

# Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, акустика та навігація

УДК 355.45

С.П. Лещенко, С.І. Бурковський, М.П. Батуринський, Л.В. Польшина,  
А.А. Адаменко, І.А. Кулініч, Д.Ю. Свистунов

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## СТВОРЕННЯ, ВПРОВАДЖЕННЯ, ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСУ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ “ВІРАЖ”

*Наведено коротку історію створення системи оперативно-тактичних розрахунків та імітаційного моделювання “Віраж-РД” та тренажно-імітаційної системи “Віраж-Т”. Приведена структура системи. Викладені основні завдання, що вирішує система та методи їх розв'язання. Визначені перспективи розвитку системи та напрямки її інтеграції з іншими системами.*

**Ключові слова:** імітаційне моделювання, оперативно – тактичні розрахунки, тренажери.

### Вступ

На даний час в збройних силах провідних держав світу одним з пріоритетних напрямків розвитку роботи штабів різних рівнів є широке застосування імітаційного моделювання [1–2]. Для підвищення рівня оперативної (бойової) підготовки здійснюється впровадження розподілених тренажно-моделюючих систем для створення багаторівневої, багатофункціональної та інтегрованої системи реальних та віртуальних засобів, що дозволяють здійснювати підготовку різноманітних сил в єдиному інформаційному просторі [3–4].

Вже на сьогодні, в країнах Заходу практично реалізована концепція побудови розподілених мереж імітації та моделювання. Концепція з'єднала в рамках єдиного замислу різноманітні моделі, тренажерні комплекси та реально працюючі системи озброєння, максимально наближаючи обстановку, що моделюється, до реальної по просторово-часовому розмаху та числу застосованих засобів.

В нашій країні також приділялася та приділяється увага розробці різноманітних комп'ютерних програм для їх використання в інтересах Повітряних Сил. Але вони, як правило, вирішують досить вузькі завдання, наприклад, вирішення інформаційно-розрахункових задач (“Аргумент” для зенітних ракетних військ, “Оберіг” для радіотехнічних військ), або моделювання бойових дій на оперативно-стратегічному рівні (“Ешелон”, “Динаміка”). Вказані програмні комплекси працюють на одному комп'ютері, що не дозволяє виконувати комплексні заходи.

Слід зауважити, що раніше, при виконанні розрахункових задач досить широко застосовувався метод бойових потенціалів без детального моделю-

вання функціонування зразків озброєння. На жаль, отримання достовірних даних про бойові потенціали різноманітних зразків озброєння вельми ускладнено. Використання приблизних значень суттєво знижує достовірність результатів і взагалі може привести к помилковим висновкам. Цей метод практично не враховує вплив нелетальних зразків озброєння та обладнання (радіолокаційних засобів, засобів зв'язку та навігації, засобів РЕБ, розвідки тощо), зовнішніх умов (день – ніч, зима – літо, метеоумови, географічні особливості тощо). Як показує досвід, їх вплив на результати бойових дій досить суттєвий [5]. Тому, наприклад, в США використання методу бойових потенціалів (коефіцієнтний метод) заборонили директивно [1]. Основним методом виконання оперативно – тактичних розрахунків визнається метод детального імітаційного моделювання.

**Постановка проблеми.** З урахуванням викладеного, в Україні виникає нагальна потреба створення власних сучасних програмних засобів виконання оперативно-тактичних розрахунків, імітаційного моделювання, розподілених тренажно-моделюючих систем. Однією з перших спроб по створенню такого продукту є розробка програмного комплексу сімейства “Віраж”.

### Виклад основного матеріалу

Історія створення програмного комплексу “Віраж” починається з 2003 року, коли в науковому центрі ВПС та ППО Харківського військового університету почалася робота по створенню розподіленого тренажеру для підготовки штурманів наведення винищувальної авіації. Прийнята концепція побудови тренажеру припускала одночасну роботу декількох комп'ютерів у загальній комп'ютерній мережі. Були

створені засоби імітації радіолокаційних засобів та польоту винищувачів. При подальшому розвитку системи була забезпечена імітація засобів зенітного ракетного озброєння. Однак з часом розробники прийшли до висновку, що прийняті в системі правила обміну даними не дають змогу розширення функціональних можливостей, а відповідно і розвитку системи. Заміна цих правил практично потребує розробки нової системи. Розробка такої системи почалася у 2007 році вже в науковому центрі ПС Харківського університету Повітряних Сил. Основним завданням роботи було створення комплексної комп'ютерної мережевої системи, що здатна виконувати складні оперативно-тактичні розрахунки, здійснювати двосторонні тренування як на оперативному, так і на тактичному рівні. В теперішній час комплекс розроблених програм умовно поділяється на систему "Віраж-РД", що призначений для виконання оперативно-тактичних розрахунків та проведення двосторонніх навчань на оперативному рівні, та систему "Віраж-Т" – для виконання заходів бойової підготовки та тренувань бойових обслуг окремих зразків озброєння. Але цей розподіл досить умовний. Вказані дві складові можуть працювати сумісно і навіть використовують загальні модулі. Структурна схема програмного комплексу "Віраж" наведена на рис. 1.

Основними завданнями, що вирішує програмний комплекс є [6]: виконання оперативно-тактичних розрахунків; проведення розіграшу бойових дій двох протиборчих сторін в реальному часі; моделювання функціонування окремих зразків озброєння.

До складу розрахункових задач відносяться:

- розрахунки полів: УКХ зв'язку, РСБН, РСДН, виявлення радіолокаційними засобами, вогню зенітних ракетних комплексів;
- виконання інженерно-штурманських розрахунків [7];
- розрахунок просторових показників можливостей винищувальної авіації по прикриттю визначених об'єктів [8];
- розрахунок імовірнісних показників можливостей по прикриттю визначених об'єктів винищувальною авіацією [9];
- розрахунок показників бойових можливостей по прикриттю визначених об'єктів угрупованням зенітних ракетних військ [10];
- розрахунок зон затоплення та зараження;
- розрахунок зон придушення засобів зв'язку та бортових радіолокаційних прицілів засобами РЕБ.

Для вирішення розрахункових задач було вирішено ряд наукових завдань по розробці відповідних методик. Наприклад, була розроблена оригінальна методика розрахунку полів виявлення повітряних цілей наземними радіолокаційними станціями з урахуванням рельєфу місцевості, поточним станом завадової обстановки, можливостями (каналністю) апаратури завадозахищеності, динамічного діапазону приймального тракту, тощо. Окремо стоять методики розрахунку зон виявлення авіаційних комплексів радіолокаційного виявлення та управління, що розроблені для когерентно-імпульсних та імпульсно-доплерівських РЛС [11].

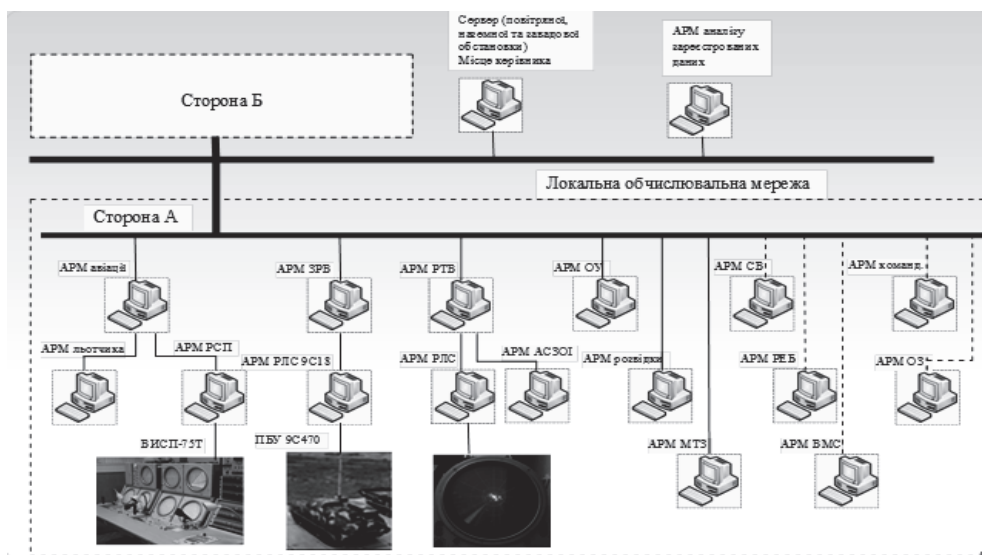


Рис. 1. Структурна схема програмного комплексу "Віраж"

Розіграш бойових дій здійснюється в два етапи. Перший етап – етап попередньої підготовки і другий етап – етап розіграшу бойових дій. На першому етапі кожен начальник роду військ на своєму АРМ виконує оперативно-тактичні розрахунки та визначає

склад й розташування підлеглих частин, формує маршрути польотів авіації, тощо. На цьому етапі кожен начальник може працювати окремо від інших без підключення до загальної комп'ютерної мережі. На другому етапі всі учасники підключаються до

загальної мережі. Старт навчанням дає керівник зі свого АРМ запускаючи загальний для всіх учасників годинник. Керівник має змогу тимчасово призупинити хід годинника для проведення оперативних пауз. Ідеологія побудови системи передбачає, що управляти (редагувати) угрупованням роду військ може тільки її начальник через свій АРМ, але зміни, які він робить відображаються на АРМ начальників інших родів військ своєї сторони. Під час проведення розіграшу система забезпечує [6]:

- управління бойовою готовністю частин та підрозділів;

- моделювання ведення радіолокаційної розвідки з урахуванням ТТХ РЛС, ефективної поверхні розсіювання повітряних цілей в залежності від їх типу, ракурсу спостереження, висоти польоту та завадової обстановки;

- автоматичне та ручне моделювання цілерозподілу на ураження повітряних цілей винищувальною авіацією та ЗРВ;

- моделювання автоматичного наведення винищувачів з урахуванням можливостей їх бортового обладнання;

- моделювання автоматичного обстрілу повітряних цілей ЗРК;

- моделювання дії ударної авіації для поразки наземних цілей;

- моделювання бойового застосування хибних цілей, протирадіолокаційних ракет, крилатих ракет;

- моделювання застосування літаків РЕБ [12] та ДРЛВ;

- розрахунок отриманих втрат в результаті нанесення ударів [13];

- моделювання маневру сил та засобів;

- моделювання відновленням втраченої боєготовності.

Кожен АРМ системи здійснює документування ходу тренування.

Окремим завданням, що було вирішено при створенні системи, є розробка методів та програмних засобів відображення картографічних даних. На даний час система підтримує роботу з 12 видами векторних та растрових карт. До складу карт входять топографічні карти, адміністративні карти, аеронавігаційні карти, ландшафтна та морська карта, супутникові знімки земної поверхні, що отримані з різних джерел. Досягнута точність прив'язки карт складає декілька метрів. Супутніми завданнями були вирішені задачі розрахунку маршрутів виконання маршів по дорожній мережі та розрахунку поточно-го положення сонця.

Впровадження системи “Віраж-РД” в діяльність штабів Повітряних Сил почалося з 2009 року. З цього часу система використовується на всіх командно-штабних навчаннях Повітряних Сил, а з деякого часу на всіх командно-штабних навчаннях Збройних Сил України з участю Повітряних Сил. Перша практична перевірка системи була здійснена при підготовці до

чемпіонату Європи з футболу “Євро – 2012” [14]. Великий вклад у впровадження системи в практику військ зробили генерали Курішко А.С., Гамора В.В., полковники Олійник І.М., Жарик О.М.

Для виконання заходів бойової підготовки та тренувань бойової обслуги окремих зразків озброєння, що актуально для навчального процесу університету, була розроблена низка тренажерів, деякі з яких забезпечують спільне функціонування з елементами реальної техніки. Для підготовки операторів РЛС, офіцерів бойового управління були розроблені моделі РЛС П-37, П-18, 5Н84А, П-19, 19Ж6. Видача імітованої інформації здійснюється як на монітор ПЕОМ, так і на індикатор кругового огляду (ІКО) типу «Пікет» через розроблені пристрої спряження (крім моделі РЛС 19Ж6) [15]. При моделюванні імітованої обстановки розраховуються: луна сигнали від повітряних цілей з урахуванням діаграм зворотного випромінювання цілей різних типів, включаючи ефекти «турбінної» модуляції, а також з урахуванням особливостей виявлення літаків, виготовлених по технології «стелс» (для моделювання останніх використовувалися методики, що розроблені під керівництвом професора Сухаревського О.І. [17]); сигнали системи впізнання “свій-чужий”; відбиття від підстильної поверхні в залежності від обраної позиції.

Розраховуються по цифровій карті рельєфу України; сигнали активної шумової завади; несинхронні імпульсні завади.

На даний час проводяться роботи по видачі імітованої інформації на штатні робочі місця РЛС П-37 та 5Н84А.

Для проведення тренувань групи керівництва польотами було розроблено тренажер, що отримав окрему назву “Віраж – авіа” [16]. Робочі місця офіцерів дальньої зони (бойового управління) були виконані на основі тренажерів РЛС з видачею імітованої інформації на ІКО “Пікет”. Для забезпечення тренувань офіцерів ближньої зони була розроблена модель функціонування радіолокаційної системи РСР-6 у складі диспетчерського і посадкового локаторів та пристрої спряження зі штатною апаратурою виносних індикаторів системи посадки ВІСП-75Т. Зовнішній вигляд класу з тренажером групи керівництва польотами наведено на рис. 2.



Рис. 2. Клас тренажеру “Віраж-авіа”

Обов'язковим елементом тренажеру групи керівництва польотами є моделювання польоту літаків під управлінням людини-оператора. Тому були розроблені відповідні робочі місця “льотчиків-операторів”. На цих робочих місцях моделюється політ та бойова робота літаків під управлінням оператора, який в свою чергу виконує команди осіб групи керівництва польотами. На робочому місці “льотчика-оператора” враховуються аеродинамічні властивості обраного типу літака та їх зміна (показник лобового опору, маса тощо), можливості прицільно-навігаційної апаратури. Забезпечується повна імітація бойової роботи: пошук цілі, захват на супроводження, застосування зброї.

Для відпрацювання порядку та встановлених правил радіообміну під керівництвом М.Р. Арасланова була розроблена та виготовлена система зв'язку між учасниками тренувань, що забезпечує імітацію багатоканального авіаційного радіозв'язку.

В інтересах підготовки фахівців зенітних ракетних військ була розроблена модель функціонування станції виявлення цілей 9С18 зі складу ЗРК “Бук М1”. Комп'ютер, що моделює роботу станції 9С18, через розроблений пристрій спряження та штатну апаратуру передачі даних видає імітовану інформацію в штатний пункт бойового управління 9С470 ЗРК “Бук М1”, тим самим забезпечуючи проведення комплексних тренувань бойового розрахунку 9С470.

Для забезпечення тренувань бойового розрахунку пункту бойового управління 5К56 зі складу ЗРК С-300, була розроблена модель функціонування шести ЗРК С-300. Комп'ютер, що моделює роботу ЗРК, через розроблений пристрій спряження видає імітовану інформацію в штатний пункт бойового управління 5К56, забезпечуючи проведення комплексних тренувань.

Для підготовки штурманів транспортного літака Ан-26 було розроблено тренажер “Ан-26”. Для цього тренажеру було розроблено два програмних модуля. Один імітує роботу приладової арматури штурмана літака Ан-26, другий модуль імітує роботу бортового метеорологічного локатору “Гроза”. Імітація польоту літака здійснюється з робочого місця “льотчика-оператора”. До одного робочого місця “льотчика-оператора” можна одночасно підключати декілька тренажерів штурмана, отримуючи на них однакову інформацію. Це досить зручно для проведення занять в групі. Зовнішній вигляд деяких елементів тренажеру наведено на рис. 3. При моделюванні були враховані всі основні чинники, що впливають на роботу штурмана: параметри атмосфери, напрямок та швидкість вітру, магнітний схил, обертання землі, вплив рельєфу земної поверхні, тощо. Модель бортової РЛС “Гроза” забезпечує вирішення задачі навігації по відбиттям від земної поверхні, огинання вершин гір, попередження зіткнення літаків в повітрі, вимірювання куту зносу.



Рис. 3. Тренажер штурмана літака Ан-26

## Висновки

Створена система оперативного-тактичних розрахунків та імітаційного моделювання “Віраж-РД” та тренажно-імітаційна система “Віраж-Т” дозволяють вирішувати широке коло завдань оперативної та бойової підготовки. Також широке застосування вони знаходять в роботі штабів Повітряних Сил. Достоїнством системи є її мережева побудова, що дозволяє організувати навчання (тренування) великої кількості учасників за

єдиним задумом та планом на єдиному тактичному фоні. При використанні сучасних засобів зв'язку учасники навчань (тренувань) можуть знаходитися на значному просторовому віддаленні один від одного. Комплекс “Віраж” може стати основою створення вітчизняної розподіленої тренажно-моделюючої системи багаторівневої, багатфункціональної та інтегрованої системи реальних та віртуальних засобів [3]. Для створення такої системи необхідно забезпечити інтеграцію системи “Віраж” з

авіаційними тренажерами вітчизняного виробництва, системами управління Повітряних Сил, озброєнням зенітних ракетних військ. Необхідно зауважити, що перші кроки в цьому напрямку вже здійснені. Розробники комплексу “Вираж” сумісно з розробниками тренажера навчально-бойового літака L-39 (підприємство “Маркет – Матс”) узгодили протоколи спряження та виконали перші успішні випробування сумісного функціонування систем.

## Список літератури

1. Моделирование боевых действий войск (сил) противовоздушной обороны та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 465 с.
2. Резяпов Н. Развитие систем компьютерного моделирования в вооруженных силах США / Н. Резяпов // Зарубежное военное обозрение. – 2007. – № 6. – С. 17-23.
3. Ярецький А.М. Впровадження розподілених тренажерно-модельюючих систем в процес підготовки та науково-технічну діяльність Повітряних Сил Збройних Сил України / А.М. Ярецький // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2 (27). – С. 36-41.
4. Бурковський С.І. Аналіз розвитку розподілених комп'ютерних систем імітаційного моделювання Сполучених Штатів Америки / С.І. Бурковський, З.З. Закіров, М.П. Батурицький, Л.В. Польшина // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2014. – №2 (39). – С. 38-41.
5. Довідник учасника АТО: озброєння і військова техніка ЗС Російської Федерації / за заг. Ред. А.М. Алімпієва. – Х., 2015. – 752 с.
6. Леценко С.П. Моделирующий комплекс ведения боевых действий Воздушными Силами / С.П. Леценко, С.И. Бурковский, М.П. Батурицкий // Системы озброєння і військова техніка. – 2011. – № 2 (26). – С. 75-79.
7. Леценко С.П. Методы расчета радиусов применения авиации в системе моделирования боевых действий Воздушных Сил «Вираж – РД» / С.П. Леценко // Системы управления, навигации та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2010. – Вып. 2(14). – С. 183-186.
8. Оцінка просторових показників можливостей по прикриттю визначених об'єктів винищувальною авіацією в програмному комплексі «Вираж-РД» / С.П. Леценко, С.І. Бурковський, І.М. Олійник, О.В. Александров // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2011. – № 2 (6). – С. 13-18.
9. Оцінка імовірнісних показників можливостей по прикриттю визначених об'єктів винищувальною авіацією в програмному комплексі моделювання бойових дій «Вираж-РД» / С.П. Леценко, С.І. Бурковський, О.М. Жарик,

О.І. Бобикіна // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2011. – Вып. 3 (29). – С. 19-24.

10. Оцінювання показників бойових можливостей по прикриттю визначених об'єктів у групуванням зенітних ракетних військ за допомогою програмного комплексу оперативного – тактичних розрахунків і імітаційного моделювання розіграшу бойових дій «Вираж-РД» / С.П. Леценко, М.П. Батурицький, С.І. Бурковський, Л.В. Польшина, О.М. Жарик // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2012. – Вып. 2 (31). – С. 4-10.

11. Гриб Д.А. Деякі аспекти можливого використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення та управління у Збройних Силах України / Д.А. Гриб, С.П. Леценко, В.І. Климченко, Г.Г. Камалтинов, О.М. Колесник // Наука і оборона. – 2013. – № 1. – С. 64-72.

12. Напрямки удосконалення системи імітаційного моделювання бойового застосування радіотехнічних підрозділів / О.М. Колесник, С.П. Леценко, В.В. Крищенко, П.С. Ковбаса // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – Вып. 2 (51). – С. 13-16.

13. Поляков А.В. Моделирование выполнения авиационного удара по позиции підрозділу ЗРВ в интересах створення системи розіграшу бойових дій з метою відпрацювання варіантів замислу операцій / А.В. Поляков, Д.Ю. Свистунов, М.П. Батурицький // Системы озброєння і військова техніка. – 2010. – № 2 (22). – С. 10-12.

14. Жарик О.М. Порівняння підходів щодо обґрунтування та розрахунку показника ефективності зенітного ракетного прикриття важливих державних об'єктів / О.М. Жарик // Наука і техніка Повітряних Сил України. – 2014. – № 3 (16). – С. 59-62.

15. Кандирін М.П. Імітаційно – тренажерний комплекс для операторів РЛС / М.П. Кандирін, С.П. Леценко, М.Р. Арасланов // Системы озброєння і військова техніка. – 2006. – № 2 (6). – С. 11-16.

16. Апаратно-програмний комплекс для проведення тренувань офіцерів бойового управління командно-диспетчерських пунктів, оснащених вносними індикаторами посадки / С.П. Леценко, М.Р. Арасланов, Д.Ю. Свистунов, В.Г. Чернов // Системы озброєння і військова техніка. – 2011. – № 1 (25). – С. 31-35.

17. Sukharevsky O.I. Electromagnetic Wave Scattering by Aerial and Ground Radar Objects / O.I. Sukharevsky (ed). – CRC Press, 2014. – 332 p.

Надійшла до редколегії 9.08.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук ст. наук. співробітник В.О. Василець, Харківський національний університет ім. І. Кожедуба, Харків.

## СОЗДАНИЕ, ВНЕДРЕНИЕ, ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ “ВИРАЖ”

С.П. Лещенко, С.И. Бурковский, М.П. Батурицкий, Л.В. Польшина, А.А. Адаменко, И.А. Кулинич, Д.Ю. Свистунов

Приведена краткая история создания системы оперативно-тактических расчетов и имитационного моделирования “Вираж-РД” и тренажерно-имитационной системы “Вираж-Т”. Приведена структура системы. Изложены основные задачи, которые решает система и методы их решения. Определены перспективы развития системы и направления ее интеграции с другими системами.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, оперативно – тактические расчеты, тренажеры.

## CREATION, INTRODUCTION, EXPERIENCE OF THE USE AND PROSPECT OF DEVELOPMENT OF COMPLEX OF OPERATIONAL&TACTICAL CALCULATIONS AND IMITATION DESIGN “VIRAZH”

S. Leschenko, S. Burkovskiy, M. Baturinskiy, L. Pol'shina, A. Adamenko, I. Kulinich, D. Svistunov

Brief history is presented of creating a system for operational&tactical calculations and tactical simulation “Virazh-RD” and training simulator “Virazh-T”. The structure of the system is presented. Basic objectives of the systems are explained together with the methods for their achievement. Some perspectives of the system development are presented that concern these systems integration with other tactical systems.

**Keywords:** simulation, operational&tactical calculations, training simulators.