

*Тимочко О. І., д.т.н., проф.,  
зав. кафедри льотної експлуатації та безпеки польотів  
Льотна академія Національного авіаційного університету*

*Андрєєв С. М., к.т.н., доц., доцент кафедри геоінформаційних технологій та космічного  
моніторингу Землі*

*Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського, «Харківський авіаційний інститут»*

*Афанасьєв В. В., к.т.н., доц., докторант  
Фустій В. С., ад'юнкт  
ім. І.Кожедуба*

*Харківський національний університет Повітряних Сил*

*Афанасьєв Ю. В., магістрант  
Харківський національний університет радіоелектроніки*

## **МЕТОД ОЦІНКИ СТРУКТУРНОЇ СКЛАДНОСТІ БАГАТОПОЗИЦІЙНОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

В умовах підвищення інтенсивності використання повітряного простору набувають ще більшої важливості питання забезпечення безпеки польотів, ефективного виконання завдань в умовах впливу різноманітних факторів. Так, впровадження безпілотної авіації дозволило підвищити ефективність виконання завдань з моніторингу стану об'єктів критичної інфраструктури, розвідки та ін. Сучасні тенденції з питань використання повітряного простору обумовлюють актуальність питань інформаційного забезпечення екіпажів, операторів безпілотної літальних апаратів (БПЛА), осіб органів управління повітряним рухом. До такого виду інформації відносяться дані метеорологічних спостережень, навігаційна інформація та ін.

Основою для планування польотів є аеронавігаційна інформація (АНІ), яка має складну структуру. Так, АНІ входить до змісту документів з аеронавігаційного забезпечення польотів (АНЗП) до яких відносяться: збірники аеронавігаційних даних (АНД) аеродромів, вертодромів, каталоги штучних перешкод, аеронавігаційні карти та ін. Ця інформація врегульовує порядок виконання польотів, як на маршрутах, так і в районах аеродромів під час зльоту та посадки. На підставі комплексного дослідження даного напрямку інформаційного забезпечення визначено, що для кожного варіанту систем навігації і посадки наведено задані схеми руху повітряних суден (ПС) і екіпаж може обирати той варіант, який відповідає можливостям бортового обладнання. Даний підхід дієвий для стандартних варіантів виконання польотів, але не може в повному обсязі врахувати можливі варіанти нестандартних ситуацій – особливих випадків. Одним з підходів з цього напрямку є впровадження систем підтримки прийняття рішення. Обчислення великої кількості даних, яке здійснюється на основі застосування алгоритмів, в тому числі і тих, що входять до складу спеціалізованих географічних інформаційних систем (ГІС), обумовлюють необхідність дослідження структурної складності таких систем з метою їх раціональної побудови під визначені задачі. Наприклад, застосування програмного забезпечення ArcGIS дозволяє створювати карти для документів АНІ. Вихідною інформацією є АНД, які мають різні просторові характеристики та групуються за певними ознаками (мережа радіонавігаційних засобів, мережа точок перетинання трас, мережа штучних перешкод та ін.). Врахування метеорологічних умов здійснюється на основі аналізу комплексних даних параметрів атмосфери, так і за окремими шарами: температура, тиск, вологість та ін., які отримуються з мережі сенсорів пунктів метеорологічного спостереження. Напрямок, який потребує досліджень, є інформаційне забезпечення авіаційного персоналу в умовах обмеженого функціонування існуючих систем. Такі умови характерні у випадках виникнення надзвичайних ситуацій, аварійних ситуацій в аеропортах, погіршенні метеорологічних умов, терористичних загрозах. Надійність інформаційних систем забезпечується за рахунок надлишковості на програмно-апаратному рівні, що не завжди забезпечує заданий рівень безпеки польотів.

За даними напрямками запропоновано впроваджувати систему навігації та моніторингу, яка заснована на функціонуванні мережі різноманітних сенсорів. Елементи такої системи базуються на стаціонарних і мобільних платформах, в якості яких застосовуються БПЛА поодинокі і у складі груп. Перевагою застосування сенсорних систем є їх енергоефективність, мала вага і розміри. Особливістю її реалізації є використання мережевих технологій з великою кількістю елементів та різних безпроводових технологій обміну даними.

Таким чином, дана система має складну структуру, що потребує проведення оцінки її складності та обгрутування рекомендацій з питань її побудови та застосування. Метод оцінки структурної складності багатопозиційної сенсорної системи базується на врахуванні показників системи формування АНД; характеристик спеціалізованих ГІС в реальному масштабі часу та прогнозованих; показників сучасних інфокомунікаційних технологій, які застосовуються для формування нових типів даних АНІ.