

Чередніков Олег,
кандидат технічних наук, доцент,
працівник Збройних сил України,
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки

Феденько Володимир,
підполковник, начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки

Бояров Володимир,
підполковник, старший науковий співробітник
науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
м. Черкаси, Україна

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ ПОЛЬОТНОГО ЗАВДАННЯ

В сучасних льотних тренажерах, які розроблені в Україні, закладено алгоритми імітування усіх особливих випадків польоту, що передбачені керівництвом з льотної експлуатації летальних апаратів (ЛА). Проте при випробуваннях сучасних та модернізації існуючих ЛА актуальними залишаються питання розробки засобів автоматизованої оцінки виконання тих чи інших елементів польоту.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) інженера-випробувача є комплексом апаратних і програмних засобів, які зменшать обсяг рутинної роботи та підвищать продуктивність праці інженера випробувача (ІВ) сучасного озброєння та військової техніки (ОВТ). Основні функції та структура АРМ включають кілька ключових елементів (табл.1) і забезпечується різними видами підтримки, що гарантує ефективність роботи ІВ та якість випробувань.

Таблиця 1

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

Зв'язок між функціями та структурою видів забезпечення АРМ інженера-випробувача військової техніки та озброєння (фрагмент)

| Функції | Види забезпечення | | | | |
|---------------------------------------|--|---|---|--|--|
| | інформаційне | програмне | технічне | організаційно-методичне | кадрове |
| Моніторинг стану техніки та озброєння | дані про стан техніки, історії обслуговування | програми для моніторингу в реальному часі | вимірювальне обладнання для контролю параметрів | інструкції з моніторингу, стандарти | навчання моніторингу та контролю |
| Діагностика | дані про попередні несправності та аварійні звіти | програми для діагностики та аналізу відхилення | системи для виявлення несправностей та вимірювання | методики діагностики, інструкції для виявлення несправностей | підготовка персоналу з діагностики несправностей |
| Планування та управління | бази даних з інструкціями до випробувань, плани тестів | системи управління сценаріями випробувань | обладнання для проведення випробувань | регламенти проведення випробувань | навчання планування випробувань |
| Аналіз результатів | звіти про попередні випробування, архіви даних | програми для аналізу та обробки результатів випробувань | системи збору та зберігання даних про результати тестування | методики оцінки результатів, стандарти аналізу | підготовка з аналізу результатів випробувань |
| Безпека та контроль якості | нормативні документи з безпеки та контролю якості | програми і засоби для моніторингу дотримання норм безпеки | системи для перевірки безпеки та контролю техніпараметрів | стандарти безпеки, інструкції з контролю якості | навчання контролю безпеки та якості |

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

Слід зауважити, що алгоритми, які розробляються, не повинні замінити суб'єктивну оцінку об'єкту випробувань з боку ІВ, оскільки оцінка ЛА виконується в більш широкому сенсі, ніж поелементне виконання польоту. Тим не менш алгоритми, які реалізуються в АРМ випробувача, повинні надавати допомогу ІВ в оперативному аналізі великого обсягу зібраної польотної інформації про складові елементи польоту та фігури пілотажу, виявити недоліки у пілотуванні ЛА різних типів.

Деякі алгоритми автоматизації оцінювання польотного завдання військової авіаційної техніки не можливо здійснювати без використання елементів штучного інтелекту. Це особливо важливо, коли необхідно приймати рішення в режимі реального часу, аналізуючи ситуацію в польоті, на полі бою тощо.

Враховуючи той факт, що в кожному окремому польоті виконуються як цільові елементи вправ курсу бойової підготовки (КБП) [1,3], так і стандартні елементи польоту (зліт, посадка, тощо), необхідно до переліку вправ, які підлягають оцінці по техніці пілотування, включити усі без винятку вправи КБП (табл.2), що надасть також змогу виявляти тенденції в опануванні льотним складом техніки пілотування та контролювати стабільність досягнутого рівня і його розвиток.

Таблиця 2

Критерії оцінювання елементів польоту (фрагмент)

| Експрес-аналіз | Потрібні алгоритми цільових елементів вправ КБП |
|----------------|---|
| зльоту | процедура визначення початку та кінця зльоту |
| | процедура оцінки витримування напрямку при зльоті |
| | процедура оцінки витримування кута атаки при зльоті |
| віражу | процедура визначення початку та кінця віражу (розвороту) |
| | оцінка витримування швидкості при виконанні віражу |
| | оцінка витримування висоти при виконанні віражу на гранично малих висотах |
| | ... |
| | оцінка витримування кута крену при виконанні віражу (розвороту) |
| ... | ... |
| посадки | процедура визначення початку та кінця посадки |
| | оцінка виходу на посадковий курс за напрямком з використанням ОСП та РСП |
| | ... |
| | оцінка витримування швидкості при проході ДПРМ з використанням РСБН у ручному та директорному режимі управління |

Так структура задач, що вирішуються АРМ, пов'язана з складовими елементів польоту та фігур пілотажу на прикладі експрес-аналізу техніки

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

виконання віражу (табл.3) покладено в алгоритми автоматизованого розпізнавання розвороту та його оцінки.

Початок: Висота відносна дорівнює $H_e = const$; швидкість зміни кута шляху $\dot{\varphi}$ дорівнює $\dot{\varphi} = 0$; кут крену дорівнює $\gamma \neq 0$.

Режим: Висота відносна дорівнює $H = const$; нормальне перевантаження $n_y > 1$; кут шляху дорівнює $\varphi = var$; кут крену дорівнює $\gamma \neq 0 = const$.

Закінчення: Висота відносна дорівнює $H = H_e = const$; кут шляху дорівнює $\varphi = \varphi_{вв}$ (для розвороту $\varphi_{розвор} \neq \varphi_{вв}$); швидкість зміни кута шляху дорівнює $\dot{\varphi} = 0$; кут крену дорівнює $\gamma = 0$.

Таблиця 3

Приклад критеріїв оцінювання віражу (розвороту)

| № п/п | Елементи, що оцінюються | Відхилення від заданих параметрів на оцінку | | | Примітка |
|-------|---|---|---------|--------------|--------------------|
| | | “відмінно” | “добре” | “задовільно” | |
| 1 | за швидкістю км/год | ±20 | ±40 | ±60 | |
| 2 | по висоті, м: - на малих та гранично малих висотах | ±20 | ±40 | ±60 | не нижче безпечної |
| | - на середніх та великих висотах | ±50 | ±100 | ±150 | |
| 3 | по крену, град. | заданий | ±5 | ±10 | |

Розроблені алгоритми автоматизованої системи оцінювання льотчиком інструктором виконання польотного завдання курсантами льотних спеціалізацій можуть бути використані при удосконаленні апаратно-програмних засобів тренажерів [3]. Алгоритми оцінювання виконання вправ КБП для апаратно-програмних засобів тренажерів можуть бути використані при удосконаленні програм і методик випробування ЛА всіх видів (типів) і забезпечать їх використання для моделювання особливих випадків у польоті і оцінки помилок льотчика чи оператора БПЛА при пілотуванні [2].

Використання елементів штучного інтелекту (ШІ) можуть значно підвищити точність оцінки польотних завдань шляхом аналізу великого обсягу даних про польоти, метеорологічних умов та стан авіаційної техніки. Розвиток цього напрямку забезпечить підвищення ефективності випробування військової авіації, що зробить її більш автономною, надійною та здатною до адаптації в складних умовах сучасних бойових дій, зможе автоматично планувати й коригувати польотні завдання, враховуючи змінні бойові умови.

Перспективи розвитку алгоритмів штучного інтелекту (ШІ) у військовій авіації виглядають багатообіцяючими, з кількома ключовими напрямками, які можуть суттєво вплинути на ефективність та безпеку виконання бойових

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

завдань. Ці технології дозволяють системам алгоритмів навчатися на основі накопичених даних і підвищувати свою ефективність, адаптуючись до умов польоту і зміни тактичної ситуації. В проведеному дослідженні [1] наведені основні аспекти самонавчання та адаптації в алгоритмах оцінювання польотних завдань.

Таким чином, самонавчання та адаптація алгоритмів оцінювання польотного завдання дозволяють підвищити ефективність автоматизованих систем і забезпечити їх здатність працювати в умовах, які постійно змінюються, з урахуванням як індивідуальних характеристик польоту, так і зовнішніх умов. Перспективи впровадження АРМ з підсистемами діагностики на основі нейронних мереж та елементів штучного інтелекту дозволить передбачати відмови та виконувати технічне обслуговування "на випередження".

Список використаних джерел та літератури

1. Звіт про складову частину науково-дослідної роботи “Дослідження ефективності застосування методу образного сприйняття динаміки руху ЛА через фізіологічні відчуття при викладенні дисципліни блоку “Аеродинаміка, динаміка польоту та практична аеродинаміка” (шифр ”Вдосконалення”) Чернігів: ДНДІ ВС ОВТ, 2019, Інв. № 2471, 94с.
2. Гудков М.В. Методика оцінки рівнів підготовки льотних екіпажів. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 1(63). С. 44-50.
3. Курс бойової підготовки штурмової авіації Військово-Повітряних Сил Збройних Сил України (КБП ША–2002) Льотна підготовка. Вінниця: ГК, 2002. 333 с.