Морозов Максим Євгенійович
Колесник Дмитро Георгійович

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ

ОБҐРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОЮ СЛУЖБОЮ БРИГАДИ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ

У статті проведено дослідження особливостей і перспектив застосування інженерно-авіаційною службою бригади тактичної авіації автоматизованих систем управління, покладених в основу забезпечення бойових дій. Автори проводять аналіз наукових джерел, узагальнення та систематизацію дослідницької інформації, вивчення та аналіз досвіду виконання завдань.

Ключові слова: *автоматизована система управління, автоматизована система підтримки управлінських рішень, операція об'єднаних сил, інженерно-авіаційне забезпечення, інженерно-авіаційна служба.*

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Дослідження процесу впровадження сучасних та перспективних методів управління в авіації Повітряних Силах та Збройних Сил України в цілому.

Метою дослідження є аналіз перспектив застосування інженерно-авіаційною службою бригади тактичної авіації автоматизованих систем управління.

Виклад основного матеріалу. Ефективність та якість інженерно-авіаційного забезпечення (ІАЗ) авіаційних підрозділів і частин багато в чому залежить від того, як організоване управління ними, наскільки чітко та оперативно працюють командири підрозділів інженерно-авіаційної служби (ІАС). Подальше збільшення об'єму та зміна якісного змісту заходів по управлінню, різке скорочення часу на їх здійснення, ускладнення процесів управління в умовах розосередження підрозділів авіаційної бригади на декількох оперативних аеродромах, що підтверджується досвідом ІАЗ авіаційних підрозділів в умовах операції об'єднаних сил (ООС), потребують від всіх ланок керівного складу ІАС вміння швидко та чітко діяти, своєчасно та правильно розробляти документи, організовувати ІАЗ бойових дій авіаційних бригад в швидкозмінних умовах обстановки.

Об'єктивною вимогою часу є необхідність автоматизації управління ІАС з метою скорочення допустимого часу для прийняття рішення на ІАЗ бойових дій підрозділів авіації, а також необхідністю інтеграції підсистеми управління ІАЗ в АСУ Повітряними Силами "ОРЕАНДА-ПС".

ІАС сьогодні вирішує складні та відповідальні завдання по утриманню авіаційної техніки в стані бойової готовності, забезпечення безвідмовної роботи її в польоті та високій ефективності її застосування, як на основних аеродромах базування, так і на оперативних в зоні ООС (Краматорськ) і в безпосередній близькості біля неї (Дніпропетровськ, Чугуїв). Тому автоматизація управління ІАС авіаційних бригад являється необхідною умовою сьогодення, без чого принципово не може бути досягнута висока ефективність управління авіаційними частинами та підрозділами.

В Повітряних Силах ЗС України (ПС ЗСУ) провідних країн світу знаходяться в експлуатації та розробляються АСУ різного призначення. У ПС ЗСУ також находить місце використання АСУ. Але такі системи призначені, як правило, для управління бойовими діями авіаційних бригад і не в повній мірі вирішують задачі, які стосуються інтересів Головного інженера авіації ПС ЗС України. Такі ж проблеми існують в організації АСУ технічним забезпеченням (ТхЗ). Тобто на рівнях авіаційних бригад та повітряних командувань відсутні автоматизовані робочі місця для керівного складу ІАС та

озброєння, крім цього відсутні окремі канали зв'язку для управління ІАЗ та ТхЗ ПС, особливо захищені.

Рівень оснащеності засобами автоматизації системи управління ІАЗ та ТхЗ ПС в цілому не відповідають сучасним вимогам щодо оперативного отримання, обробки і аналізу інформації. Дані недоліки негативно впливають на оперативність процесу управління і на якість прийняття рішення на ІАЗ та ТхЗ військових частин (підрозділів) авіації.

Якість виконання завдань авіації напряму залежить від організації ефективного як ТхЗ, так і головної його складової – інженерно-авіаційного забезпечення. Тому автоматизація процесів управління бригадами тактичної (транспортної) авіації (брТА) у першу чергу повинна враховувати необхідність створення автоматизованої системи управління ІАС та озброєння.

Метою впровадження цієї системи є забезпечення інженера-керівника необхідною інформацією про поточний стан об'єкту управління, його властивості і технологічні прийоми виконання робіт по підтриманню заданих параметрів функціонування ІАС.

Основу інформаційної підтримки повинен складати банк даних, тому що людина без АСУ не в змозі здійснити оперативний збір і обробку великого обсягу інформації про стан і динаміку поведінки об'єкту управління, а тому зростає ризик прийняття неефективного, інколи застарілого, а часом і не вірного управлінського рішення. Тому банк даних виступає в ролі спеціальної підсистеми АСУ, задачею якої є забезпечення інформацією користувачів і підтримання цієї інформації в актуальному стані. Але однієї інформаційної підтримки управлінських рішень виявляється недостатньо для нормального функціонування АСУ, і тому обов'язково вводиться інша складова АСУ – алгоритмічна підтримка, яка базується на математичних моделях об'єкту управління та алгоритмах реалізації процедур пошуку рішення на моделях.

Математичні моделі, що використовуються для вирішення функціональних задач управління мають типову побудову, що наведена на рис.1. Розглядається об'єкт управління, якій має $(n+r)$ входів, причому значення входів $X_i(i=\overline{1,n})$ можна оцінити у будь-який момент часу, а для входів $W_j=(j=\overline{1,r})$ така можливість відсутня. Це відбувається або в зв'язку з відсутністю датчиків, або в зв'язку з фізичною неможливістю вимірювань, або з організаційною складністю вимірювань.

Функціонування об'єкту характеризується значеннями його відношень $Y=F(X,W,U)$. Задача управління полягає в підборі таких компонент вектора $U=F(X,Y)$, щоб він найбільшою мірою відповідав досягненню мети функціонування об'єкту на основі інформації про вектори X і Y. виходів. Передбачається, що між вектором вхідних $\langle X,W\rangle$ і вихідних Y параметрів є зв'язок $Y=F(X,W)$, обумовлений структурою і принципами функціонування об'єкту управління. Для досягнення мети діяльності необхідно добитися знаходження вектора вихідних параметрів в цілком певній області при будь-яких значеннях X і W. Мета діяльності визначається особою, яка приймає рішення (ОПР), нею ж формуються спеціальні управляючі дії $U_l(l=\overline{1,k})$, що подаються від системи управління до об'єкту. Вектор управляючих дій U, подібно векторам X і W впливає на значення вектора Y. Таким чином функціонування системи описуватиметься новим співвідношенням Y=F(X,W,U), щоб він найбільшою мірою відповідав досягненню мети функціонування об'єкту на основі інформації про вектори X та Y. Додатковою дією Z на систему управління ОПР може здійснювати корекцію її дій за додатковою інформацією, що не підлягає явному вимірюванню, або при зміні мети діяльності.

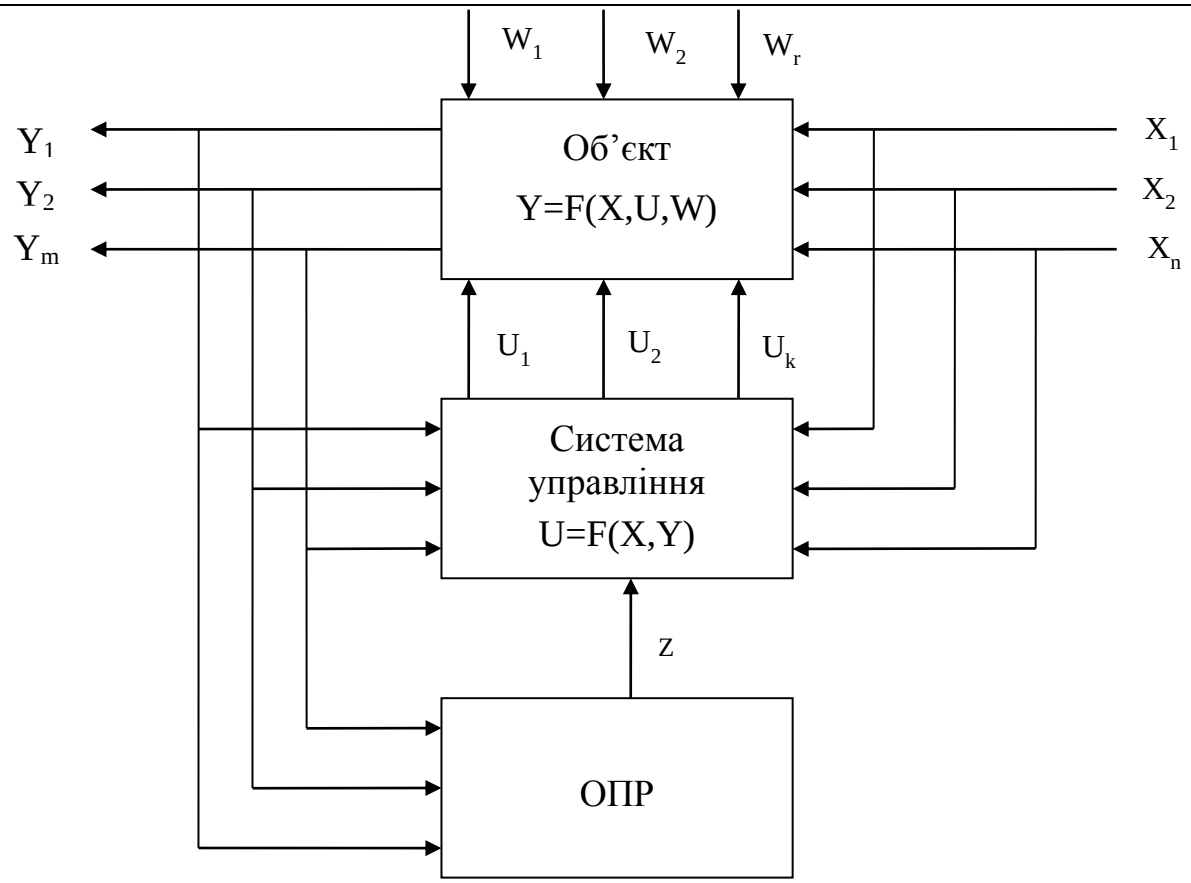

Рис.1. – Типова математична модель АСУ ІАЗ.

Щоб знайти раціональне рішення на моделі, необхідно знати область бажаних значень вектора Y, яка характеризує мету існування об'єкту управління і структуру (зміст) відображення F, що описує його функціонування. Знаючи це, можна сформулювати критерій якості управління об'єктом, втілюваний через відображення F. Наявність критерію управління і встановленого зв'язку між ним і параметрами, що характеризують функціонування об'єкту, дозволяють вирішувати задачу управління, як задачу знаходження таких управляючих впливів, при яких забезпечується мінімум або максимум критерію за наявності певних обмежень на область їх вибору.

Для розробки моделей об'єктів управління, процесів їх функціонування і пошуку рішень використовується широкий спектр методів дослідження операцій. Вибір того або іншого методу визначається особливостями об'єкту, видом критерію оптимальності і фізичною сутністю процесу управління. Стосовно до ІАС, як складної організаційно-технічної системи, зміст управління зводиться, як правило, до розподілу або перерозподілу ресурсів ІАС по задачам, що вирішуються. В цьому представляється достатньо універсальним розглядати ІАС, як деяку систему багаторазового використання запасів (ресурсів), де під запасом мається на увазі не тільки матеріально-технічні засоби, а і самі різні по фізичній природі категорії: запас надійності, запас технічного ресурсу ПС, нарешті, запас знань у фахівців ІАС і т.ін.

В цьому випадку ІАС в сукупності з доданими їй виробничими фондами і матеріальною частиною розглядається як деякий склад з багатономенклатурними запасами. Як на будь-якому складі, основними процесами тут є їх витрата і поповнення. Витрата запасів пов'язана із задоволенням попиту, як зовнішнього, так і внутрішнього.

Внутрішній попит обумовлений в даному випадку роботами на АТ: тут потрібні для її підготовки витратні матеріали; засоби обслуговування, що витрачають при цьому свій технічний ресурс; моральні і фізичні сили авіаційних фахівців і т.ін.

Зовнішній попит визначається потребою в кінцевому продукті даної системи, яким є підготовлені (забезпечені) літако-вильоти. Виконання бойового або навчально-бойового завдання також зв'язано з витратами (витратою) різних матеріальних засобів, у тому числі з витратою запасів надійності (технічного ресурсу) літакових бортових систем і їх елементів, а також конструкції літака, шасі і двигуна. В бойових вильотах можливі втрати ПС і особового складу.

Поповнення запасів здійснюється різними способами залежно від фізичної сутності запасу. Матеріальні засоби при поповненні поступають з складів центрального підпорядкування. Поповнення особового складу проводиться відповідно до мобілізаційних заходів. Проте існує вид "запасу", який частково поповнюється, а частково відновлюється. Це запас боєготових ПС. Відновлення його здійснюється за рахунок внутрішніх ресурсів системи кожен раз при підготовці ПС до чергового польоту. Якщо підготовка пов'язана з необхідністю попереднього ремонту після отримання бойових або експлуатаційних пошкоджень, то вона може складатися з декількох фаз (стадій), на кожній з яких задіяні спеціальні засоби і необхідним чином підготовлені фахівці.

Таким чином, ІАС можна вважати системою багаторазового використання запасів, оскільки частина їх повертається на "склад" і може бути після відповідного відновлення (поповнення) і підготовки використана повторно.

Розглянемо, що є процесами управління в такій системі. Якщо виходити з традиційної теорії управління запасами, то під управлінням розуміється вибір політики поповнення (періодичні поставки, поставки при досягненні запасами критичного рівня і т.ін.) і оптимізація її параметрів (періодичність, об'єм поставок і т.ін.) відповідно до наперед відомого попиту і відповідними йому витратами матеріальних засобів. Після того, як управління, таким чином підібрано, воно жорстко реалізується на практиці, незалежно від того, надлишок або дефіцит засобів на складі. В крайніх випадках дефіциту можливі так звані екстрені поставки.

Таке управління має місце в умовах стаціонарного попиту, тобто коли його імовірнісні характеристики незмінні в часі. Подібні умови характерні для функціонування ІАС при рішенні задач бойової підготовки, тобто в мирний час. Дійсно, зміст планів бойового навчання з року в рік змінюється мало. Тому щорічний наліт на одне повітряне судно, а звідси і витрата всіх видів ресурсів, у тому числі і технічного ресурсу ПС, напрацювання його систем в середньому практично незмінні. Тому програми експлуатації літакового парку представляє собою завчасно регламентовану політику поповнення запасів надійності бортового обладнання, планера і двигуна з можливими "екстреними поставками" у вигляді ремонту при виході з ладу. За таким же принципом побудовані всі інші програми і плани, пов'язані з поповненням іншими видами "запасів".

В процесі реалізації цих програм в умовах задач, що часто змінюються, особливо в період ведення бойових дій, виникає необхідність їх коректування, що приводить до тимчасових змін організаційно-штатної структури і пов'язане деколи з ризиком помилкових рішень, здатних привести до непоправних наслідків. Для отримання гарантованих результатів вимагається моделювати динаміку процесів ІАС при різних змінах її структури і оцінювати наслідки як на час виконання конкретної задачі, так і більш віддалено. З цією метою може бути використана нестаціонарна модель, що враховує змінний в часі характер інтенсивності бойових дій і обмежені можливості ІАС по їх забезпеченню.

Функціонування АСУ ІАС брТА потребує вихідних даних, які вводяться в процесі первинної підготовки інформаційно-довідкової системи до роботи (керівні документи у формалізованому вигляді, дані про аеродром базування та район польотів, дані про стан АТ та матеріально-технічні ресурси, дані про льотний склад тощо), тобто існує свій банк даних. Також є вихідні дані, які вводяться в процесі попередньої підготовки до польотів (перелік літаків, які виділені для проведення польотів, список льотчиків, які приймають участь у польотах, характеристики та польотні завдання, які підлягають виконанню тощо). Усі ці дані вводяться в ЕОМ підрозділів брТА (штабу брТА, 1ае, 2ае, 3ае…). Існує і своє алгоритмічне забезпечення, тобто свої програми, такі як:

програма обслуговування заявок на інформаційно-довідкове забезпечення;

програма контролю планової таблиці польотів;

програма видачі відомостей про стан АТ;

програма видачі відомостей про наявність та витрату МТЗ та їх необхідності для проведення польотів у відповідності з планами льотної роботи тощо.

Висновок. В процесі повсякденної діяльності ІАС брТА АСУ ІАС дозволяє автоматизувати роботу керівного складу ІАС. В систему вводяться ті дані, які необхідні для функціонування ІАС та є програми для виконання необхідних розрахунків, що дає можливість керівнику ефективно та оперативно приймати необхідні рішення.

Таким чином, АСУ ІАС брТА дозволить вирішувати широкий спектр задач щодо інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій, отримати виграш у часі, забезпечити грамотне, оптимальне прийняття рішення, що в свою чергу приведе до покращення ІАЗ бойових дій, особливо для забезпечення асиметричних дій в умовах сучасних гібридних війн, забезпечення оперативності та прихованості управління і, як наслідок, своєчасне та якісне виконання авіацією поставлених перед нею бойових завдань.

Список використаних джерел

1. *Артюшин Л.М., Зиатдинов Ю.К., Попов И.А., Харченко А.В*. Большие технические системы: проектирование и управление. – Х: Факт, 1997. – 400с.
2. Візія Повітряних Сил 2035, схвалена рішенням Військової ради Командування ПС ЗС України від 15 травня 2020 року
3. *Воронин А.Н., Зиатдинов Ю.К., Харченко А.В*. Сложные технические и эргодические системы. – Х.: Факт, – 1997. – 240 с.
4. Наказ Міністерства оборони України від 05.07.2016 № 343 “Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України”.
5. *Харькин В.С.* Управление подразделениями и служба штабов частей тыла военно-воздушных сил. – М.:Воениздат, 1988, - 368с.
6. Поспелов Д.А. Ситуаційне управління: теорія і практика. М., Наука, 1986, - 318с.
7. *Поліщук Ю.М., Хон В.Б.* Теорія автоматизованих банків інформації, М., Вища школа, 1989, - 312с.
8. ДСТУ В-П 15.004:2019 Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Стадії життєвого циклу озброєння та військової техніки.
9. ВСТ 01.204.005-2018 (01) Інженерно-авіаційне забезпечення. Аналіз надійності військової авіаційної техніки. Терміни та визначення.