

УДК 681.51

Ю.В. Стасєв, М.А. Павленко, Т.Ю. Міщенко, Л.В. Шаманська

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ АСУ ПРИ ОЦІНЦІ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ

*В статті розглянуто спосіб відображення інформації про технічний стан озброєння радіотехнічного батальйону. Проведено розробку бази даних для узагальнення інформації про стан озброєння та техніки радіотехнічного батальйону. Проведено імітаційне моделювання діяльності оператора АСУ при оцінці стану озброєння та техніки радіотехнічного батальйону під час підготовки та ведення бойових дій. Опрацьований об'єктно-орієнтований підхід проектування програмного забезпечення*

**Ключові слова:** оператор, база даних, інформаційна модель, спеціальне програмне забезпечення, об'єктно-орієнтований підхід проектування.

### Вступ

При використанні в процесі управління повітряним рухом автоматизованих систем управління (АСУ) оператор працює в умовах складної динамічної обстановки. В таких умовах на етапі створення системи відображення інформації АСУ необхідно проводити попереднє дослідження діяльності оператора для отримання оцінок його діяльності, на основі яких буде розроблятися системне інформаційне забезпечення. В умовах активного розвитку засобів моделювання, існує можливість моделювання діяльності оператора в різних умовах обстановки. Отримані данні моделювання дозволяють оцінити розподілення часу на виконання різних видів діяльності та вдосконалити їх інформаційне забезпечення.

**Мета статті.** Розробка пропозицій по вдосконаленню інформаційного забезпечення діяльності операторів АСУ при оцінці стану об'єктів управління.

### Формулювання проблеми

РТВ є основним джерелом інформації про повітряну обстановку для всіх пунктів управління ПС. РТВ

повинні постійно вести розвідку повітряного простору і видавати отриману інформацію на пункти управління інших видів Збройних Сил для оцінки обстановки та прийняття рішення. Для оперативної оцінки обстановки, що складається прийняття раціонального рішення в умовах дефіциту часу командир батальйону повинен мати можливість отримати всю необхідну йому для прийняття рішення інформацію про стан підпорядкованих підрозділів і технічних засобів. У той же час аналіз можливостей КЗА, що стоять на озброєнні показує, що їх програмне забезпечення та засоби відображення інформації в основному орієнтовані на обробку інформації про повітряні об'єкти.

Виходячи з того, що діяльність оператора проходить в умовах складної динамічної обстановки, то дослідження даної діяльності в реальних умовах є економічно недоцільно, однак для проектування ефективного інформаційного забезпечення його діяльності необхідне отримання попередніх оцінок, які складають інформаційне забезпечення. В умовах активного розвитку засобів моделювання, існує можливість моделювання діяльності ОБО в різних умовах обстановки згідно цього було прийняте оп-

тимальне рішення щодо розподілення часу на виконання різних задач, що поставлені перед оператором та удосконалення його діяльності.

Потреба дослідження очікуваного ходу та результатів діяльності оператора веде до необхідності мати специфічну модель – модель діяльності оператора, під якою розуміється фізичний, уявний або комбінований [2, 6] аналог діяльності, що віддзеркалює закономірності вирішуваних задач, а також основні фізичні та інформаційні зв'язки між ними [7].

### Основна частина

Модель діяльності ОБО при рішенні задачі дослідження його діяльності з отримання інформації про технічний стан ртб може бути представлена наступним графом (рис. 1). У представлених графах вершини відповідають подіям, наприклад, «Оператор теле-

фонує начальнику і доповідає», «Оператор дізнається про технічний стан роти» у той час як ребрам відповідають імовірності переходу від однієї події до іншої, а також час затрачуваний на такий перехід. Визначимо зміст вершин даного графа, а так само зміст і послідовність переходів між вершинами.

Розглянута модель діяльності ОБО формально може бути задана як:

$$P = |p_{ij}|, T = |t_{ij}|,$$

де P – матриця ймовірностей переходів між подіями i j; T - матриця часу, затрачуваного на роботу при переході від події i до події j; p<sub>ij</sub> – імовірність переходу від події i до події j; t<sub>ij</sub> – час, затрачуваний на перехід від події i до події j; i = j= N- і відповідають кількості станів, у яких може перебувати оператор [4]. На рис. 1 значення p<sub>ij</sub> й t<sub>ij</sub> задані як w<sub>ij</sub> = w<sub>ij</sub>(p<sub>ij</sub>, t<sub>ij</sub>).

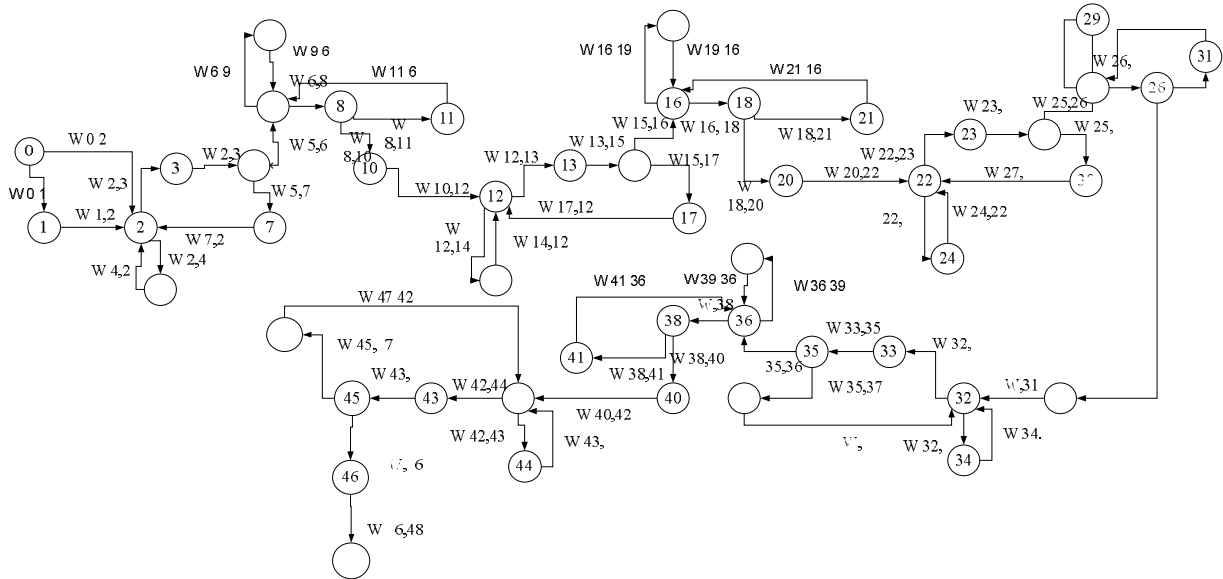


Рис. 1. Модель діяльності оператора при з'ясуванні інформації про технічний стан ртб

Для розглянутого виду діяльності процес сприйняття інформації фактично зводиться до усвідомлення інформації та переключення тумблерів на інформаційному табло (рис. 2) [8].

ТАБЛО СТАНУ І БОЙОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ РОТ

Підрозділ	Ведуть бойову роботу				Готовність рлр		
	П-	19Ж6	П-19	ПРВ-	№1	№2	№
1-а рота	●	○	○	○	○	●	○
2-а рота	○	○	○	○	○	○	●
3-а рота	○	○	○	○	○	○	●
4-а рота	○	●	●	●	●	○	○

Рис. 2. Табло стану і бойової діяльності рлр (варіант)

Чисельні дослідження показують, що розподіл випадкових значень часу рішення задач при роботі ОБО із імітаційною моделлю є, як правило, усіченим, унімодальним і несиметричним [1]. Зі збере-

женням достатньої точності можна використовувати окремий випадок бета-розподілу, щільність якого описується виразом

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{12}{(t_2 - t_1)^4} (\tau - t_1)(t_2 - \tau)^2 C, & \tau > t_1, \tau < t_2, \\ 0, & \tau \leq t_1, \tau \geq t_2. \end{cases}$$

У цьому випадку математичне очікування часу рішення задач ОБО ( $\bar{t}_p$ ) і дисперсія ( $D_p$ ) розраховуються як [2]:

$$\bar{t}_p = \frac{3t_1 + 2t_2}{5}, \quad D_p = 0,04(t_2 - t_1)^2,$$

Отже, для оцінки параметрів розподілу досить мати інформацію про значення  $t_1$  та  $t_2$ .

Для дослідження процесу отримання інформації використана імітаційна модель, яка представлена на рис. 1. При проведенні експерименту були визначені операції, діяльності ОБО, які пов'язані з аналізом інформаційної моделі (ІМ). Критеріями, які оцінювалися в ході виконання різних дій оператором були:

час виконання дій, імовірність виконання цих дій та імовірність переходу до наступної дії, математичне очікування часу виконання дій по з'ясуванню стану озброєння *ртб*. За результатами досліджень були

отримані результати, наведені на рис. 3 (в стовпцях наведені значення знайдених математичних очікувань часу затрачуваних на дії, чинені ОБО при переході від одного стану в інший).

10	11	12	2	3	4	5	6	7	8	9
14,98961	18,75966	0,824936	1,899322	5,802027	31,41808	8,151934	11,6222	3,307299	8,226437	18,31603
6,84835	15,68339	0,496743	2,181838	5,827338	26,4731	14,16646	11,76039	3,463109	7,251205	16,57263
21,28088	23,54852	0,566072	1,949825	7,588645	39,98214	7,793288	16,72041	3,771735	7,95965	22,7538
3,618569	23,12814	0,730754	2,342749	6,535473	36,82734	11,91437	13,66533	3,297009	7,794546	23,03056
1,74127	10,67534	0,559703	2,496938	5,328404	24,78593	2,31413	3,758184	2,655625	7,220378	10,51836
10,47558	26,73297	0,923581	2,369027	4,71323	23,97573	2,372627	8,492119	2,998845	5,97826	26,94471
11,26488	18,02429	0,865426	2,475359	5,724576	26,61123	0,691502	6,435436	3,656831	8,766347	17,55308

Рис. 3. Приклад результатів дослідження моделі діяльності оператора

Отримані оцінки математичного очікування виконання дії при оцінці інформації в імітаційній моделі на рис. 4.

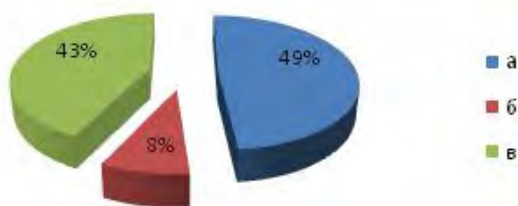


Рис. 4. Розподіл витрат часу оператора при аналізі технічного стану *ртб*: а – використання телефонного зв'язку; б – обробка інформації; в – робота з таблю про технічний стан *ртб*

Отримані результати дозволяють зробити висновки, що на отримання та усвідомлення інформації про технічний стан *ртб* тратиться до 130 с.

Проведений аналіз діяльності ОБО показує необхідність розроблення та вдосконалення ІМ для забезпечення процесу оцінки стану технічних засобів *ртб* ОБО.

Для рішення задачі збору і обробки інформації про технічний стан військової техніки швидко та достовірно необхідно розробити нову інформаційну модель за допомогою якої оператор буде зчитувати дані, провести модернізацію програмного забезпечення АРМ ОБО. Вона буде реалізована за схемою приведеною на рис. 5.[7]

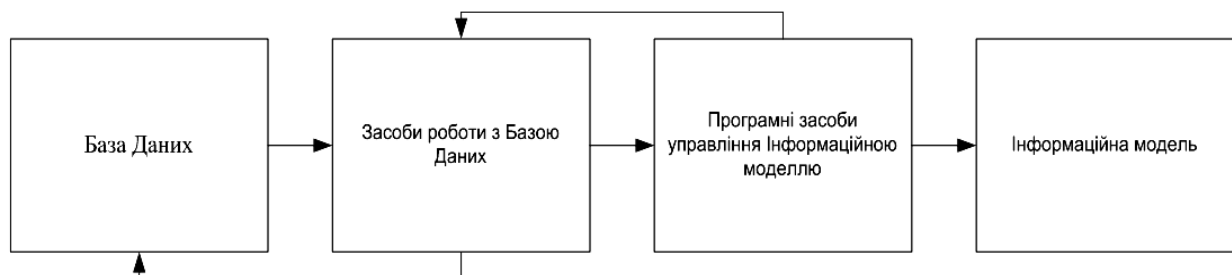


Рис. 5. Схема розробки

Інформаційна модель повинна відображати дані про технічний стан техніки *ртб* (згідно до статті в Збірнику наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, випуск 1 (38) ), тобто кількість працездатних і непрацездатних засобів озброєння, режими роботи, стани готовності та інше. Ця інформація змінюється час від часу, що є природнім процесом, адже, наприклад, змінюються режими роботи тієї чи іншої РЛС чи взагалі вона бути знищеною. ОБО повинен володіти достовірною інформацією для правильного прийняття рішення і як результат ефективного вирішення поставлених завдань. Адже від цього залежить правильне вирішення задач для інших відповідних абонентів. Отже, це нагальна проблема, від якої залежить взагалі доля всіх РТВ, а отже і ПС.

На даний момент зміни даних про технічний стан озброєння та техніки *ртб* заносяться в журнал чергового ОБО оператором, не автоматизовано, що

не відповідає сучасним вимогам. Пропоную зміни даних про технічний стан озброєння та техніки *ртб* вносити до БД. Вони можуть регулюватися лише відповідними особами, а саме командиром з озброєння та ОБО за його наказом. Тобто доступ до змін мають не всі бажаючі, це дає привід для повної довіри до відображуваної інформації.

Під візуалізацією інформації бази розуміється відбір даних, що відображаються відповідно до заданого критерію, їх упорядкування, оформлення і подальша видача на пристрій виведення або передавання по каналах зв'язку.[1]

Реляційна БД надає найпростіший та наглядний спосіб занесення та зчитування інформації. Отже, використання БД є зручним варіантом для збереження і обробки необхідної інформації.[2]

На прикладі *ртб*, у складі якої є 4 *рлр*, побудовано логічну структуру БД. Таблиці БД включають

всю необхідну інформацію для командира ртб з озброєння. Вони мають відповідні зв'язки, які пов'язують всю БД. Правильність створення БД впливає на майбутнє її використання, а саме зруч-

ність, змістовність, швидкість, орієнтованість, реагування ОБО.

На рис. 6 представлено схему даних, де наведені зв'язки створених таблиць.

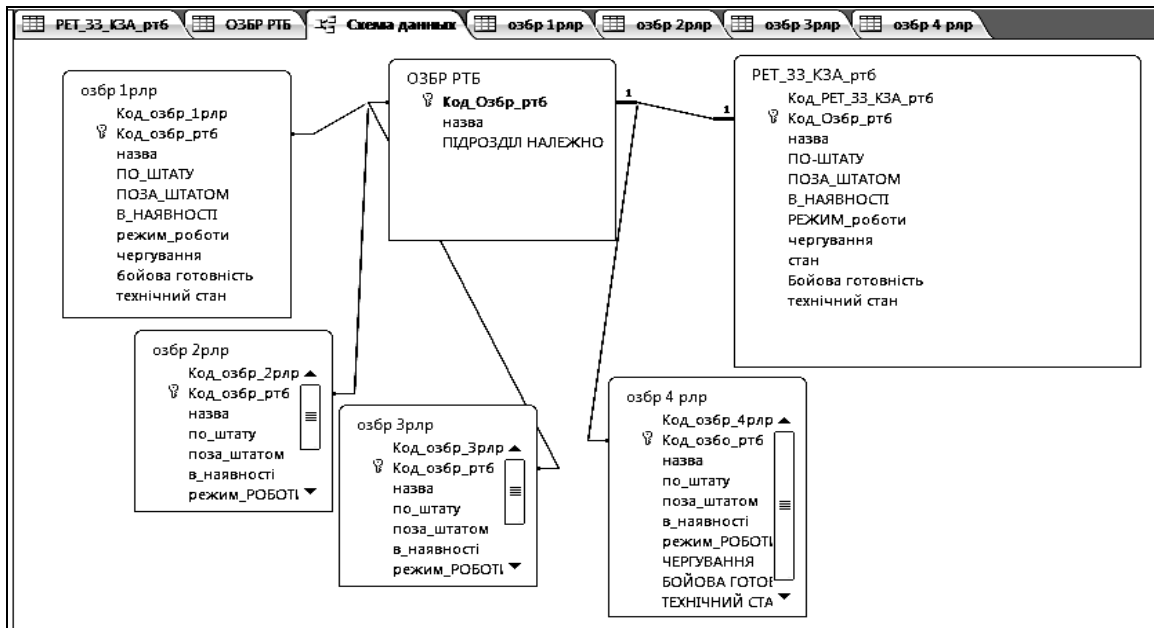


Рис. 6. Схема даних

На рис. 7 представлена функціональна схема програмного забезпечення АРМ ОБО.

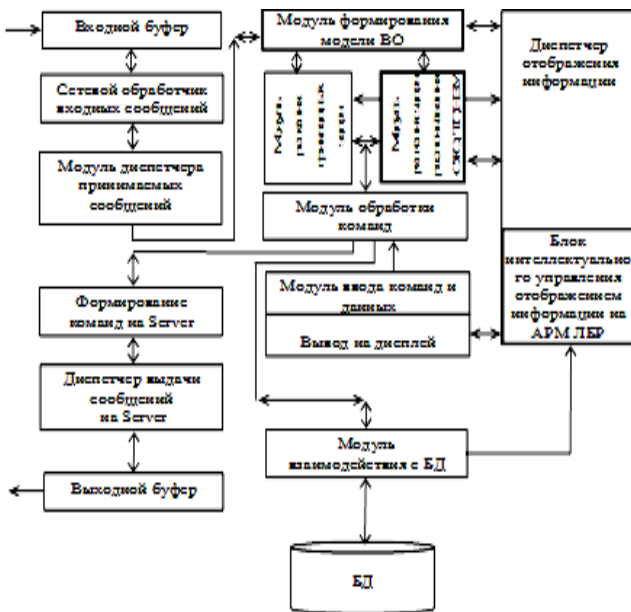


Рис. 7. Функціональна схема спеціального математичного і програмного забезпечення АРМ ОБО

Для формалізації методів розпізнавання управління інформаційними моделями використовуємо об'єктно-орієнтований підхід проектування програмного забезпечення [5]. В процесі супроводу об'єктно-орієнтованого СПЗ в ньому можуть відбутися такі зміни:

- додавання нового класу;
- зміна реалізації класу;

– зміна інтерфейсу класу.

Використання розробленого методу управління ІМ дозволяє отримати вигоди для таких показників технологічності:

1. Зменшення потрібного часу модернізації СПЗ є загальна тривалість коригування СПЗ, побудованого з використанням традиційних підходів визначається виразом:

$$t_{кор}^{трад} = t_{сн} + t_{выз} + t_{приб} + t_{сог} + t_{ан} + t_{изм} + t_{исп} + t_{бд}$$

де  $t_{сн}$  – час зняття з бойового чергування КЗА;  $t_{выз}$  – час виклику представника що розробляє організації;

$t_{приб}$  – час прибуття представника що розробляє організації;

$t_{сог}$  – час погодження внесених змін;

$t_{ан}$  – час аналізу і вивчення задачі;

$t_{изм}$  – програмування, налагодження і тестування програмних модулів КЗА;

$t_{исп}$  – час приймально-здавальних випробувань;

$t_{бд}$  – час постановки КЗА на бойове чергування.

Для СППР час внесення коректур в базу знань можна оцінити з використанням такого виразу:

$$t_{кор}^{СППР} = t_{сн} + t_{пз} + t_{уз} + t_{изм}$$

де  $t_{пз}$  – час постановки задачі когнітологу;  $t_{уз}$  – час з'ясування і аналіз завдання когнітологом;

Тоді  $t_{кор}^{трад} = 94 + 68,8n$  (годин), а  $t_{кор}^{СППР} = 12 + 16,4n$  (годин), де  $n$  – кількість цільових вершин на мережевий моделі.

2. Зменшення кількості внесених при модифікації помилок.

3. Зниження трудовитрат при супроводі СПЗ [4].

Часова діаграма процесу модифікації СПЗ для різних варіантів його побудови наведена на рис. 8.

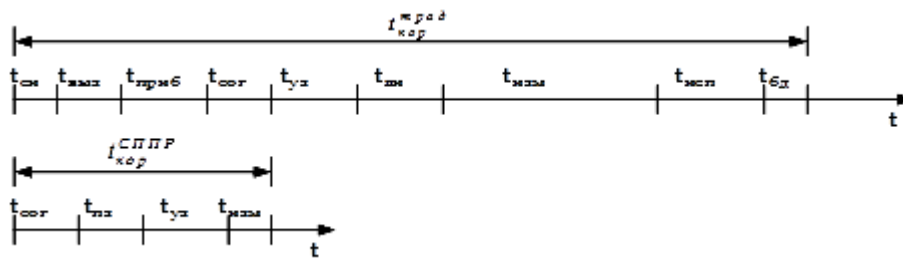


Рис. 8. Часова діаграма процесу модифікації СПЗ для різних варіантів його побудови

## Висновок

Представлена функціональна схема програмно-забезпечення АРМ ОБО дозволить створити систему інформаційного забезпечення діяльності операторів АСУ, та проводити всебічне його супроводження а всьому життєвому циклі.

## Список літератури

1. Анохин А.Н. О возможности применения CASE-технологии в задачах моделирования деятельности оператора / А.Н. Анохин // Диагностика и прогнозирование состояния объектов сложных информационных интеллектуальных систем. Сборник научных трудов №13 кафедры АСУ; под общ.ред. В. А. Острейковского. – Обнинск-Сургут: ИАТЭ-СГУ, 1999. – С. 130-135.
2. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь: Издательский центр, 2004. – 318 с.
3. Разработка метода адаптивного управления информационными моделями в подсистеме информационного обеспечения процесса принятия решения по управлению сложными динамическими системами / Б.И. Низиенко, М.А. Павленко, С.Г. Шило, П.Г. Бердник // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ, 2004. – Вып. 11 (39). – С. 126-132.
4. Обоснование структуры информационной модели АРМ оператора АСУ специального назначения /

5. М.А. Павленко, А.В. Александров, П.Г. Бердник, А.В. Перишин // Проблемы информатики и моделирования. Материалы пятой международной научно-технической конференции. – Х.: НТУ ХПИ, 2005. – С. 32.

6. Павленко М.А. Метод анализа деятельности оператора автоматизированных систем управления воздушным движением / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, И.Ю. Хромов // Системы обработки информации. – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вып. 1 (59). – С. 78-81.

7. Павленко М.А. Обгрунтування вибору закону розподілу часу при моделюванні діяльності оператора АСУ / М.А. Павленко, С.В. Кукобко, М.Ю. Гусак // Системи озброєння і військова техніка. – 2012. – № 2 (30). – С. 192-196.

8. Павленко М.А. Разработка процедуры многоэтапной формализации знаний для экспертных систем реального времени / М.А. Павленко // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ, 2004. – Вып. 9 (37). – С. 124-133.

9. Розробка інформаційної моделі контролю технічного стану озброєння та техніки радіотехнічного батальйону / М.А. Павленко, Т.Ю. Мищенко, М.Ю. Гусак, С.І. Сімонов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. – Вып.1 (38). – С. 101-104.

Надійшла до редколегії 28.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.І. Тимочко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ АСУ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Ю.В. Стасев, М.А. Павленко, Т.Ю. Мищенко, Л.В. Шаманская

В статье рассмотрен способ отображения информации о техническом состоянии вооружения радиотехнического батальона. Проведена разработка базы данных для обобщения информации о состоянии вооружения и техники радиотехнического батальона. Проведено имитационное моделирование деятельности оператора АСУ при оценке состояния вооружения и техники радиотехнического батальона во время подготовки и ведения боевых действий. Проработан объектно-ориентированный подход для проектирования программного обеспечения.

**Ключевые слова:** оператор, база данных, информационная модель, специальное программное обеспечение, объектно-ориентированный подход проектирования.

## PERFECTION OF INFORMATIVE PROVIDING OF ACTIVITY OF OPERATORS TO ACE AT ESTIMATION OF THE STATE OF MANAGEMENT OBJECTS

Yu.V. Stasev, M.A. Pavlenko, T.Yu. Mischenko, L.V. Shamanska

In the article the method of reflection of information is considered about the technical state of armament of radio engineering battalion. Development of database is conducted for generalization of state information armament and technique of radio engineering battalion. The imitation design of activity of operator is conducted to ACE at the estimation of the state of armament and technique of radio engineering battalion during preparation and conduct of battle actions. The object-oriented approach is worked out for planning of software.

**Keywords:** operator, database, informative model, special software, object-oriented approach of planning.