

Matukhin, A. Naboka

*A content of radar system theory is presented in a concise form. The main idea of the theory is definition of a system state notion which should be combined all the system parameters and the external environment. It should define the system concept and serve as the main indicator of the system quality. Leading ideas of the theory are the dynamics of system functioning and the dynamics of conflict interaction between the system and the environment. The process is described in the form of differential action and counteraction game. The boundaries of radar systems engineering concepts are defined. A notion of military and technical system design is defined more precisely. The problems of synthesis, control and bilateral conflict control of the system state. The issues related to radio holography are expanded at the system level. New methods of linear and nonlinear wave field holographic processing for reducing of antenna positions number are suggested. Some model examples holographic radar development are given. Issues concerning synchronization, autofocusing and alignment of antenna positions antenna are considered at the system level. Determination of state, dynamics and conflict equations for single-function, multi-function and multi-line subsystems is suggested.*

**Key words:** radar systems theory, dynamical radio holographic information early warning system, radar systems engineering, bilateral conflicting control, differential game of action and counteraction.

УДК 004.89

П.П. Ткачук<sup>1</sup>, В.Л. Живчук<sup>1</sup>, В.В. Литвин<sup>1</sup>, О.В. Оборська<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

<sup>2</sup>Національний університет „Львівська політехніка”, Львів

## ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБОРУ, ПЕРЕДАЧІ ТА ОБРОБКИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ В АСУ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ

*У статті розглядається побудова системи збору та обробки розвідувальних даних як складової автоматизованої системи управління Сухопутних військ Збройних Сил України. Описано функціональне наповнення системи та структуру її бази даних. Наведено приклади функціонування системи.*

**Ключові слова:** військова розвідка, розвідка поля бою, формула Байєса.

### Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективність застосування військ (сил) сучасних збройних сил значною мірою залежить від рівня розвитку системи управління, тобто її автоматизації. Автоматизація управління може суттєво підвищити бойової можливості військ (сил) і одночасно в декілька разів скоротити час, який витрачають органи управління на оперативне планування і доведення завдань до підлеглих. Ефективне управління з'єднаннями, частинами, підрозділами безпосередньо залежить від розвідки та засобів зв'язку, за допомогою яких передаються розвідувальні дані.

Військова розвідка організується командирами та штабами в інтересах загальновійськових з'єднань, частин та підрозділів з метою отримання відомостей про противника [1, 2]. Основними вимогами до військової розвідки є цілеспрямованість, безперервність, активність, оперативність (своєчасність), скритність, достовірність, точність визначення координат об'єктів розвідки (цілей).

Розвідка поля бою – це найважливіший елемент, що забезпечує перевагу сил в бою. Тактична розвідка

спрямована на створення сприятливих умов для організованого і своєчасного вступу в бій та успішного його проведення. У зв'язку із зазначеним виникає необхідність розробити програмне забезпечення для швидкої та ефективної передачі розвідувальних даних у штаб, а також для узагальнення відомостей про бойовий склад, положення, стан угруповань військ наземного противника, характер його дій і намірів, сильних та слабких сторін, а також ступінь та характер інженерного обладнання.

**Постановка задачі.** Мета статті – розроблення методу збору та опрацювання розвідувальних даних для прийняття ефективних рішень щодо управління підрозділами Сухопутних військ та шляхів створення відповідного програмного забезпечення.

### Виклад основного матеріалу

**Розвідка території.** Нехай існує територія  $D$ , в межах якої може перебувати той чи інший об'єкт та сили противника. Розвідник перетинає цей район по деякій траєкторії  $T$ . Задача розвідника полягає в тому, щоб дізнатись якомога більше даних про противника в даному районі, провести розвідку на максимально можливій території.

При оцінці ефективності розвідки і при плануванні розвідувальних дій в деяких випадках доводиться враховувати протидію противника. Часто буває, що на шляху до розвідувального району (або назад) розвідник може бути уражений силами противника.

Якщо розвідник для того, щоб повідомити свої дані, повинен повернутись у власний підрозділ, то потрібно враховувати протидію на шляху як "туди", так і "назад". Якщо розвідник передає свої дані засобами зв'язку, то при оцінці його ефективності достатньо враховувати протидію противника тільки на шляху "туди". Зрозуміло, що ця задача вимагає наявності ефективних засобів передачі інформації.

Для визначення кількості розвідників, необхідних для ефективної розвідки району  $D$ , скористаємось математичною моделлю, яка наведена у [2]. Якщо розвідник не уражений противником, він діє самостійно і розвідує в середньому деяку частину площі району, яку позначимо через  $M_p$ , наприклад, 60% ( $M_p=0,6$ ). Тоді середня площа розвідки для трьох розвідників із врахуванням протидії дорівнює:

$$M_p(3) = 1 - (1 - QM_p)^3,$$

де  $Q$  – ймовірність того, що розвідник не був попередньо уражений. Якщо середню площу розвідувальної території для одного розвідника позначити як  $M_p$ , то

$$M_p(3) = 1 - (1 - 0,7 \cdot 0,6)^3 \approx 0,80.$$

За цією умовою ми можемо визначити, скільки розвідників потрібно, щоб розвідувати в середньому 90% площі району. А саме

$$n = \frac{\lg(1-0,9)}{\lg(1-0,7 \cdot 0,6)}.$$

Звідси маємо, що розрахунок розвідників повинен складатися  $n \approx 5$ .

**Обробка розвідувальних даних.** Задача обробки розвідувальних даних в загальному випадку виглядає так [3]: група розвідників приносить про стан системи  $X$  сукупність повідомлень (в загальному випадку різнобічних); необхідно визначити стан системи з найбільшою ймовірністю і розподілити ймовірність за іншими станами. Крім того, при обробці розвідувальних даних повинні братись до уваги правдоподібні повідомлення, тобто попередньо необхідно оцінити тим чи іншим способом ймовірності станів  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . Позначимо ці ймовірності

$$P_0(x_1), P_0(x_2), \dots, P_0(x_k) \quad (1.1)$$

і будемо їх називати попередніми, на відміну від кінцевих, які будуть отримані в результаті розвідки. Очевидно, ці кінцеві ймовірності стану залежать від того, яку множину повідомлень принесе розвідник.

Позначимо цю множину  $\tilde{S}$ , а кінцеву ймовірність станів, визначену на основі цієї множини, позначимо через

$$P_p(x_1/\tilde{S}); P_p(x_2/\tilde{S}); \dots; P_p(x_k/\tilde{S}). \quad (1.2)$$

Ці ймовірності являють собою умовні ймовірності станів  $x_1, \dots, x_k$ , обчислені при умові, що розвідка доставила множину повідомлень  $\tilde{S}$ , які обчислюються за формулою Байєса

$$P_p(x_i/\tilde{S}) = \frac{P_0(x_i)P(\tilde{S}/x_i)}{P_0(x_1)P(\tilde{S}/x_1) + \dots + P_0(x_k)P(\tilde{S}/x_k)}, \quad (1.3)$$

де  $P(\tilde{S}/x_1)$  – ймовірність множини повідомлень  $\tilde{S}$ , якщо система була в стані  $x_1$ ;  $P(\tilde{S}/x_2)$  – ймовірність сукупності повідомлень, якщо система була в стані  $x_2$ , і .д.

Якщо в нас немає ніяких попередніх даних про стани системи, то можна вважати початкові ймовірності однаковими:

$$P_0(x_1) = P_0(x_2) = \dots = P_0(x_k) = \frac{1}{k}.$$

Припустимо, що розвідник приніс повідомлення  $\tilde{x}_1$ . Тоді за формулою Байєса (1.3) ймовірність стану  $x_1$  буде рівна:

$$P_p(x_1/\tilde{x}_1) = \frac{P_0(x_1)P(\tilde{x}_1/x_1)}{P_0(x_1)P(\tilde{x}_1/x_1) + P_0(x_2)P(\tilde{x}_1/x_2)}. \quad (1.4)$$

Очевидно, що

$$P_p(x_2/\tilde{x}_1) = 1 - P_p(x_1/\tilde{x}_1). \quad (1.5)$$

Припустимо, що розвідник принесе друге повідомлення  $\tilde{x}_2$ . Тоді

$$P_p(x_1/\tilde{x}_2) = \frac{P_0(x_1)P(\tilde{x}_2/x_1)}{P_0(x_1)P(\tilde{x}_2/x_1) + P_0(x_2)P(\tilde{x}_2/x_2)}. \quad (1.6)$$

Якщо розвідник не принесе повідомлення, то

$$P_p(x_1/\tilde{x}_0) = \frac{P_0(x_1)P(\tilde{x}_0/x_1)}{P_0(x_1)P(\tilde{x}_0/x_1) + P_0(x_2)P(\tilde{x}_0/x_2)}. \quad (1.7)$$

**Додаток «Military Intelligence».** Для збору та опрацювання розвідувальних даних було розроблено андроїд-додаток «Military Intelligence». За допомогою цього програмного забезпечення можна розв'язати такі задачі:

- швидко визначити власне місце розташування;
- розставити на карті об'єкти, визначені на розвідувальній території, та автоматично визначити їх координати;
- охарактеризувати об'єкти, використовуючи піктограми військових стандартів та за допомогою додавання власних коментарів;

- можливість надання штабу онлайн-перегляду розвідувальної території;
- занесення всіх відомостей в базу даних та її передача у штаб за певними каналами зв'язку.

Вимоги до апаратно-програмного забезпечення:

- операційна система Android версії 4.0.4 та вище;
- разове підключення до мережі (спеціальні мережі або в тестовому режимі – Інтернет);
- не менше, ніж 10 Мб вільного місця в пам'яті пристрою.

Даний додаток автоматично визначає координати, дату та час. Користувач може додати свій власний коментар. Вивантаження даних в базу даних, яка знаходиться у штабі, відбувається в будь-який момент часу, коли це зможе зробити розвідник.

Додаток працює із Google Maps. Під час запуску додатка програма визначає місце розташування розвідника (рис. 1).

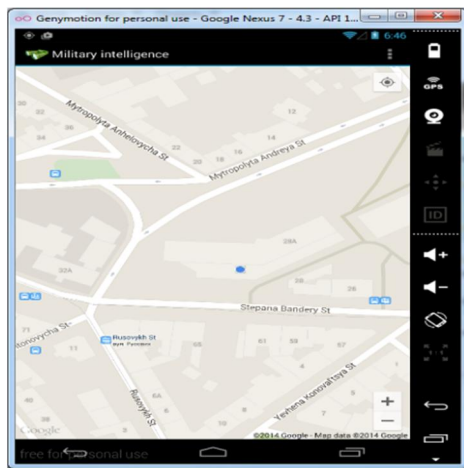


Рис. 1. Визначення місця розташування

Якщо розвідник спостерігає об'єкт, то необхідно натиснути відповідне місце на карті і на цьому місці з'явиться червона мітка (рис. 2).

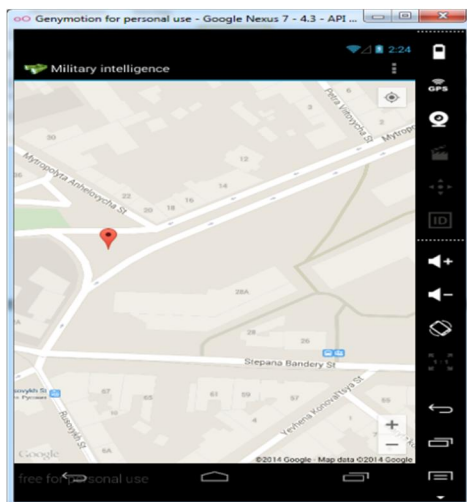


Рис. 2. Мітка об'єкта

Для опису розвідувального об'єкта необхідно натиснути на відповідну мітку і відкриється відповідне вікно додавання характеристик. На рис. 3 наведено додання об'єкта «танк» на карту, а на рис. 4 – його відображення на карті.

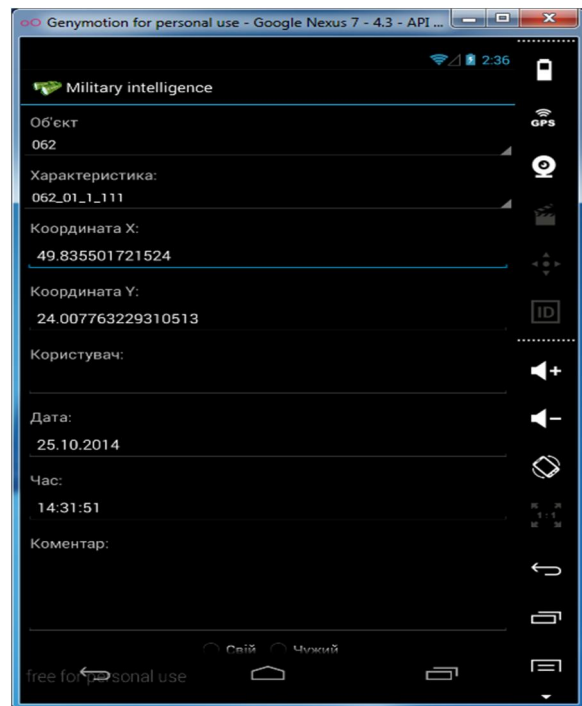


Рис. 3. Вікно для опису об'єкта

Якщо в певний момент часу відсутнє з'єднання із мережею (або Інтернетом), тоді є можливість архівації даних, і вони автоматично будуть завантажені в базу даних, коли відбудеться підключення до мережі.

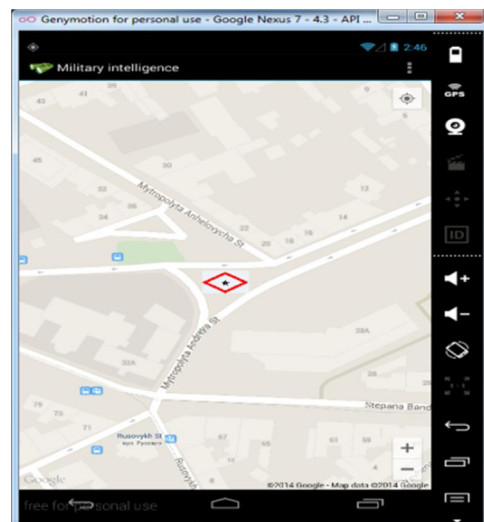


Рис. 4. Доданий об'єкт на карті

Додаток надає можливість проводити відеотрансляцію розвідувальної території з переглядом у штабі в режимі онлайн.

Структура бази даних системи наведена (рис. 5).

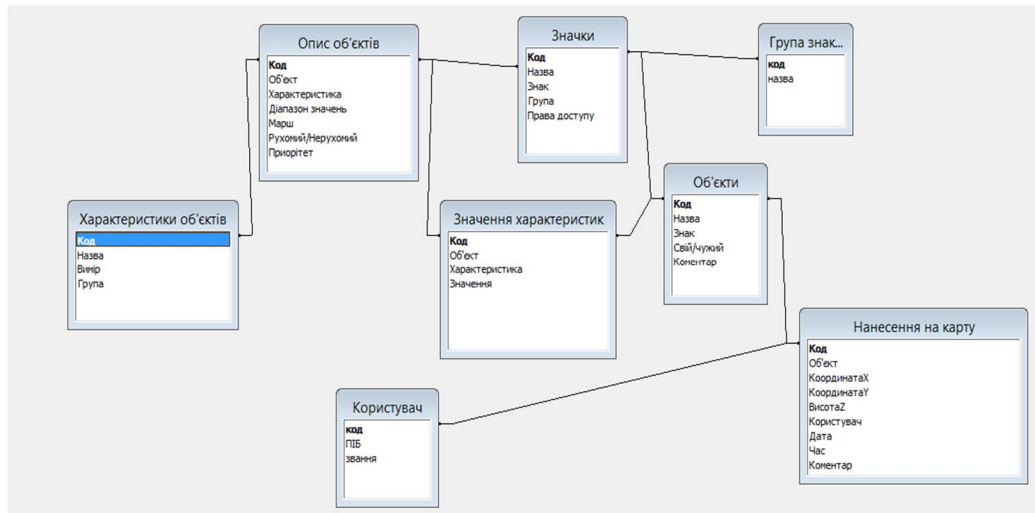


Рис. 5. Структура бази даних (ER-схема)

## Висновки

Розроблено мобільний андроїд-додаток «Military Intelligence», який призначено для розвідників. За допомогою цього додатка можна швидко та ефективно здійснювати розвідку територій, а саме збирати та передавати інформацію у штаб. У свою чергу, це дає змогу командирам підрозділів ефективно узагальнювати отримані відомості про бойовий склад, положення, стан угруповань військ, характер дій і намірів противника, сильних та слабких сторін, а також ступінь та характер інженерного обладнання.

## Список літератури

1. Математические модели боевых действий / П.Н. Ткаченко, Л.Н. Куцев, Г.А. Мецераков, А.М. Чавкин, А.Д. Чебыкин. – М.: Советское радио, 1969. – 240с.
2. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций / Е.С.Вентцель. – Советское радио, 1969. – 390с.
3. Можаровський В.М. Основні положення методики визначення варіанта (способу) бойових дій та складу уруповання військ (сил) для відбиття агресії / В.М. Можаровський, О.М.Загорка // Наука і оборона / №1'2011. – С. 3-6.
4. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень / В.В. Литвин. – Львів: Видавництво «Львівської політехніки», 2011. – 240 с.

**Рецензент:** д.т.н., доц. Є.В. Буров, Національний університет «Львівська політехніка», Львів.

## Подход к построению программного обеспечения сбора, передачи и обработки разведанных в АСУ тактического звена

П.П. Ткачук, В.Л. Живчук, В.В. Литвин, О.В. Оборська

*В статье рассматривается построение системы сбора и обработки разведывательных данных как составляющей автоматизированной системы управления Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины. Описаны функциональное наполнение системы и структура ее базы данных. Приведены примеры функционирования системы.*

**Ключевые слова:** военная разведка, разведка поля боя, формула Байеса.

## Approach to building software collection, transmission and processing military intelligence in command control system

P. Tkachuk, V. Zhyvchuk, V. Lytvyn, O. Oborska

*The article deals with the construction of the collection and processing of intelligence as a component of an automated control system of the Land Forces of Ukraine. We describe the functional filling system and the process of building its database. Examples of the system.*

**Key words:** military intelligence, exploration of the battlefield, Bayes' formula.