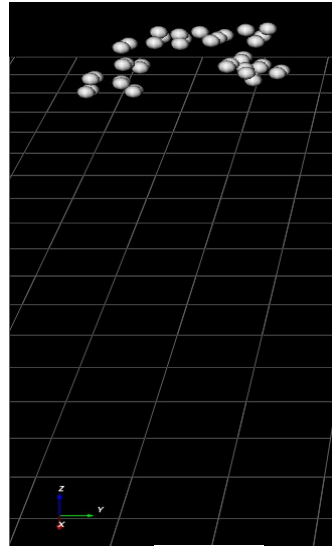


Рис. 1б. Інтерпольовані залежності $LX(t)$, $LY(t)$, $LZ(t)$ для всіх маркерів, $M = 41$.



а) хода людини $M = 41$



б) біг собаки $M = 41$

Рис. 2. Приклади моделювання кінематики руху об'єктів у тривимірному просторі.

Формат представлення мікро-доплерівської сигнатури

Визначимося з термінологією. Мікро-доплерівською сигнатурою називається вектор відліків сигналу з виходу корелятора на інтервалі спостереження тривалістю T . Тобто, це вектор відліків сигналу $I(t)$ або $Q(t)$.

Першим форматом представлення мікро-доплерівської сигнатури буде WAV файлу звуку з вектора її відліків. Введемо стандартну частоту слідування відліків $I(t)$, $Q(t)$ – $F = 44100$ Гц. Тоді кількість відліків із усього інтервалу спостереження сигналу:

$$N = \text{floor}(T \cdot F),$$

де floor – функція округлення до меншого цілого. Для запису 16-бітного звукового WAV файлу використовуємо такі нормувальні коефіцієнти:

$$CI = \frac{2^{15} - 1}{\max(|I(t_0)|, |I(t_1)|, \dots, |I(t_{N-1})|)};$$

$$CQ = \frac{2^{15} - 1}{\max(|Q(t_0)|, |Q(t_1)|, \dots, |Q(t_{N-1})|)}.$$

В цьому випадку сигнал покритє найбільшу кількість рівнів квантування.

Другим форматом представлення мікро-доплерівської сигнатури буде BMP файл зображення її спектрограми. Для побудови спектрограми введемо такі параметри:

- тип вікна – прямокутне;

- ширина вікна у відліках – $W = 1024$;

- зсув вікна у відліках – $Wshift = 512$ (тобто 50% перекриття вікон при зсуві).

У горизонтальному напрямку зліва направо відкладемо час. Зміщення на один піксель спектрограми в горизонтальному напрямку відповідає одному кроку за часом

$$Wshift \cdot \frac{1}{F} = 11.610 \cdot 10^{-3} [c] \text{ (округлене значення).}$$

У вертикальному напрямку знизу вверх відкладемо частоту. Зміщення на один піксель спектрограми у вертикальному напрямку відповідає одному кроку за частотою

$$\frac{F}{W} = 43.0664062 \text{ } 5 [Гц] \text{ (точне значення).}$$

Формат представлення мікро-доплерівської сигнатури залежить від того, що надалі оброблятиметься – звук, чи зображення. З погляду кількості інформації всі формати подання сигналу еквівалентні. Але з погляду інформативного сприйняття людини вони різні.

Висновки

Розроблено новий метод моделювання радіолокаційних сигналів, відбитих рухомих складним об'єктом в міліметровому діапазоні. Метод моделювання використовує перетворення кінематичних залежностей руху об'єкта в мікро-доплерівські сигнатури. Надалі мікро-доплерівські сигнатури можуть використовуватися як матеріал для дослідження якості алгоритмів виявлення, розпізнавання та класифікації.

Побудовані спектрограми за сигналами $I(t)$ і $Q(t)$ можуть становити базу шаблонів для алгоритму класифікації типу цілі.

Список використаних джерел:

1. www.c3d.org - The 3D Biomechanics Data Standard.
2. mocap.cs.cmu.edu - Carnegie Mellon University Motion Capture Database.

УДК 004.056.55

Венгриновська К.В., студентка
Фесенко А.О., к.т.н.
*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, м. Київ*

ДОСЛІДЖЕННЯ СИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ПОТОКОВОГО АЛГОРИТМУ A5

Сучасний світ живе в епоху швидкого розвитку технологій безпроводного доступу, цьому сприяє прогрес в мікроелектроніці, що дозволяє випускати все більш складні і при цьому дешевші засоби безпроводного зв'язку. Мобільних телефонів по всьому світу стає значно більше, розвиток безпроводного зв'язку супроводжується неперервною зміною технологій в основі яких лежать стандарти стільникового зв'язку, а також стандарти передачі даних. Вони зокрема визначають рівень інформаційної безпеки, що вважається базовим і забезпечується комплексом програмно-апаратних засобів мережевого і абонентського обладнання.

GSM (Groupe Special Mobile, пізніше перейменований у Global System for Mobile Communications) – глобальний цифровий стандарт для мобільного стільникового зв'язку, що розроблений в кінці 1980-х рр., відноситься до систем другого покоління (2g) та підтримує чотири різні діапазони: 850,900,1800 та 1900 МГц [1, 2]. В мережі GSM поняття «безпека» означає не лише захист від несанкціонованого використання системи, а й забезпечення секретності переговорів абонентів. Багато вчених досліджували алгоритми захисту GSM, серед яких Oliver Damsgaard Jensen та Kristoffer Alvern Andersen [3], Thomas Stockinger [4] та Jovan Dj. Golit [5].

В GSM стандарті з ціллю підвищення криптографічного захисту інформації використовується алгоритм аутентифікації, шифрування симетричним поточним шифром і алгоритм генерації ключів. Для виключення несанкціонованого використання ресурсів системи зв'язку вводяться і визначаються механізми аутентифікації або перевірки достовірності абонента. Телефонна розмова в телекомунікаційній системі стандарту GSM передається в цифровій формі в вигляді послідовності кадрів. Кожний кадр, інформації, що передається, фактично шифрується своїм ключем шифрування, яке забезпечується поточним шифром [6].

Основу системи безпеки GSM складають три алгоритми: A3 – алгоритм аутентифікації, A8 – алгоритм генерації криптоключа і A5 – алгоритм шифрування відцифрованої мови для забезпечення конфіденційності переговорів між абонентом і базовою станцією. Мобільні станції (телефони) оснащені смарт-картою, що містить алгоритми A3 та A8, а в самому телефоні наявний ASIC-чип з алгоритмом A5. Базові станції також оснащені ASIC-чипом з алгоритмом A5 і центром аутентифікації, що використовує алгоритми A3, A5, A8 для ідентифікації мобільного абоненту і генерації сеансового ключа. Для шифрування сигналу в GSM використовується алгоритми із сімейства A5, а саме A5/1 – сильна версія шифру та A5/2 – ослаблена версія [1].

A5 – це поточний алгоритм шифрування, що використовується для забезпечення конфіденційності даних, що передаються, між телефоном і базовою станцією в європейській системі мобільного цифрового зв'язку GSM. В цьому алгоритмі кожному символу відкритого тексту відповідає символ шифротексту. Текст не ділиться на блоки (як в блочному шифруванні) і не змінюється в розмірі. Для спрощення апаратної реалізації і, відповідно, збільшення швидкодії використовуються лише найпростіші операції: додавання за модулем 2 (XOR) та зсув регістру [7]. Алгоритм A5 має чотири варіації: A5/0 (алгоритм в якому відсутнє шифрування), A5/1 (поточний шифр, що найбільш розповсюджений), A5/2 (аналог алгоритму A5/1, проте дешевший та має меншу криптостійкість, використовувався в країнах, що не входили до ЄС, в даний час не застосовується), A5/3 (блочний шифр, розроблений з метою удосконалення алгоритму A5/1 для третього покоління мобільних систем, також називається алгоритмом Касуми, має найвищий рівень криптостійкості). Певним недоліком алгоритму A5 можна вважати те, що рівень його криптостійкості був спрощений для доступу до інформації, що знаходиться в захищеному каналі, розробниками алгоритму з ціллю навмисно послабити алгоритм доступу для спецслужб [8].

Отже, шифрування є невід'ємною частиною забезпечення конфіденційності, що підтверджує потоковий алгоритм шифрування A5, який використовується для забезпечення конфіденційності даних, що передаються, між телефоном і базовою станцією в європейській системі мобільного цифрового зв'язку GSM.

Список використаних джерел:

1. С. А. Киселев, Н. Н. Токарева, «о сокращении ключевого пространства шифра A5/1 и обратимости функции следующего состояния в поточном генераторе», *Дискретный анализ и исследование операций*, том 18, № 2. С. 51–63, Март—апрель 2011.
2. Олійник В.М, Речембей В.В., «Сучасні тенденції розвитку телекомунікаційних технологій», *Мукачівський державний університет Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці*, Випуск №14, с. 1016-1022, 2018.
3. Oliver Damsgaard Jensen, Kristoffer Alvern Andersen, «A5 Encryption In GSM», June 2017.
4. Thomas Stockinger, «GSM network and its privacy - the A5 stream cipher», November 2005.
5. Jovan Dj. Golit, «Cryptanalysis of Alleged A5 Stream Cipher», *School of Electrical Engineering, University of Belgrade Bulevar Revolucije 73, 11001 Beograd, Yugoslavia*, 1977, pp. 239-255.
6. Криптографические методы защиты информации в телекоммуникационных системах / Ю. В. Ветров, С. Б. Макаров. – К.: Санкт-Петербург Издательство политехнического университета, 2011. – 175 с.

УДК 654.1

Тараненко А.Г., к.т.н., доц.

Чумаченко Б.С., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ

МЕТОД ДИСТАНЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ

Актуальною задачею розвитку систем стільникового зв'язку є автоматизація обслуговування базових станцій мобільного оператора. Один із шляхів рішення цієї задачі полягає в розробці способу дистанційного радіоуправління базовою станцією (БС) в процесі її технічного обслуговування.

Необхідність і доцільність використання бездротової локальної мережі замість дротової мережі обумовлені перевагами, які можна отримати від відсутності провідного з'єднання. Ці переваги проявляються при наступних обставинах:

1) існує необхідність створення локальної мережі між вузлами, які відокремлені від природних і штучних бар'єрів (наприклад, водні перешкоди, стіни будинків, підлогові покриття);

2) необхідність забезпечення мобільності вузлів, підключених до локальної мережі;

3) необхідність отримання доступу до магістральної мережі з доступом до мережі Internet в громадських місцях при короткочасному перебуванні (готелі, вокзали, читальні зали бібліотек та інше).

Контроль доступу до WM (Wireless Medium) полягає в координації роботи станцій, розташованих в межах BSA (Basic Service Area), таким чином, щоб використання частотних і часових ресурсів всієї сукупності точок доступу BSA не супроводжувалося шкідливими взаємними перешкодами (іншими словами, та щоб забезпечувалася електромагнітна сумісність (ЕМС) базових станцій. Згідно з протоколом IEEE 802.11, смуга частот, необхідна для передачі сигналів кожної із точок доступу, вичерпує весь частотний ресурс відповідної BSS (22 МГц). Відповідно, ЕМС станцій досягається за рахунок координації використання часового ресурсу: при випромінюванні сигналів однієї із точок доступу, випромінювання інших не допускається.

Для процедури налаштування базової станції ми маємо локальний інтерфейс, за допомогою якого ми можемо підключитися з персонального комп'ютера або ноутбука до базової станції та зробити потрібне нам налаштування. Ці налаштування при правильному узгодженні з обладнанням, гарантують його працездатність та надійність. Для під'єднання пристроїв потрібен кабель стандарту RJ-45.

Після з'єднання пристроїв потрібно перейти до параметрів адаптера і прописати потрібну IP-адресу, маску мережі та шлюз. Налаштувавши правильне узгодження мережі, потрібно перевірити доступність та параметри з'єднання. Основними проблемами цього ланцюжка є мобільність та випромінювання джерела. Якщо встановити бездротовий зв'язок від ноутбука до базової станції, то тоді можна буде проводити налаштування БС на значній відстані, подалі від джерела випромінювання, та у комфортному нешкідливому місці, наприклад взимку у машині.

Бездротовий канал зв'язку від БС до ноутбука можливо зробити за допомогою звичайного роутера. Для цього потрібно підключити бездротову точку доступу до БС, створити потрібний пул IP-адрес, перевірити доступність мережі, а також зробити відповідні дії для підключення до менеджера налаштування БС.

Радіомережа є важливим елементом стільникової системи зв'язку. Підвищення якості роботи цієї мережі забезпечує поліпшення техніко-економічних показників системи в цілому. Це потребує періодичного та безперервного технічного обслуговування відповідного стаціонарного мережного обладнання. За допомогою використання запропонованого методу дистанційного підключення значно полегшується процес налаштування БС.

Список використаних джерел:

1. Рыжков А.Е., Сиверс М.А., Воробьев В.О., Гусаров А.С., Слышков А.С., Шуньков Р.В. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax. – СПб: Линк, 2012. – 226 с.
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М: Эко-Трендз, 2010.– 284 с.
3. Скрынников В.Г., Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика.– М.: Издательство "Спорт и Культура – 2000", 2012.– 864 с.
4. Спецификации 3GPP.org
5. Глобальная ассоциация поставщиков мобильного оборудования GSAcom.com
6. Степутин, А. Н., Николаев А.Д. [Мобильная связь на пути к 6G](#). В 2 томах. Том1 / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. –3-е изд. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 384 с. : ил.
7. Степутин, А. Н., Николаев А.Д. [Мобильная связь на пути к 6G](#). В 2 томах. Том2 / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. –3-е изд. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 420 с. : ил.
7. Официальная [группа](#) портала 1234G.ru
8. [Видео](#) интервью по перспективам развития 5G
9. [Термины](#) и определения мобильной связи
10. Полезные обновляемые дополнительные материалы по мобильной связи ([ссылка](#))
11. Портал о мобильной связи [1234G.ru](#)
12. Официальные группы [Вконтакте](#) и [Facebook](#) портала о мобильной связи
13. YouTube канал о мобильной связи, технике и технологиях "[Так не договаривались](#)".

УДК 378.147

Бусова О.В., аспірантка
Національний авіаційний університет, м. Київ

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ВИХОВАТЕЛІВ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ В КНР

Китай - країна древньої цивілізації - має свою складову систему освіти. Сьогоднішній Китай, що розглядає в якості найперспективніших країн у світі, займає провідне місце як у сфері культури і освіти, так і на світовому ринку. Досягнення китайської економіки були б неможливі без правильно організованої освітньої системи в країні. З розвитком економіки потребує висококваліфікованих фахівців. Тому китайський уряд докладає величезних зусиль для просування освіти, інвестує в освіту величезні матеріальні кошти, і сьогоdnішній рівень системи освіти в Китаї відповідає найвищим світовим стандартам.

У наш час складно зустріти жителя Китаю, який не мав хоч би шкільної освіти, тобто на даний момент в Китаї практично ліквідована неписьменність. Нині у зв'язку зі зміцненням українсько-китайських соціально-політичних, економічних і культурних зв'язків значно виріс статус китайської мови як учбової дисципліни в системі мовної підготовки ВНЗ в нашій країні. У ситуації, що склалася, особливого значення набуває пошук і розробка ефективної методики навчання китайській мові, найбільш важливою і актуальною областю якої є навчання ієрогліфічному листу.

В 2001 році Державна рада КНР видала постанову про реформу і розвиток елементарної освіти, яка перший замінила термін "Педагогічне утворення" на "навчання для учителів", це означає, що китайський уряд почав педагогічну реформу відповідно до вимоги економічної реформи. Педагогічна освіта в Китайській Народній Республіці має

1) Незалежність. З 1952 р. педагогічні утворення отримали незалежний статус. Держава знову видає учням навчальний посібник, після закінчення навчання відділ освіти місцевого уряду несе відповідальність за робоче місце випускників.

2) Діє подвійна самостійна система - створення середній ПНЗ-педагогічний навчальний заклад для підготовки вчителів початкової школи (далі ПНЗ) і вищий ПНЗ, а також створюється учбовий заклад для підвищення кваліфікації педагогічних випускників і учбовий заклад для підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

3) Соціалістична ознака. Підготовки учителів повинен співпадати з вимогою ідеологічної основи марксизму-ленінізму і Мао Цзедуна. Але після здійснення економічної реформи елемент політичної ідеології вже не був головним елементом мети підготовки учителів, хоча ще усі знаходяться на основі чотирьох основних принципів: твердо дотримуватися соціалістичного шляху; демократичної диктатури народу; керівництво Комуністичної партії Китаю; а також марксизму-ленінізму і ідей Мао Цзедуна. Тобто при підготовці учителів увага приділяється не лише у сфері культурних знань, але і у сфері професійної кваліфікації.

4) Були відновлені методи навчання кінця династії Цин. Тобто початкові педагогічні учбові заклади готують учителів початкової школи, а педагогічні учбові заклади обдарованого класу (Вищі ПНЗ) готують учителів середніх шкіл.

5) Повністю були скопійовані учбові методи Радянських Союзу - експеримент викладання, вправи, обговорення та ін., але вони не грали ролі, оскільки поєднували в собі традиційні методи (оповідання і запам'ятовування).

6) Курс політичних теорій існує завжди. Учні педагогічних коледжів і студенти усіх факультетів педагогічних ВНЗ повинні вивчати курс марксизму-ленінізму, ідею Мао Цзедуна, а також з 1998 р. ще потрібно вивчати теорію Ден Сяопина.

7) Учбових предметів ПУЗ повинні скласти відповідно до учбових предметів шкіл. ПУЗ теж навчать методику викладання предмета мови, математики, фізики і інших для майбутніх учителях.

Сучасний Китай вже має деякі досягнення економічних реформ, при цьому сучасні китайці почали мати різноманітне відображення про власне життя, і наповнилися надією, сподіваннями на те, щоб продовжити вчитися і вивчати передові освітні ідеї, концепції і систему утворення інших країн, щоб поліпшити свій рівень освіти і підготувати більше кадрів освіти.

Список використаних джерел:

1. Ли Пидэ. Об обучении. Пекин.: Изд-во. Народное образование. 1991. 23 - 24с.
2. Лю цзяньмин, Юй цзяньюн, Цай сяохун. Реформа новой учебной программы и подготовка учителя начальной образования будущего. // Информация науки и техники. № 11, 2007. 182 – 183с.
3. Хуан илинь. Исторические изменения и анализ тенденций модели педагогического образования нашей страны. – Сычуань: Изд-во СПУ, 2007.
4. Ху Чжунпин, Ли Фан, Чжан ЦзюньХун. Современная педагогика. Пекин.:Изд-во. Высшее образование. 2- редакция. 2005. -274с.

UDC 378.811.11

Vinokurov D.R., student
Hryshyn V.A., student
National Aviation University, Kyiv

NON-STANDARD PHRASEOLOGY IN AVIATION ENGLISH

Non-standard phraseology and local pilots' use of languages other than standard aviation English "routinely" cause misunderstandings in radio communication between pilots and air traffic controllers — difficulties that raise concerns even though they are rarely cited as causal or contributing factors in aviation accidents and incidents, according to a study of aviation phraseology.

When standard phraseology was developed, special attention was given to choosing words and phrases that sound distinctly different and therefore cannot be confused under any readability circumstances. When replacing standard phraseology with their own people do not perform thorough research as to whether their custom phrase may sound similarly to another one.

IATA recommended that ATC instructions be given with an even rate of speech not exceeding 100 words per minute. In addition, the radio transmissions should be short and include concise instructions, and not be given during critical phases of flight (e.g., at high speed during landing rollout). The report, published by IATA in late 2011, was based on the anonymous responses of 2,070 airline pilots and 568 air traffic controllers around the world to similar questionnaires that were devised for members of each group.

It should be noted that forty-eight percent of pilots identified specific airports where standard phraseology is not used. At the top of the list was Charles de Gaulle Airport in Paris, where the most frequent complaint involved not phraseology but the use of both English and French. John F. Kennedy International Airport in New York received the second-largest number of complaints, with pilots citing the use of "local phraseology, or a term other than ICAO standard" [1].

Fifty-four percent of pilots reported specific procedures or practices by pilots or air traffic control (ATC) that resulted in misunderstandings or errors. Among the most common were "the use of mixed languages with international crews speaking English with ATC and the local crews speaking the country's language," the report said, identifying this as the most frequently mentioned complaint.

Moreover, pilots reported that they most often experienced non-standard phraseology while operating in their home regions. The report's findings also indicated that 27 percent of pilots participating in the questionnaire said that their encounters with non-standard phraseology occurred most often in North America; of that group, 40 percent were pilots based in North America [2].

The document characterized the use of non-standard phraseology as "a major obstacle to pilots' and controllers' effective communications. Standard phraseology helps significantly by reducing any ambiguities of spoken language and hence promotes a common understanding among people of different native languages or of the same native language but who use or understand words differently."

Ambiguity in general aviation language and the use of slang instead of standard phraseology are the leading factors in increasing the likelihood of communication errors.

Episodes of non-standard phraseology were most frequent in North America and Europe, the report said.

It is often necessary for pilots and controllers to revert to non-standard phraseology in abnormal and emergency situations. The extent to which this occurs, and leads to effective communication, will depend upon the quality of the both speech delivery and language proficiency of those involved[3].

There are some examples of unofficial "phraseology" (the list is not exclusive):

- Ten/eleven thousand (instead of one zero thousand or one one thousand). This was considered by the investigation to be the cause of an incident in 2011;
- Read you five by five (or any other X by Y combination) instead of Read you (number);
- ARL10 pronounced as Airline ten (instead of Airline one zero);
- Light chops, smooth ride, what's the ride, instead of phrases containing the word turbulence;
- Affirmative instead of affirm (note that affirmative may, under certain low-readability circumstances, be confused with negative due to having the same ending);
- Double and triple (instead of pronouncing each digit separately);
- Keep heading, speed, etc. (instead of continue or maintain);
- Up and down instead of climb and descend;
- Pronouncing 9 as nine instead of niner which may lead to confusion with 5;
- Amending clearance starting with While we wait (which can be understood as line up and wait), which was considered as a contributor in a runway incursion event;
- Using take-off instead of departure in situations where no take-off clearance is issued or cancelled. This has caused a number of occurrences, e.g. an accident in 1977 and an incident in 2008;
- A description of an ACAS manoeuvre instead of the standard TCAS RA. Such a description may be lengthy, unstructured, incorrect or incomplete, and therefore the controller may request a repetition or clarification [4].

Reasons for unofficial "phraseology":

Lack of knowledge - it is almost certain that pilots in other aircraft with little or no knowledge of the local language operated in the same airspace and on the same frequencies as these pilots, leading to a potential degradation of situational awareness.

Fatigue and CRM - a high-workload phase of flight, frequency congestion, heavy traffic, and fatigue sometimes combine with less than optimum cockpit resource management to push pilots and controllers to their limits.

Sentence construction - even when the proper words are uttered over the frequency, the inflection or cadence used can significantly change the meaning.

It should be evident to anyone listening to an ATC frequency that non-standard phraseology is common. Whether it is a significant factor in aviation incidents is open to discussion. The reports reviewed here are but a fraction of those in the ASRS

database. Regardless of the magnitude of the problem, there certainly are ways to help avoid these problems in the first place, or to minimize their effect on day-to-day operations.

If a clearance or instruction seems the least bit out of the ordinary or ambiguous, flight crews should not hesitate to clarify the clearance or instruction until no doubt remains. Pilots and controllers should make a conscious effort to use standard phraseology in all ATC communications. In addition, inflection and the placement of pauses in a transmission may be significant. A recurrent training session is the perfect venue for pilots to review the AIM and other pertinent resources discussing standard phraseology [5]. Before the first trip as a flight crew, the Captain should take the initiative to discuss phraseology issues as they pertain to inter-crew as well as ATC communications.

This may help to prevent misunderstandings among the crew, and to heighten alertness for non-standard phraseology used by ATC. It is equally important for flight instructors to discuss these issues with their students, since frequent intra-cockpit communications take place during instructional sessions.

References

1. Prinzo, O. Veronika; Campbell, Alan; Hendrix, Alfred M.; Hendrix, Ruby. U.S. Airline Transport Pilot International Flight Language Experiences, Report 3: Language Experiences in Non-Native English-Speaking Airspace/Airport, DOT/FAA/AM-10/09. May 2010.
2. https://www.researchgate.net/publication/266389753_Non-Standard_Phraseology_in_Aviation_English#pf
3. <https://skybrary.aero/articles/non-standard-phraseology>
4. https://asrs.arc.nasa.gov/publications/directline/dl7_say.htm
5. <https://flightsafety.org/asw-article/putting-it-into-words/>

UDC 377:811 (07)

Denysiuk D.O., student
National Aviation University, Kyiv

BENEFITS OF FLIGHT SIMULATOR IN PILOTS' TRAINING PROGRAM

In the early days of aviation, flying was far more dangerous than it is today. Pilots needed a training tool to mimic the sensation of flight so they could practice instrument skills from the safety of the ground. In 1927, pilot and flight instructor Ed Link invented the world's first practical flight simulator, the Link Trainer. The trainer replicated a complete cockpit, allowing pilots to gain valuable experience without facing the risk of injury or death. Since the invention of the Link Trainer, flight simulation technologies have evolved tremendously. Today's flight simulators are highly realistic and range from full-motion enclosed devices to smartphone apps to immersive virtual reality options. With so many opportunities to learn, practice, and strengthen flying skills safely and economically, there's never been a better time to use flight simulation tools [1].

Nowadays a significant amount of civil flight crew training is undertaken in flight simulators using computers to create the illusion of flight and it's because of the complexity of civil aircraft that has increased as a result of advanced avionics, expanding flight-crew training requirements and increasing the reliance on flight simulation. Many civil airlines operate large flight-training centres to undertake their flight-crew training and regular competence checking to maintain flight crew licences. Recognizing the impact flight simulation has made in civil training, international regulations have been established to ensure that civil flight crew training simulators operated by different organizations meet an approved standard. These standards not only ensure consistent regulation of flight simulators and flight training organizations throughout the world, they also enable manufacturers to build flight simulators that are compliant in different countries, encouraging competition while ensuring quality [2]. For those who are pursuing flight school and their pilot's license, using a flight simulator can provide a number of additional benefits to traditional training processes.

1) *More Affordable Than Flying.* With the fuel, maintenance, insurance and flight instructor fees, costs start to add up when you fly an actual airplane. Using a flight simulator, on the other hand, cuts out these overhead costs, easing some of the financial pressure of learning to fly. Plus, under certain programs, you can reduce the number of airborne lessons you may need to take by checking-off some flight plans through simulation. At the end of the process, you're likely to see major savings compared to the cost of learning everything in the sky.

2) *Safest Way to Learn.* Of course, you're plenty safe when flying with a certified flight instructor, but naturally the closer to the ground you are – the safer you are. Simulators give you the chance to learn and experiment with aircraft controls and flight methods from the safety of the ground. Without worrying about making a detrimental mistake, you'll feel much more comfortable learning the flying tasks at hand. Even veteran pilots who are progressing onto more advanced certifications can benefit from using flight simulators, practicing emergency procedures or experiencing unique flying circumstances before they happen in the air.

3) *Ace Navigational Procedures*. Flight simulators can recreate almost any situation, helping student pilots improve their navigational abilities under both visual and instrument flight rules (VFR/IFR). Do you have a big flight coming up – perhaps your first cross-country solo? Well, create the scenario within the software, and use the simulator to practice the complete route ahead of time. You're able to load a flight to your chosen airport with real-world runway layouts, as well as accurate roads, lakes, rivers, terrain and other air ports below. This way, you know exactly what to do, from planning flight paths to identifying stopping points along the way to executing take-offs and landings.

4) *Repetition Builds Knowledge and Muscle Memory*. In simulated flight, if something goes wrong – a botched maneuver, miscommunication with air traffic control (ATC) or wrong coordinate input, for example – you can simply reset the route and start over without any ill consequences. With the ability to quickly repeat these procedures, you build up the necessary knowledge and muscle memory that makes you totally prepared when you hop in the cockpit.

5) *Master (And Avoid) Any Type of Weather*. As student pilots in Minnesota know, flight simulators are essential when a summer storm or winter blizzard keeps you from flying. If one of your airtime lessons is grounded, a flight simulator offers the next best solution to keeping the learning process on track. Plus, a simulator is able to recreate any type of weather over any type of terrain to help students practice the necessary techniques for mastering these conditions, whether it's rain, wind, ice or snow.

6) *Stay Proficient*. As you progress through flight school, you'll become aware of how important it is to constantly be practicing, even after you obtain a private pilot certification. Regardless of if you plan on pursuing your instrument rating or commercial license, it's crucial that you maintain proficiency in the cockpit. Flight simulators provide an affordable way to keep your skills sharp so that you're always safe in the sky.

7) *Practice at Home*. There are more options available to student pilots than just professional flight simulators at a flight school. In fact, there are many personal flight simulators that you can set up on a home PC; Microsoft Flight Simulator X and X-Plane are two of the more popular options on today's market. Plus, there are many add-ons available such as instrument panels, control wheels and pedals, that can connect directly to your computer to help make the simulation feel more real. While the hours spent flying on these programs cannot be counted towards your official flight time requirements, you can certainly practice flying procedures at your leisure and advance your knowledge outside of the classroom.

8) *Improve Your Radio Skills*. Communicating with ATC and other pilots while in the air and on the ground is an essential skill that will be drilled into your lesson plan throughout flight school. While it can be confusing, even somewhat intimidating at first, flight simulators can help take some of the pressure off of newbies. Thankfully, flight simulators provide a stress-free environment to practice, with the many options available to work on proper radio communication, allowing aspiring pilots to hone their skills before they're air borne.

9) *Learn in Less Time*. Depending on how it's applied, using a flight simulator can cut your learning time down quite substantially. For example, an IFR lesson that would normally take three hours at the airport—from the time you arrive to when you leave, including

preflight, filing flight plans, monitoring weather—can be completed using a simulator in half the time and for less than half the cost of actually flying.

10) *Prepare for In-Air Emergencies*. Many type of aircraft failures can be recreated in a simulator to prepare a student pilot for similar in-air failures. From ice build up and engine problems to electrical malfunctions and maneuver mistakes, you're given a first-person view point on what it's like to go through an emergency scenario and how to properly respond [3].

11) *Experience of Realism*. FSTD use allows the pilot to experience more realistic and effective training, which includes managing startle and surprise in the cockpit, practice diagnostic process and troubleshooting procedure in a safe environment.

12) *Availability and Serviceability*. FSTD are available 24/7. Compare to helicopter, FSTD also offers further benefits to a training organization, such as: no delays due to traffic congestion, In flight conditions: VMC /IMC and Day/Night, icing condition, selection as required regardless of the prevailing conditions and recognized high average serviceability [4].

Flight simulation considers to be fast advancing set of technologies in a fast expanding area of aviation. With the rapid developments and as the cost of computers decrease and their capabilities increase, the usage of flight simulation is also likely to expand exponentially. Significant technical advances will result in improvements in the quality of flight simulationsystems.

Nowadays more and more organizations are starting to appreciate the benefits and over the next ten years flight simulation and flight training will play a major role in aviation.

References

1. <https://hartzellprop.com/5-great-reasons-to-use-flight-simulation/>
2. <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-FlightSimulationInCivilAviation-6953721.pdf>
3. <https://inflightpilottraining.com/2019/09/10-benefits-of-using-a-flight-simulator-when-learning-to-fly/>
4. <https://www.easa.europa.eu/community/topics/use-and-benefits-simulators>
(internet resources)

UDC 378.147 (043.2)

Nemlii Liudmyla
phD in Pedagogical Science
National Aviation University, Kyiv

AVIATION ENGLISH TRAINING FOR CABIN CREW

Aviation English is a specific discipline that future cabin crew study at higher school as English for Specific Purposes. This discipline has a specific name “Aviation English” because these trainees are specialists in aviation. Due to ICAO standards and recommendations pilots and air traffic controllers (ATC) study Aviation English to provide safety of flights. However, all air companies arrange training of Aviation English for their flight attendants as they are the crew members who work with pilots in team. Cabin crew need to assist pilots in routine and non-routine or emergency situations. They have to inform passengers about the actions and so on to provide safety first. That is why the research is made to provide Aviation English training for cabin crew effectively.

The research shows that the job of cabin crew requires knowledge of Aviation English for their professional purposes because this kind of language will provide the specialists with the definite terminology, specific aviation vocabulary. The language has limit of synonyms and is accurate in meaning. However, not only the knowledge of the language but practical communication skills will be necessary for the future cabin crew to provide their professional activities successful, because among the cabin crew’s responsibilities is necessity to provide safety for passengers during a flight and the language is a tool for it. For example, at the beginning of the flight cabin crew need to arrange pre-flight instruction for passengers to be sure everyone is informed about his or her actions in case of emergency. Then, they need to communicate with crew members, pilots, officials and so on. Thus, cabin crew are required to be able to use their skills of Aviation English. Each air company prefer to have a specialist who can speak English at certain level, however, the companies provide preliminary Aviation English training for their employees.

To provide our students with the ability to communicate in English, use and understand the specific context of Aviation English the training process at higher school is specially organized. The innovative teaching approaches and methods, original materials, best teaching techniques are used to provide the high level of training. Among teaching methods are role-play, interactive games, short visuals, communicative approach to language teaching.

Then, in the process of our research the practical material was studied and we can claim that there are some textbooks “English for Cabin Crew” which were published by British publishers. There we can find great variety of practical tasks for communication skills development, improvement of vocabulary, pronunciation and grammar accuracy which can be used during practical classes and self-education. The context of the textbooks suggests practicing language in real-time working routine situations of cabin crew, starting with pre-flight briefing to disembarking the passengers. Tasks present standard procedures the cabin crew need to communicate in such as pre-flight

instructions, serving the meals, dealing with handicappers, difficult and annoying passengers, helping the passengers while they are boarding the plane, assisting them during a flight and so on. Also, there are tasks to practice real job situations like emergency ones such as medical emergency, turbulence, system malfunction. Due to practicing job situations, role-play, discussion, expressing own opinions, suggesting the ideas students possess confidence in using Aviation English as they are familiar with all stages of their job. Some tasks are done to train non-predicted events and the necessity to find a way out of any difficulty a cabin crew may have, to use the needed words in case to calm down an aggressive passenger or to deal with a passenger complaint. The practical exercises of the textbooks also help us teachers of Aviation English to train our students' abilities ask questions and answer them, to clarify the situation, to paraphrase if a person does not understand the language well. As it often happens that passengers are not native English speakers and their language vocabulary may be poor. This is also a challenge situation for cabin crew which should be trained. So, to improve listening skills there we can find different dialogues which students listen to first and then, complete some exercises, discuss its context to demonstrate how they understand it. And again, thanks for discussion, communication skills of our future cabin crew will be improved. The aim of the discipline training is to provide our students with Aviation English vocabulary knowledge, develop communication listening skills. So, the students who are confident can perform their job duties and responsibilities effectively and use English as a tool for any situation which can occur will guarantee the safety and service of the passengers.

References

1. S. Ellis, L. Lensford English for Cabin Crew. Oxford: University Press, 2014 – 96 p.
2. T.Gerighty, S. Davis English for Cabin Crew: Heinle, Cengage Learning EMEA, 2011 – 128 p.

UDC 378: 811

Pershukova O.O., doctor of pedagogic. sc.,
Professor of Aviation English Department
National Aviation University, Kyiv

FORMING TECHNICAL STUDENTS' AUTONOMY IN LEARNING ESP

Learner autonomy is a deeply-rooted phenomenon in the educational systems of Western countries, whereas in Ukrainian educational traditions it is rather new and unnatural. Although official educational policies, which encourage the implementation of learner autonomy, in our country, many teachers at secondary schools and university levels tend to use methods they are familiar with.

Learner autonomy has become a topic of interest and discussion over the last two decades. As Benson indicated, it was caused by some learner-centred approaches to language education, which included different aspects of independence of learning [2]. The early history of the notion of autonomy in language education begins with Holec's report to the Council of Europe's Modern Languages Project. According to Holec's [6, p.3] definition of learner autonomy is 'the activity that a learner has developed to take charge of his or her learning'. The researcher underlines that this activity includes: a) determining the learning objectives, b) defining its contents, c) selecting methods and techniques, d) monitoring the procedure; e) evaluating the results (self-assessment is the important and integral element). This point of view is supported by many pieces of research. Little [8, p.175], asserted that 'the basis of learner autonomy is that the learner accepts responsibility for his/her learning'. According to Benson, the wide notion of autonomy can be classified as technical autonomy: the act of learning a language outside the framework of an educational institution and without the intervention of a teacher; psychological autonomy: a capacity that allows learners to take more responsibility for their learning; political autonomy: control over the processes and content of learning [3]. Benson & Voller stated five ways the term autonomy can be used: for situations in which learners' study entirely on their own; for a set of skills that can be learned and applied in self-directed learning; for an inborn capacity which is suppressed by institutional education; for the exercise of learners' responsibility for their learning; for the right of learners to determine the direction of their learning [4, p.2].

According to Littlewood, responsibility and ability are the two main dimensions of learner autonomy. Students must take responsibility for their learning, because, they are the ones who do the learning. Besides that, the students are responsible for some processes which traditionally belonged to their teacher. These processes include deciding on learning objectives, selecting learning methods, evaluating the results of learning. Ability means the students' capability to complete the processes or tasks connected to responsibility [9]. Some features of the ideal autonomous learners are determined. They are considered to have insights into their language styles and strategies, to take an active approach to the learning task, to be willing to take risks, to be good guessers, to attend to form as well as content... and to have a tolerant as well as the outgoing approach to the target language. Some later researches supported these ideas, as Bajramy indicated that 'learners should be able to build their criteria for the quality of their work...be independent... and be able to

make judgments for their strong and weak points of learning' [1, p.425]. So, to become an autonomous learner it is expected that one will be able to set personal learning goals, identify learning strategies and develop study plans to achieve these goals, select relevant resources and support, assess and reflect on one's progress. Holec pointed out that autonomy is an attribute of the learner. He stressed that 'it's not inborn ability so it must be acquired by the learner either by natural means or by formal learning, i.e. in a systematic, deliberate way' [6, p.3]. Dickinson indicated that 'learners do not automatically accept responsibility for their learning and 'do not necessarily find it easy to reflect on the learning process. Teachers must... provide them with appropriate tools and opportunities'. Dickinson also stressed that the liberalization of the classroom will help the students to take responsibility for their learning. Thus, the learner has the responsibility to make decisions and take charge of his/her learning [5]. Little supported this idea considerably with words 'learners who take responsibility for their learning are more likely to achieve their learning targets. But without suitable guidance, the student will not be able to become aware of the possibilities' [7, p.176].

So, the teachers' role is very important in students' autonomous learning and cannot be ignored. The relationship between teachers' autonomy and learner autonomy has been at the center of many researchers' attention. Among them is Little, who called attention to the importance of having autonomous teachers to promote students' autonomy as well as highlighting the necessity to analyze and research this concept thoroughly. He indicated the idea that learner autonomy develops through pedagogical dialogues in which teachers exercise their own autonomy [8]. Littlewood reviewed teachers' autonomy from two different perspectives: as the capacity for independent decision making, which involves having abilities and skills for action: and as willingness, which includes motivation and confidence to make a choice [9]. Benson (2006) named the concept of teachers' autonomy as 'one of the most significant and problematic' because 'in the language teaching literature, there is a much greater emphasis on teacher autonomy as a professional attribute and the link between teacher autonomy and learner autonomy' [3]. Thus, to be able to foster students' autonomy in the classroom the teacher has to be autonomous him/herself.

There is a strong need for support and supervision of language learners' as they are moving toward their autonomy development. The process to make the students become masters of their autonomous learning is not easy, because the teacher and the students 'must shift their roles so it can be created a positive learning atmosphere' [1]. Dickinson (1987) described autonomy as 'the learning situation in which the learner is responsible for all the decisions made and implemented concerning his learning and the teacher becomes a skilled manager of human being' [5, p. 11]. To reach this goal the researcher pointed out to the teachers six ways for promoting learners' independence. They are: 1) legitimizing independence in learning by showing that teachers are approving and encouraging the students to be more independent; 2) giving learners successful experiences of independent learning and convincing them that they are capable of greater independence; 3) giving learners opportunities to exercise their independence; 4) helping learners to develop learning techniques (learning strategies) so they can exercise their independence; 5) helping learners to become more aware of language as a system so that they can understand many of the learning techniques available and learn sufficient grammar to understand simple reference books; 6) sharing with learners something of

what we know about language learning so they have a greater awareness of what to expect from the language learning task and how they should react to problems that erect barriers to learning [5]. Thus, learners do not automatically accept responsibility for their learning in formal contexts and do not find it easy to reflect on the learning process

We understand *learners' autonomy in ESP learning* as educational work performed by students under the methodological and scientific guidance of the teacher in the context of gaining knowledge and skills to accept responsibility for their learning in meeting the specific needs of the future professional English communication requirements. We can conclude that creating an environment favorable for forming ESP learners' autonomy at a non-linguistic university is a challenge that is appropriate to realize to give an autonomous learning experience to aspiring students. This approach is useful for the development of writing skills and the ability to express feelings and attitudes to the studied material. Such work enables students to analyze their studies and see further prospects. Teachers have the opportunity to understand students' individual needs and problems and to find ways to help; search and select information on the internet for performing creative tasks on professionally-oriented topics to create learning resources relating to the content of the lesson and the subsequent presentation of the results in class (projects).

In our opinion, the development of students' autonomy is an indispensable condition of study at a modern university. Such an environment for learning is an important factor in students' learning activities intensification.

References

1. Bajrami, L. Teacher's new role in language learning and in promoting learner autonomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 199, 423–427 (2015). doi:10.1016/j.sbspro.2015.07.528
2. Benson, Ph. Teaching and researching autonomy in language learning (Longman, London), 2001.
3. Benson, Ph. Autonomy in language teaching and learning. *Language teaching* 40, 21–40, 2006. doi:10.1017/S0261444806003958
4. Benson, Ph. And Voller, P. *Autonomy and Independence in language learning* (Longman, London, 1997)
5. Dickinson, L. *Self-Instruction in Language Learning* (Cambridge University Press, Cambridge, 1987)
6. Holec, H. *Autonomy and Foreign Language Learning* (Pergamon, Oxford, 1981)
7. Little, D. Learning as dialogue: The dependence of learner autonomy on teacher autonomy. *System* 23(2), 175–181 (1995). doi:10.1016/0346-251X(95)00006-6
8. Little, D. Learner autonomy and second/foreign language learning, in *The Guide to Good Practice for Learning and Teaching in Languages*, Linguistics and Area Studies (CIEL Language Support network, 2003), <https://www.researchgate.net/publication/25987462>.
9. Littlewood, W. Defining and developing autonomy in East Asian contexts. *J. App. Ling* 20, 71–94 (1999). doi:10.1093/applin/20.1.71

UDC378.811.81`27

Sviatsitskiy V.V.—student
Myhdal N.H.—student
National Aviation University, Kyiv

AVIATION ENGLISH: STANDARD PHRASEOLOGY AND PLAIN LANGUAGE

Verbal communication between pilots and air traffic controllers directly affects air transportation safety and performance. Communication errors in aircraft operations can have irreversible consequences and contribute to runway incursions, accidents, and loss of life. Accordingly, proper and effective application of communication skills by pilots and air traffic controllers is an important element in reducing the risk of misunderstandings that can result in disastrous crashes. Pilot and air traffic controller communities have given much attention to improving communications through training by emphasizing the importance of using standard aircraft operational phraseology (Aviation English) [2].

What is Aviation English? As a matter of fact, everyone knows the answer but no one understands; what is the real meaning of it? In most cases, it's associated with phraseology but aviation English doesn't rely solely on it. So what is it precisely?

We should bear in mind that the meaning of term "aviation" implies the people who work in the aviation-related areas, such as flight crew operations, airport activities, air traffic control, maintenance, passenger, etc. The ICAO language proficiency requirements are dedicated exclusively to two professionals – pilots and air traffic controllers. Their communication has undoubtedly an impact on the safety of a flight and, therefore, the discourse should be precise and clear; it is divided into two sections which mutually complement each other if a certain English proficiency level is achieved. These two groups are ICAO standardized phraseology and plain English.

We believe that most of those people who aren't in any way involved in aviation apart from an occasional summer or business flight bear in mind the standardized phraseology as the core of the language that is spoken on a regular basis. Phraseology was coined to improve communication in aviation; the messages are short and they give a huge sense of control over an ongoing situation. They help avoid ambiguities and are perfectly suited for the predictable situations.

According to the ICAO document, here is the aim of it: "The purpose of phraseologies is to provide clear, concise, unambiguous language to communicate message of a routine situation" [3].

"However, while ICAO standardized phraseology has been developed to cover many circumstances, it cannot address all pilot and controller communication needs. It is widely acknowledged by operational and linguistic experts that no set of standardized phraseologies can fully describe all possible circumstances and responses" [3].

Air traffic controllers and pilots learn to communicate in what is termed standardized phraseology during their basic training, and they put it into practice on a daily basis. This phraseology is sufficient to communicate at least 95% of what pilots and controllers need to say. It consists of simple clear messages designed for routine

situations. There is an absence of grammar, prepositions, complexity, words that are difficult to pronounce, words with ambiguous meanings, etc.

Thus, the problem is that a good knowledge of phraseology, which is appropriate for exchanging expected routine messages, is not sufficient to deal with a non-routine situation. A non-routine situation may also be an emergency situation, or have the potential to develop into an emergency situation. When something unpredictable happens, air traffic controllers and pilots need to rely on their linguistic skills and intelligence to communicate effectively and make often a split-second decision. Plain language shall be used “only when standardized phraseology cannot serve an intended transmission” [3].

It should be noted that the choice of the term “plain” originated from existing ICAO documentation at the time of the formulation of language proficiency requirements and was preferred to other terms such as “general”, “common”, “extended” or “natural”. Plain language – the spontaneous, creative, and non-coded use of a given language [1;3]. There are some examples of ATC /pilot transmissions which combine a standardized phraseology and plain English:

1. Standardized phraseology:

P Request taxi for departure to Montreal.

C Taxi to holding point Bravo 3 Runway 27 Right via Delta. Hold short of Runway 27 Right.

2. Plain English:

C What is the condition of your injured passenger?

P He appears to be concussed and have severe bruising.

In order to conform to ICAO language proficiency requirements, pilots and controllers who use English in air communication must be at level 4 Operational. Level 4 covers comprehension, responses that are usually immediate, appropriate and informative, basic vocabulary, along with pronunciation. ICAO has established 6 levels of language proficiency standards.

The only way that pilots and controllers can be sure to be able to communicate in a non-routine and routine situation is if they both have a sufficient level of proficiency in a plain language and standardized phraseology. For the International aviation community, this language is English.

Literature

1. <https://www.revisebeforeflight.com/what-is-aviation-english/>
2. <https://azpilots.org/commentary/45-phraseology-versus-plain-language>
3. ICAO Doc. 9835

УДК: 629.7.07(043.2)

Мар'єнков І.С., студент
Тодорчук Д.А., студентка
Національний авіаційний університет, м. Київ

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ АВІАХІМІЧНИХ РОБІТ

Авіаційно-хімічні роботи (АХР) — один із видів застосування авіації з використанням повітряних суден, обладнаних апаратурою для обприскування, розсіву сипких та рідких матеріалів, засобів хімізації. В роботі оцінюються і порівнюються за допомогою методу експертних оцінок 5 типів літальних апаратів, які найчастіше використовуються для АХР [1]. До розглянутих літальних апаратів (ЛА) відносяться: Ан-2; Т-500; Ми-2; Cessna 188; Embraer EMB 202 Iranema. В якості критеріїв оцінювання обираємо 3 основні типи АХР, в яких застосовуються відповідні ЛА, а саме: розпилення добрив; дефоліація; посів насіння з повітря. Після експертного опитування, були отримані матриці індивідуальних переваг у трьох різних випадках. За матрицею групових переваг було визначено середнє значення – думка групи експертів, визначена узгодженість думок експертів - розраховані коефіцієнти варіації, координації Кендала, кореляції Спірмена, визначена значимість розрахунків за критеріями χ^2 та t -Стюдента, визначені вагові коефіцієнти ефективності застосування ЛА для АХР у разі виконання різних завдань: розпилення добрив; дефоліація; посів насіння з повітря. Графічна інтерпретація отриманих результатів представлена на рис.1

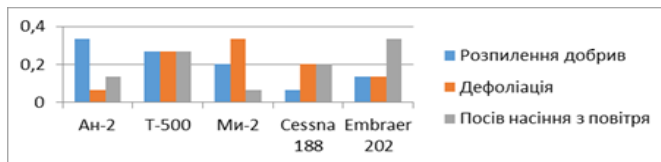


Рис.1 Графічна інтерпретація вагових коефіцієнтів щодо значущості застосування ЛА до виконання АХР

За результатами розрахунків та будовання загальної гістограми трьох спостережень, отримали наступні результати (найбільшу ефективність для виконання АХР робіт):

- для розпилення добрив – Ан-2;
- для дефоліації - Ми-2;
- для посіву насіння з повітря - Embraer-202.

Для всіх трьох видів робіт найбільший вплив має Т-500, оскільки літак відмінно підходить і непогано справляється якраз з усіма видами робіт.

Список використаної літератури

1. 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

УДК: 629.7.07(043.2)

Карлінська К. А., студентка
Національний авіаційний університет, м. Київ

ORNITHOLOGICAL PROVISION OF FLIGHT SAFETY USING UNMANNED AERIAL VEHICLES AND SPECIAL EQUIPMENT

Aviation security is one of the most important branches of aviation, so operators are obliged to ensure it in accordance with the rules established by international aviation organizations. One of the most common and dangerous problems is bird strikes. The number of casualties and losses increases every year, as the number of flights and aircraft constantly increases. Control and preventive measures related to this problem are assigned to the ornithological safety of airports. Bird safety is very important in our time and special attention is paid to it, therefore, there is always a search for new solutions to reduce the risk of collisions with birds, since the first incident was announced back in 1905 by Wilbur Wright, during a flight over Huffman Prairie.

Thus, today many different methods and equipment are used to combat bird hazards. These methods are divided into traditional and technical. Traditional means are considered to be the use of birds of prey and environmental change to make it as attractive to birds as possible. Such means are regular care of the territory of the airfield, minimization of landfills and their protection from birds using wires and nets, regular painting of grass in order to prevent the nesting of birds in it, control over its height, reducing the possibility of nesting birds at aerodrome facilities. Since tall grass attracts birds, the reduction and elimination of trees and shrubs, because this provides birds with food, shelter or overnight accommodation, getting rid of sources of standing water by draining lakes and swamps, minimization of crops and fields in the immediate vicinity of the airfield.

Technical means, in turn, are divided into active and passive methods. That is, active means require constant human participation in their work, while passive ones do without it, since they are autonomous. Of course, active methods are more effective. The technical means include bioacoustic scarers, which are a mobile complex that generates an alarm and cries of birds of prey to feathered intruders; to enhance the scarer effect, pyrotechnic devices, noise propane and portable laser cannons are additionally used, sometimes imitating shots, reflective balls, laser repellents, as well as nets and anti-priests, radio-controlled models of birds, various images, stuffed animals, radars, etc. But recently unmanned aerial vehicles with various methods of scaring birds have become widespread.

The purpose of introducing unmanned aerial vehicles into the airport ornithology service is to improve aviation security due to the use of modern bird scaring devices, as well as to improve the safety of the runway, which will significantly affect the financial profit of the airport and airlines in general, and the collection of ornithological information. Compared to other research methods, the advantages of using drones for collecting bird information are the relative savings in resources, as well as the collection of volumetric information with good resolution with minimal disturbance to birds. Since the study of a number of bird species is complicated by the difficult accessibility to nesting sites, with the help of drones there is an opportunity, both for nature

conservation and for scientific purposes, to explore territories that cannot be visited by any other means.

In order to scare away birds, the so-called drone-bird is used, this is a remotely controlled drone that looks like a falcon or a bird of prey. It flaps its wings like a real feathered predator to stay in the air. This makes it believable and scares the birds even more. There are also drones that are used as a scarecrow and noise repeller. They make sounds that notify of danger to birds and imitate the calls of birds of prey. A new and most promising technique for scaring birds with the help of drones is a neural network that coordinates the actions of a UAV using an automated algorithm, allowing you to control the entire flock of birds at the same time, rather than individual individuals. It was developed by engineers at the Caltech Institute. This algorithm is based on the model of bird behavior, which in turn is based on the study of the critical distance from the stranger, when moving to which the birds interact with each other as a flock, as well as other features of the behavior of birds. The herding algorithm, referred to as the waypoint algorithm, is designed using a dynamic model of bird flocking based on Reynolds' rules.

Human-controlled drones can be unreliable, if the operator becomes very aggressive and scares the birds, the flock can scatter and become even more uncontrollable. Therefore, this method seems very attractive from the security side, since the algorithm allows drones to scare birds away without human intervention, that is, it trains drones to autonomously drive flocks of birds away from the airport airspace. In the implemented project, cameras record how the flock is formed and determine its position. The computer system forms a further model of the flock's behavior, predicts its trajectory and issues commands to the drone, which automatically chooses how to fly so that the birds are guaranteed not to fall into the "protection" zone.

Since each bird is guided by the nearest bird in the flock during flight, drones need to monitor the latest wedge birds, which set the direction for the flight of the entire group. The exact location of the drone can cause the last individuals of the wedge to slightly change the direction of their movement - which affects the birds closest to them and birds deeper in the flock and other individuals, until it forces the entire group to perform a certain maneuver. At the same time, it is very important to consider the bird wedge as a single closed system, and control all participants in the bird pack synchronously. In this case, another need arises, namely, the need for additional drones that would track the birds that have strayed from the general flock and return them to the group. In order for the drone to automatically ward off the birds, a mathematical model of the flock was built, which describes how it sticks together and how it responds to danger that comes in at a certain angle.

Thus, activities using UAVs to provide ornithological safety include:

- Ornithological survey of the area;
- Elimination of conditions conducive to the accumulation of birds at airfields, and the implementation of measures to scare them away;
- Conducting visual and radar system observations to ensure control over the ornithological situation;
- Collection and evaluation of data on the actual ornithological situation in the area of the airfield in order to determine the danger posed by birds for aircraft flights.

Various scarecrow, technical means and other variants of ground-based bird scarers are not very suitable for use in large areas, while drones, on the contrary, have a wide range of action and can scare away pest birds even on the fly. They are also less resource-intensive than other methods and are quite economically beneficial. Thus, the use of UAVs for ornithological safety purposes is quite effective and requires widespread implementation in airport structures around the world.

References

1. Introduction of unmanned aerial vehicles in the ornithological service of the airport/*M. S. Simagin*. -Text: direct//Young scientist - 2019. - 101 pages.
2. Helio-geophysical research / *Avdyushina A.E., Zvyagintseva A.V.* - Issue 9, 65 - 77, 2014
3. Robotic Herding of a Flock of Birds Using an Unmanned Aerial Vehicle. https://authors.library.caltech.edu/87601/2/tro-chung-2853610_final1.pdf
4. Aviation rules of Ukraine. Airfields. Hazard management system created by representatives of wildlife in the airfield area //State Aviation Service of Ukraine - 2012. - 10 s.

УДК: 629.7.07(043.2)

Yakovenko B.R., student
Bogunenko M.M., supervisor
National Aviation University, Kyiv

REVIEW OF THE SEARCH AND RESCUE SYSTEM AND ITS USE WITH OTHER ONBOARD SYSTEMS

The emergence of aviation and its rapid development in the last century gave rise to a completely new direction of human activity - aviation search and rescue. With the expansion of the range of search tasks, all new requirements were put forward to ensure the activities of aviation in general. With the highest level of safety and mobility, civil aviation became one of the most popular transportation in the world. Although air transport is one of the most popular and safe modes of transport, there are also emergency situations that can have fatal consequences. This requires a comprehensive preparation of search and rescue services in the event of an air accident. ICAO statistics confirm the need for this task. In the light of air transport statistics, improving the efficiency of research was one of the priorities of public administration at various levels. There are many aviation accidents nowadays, which in turn can endanger people's lives, both on board and outside the aircraft. The SAR practice requires effective search and rescue of the aircraft, a more accurate response and highly professional decisions to quickly locate the accident, and urgent assistance to passengers and crew members. For aviation SAR operations to succeed, SAR point authorities must carefully plan, organize, coordinate and carry out SAR operations under harsh conditions. It is also important to emphasize that in addition to quick action and timely decision-making, the psychological and physical training of rescuers themselves remains an important factor. The main centre for coordination of search and rescue services in Ukraine carries out aviation search and rescue operations by ministries, central and local executive agencies, companies, institutions and organizations concerned with all forms of property. The Civil Search and Rescue Service of Ukraine is a structural branch of the State Aviation Department of Ukraine, which regulates search and rescue support for civil aviation flights. The General Aviation Authority of Ukraine regulates search and rescue services for civil aviation flights, as well as joint operations with other ministries and departments, through search and rescue services and heads of civil aviation companies of Ukraine through search and rescue operations. In-flight emergency maintenance is a key component of the aviation safety system. The professional training of SAR supervisors is one of the key elements of the system, which should ensure the effectiveness of SAR operations. Therefore, appropriate planning, organizing and coordination skills must be available. But the quick response and coordinated work of the coordinators of the coordination center and rescuers will not be the key to success without the necessary equipment and facilities. When vehicles or persons are lost on the ground or at sea, search and rescue methods for air, water and land vehicles can be used for systematic investigation. Compared to off-road vehicles, the aircraft can visually search for large areas that are difficult to navigate far or far away from the site or the sea, or in adverse weather conditions. In order to adapt SAR schemes to a unique search area, terrain and weather, the pilot is usually instructed to change the search scheme to

maximize search efficiency. This not only takes time, but also distracts the pilot and leads to errors or omissions while the pilot changes the SAR scheme. Any SAR system should be structured to perform functions effectively like:

- To receive, acknowledge and relay notification of distress
- To co-ordinate SAR response
- To conduct SAR operations.

Advanced planning, training and some specialized equipment can often economically improve the quality of SAR services performed by alternative existing resources. This may reduce or eliminate the need for specially designed SAR units

The SAR system, like any other system has individual components that must work together to provide the overall service. Development of a SAR system typically involves establishment of one or more SRRs, along with capabilities to receive alerts and to coordinate and provide SAR services within each SRR. Each SRR is associated with an RCC. For aeronautical purposes, SRR often coincide with flight information regions (RIRs). Every SRR has unique transportation, climate, topography and physical characteristics. These factors create a different set of problems for SAR operations in each SRR. These factors influence the choice and composition of a services, facilities, equipment and staffing required by each SAR service.

It is the best to use air transport to reach the scene of the accident faster. The area where the aviation event occurred can be of different scales, so it is best to use the FMS system, which can form a model of the trajectory to fly over the terrain. The Search and Rescue feature has three basic search patterns to provide air crews with step by step tracking procedures for the search and rescue mission. The three search patterns are a rectangular Parallel Track Search Pattern, a triangular Sector Search Pattern, and the Expanding Square Search Pattern. All patterns have adjustable parameters. The most effective pattern may be chosen based on available information about the search object, the weather, and the terrain.

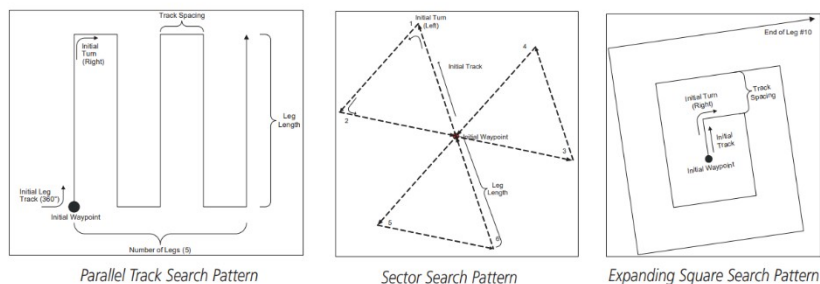


Fig.1 Search and Rescue flight patterns

With the help of the patterns work on SAR operations will be more faster and productive.