

УДК 378.169.3:621.396.62

Р.В. Дзюбчук

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова НАУ, Житомир*

## АЛГОРИТМ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ПОСТІВ РАДІОМОНІТОРИНГУ ДО РОБОТИ НА ПРИЙМАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ AR 5000A З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМИ-ІМІТАТОРА

*У статті розглянуто алгоритм та імітаційно-інформаційну модель підготовки операторів постів радіомоніторингу до роботи на приймальному пристрої AR 5000A з використанням програми-імітатора. Мультимедійна програма-імітатор дозволяє підвищити якість і знизити собівартість підготовки операторів, зменшити навантаження на викладачів.*

**Ключові слова:** оператор, пост радіомоніторингу, радіоприймальний пристрій, програма-імітатор.

### Вступ

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах розвитку радіоелектронних засобів зв'язку та телекомунікацій значна увага приділяється нагляду за розподілом частотного діапазону. В Україні ця задача покладається на Укрчастотнагляд. Для якісного виконання поставлених завдань широко використовуються сучасні високочутливі багатофункціональні радіоприймальні пристрої. Одним з поширених на даний час радіоприймальних пристроїв, який використовується з метою радіомоніторингу (РМ), є AR 5000A. Проте питання підготовки фахівців з експлуатації цих радіоприймальних пристроїв на сьогодні має ряд невирішених завдань. Основними з них є невелика кількість радіоприймачів AR 5000A, які знаходяться в навчальних установах та обмежений час підготовки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемам та особливостям підготовки операторів складних технічних систем присвячено багато публікацій [1 – 6]. Так, в [1] проведено аналіз методологічних, теоретичних та методичних основ навчання військовослужбовців. У [2] розкрито принципи та роль мультимедійних навчальних програм при підготовці авіафахівців. У роботах [3 – 5] розглянуто принципи використання персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ) для підготовки фахівців зв'язку, операторів радіолокаційних станцій, офіцерів автоматизованих систем управління. В [6] показано підхід до моделювання навчання операторів.

Проте робіт, які б розкривали особливості використання програм-імітаторів роботи приймальних пристроїв (у тому числі AR 5000A) при підготовці операторів постів РМ, немає.

**Метою статті** є розробка алгоритму підготовки операторів постів радіомоніторингу до роботи на приймальному пристрої AR 5000A з використанням програми-імітатора.

### Основний матеріал досліджень

У загальному вигляді процес підготовки операторів постів РМ можна представити у вигляді, наведеному на рис. 1. Аналіз структури процесу підготовки показує, що мультимедійне програмне забезпечення можна застосовувати майже на всіх етапах навчання, за винятком доведення умінь та навичок роботи з апаратурою до автоматизму. Це пов'язано з тим, що для даного етапу підготовки слід набути моторно-рухових навичок виконання дій, що дуже складно реалізувати за допомогою лише ПЕОМ.

Відмітимо, що підготовка операторів лише на реальній техніці має такі недоліки: потребує значних витрат (вартість одного приймального пристрою типу AR 5000A складає 2-3 тисячі доларів США); не завжди вдається скористатися радіоелектронними засобами для проведення тренувань в умовах, наближених до реальних (наприклад, через неможливість забезпечення електромагнітної сумісності з засобами, які експлуатуються з комерційною або іншою метою); часові затрати на підготовку операторів обмежені термінами програми підготовки, що через недостатню кількість апаратури не дозволяє її якісно вивчати; оцінка результатів у процесі підготовки інколи неможлива.

В останні роки здійснюється перехід вищої освіти України до вимог Болонського процесу, який передбачає зростання частки і ролі самостійної роботи при підготовці фахівців. У зв'язку з цим значно зростає роль навчально-методичного забезпечення процесу підготовки фахівців. Проте розробка і видання необхідного комплексу навчально-методичної літератури по кожній дисципліні традиційним способом вимагає тривалого часу і значних витрат. Одним із раціональних шляхів розв'язання цієї проблеми є створення електронної навчально-методичної допомоги, яка дозволяє оптимізувати процес навчання за рахунок його адаптації до індивідуальних можливостей й особливостей операторів.



Рис. 1. Структура процесу підготовки операторів постів РМ до роботи на апаратурі

Сучасні мультимедійні технології надають розробникам програм-імітаторів широкі можливості. Вони дозволяють наочно подати матеріал, що вивчається, а також оперативно перевірити розуміння і засвоєння матеріалу тих, хто навчається, за допомогою тестів та тестових завдань. Характеристики сучасних ПЕОМ і програмного забезпечення зменшують залежність розробників програм-імітаторів від них і дозволяють зосередити зусилля на оптимізації алгоритмів і прикладних програм щодо обробки зображення, звуку і анімації. Вимоги до апаратних і програмних засобів, як складових частин програми-імітатора, витікають з особливостей зорового та слухового сприйняття інформації в реальному масштабі часу.

В [2] зазначено, що комп'ютеризація навчального процесу дозволить:

- розробляти автоматизовані та мультимедійні навчальні системи;

- скорочувати час засвоєння матеріалу;

- ефективно здійснювати самоконтроль рівня засвоєння матеріалу, що вивчається;

- оперативно тиражувати методичну допомогу в необмеженій кількості і невеликих матеріальних затратах.

Виділимо три основні задачі для оптимізації процесу підготовки операторів за допомогою програм-імітаторів.

Перша задача – побудова імітаційно-інформаційної моделі, що відтворює ті сторони реального пристрою, які вивчає оператор.

Друга задача – організація процесу навчання операторів, їх взаємодія з ПЕОМ та керівниками занять.

Третя задача – вміння управляти навчально-інформаційною моделлю в період навчання оператора. Розв'язання цієї задачі можна покласти на ПЕОМ, яка за допомогою навчальної програми повинна змінити складність інформаційної моделі залежно від успішності навчання в результаті проведення контролю якості підготовки.

**Імітаційно-інформаційна модель підготовки операторів приймального пристрою AR 5000A.** На основі наведених вище міркувань та досвіду проведення занять з операторами приймальних пристроїв встановлено, що імітаційно-інформаційна модель підготовки операторів постів РМ повинна забезпечити:

- вивчення тактико-технічних характеристик, призначення, принципів побудови та роботи радіоприймального пристрою (РПрП) AR 5000A у різних режимах функціонування, комплектності та порядку підключення іншої апаратури;

- набуття навичок перевірки працездатності і справності приймача, роботи в різних режимах функціонування, виконання цільових завдань постів РМ за допомогою навчальних алгоритмів;

- самостійну роботу з програмою-імітатором без втручання керівника заняття;

- контроль та самоконтроль рівня підготовленості оператора.

Відповідно до цього розроблена така імітаційно-інформаційна модель підготовки операторів РПрП AR 5000A (рис. 2).

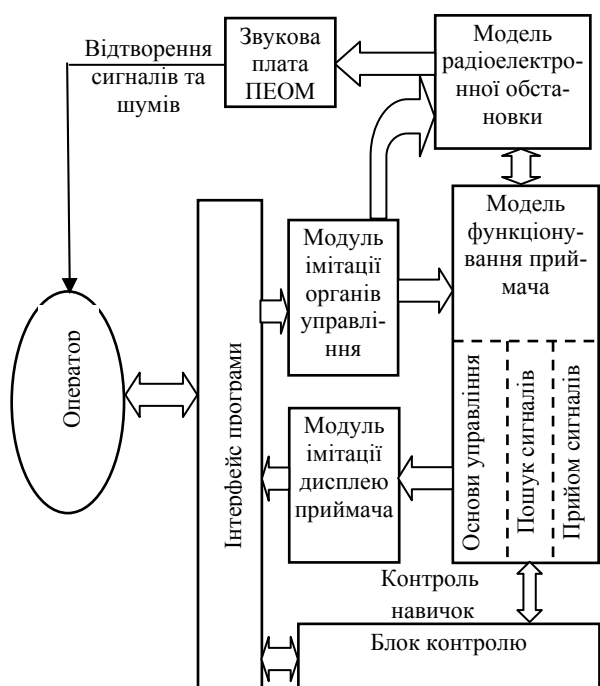


Рис. 2. Імітаційно-інформаційна модель підготовки операторів РПрП AR 5000A

Імітація роботи та зовнішнього вигляду реальної апаратури відіграє важливу роль, адже навчання операторів постів РМ інколи проводиться без показу реальної техніки. Тому програми-імітатори повинні не тільки містити всі функції та режими роботи, але й працювати та керуватися однотипної реальної техніки та мати інтерфейс, подібний до зовнішнього вигляду РПрП AR5000A.

Наочність усіх рухомих чи нерухомих органів управління повинна бути копією зразка і мати таку ж функціональність.

Розміри та зображення також відіграють важливу роль під час підготовки операторів постів РМ, тому що за ними можна легко впізнати реальну апаратуру й техніку, навіть якщо працювати з нею раніше не доводилося.

Модульна структура програми-імітатора забезпечує: оперативне усунення недоліків і доопрацювання модулів при зміні завдань, що вирішуються на постах РМ; нарощування кількості модулів у процесі її експлуатації.

**Обґрунтування поетапної підготовки операторів.** Критеріями якості роботи операторів, як прийнято в ергономіці [7], можуть бути час виконання операцій, точність і безпомилковість дій оператора. Запропоновано як узагальнений показник вибрати такий, що враховує вищезазначені часткові показники – ймовірність правильного і своєчасного засвоєння оператором навчального матеріалу  $P$ . Якщо припустити, що ймовірності своєчасного  $P_t$  і безпомилкового рішення  $P_{\text{бп}}$  є незалежними, то інтегральний показник якості набуде вигляду

$$P = P_t P_{\text{бп}} \quad (1)$$

Методика визначення ймовірностей  $P_t$  і  $P_{\text{бп}}$  полягає в наступному [7]. Відомо, що зв'язок часу переробки інформації  $T_0$  оператором з її обсягом  $I$  визначається законом Хіка-Хаймена

$$T_0 = \alpha_0 + \beta_0 I, \quad (2)$$

де  $\alpha_0$  і  $\beta_0$  – константи, що визначаються експериментально та залежать від характеру завдання, що вирішується.

Враховуючи визначення системи масового обслуговування та на підставі аналізу процесу діяльності оператора поста РМ, обладнаного одним радіоприймальним пристроєм, процес підготовки оператора можна подати як одноканальну систему масового обслуговування з обмеженим часом очікування. Для подібних систем [7]:

$$P_t = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{1+\beta} + \frac{\alpha}{1+\beta} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\alpha^s}{\prod_{m=1}^s (1+(1+m)\beta)}}, \quad (3)$$

де  $\alpha = \lambda T_0$ ;  $\beta = T_0/T_{\text{доп}}$ ;  $\lambda$  – інтенсивність виникнення задач;  $T_{\text{доп}}$  – допустимий час очікування.

Для будь-якої складної системи управління ймовірність безпомилкового вирішення завдань оператором можна знайти за виразом

$$P_{\text{бп}} = 1 - (1 - P_0)e^{-\gamma I}, \quad (4)$$

де  $P_0$  – імовірність вирішення завдання в умовах невизначеності;  $\gamma$  – константа, що характеризує цінність інформації з точки зору рішень, що приймає оператор.

З врахуванням виразів (3) та (4) з виразу (1) отримаємо співвідношення для оцінки  $P$

$$P = \frac{1 - (1 - P_0)e^{-\gamma I}}{1 + \frac{\alpha}{1+\beta} + \frac{\alpha}{1+\beta} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\alpha^s}{\prod_{m=1}^s (1+(1+m)\beta)}}. \quad (5)$$

Проведенні в роботі [7] дослідження виразу (5) показали, що для різних умов роботи оператора, що визначаються інтенсивністю виникнення задач  $\lambda$ , існує своє значення оптимального обсягу інформації, яка одночасно відображається на екрані ПЕОМ. У середньому це значення становить від 150 до 500 бітів. Це обґрунтовується фізико-психологічними особливостями сприймання інформації людиною-оператором. Тому ці положення справедливі і для процесу підготовки операторів. У зв'язку з цим навчальні алгоритми, що використовуються в програмі-імітаторі, складаються з окремих елементарних операцій, засвоєння яких буде гарантом якісної підготовки операторів у цілому.

Крім того, з виразу (5) видно, що загальна якість роботи оператора значною мірою визначається ефективністю його роботи в умовах невизначеності. Для підвищення цього показника слід проводити

навчання в умовах, максимально наближених до реальних – в умовах насиченості та непостійності радіочастотного діапазону.

Враховуючи вищесказане, при навчанні операторів пропонується використовувати методику поетапного формування навичок та знань. Поетапне формування навичок і знань дозволяє дещо відійти від традиційної форми навчання, коли майбутньому спеціалісту дають спочатку знання, а потім підводять його до реальних дій. Пропонується підготовку починати з того, що операторам замість повідомлення попередніх знань і дій видається схема орієнтовних основ дій у вигляді закладеної в програму послідовності.

На основі розглянутих імітаційно-інформаційної моделі та викладок, колективом авторів розроблено програму-імітатор РПрП AR 5000A [8]. Програма-імітатор приймального пристрою AR 5000A розроблена на мові програмування C++. Програма написана в середовищі програмування Borland C++ Builder 6, функціонує під операційними системами Microsoft WINDOWS NT/2000/XP.

**Алгоритм підготовки операторів постів РМ до роботи на приймальному пристрої AR 5000A.** Однією із основних проблем використання ПЕОМ під час підготовки операторів будь-яких технічних пристроїв є завдання визначення оптимального співвідношення між підготовкою на реальній апаратурі та за допомогою ПЕОМ. Оскільки умови роботи та індивідуальні особливості операторів змінюються в досить широкому діапазоні, то однозначно вирішити це завдання практично неможливо. Тому в даній роботі запропоновано варіант узагальненого алгоритму підготовки операторів за допомогою розробленої програми-імітатора РПрП AR 5000A, блок-схема якого наведена на рис. 3. Розглянемо пункти даного алгоритму більш детально:

блок 1 – демонстрація роботи оператора РПрП AR5000A при виконанні завдань РМ;

блок 2 – ввід даних, що потрібні для ідентифікації користувача програми (наприклад, при проведенні контрольних занять);

блок 3 позначає перехід до підпрограми навчання. Для полегшення навчання операторів пропонується виділити три основних алгоритми навчання, які охоплюють практично всі функції приймального пристрою: „Алгоритм отримання первинних навичок ручного управління приймачем”, „Алгоритм отримання навичок сканування банків пам'яті” та „Алгоритм отримання навичок роботи з приймачем в режимі пошуку”. В програмі-імітаторі до кожного пункту даних алгоритмів реалізовано систему підказів (рис. 4);

блок 4 позначає операцію перевірки логічного виразу – чи пройшов оператор навчання. Якщо “Так” – то перехід до самостійної роботи з приймачем, якщо “Ні” – то повернення до повторного відпрацювання одного чи всіх алгоритмів навчання;



Рис. 3. Блок-схема загального алгоритму підготовки операторів за допомогою програми-імітатора РПрП AR5000A



Рис. 4. Зображення робочого вікна програми

блок 5 позначає самостійне виконання раніше засвоєних навичок та умінь, без втручання викладача та без допомоги навчальних алгоритмів. Алгоритм самостійної роботи призначений для відпрацювання всіх набутих навичок під час навчання в режимі вільного користування програмою-імітатором приймача, перевірки і більш досконалого вивчення функцій РПрП AR5000A. Даний алгоритм надасть змогу працювати вільно, без вказівок, цим самим підвищити рівень навичок та умінь.

Після закінчення самостійної роботи з програмою-імітатором керівник дає вказівку на перехід до контролю знань, навичок та умінь;

у блоці 6 здійснюється контроль навичок та знань операторів. З цією метою в програмі реалізовано дві підпрограми контролю: перша (тестова) перевіряє теоретичні знання операторів, друга – задається завдання на виконання певних практичних операцій щодо управління приймачем, дії оператора оцінюються ПЕОМ автоматично. Крім того, оцінювання оператора може проводити і безпосередньо викладач без використання системи вбудованого контролю, а оцінювати дії оператора в режимі самостійного підготовки;

у блоці 7 визначається, чи засвоїв оператор теоретичні знання (відповіді на запитання у вигляді тесту) та практичні навички (відпрацювання тестових завдань). Якщо “Так” – то перехід до роботи на реальній апаратурі, якщо “Ні” – то повернення до повторного відпрацювання алгоритмів навчання;

блок 8 вказує на необхідність завершувати підготовку операторів роботою на реальному приймачі AR5000A.

## Висновки

Розробка програми-імітатора та алгоритму його використання в процесі підготовки операторів постів РМ сприяє підвищенню якості і зниженню собівартості підготовки операторів, дозволяє зменшити навантаження на викладачів. Подальшим напрямком досліджень є розробка методичного забезпечення підготовки операторів.

вартості підготовки операторів, дозволяє зменшити навантаження на викладачів. Подальшим напрямком досліджень є розробка методичного забезпечення підготовки операторів.

## Список літератури

1. Ягунов В.В. Теорія і методика військового навчання: Монографія. – К.: Тандем, 2000. – 380 с.
2. Бабак В.П., Жуков І.А., Моржов В.І. Роль комп'ютеризації учебного процесу в забезпеченні ефективності підготовки авіаспеціалістів // Проблеми розробки, експлуатації та застосування складних технічних систем. – Житомир: ЖВІРЕ, 2007. – Вип. № 11. – С. 131-138.
3. Балановський П.К., Глушко А.П., Литвін С.А. Використання ЕОМ для практичної підготовки фахівців зв'язку // Військова освіта. – Х.: Основа, 2000. – № 8. – С. 220-223.
4. Романов А.Н. Тренажери для підготовки операторів РЛС с помощью ЭВМ. – М.: Воениздат, 1980. – 126 с.
5. Башкиров Ю.М., Єременко І.В., Стасевич Н.А., Бобунов А.І. Тренажерно-імітаційний комплекс на базі ЕОМ // Військова освіта. – Х.: Основа, 2000. – № 8. – С. 80-82.
6. Чабаненко П.П. Моделювання навчання операторів систем озброєння і військової техніки // Військова освіта. – К.: Науково-методичний центр військової освіти МО України, 2003. – № 11. – С. 165-173.
7. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев І.В. Человечно-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.
8. Дзюбчук Р.В., Заглада А.Ю., Шуренко В.А. Програмне забезпечення навчання операторів постів радіомоніторингу роботи на приймальному пристрої AR 5000A // Тези XXXIII науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню університету, 18-19 березня 2008 р. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – С. 25.

Надійшла до редколегії 5.05.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук старший науковий співробітник Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## АЛГОРИТМ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ПОСТОВ РАДИОМОНИТОРИНГА К РАБОТЕ НА ПРИЕМНОМ УСТРОЙСТВЕ AR 5000A С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ-ИМИТАТОРА

Р.В. Дзюбчук

*В статье рассмотрен алгоритм и имитационно-информационную модель подготовки операторов постов радиомониторинга к работе на приемном устройстве AR 5000A с использованием программы-имитатора. Мультимедийная программа-имитатор дает возможность повысить качество и снизить себестоимость подготовки операторов, снизить нагрузку на преподавателей.*

**Ключевые слова:** оператор, пост радиомониторинга, радиоприемное устройство, программа-имитатор.

## ALGORITHM OF TRAINING OF RADIONITORING OPERATORS TO WORK WITH RECEIVER AR 5000A USING SIMULATOR-PROGRAMME

R.V. Dzubchuk

*Algorithm and simulation information model of training of radiomonitoring operators to work with receiver AR 5000A using simulator-programme a considered in the article. Using of simulator-programme in training allow to augment the quality and reduce cost price of operator training, reduce teacher work.*

**Keywords:** operator, radiomonitoring post, receiver, program-imitator.