

УДК 621.396

С.П. Лещенко, М.Р. Арасланов, Д.Ю. Свистунов, В.Г. Чернов

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНУВАНЬ ОФІЦЕРІВ БОЙОВОГО УПРАВЛІННЯ КОМАНДНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКИХ ПУНКТІВ, ОСНАЩЕНИХ ВІНОСНИМИ ІНДИКАТОРАМИ СИСТЕМИ ПОСАДКИ

В Харківському університеті Повітряних Сил імені Івана Кожедуба створено апаратно-програмний комплекс формування та видачі імітованої сигнально-завадової обстановки на робочі місця групи керівництва польотами, що обладнані виносними індикаторами кругового огляду та системи посадки. Використання комплексу дозволяє проводити комплексні тренування офіцерів бойового управління у масштабі реального часу, які неможливо відтворити на штатних та існуючих тренажерних системах. Комплекс дозволяє уникнути шаблонності ситуацій при проведенні тренувань бойових обслуг.

**Ключові слова:** апаратно-програмний комплекс, імітаційна модель, повітряна навігація.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Велика вартість закупівлі й експлуатації сучасного озброєння не дозволяє проводити на ньому усі види бойової підготовки особового складу. Навіть в економічно розвинутих країнах первинне навчання проводиться, як правило, на тренажерах. Тому питання розробки тренажерних комплексів є актуальним для збройних сил будь-якої держави, у тому числі й України.

При підготовці курсантів спеціалізації "Бойове управління польотами авіації" в Харківському університеті Повітряних Сил формування їх високого рівня професійності і стійких навичок в керівництві польотами необхідно здійснювати шляхом систематичних, цілеспрямованих тренувань в умовах, що максимально наближені до реальних. Такі тренування мають проводитись на практичних заняттях, які підвищують методичку підготовки курсантів і вирішують одне з головних завдань – забезпечення безпеки польотів. Умови, що максимально наближені до реального керівництва польотами, в навчальному закладі можливо створити виключно на базі сучасної тренажерно-імітаційної апаратури.

Єдиним тренажерним засобом для підготовки осіб групи керівництва польотами та офіцерів бойового управління в колишньому СРСР та в Україні був тренажерно-моделюючий комплекс ТМК-86 "Репітер". Незважаючи на те, що цей тренажерно-моделюючий комплекс було розроблено ще у 80-х роках минулого століття, він і зараз забезпечує основні види підготовки груп керівництва польотами та офіцерів бойового управління. Але слід зазначити, що на теперішній час ТМК-86 має низку суттєвих недоліків:

– ТМК-86 створено на базі обчислювальної техніки 70-80-х років. Зокрема, він використовує стаціонарну ЕОМ ЕС-1045. Відповідно це потребує наявності окремої будівлі, з системами вентиляції, кондиціонування та енергозабезпечення. Експлуатація системи потребує значних енерговитрат;

– ресурс ТМК-86 на цей час вичерпано. Працездатність комплексу підтримується за рахунок своєчасного накопичення запасів ЗІП, але на даний час запаси майже вичерпано і їх поповнення неможливе, оскільки елементна база, що використовується в комплексі, знята з виробництва. Вже зараз комплекс не може працювати під час літньої спеки. Остаточний вихід комплексу з ладу може статися у будь-який момент наявність тільки одного тренажерно-моделюючого комплексу в країні не дозволяє забезпечити достатню підготовку на тренажері всіх офіцерів управління польотами та курсантів Харківського університету Повітряних Сил. Крім того, для виїзду на тренування Повітряні Сили вимушені витратити значні кошти на відрядження. Наприклад, курсанти відповідного фаху могли практично працювати на тренажері тільки один місяць на рік, що вкрай недостатньо.

Виходячи з цього, доцільно було створити в Харківському університеті Повітряних Сил тренажерно-імітаційний комплекс для підготовки груп керівництва польотами та офіцерів бойового управління.

**Метою статті** є викладення основ побудови та технічних характеристик створеного в Харківському університеті Повітряних Сил тренажерно-імітаційного комплексу "ВІРАЖ-Авіа" та початкового досвіду його застосування в системі підготовки курсантів за спеціалізацією "Бойове управління польотами авіації".

### Основний матеріал

В Харківському університеті Повітряних Сил створено тренажерно-імітаційний комплекс "ВІРАЖ-Авіа" для підготовки груп керівництва польотами та офіцерів бойового управління. Комплекс створений на базі існуючої тренажерно-імітаційної системи "Віраж" з використанням сучасних персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ), що об'єднані в локальну обчислювальну мережу, та спеціальних пристроїв перетворення сигналів. Комплекс формує та видає в сигнальному вигляді імітовану повітряну і завадову обстановку у реальному часі на робочі місця гру-

пи керівництва польотами, що обладнані виносними індикаторами кругового огляду та системи посадки. При створенні комплексу виконані наступні роботи:

- суттєво дороблені математичні моделі та відповідне програмне забезпечення моделювання польоту літаків, що знаходяться на управлінні. Зокрема, забезпечене ручне та автоматичне управління польотом в ближній зоні з імітацією зльоту та посадки за визначеними схемами. Забезпечена імітація польоту за визначеними маршрутами;

- розроблена математична модель та відповідне програмне забезпечення імітації роботи диспетчерського та посадкового локаторів у складі радіолокаційної системи посадки (РСП) типу РСП-6;

- розроблені блоки спряження ПЕОМ, що моделюють роботу РСП, з апаратурою ВИСП-75Т;

- розроблені елементи системи зв'язку між робочими місцями посадових осіб, що залучаються для роботи на тренажерно-імітаційному комплексі;

- дороблене програмне забезпечення серверу повітряної обстановки;

- виготовлені блоки спряження ПЕОМ, що моделюють роботу радіолокаторів дальнього виявлення з індикаторами кругового огляду (ІКО) "Пікет";

- розроблена та виготовлена багатоканальна адресна система зв'язку між робочими місцями.

Обов'язковою умовою при розробці комплексу було збереження можливості комплексної роботи з раніш створеними елементами апаратно-програмного комплексу "Віраж" для тренувань бойових обслуг радіотехнічних військ та зенітних ракетних військ.

Структурну схему тренажерно-імітаційного комплексу "ВІРАЖ-Авіа" наведено на рис. 1. Система будується на базі сучасних ПЕОМ, що об'єднуються в локальну обчислювальну мережу Ethernet. До складу системи входять:

- ПЕОМ серверу повітряної та сигнально-завадової обстановки;

- ПЕОМ моделювання роботи радіолокаторів дальнього виявлення (РДВ). Кожна ПЕОМ через блок спряження видає імітовані радіолокаційні сигнали та сигнали розгортки на виносні індикатори кругового огляду (ІКО) "Пікет". До складу комплексу входять п'ять ІКО. Чотири з них – робочі місця (РМ) офіцерів бойового управління (ОБУ) (на рис. 1 РМ ОБУ №1-4), а один – робоче місце керівника занять;

- ПЕОМ моделювання роботи диспет-

черського локатору (ДРЛ) зі складу РСП-6М, яка через спряжений з нею адаптер ДРЛ видає відповідні імітовані сигнали до апаратури ВИСП-75Т. Під час роботи ПЕОМ працює у автоматичному режимі та не потребує присутності оператора;

- ПЕОМ моделювання роботи посадкового локатору (ПРЛ) зі складу РСП-6М, яка через спряжений з нею адаптер ПРЛ видає відповідні імітовані сигнали до апаратури ВИСП-75Т. Під час роботи ПЕОМ також працює у автоматичному режимі і не потребує присутності оператора;

- ПЕОМ моделювання польоту літака під управлінням оператора – робочі місця льотчика-оператора (ЛО) (на рис.1 РМ ЛО №№ 1-4).

Всі робочі місця обладнуються пультами багатоканального зв'язку. Робочі місця льотчиків-операторів знаходяться в суміжному приміщенні. Взаємодія льотчиків-операторів з групою керівництва польотами та офіцерами бойового управління здійснюється тільки через засоби зв'язку. Кількість РМ ЛО технічно не обмежується.

В залежності від підготовки оператора на одному робочому місці можливо зімітувати політ 5-8 літаків. Отже, при наявності в системі 4-х РМ ЛО можлива імітація управління 20 – 32 літаків. Зазначеної кількості літаків, що управляються, цілком достатньо для відпрацювання основних завдань підготовки офіцерів бойового управління. Сервер повітряної обстановки дозволяє моделювати політ до 50 літаків під управлінням льотчика-оператора та до 250 літаків, траси яких запрограмовані заздалегідь. Програмування трас здійснюється за допомогою спеціальної програми створення трас. Кількість РМ ОБУ теж технічно не обмежується і визначається тільки кількістю наявних ПЕОМ, блоків спряження та ІКО "Пікет". В якості РДВ може моделюватися робота РЛС наступних типів: П-18, П-37, 5Н84А.

При моделюванні роботи наземних радіолока-

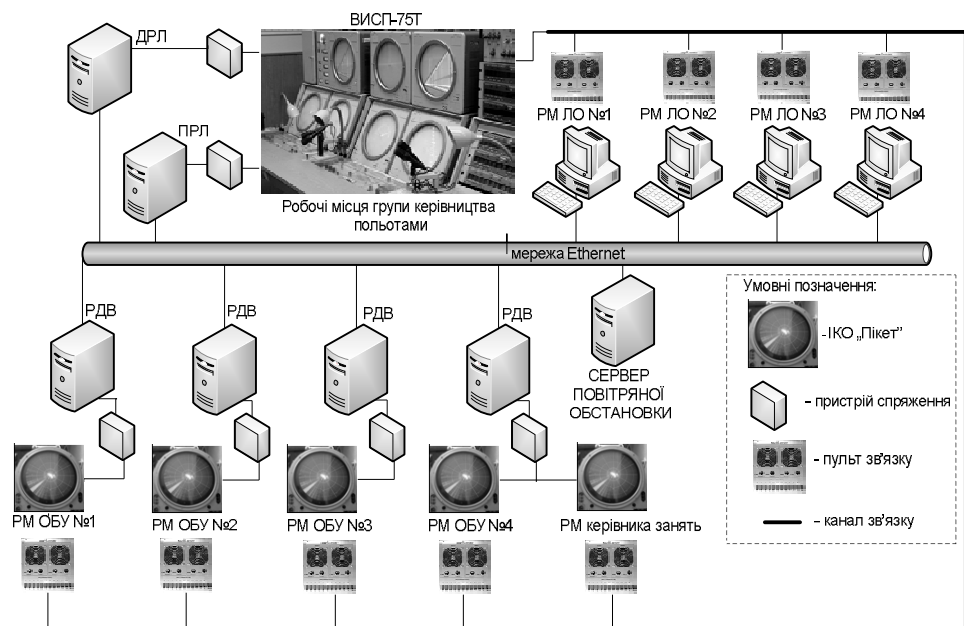


Рис. 1. Структурна схема тренажерно-імітаційного комплексу "ВІРАЖ-Авіа"

ційних засобів (РДВ, ДРЛ, ПРЛ) розраховуються відбиті від літаків радіолокаційні сигнали, що залежать від типу літака, ракурсу його спостереження та дальності [1, 2]. Для РСР окремо розраховуються сигнали активної локації цілей. Враховується вплив підстильної поверхні на формування діаграм направленості антен РЛС [3, 4]. Крім того, розраховуються завадові сигнали: внутрішній шум приймача та відбиття від підстильної поверхні. За сценарієм тренувань можуть розраховуватись сигнали активних шумових завод, штучних пасивних завод у вигляді пачок дипольних відбивачів та сигнали ненавмисних імпульсних несинхронних завод. При моделюванні враховуються затіняючі властивості рельєфу місцевості, для чого в комплексі використовується цифрова карта України та суміжних держав [5].

Система багатоканального адресного зв'язку забезпечує ведення переговорів на визначених правилах ведення радіообміну каналах між льотчиками-операторами, групою керівництва польотами, офіцерами бойового управління. Імітація радіопереговорів в комплексі забезпечується комутованим дротовим зв'язком. Усього в розробленому комплексі реалізовано 11 каналів зв'язку.

Програмні складові комплексу забезпечують документування ходу тренувань у вигляді текстових файлів. Програма моделювання роботи РДВ, крім того, забезпечує документування в двійковий файл положення всіх цілей, що були отримані відповідно до імітованої сигнально-заводової обстановки на кожному оберті антени. Для перегляду цих файлів була розроблена спеціальна програма. За допомогою цієї програми можливо переглянути положення всіх цілей, як в площинних координатах, так і по висоті через інтервали часу 10 секунд. Для вводу маршрутів польотів, зон пілотування та кількості і начального стану літаків також розроблено окрему програму створення та редагування сценаріїв тренувань.

При розробці та виготовленні тренажерно-імітаційного комплексу були використані серійні виробы – ІКО "Пікет" та апаратура ВІСП-75Т [6 – 8]. В межах плану виконання заходів Програми розвитку Харківського університету Повітряних Сил на 2007 – 2011 роки закуплені ПЕОМ, мережеве обладнання та виготовленні блоки спряження ПЕОМ з ІКО. Розроблені та виготовленні блоки спряження ПЕОМ з апаратурою ВІСП-75Т та система багатоканального адресного зв'язку. Також розроблено відповідне програмне забезпечення.

Для визначення ефективності застосування тренажерно-імітаційного комплексу "ВІРАЖ-Авіа" в системі підготовки курсантів за спеціалізацією "Бойове управління польотами авіації" на кафедрі повітряної навігації та бойового управління авіацією був проведений педагогічний експеримент з курсантами 144 навчальної групи. Мета експерименту полягала у відпрацюванні методичних і технічних питань проведення занять науково-педагогічними працівниками в системі підготовки курсантів Харківського універси-

тету Повітряних Сил із застосуванням тренажерно-імітаційного комплексу. У процесі тренувань відпрацьовувались наступні питання:

- підготовка і перевірка обладнання робочого місця;
- взаємодія між особами групи керівництва польотами у період проведення польотів;
- дії осіб групи керівництва польотами по управлінню і контролю за рухом літальних апаратів (ЛА) при нормальному плановому виконанні польотів, а також у випадках, коли раптово змінюється наземна, повітряна та метеорологічна обстановка;
- своєчасне та грамотне використання дублюючих засобів управління та контролю за рухом ЛА при частковій або повній відмові основних засобів зв'язку та радіотехнічних засобів управління польотів;
- дії осіб групи керівництва польотами по наданню допомоги екіпажам в складних ситуаціях (особливих випадках);
- направлення екіпажу на запасний аеродром та взаємодія групи керівництва польотами з командним пунктом запасного аеродрому.

Практична значимість отриманих результатів експерименту наступна:

- а) сформульовані вимоги щодо подальшої модернізації тренажерно-імітаційного комплексу в системі підготовки курсантів Харківського університету Повітряних Сил;
- б) розроблені сценарії та методичні матеріали у відповідності до вимог курсу бойової підготовки пунктів управління авіацією (КБП ПУА), курсу спеціальної підготовки групи керівництва польотами (КСП ГКП);
- в) розроблена методика роботи льотчиків-операторів при проведенні навчальних занять;
- г) відпрацьована методика самостійної роботи курсантів при використанні тренажерно-імітаційного комплексу;
- д) розроблена методика об'єктивного контролю кожного елементу виконання вправ за допомогою експертної оцінки;
- е) визначені межі змін параметрів польоту літаків відповідно до вправи в реальному масштабі часу, що забезпечує набуття практичних навичок курсантів при діях у різних умовах навігаційної обстановки та особливих випадках у польоті;

ж) оцінено ефективність та вартість застосування тренажерно-імітаційного комплексів "ВІРАЖ-Авіа" та "Репітер-М" в системі підготовки курсантів за спеціалізацією "Бойове управління польотами авіації" (табл. 1).

В ході експерименту були отримані такі результати:

- а) відпрацьовані методичні прийоми і підходи до проведення занять із застосуванням тренажерно-імітаційного комплексу в системі підготовки курсантів Харківського університету Повітряних Сил;
- б) проведено тестування тренажерно-імітаційного комплексу "ВІРАЖ-Авіа". В результаті тестування виявлено:

Таблиця 1

## Параметри тренажних комплексів

№ з/п	Найменування	ТМК "Репі-тер-М"	ТМК "ВІ-РАЖ – Авіа"
1	Енерговитрати	100 кВт	11 кВт
2	Підготовка сценаріїв вправ згідно КБП ПУА, КСП ГКП	6-8 годин	1-1,5 години
3	Система об'єктивного контролю	немає	є
4	Корегування вправи	немає	є
5	Можливість самостійної роботи	немає	є
6	Кількість відпрацюв. вправ згідно КБП ПУА, КСП ГКП	50-60%	100 %

1) енерговитрати з його експлуатації зменшено в 10 разів (зі 100 до 10,6 кВт/год), що свідчить про його економічність;

2) значно збільшено перелік завдань, який надає можливість здійснювати підготовку курсантів ОБУ в будь-яких умовах навігаційної обстановки;

3) зменшено час обробки інформації оператором та видачі її користувачу, що дозволяє здійснювати управління екіпажами в реальному масштабі часу;

4) здійснено можливість оперативної зміни навігаційно-тактичної обстановки в ході виконання тренування (а саме: з'явилася можливість нарощувати кількість повітряних цілей; вводити позиції вогневих засобів ураження противника; змінювати аеродром посадки);

5) робота за робочими місцями "льотчиків-операторів" значно спрощена, що дозволяє за короткий термін підготувати тих, хто підігрує;

6) покращені характеристики прицільно-навігаційного комплексу "віртуального літака", максимально наближені до реальних;

7) об'єктивний контроль, реалізований в тренажерному комплексі, дозволяє після закінчення виконання вправи проглянути та розібрати помилки курсантів на будь-якому етапі її виконання;

8) вивід радіолокаційної інформації можливий як на штатні засоби відображення (ІКО "Пікет" та ВІСП), так і на сучасні LCD та TFT – монітори;

в) вдосконалено методичні основи проведення практичних занять в системі підготовки курсантів.

**Висновки**

В результаті виконання роботи по створенню тренажерно-імітаційного комплексу "ВІРАЖ-Авіа" було розроблено відповідне програмне забезпечення, апаратура спряження та система зв'язку. Комплекс розгорнуто та введено в експлуатацію на кафедрі повітряної навігації Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Запропоновані методичні рекомендації по використуванню розробленого комплексу в навчальному процесі ХУ ПС як тренажерного комплексу для занять з курсантами. Це дозволило забезпечити виконання всіх основних задач практичної підготовки фахівців за фахом бойового управління авіацією. Уже за перший рік експлуатації комплекс не тільки забезпечив підвищення якості підготовки фахівців але й заощадив суттєві кошти на відрядження груп курсантів до центру бойової підготовки.

**Список літератури**

1. *Справочник по радиолокации в 4-х т.: пер. с англ. / под ред. М. Скольника. – Т. 1. – М.: Сов. радио, 1976. – 456 с.*
2. *Теоретические основы радиолокации / под ред. В.Е. Дулевича. – М.: Сов. радио, 1964. – 732 с.*
3. *Гартованов В.Г. Анализ расчетных и экспериментальных методов определения параметров зон обнаружения РЛС / В.Г. Гартованов, М.Р. Арасланов // Збірник наукових праць. – Х: ХВУ, 1998. – № 17. – С. 86-95.*
4. *Бахвалов Б.Н. Справочные материалы по оценке влияния реальных позиций на зоны видимости РЛС / Б.Н. Бахвалов. – Х: ВИРТА ПВО, 1977. – 166 с.*
5. *Автоматическое получение информации о рельефе местности из цифровых карт / М.Р. Арасланов, В.Д. Батыев В.Д., Г.Г. Камалтынов, Л.О. Тимошенко // Збірник наукових праць. – Х: ХВУ, 1999. – № 4(26). – С. 86-94.*
6. *ВИСП-75Т. Техническое описание. Ч. 2. Аппаратура отображения. – вШП.640.003 ТО1. – 76 с.*
7. *Рысаков Н.Д. Военная техника авиационной радиолокации. РСР-10МН и ВИСП-75Т: конспект лекций / Н.Д. Рысаков. – Вып. 4. – Х: ХИЛ ВВС, 1996. – 124 с.*
8. *Савин В.А. Выносные индикаторы системы посадки ВИСП-75Т / В.А. Савин. – Х: ХВВАУРЭ, 1988. – 172 с.*

Надійшла до редколегії 25.11.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. В.О. Василюк, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕНИРОВОК ОФИЦЕРОВ  
БОЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМАНДНО ДИСПЕТЧЕРСКИХ ПУНКТОВ,  
ОСНАЩЕННЫХ ВЫНОСНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ**

С.П. Лещенко, М.Р. Арасланов, Д.Ю. Свистунов, В.Г. Чернов

*Разработан аппаратно-программный комплекс формирования и выдачи имитируемой сигнально-помеховой обстановки на рабочие места группы руководства полетами, которые оборудованы выносными индикаторами кругового обзора и системы посадки. Использование комплекса позволяет проводить комплексные тренировки офицеров боевого управления в масштабе реального времени, которые невозможно воспроизвести на штатных и существующих тренажерных системах. Комплекс позволяет избежать шаблонности ситуаций при проведении тренировок боевых расчетов.*

**Ключевые слова:** аппаратно-программный комплекс, имитационная модель, воздушная навигация.

**HARDWARE-PROGRAMMATIC TRAINING COMPLEX FOR OFFICERS OF BATTLE MANAGEMENT  
OF COMMAND CONTROLLER'S POINTS, EQUIPPED BEARING-OUT INDICATORS OF LANDING SYSTEM**

S.P. Leschenko, M.R. Araslanov, D.Yu. Svistunov, V.G. Chernov

*Hardware-programmatic complex is developed of forming and delivery imitated air and noise situation into workings places of group managing flights which are equipped the bearing-out indicators of spin-scan and landing system. Drawing on a*

*complex allows to conduct the complex trainings of battle management officers in a real time scale factor, which it is impossible to reproduce on the regular and existent trenazhnykh systems. A complex allows to avoid banality of situations during the leadthrough of battle calculations trainings.*

**Keywords:** *hardwarily-programmatic complex, simulation model, air navigation.*