

инкапсулируют вызовы функций «Windows API», тем самым упрощается процесс создания программ [2].

Данный программный продукт используется в учебном процессе как пример проектирования и программирования при подготовке специалистов инженерных специальностей. Программный продукт показал стабильность и надежность в работе на производстве. Текстовый редактор «Kromeo» может использоваться в различных сферах деятельности.

1. Архангельский, А. Я. Программирование в Delphi: учебник по классическим версиям Delphi / А. Я. Архангельский. – Москва: Бинум, 2008. – 1154 с.
2. Бобровский, С. И. Delphi 7: учебный курс / С. И. Бобровский. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 736 с.
3. Фаронов, В.В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня: Учебник для вузов – СПб.: Питер, 2007, 2010. – 540 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ**

*Свинарский М.В., Зайко Е.В.,*

*адъюнкты УО «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Ярмолик С.Н., канд. техн. наук, доцент*

В условиях ведения современного противовоздушного боя на первый план выходит задача первоочередного уничтожения наиболее важных (опасных) целей, обусловленная ограниченностью временного ресурса и средств противодействия. Постоянный рост ассортимента наблюдаемых объектов, снижение их радиолокационной заметности и расширение круга решаемых ими задач снижает эффективность средств противовоздушной обороны. Наличие информации о составе, классах, типах, состояниях и действиях целей в налете позволяет повысить качество противодействия налету противника. Факт принадлежности наблюдаемого объекта к определенному классу или типу устанавливается в процессе решения задачи распознавания [1].

Процесс принятия решения о классе наблюдаемого объекта предполагает сопоставление реализации выделенных классификационных признаков с имеющимися эталонами. Совокупность эталонных РЛП соответствующих различным наблюдаемым объектам представляет собой базу данных. База данных будет считаться «идеальной» в случае если эталонный РЛП будет соответствовать в точности наблюдаемому объекту. Применительно к решению задачи радиолокационного распознавания в качестве классификационных признаков широкое распространение получили радиолокационные портреты (РЛП) объектов наблюдения.

Анализ зависимости РЛП от параметров наблюдения объекта [1] показал, что одним из наиболее существенных факторов, влияющим на вид и параметры РЛП, является пространственная ориентация объекта относительно линии визирования «радиолокатор-цель». В процессе полета летательного аппарата (ЛА) постоянно изменяются его углы пространственной ориентации (УПО) относительно радиолокационной станции ( $\Theta^{ЛВ}$ ), что обуславливает необходимость постоянной адаптации имеющихся эталонных РЛП к текущим условиям наблюдения ЛА [2].

На практике наблюдается слишком большой диапазон изменения УПО ЛА, а также большое количество целей, усложняют формирование базы данных, и увеличивает вычислительные требования при обработке данных распознавания [2]. Например, если количество записей настолько велико, что доступ к данным занимает больше времени, чем позволяют оперативные сроки, это явно недопустимо. Напротив, если база данных слишком мала и наблюдаемые цели не представлены должным образом это приводит к низкой эффективности классификации, что также является недопустимым.

Целью является определение необходимого количества эталонных радиолокационных портретов хранимых в базе данных для решения задачи распознавания с требуемой эффективностью.

**Материал и методы.** Для ограничения количества хранимых эталонных РЛП по различным УПО ЛА на практике хранят один эталонный портрет для одного углового сектора.

Размер сектора хранения эталонных РЛП как правило определяется схожестью эталонных портретов в определенном диапазоне УПО ЛА и как правило составляет единицы градусов. На сегодняшний день единого способа формирования размера углового сектора хранения эталонных РЛП не существует. Это представляет определенные проблемы при практической реализации систем радиолокационного распознавания.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе исследований была разработана методика формирования базы данных эталонных РЛП [2]. Данная методика основана на неравномерности заполнения анализируемого диапазона УПО ЛА эталонными РЛП. В основу оценки размеров секторов базы данных устройства распознавания, учитывающих изменения УПО хранящихся эталонных портретов, положена допустимая степень уменьшения вероятности правильного распознавания. При этом выбранный размер сектора базы данных эталонных портретов определяется максимально допустимым угловым рассогласованием между входным и эталонным портретом (рисунок 1).

Эффективность функционирования предложенной методики оценивалась методом математического моделирования. В качестве классификационного признака выбран дальномерный радиолокационный портрет, сформированный из верифицированной программы «Back Skattering Simulation». В процессе моделирования исследовались три класса объектов: крылатая ракета (ALCM), истребитель (Tornado), бомбардировщик (B-52). При формировании базы данных эталонных дальномерных радиолокационных портретов анализировался следующий диапазон углов: по углу курса ЛА  $\psi^{лв} = \overline{0,180}$  [град] и по углу тангажа ЛА  $\vartheta^{лв} = \overline{-90,90}$  [град], с шагом  $\delta\psi^{лв} = \delta\vartheta^{лв} = 0.5$  [град]. В процессе моделирования предполагалось, что форма и параметры дальномерного РЛП в пределах  $\delta\psi^{лв} = \delta\vartheta^{лв} = 0.5^\circ$  не изменяются.

При моделировании использовались следующие исходные данные: допустимая степень уменьшения вероятности правильного распознавания составляет  $K = 0.9$ , что соответствует потерям в эффективности функционирования устройства распознавания до 10%; отношение сигнал-шум обеспечивалось равным  $\gamma_{тек} = 20$  [дБ] для исключения влияния шумовой составляющей; итерационное рассогласование по углам пространственной ориентации осуществлялось на величину  $\delta\psi^{лв} = \delta\vartheta^{лв} = 0.5^\circ$ .

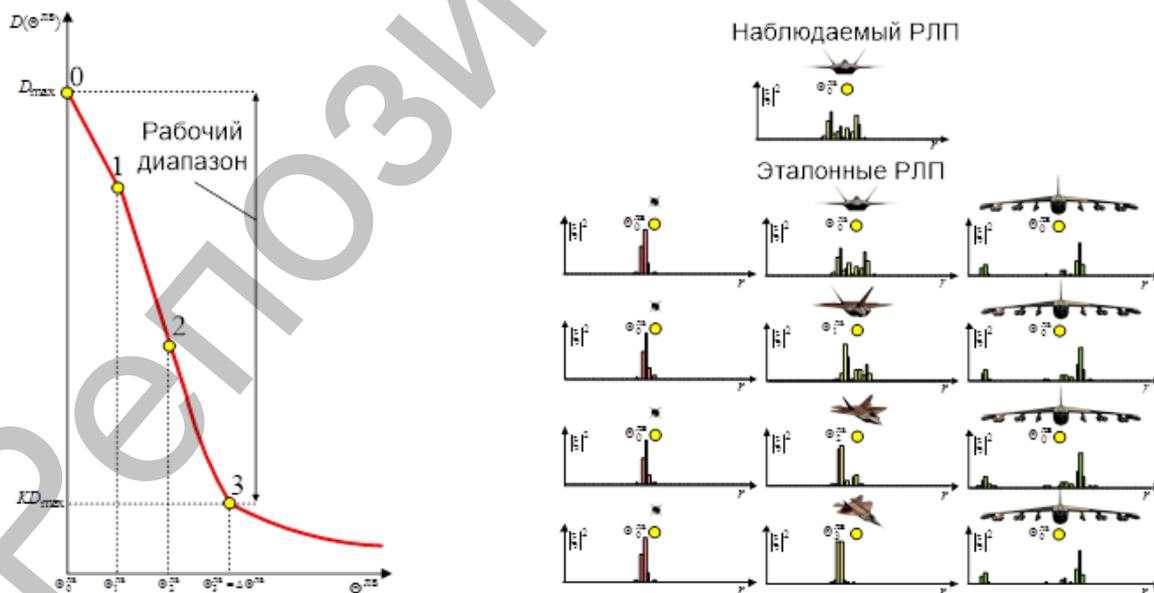


Рисунок 1. – Оценка максимально допустимого углового рассогласования между наблюдаемым и эталонным портретом

Результат математического моделирования подтвердил наличие выигрыша в количестве хранимых эталонных РЛП по сравнению с фиксированным интервалом хранения, который составил порядка 80%.

**Заключение.** Представленный подход к формированию базы данных эталонных РЛП позволяет существенно снизить объем хранимой информации с учетом допустимого снижения вероятности правильного распознавания класса объекта наблюдения, что несет существенный практический интерес. Эффективность предложенного метода была доказана путем математического моделирования.

1. Курлович, В. И. Основы теории радиосистем: учеб. пособие / В. И. Курлович, С. В. Шалыпин. – Минск : ВА РБ, 1999. – 342 с.
2. Ярмолик, С. Н. Особенности хранения эталонных портретов в системах радиолокационного распознавания с учетом рассогласования по углам пространственной ориентации / С. Н. Ярмолик, М. В. Свиначский, А. С. Храменков, Е. В. Зайко // Вестник ВАРБ, 2019. – № 2. С. 60–70.

## ОБ АЛГЕБРАИЧНОСТИ РЕШЕТКИ $\sigma$ -ЛОКАЛЬНЫХ ФИТТИНГОВЫХ МНОЖЕСТВ

**Стаселько И.И.,**

*магистрант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Воробьев Н.Н., доктор физ.-мат. наук, доцент*

Все рассматриваемые группы конечны. Мы будем использовать терминологию из [1–3].

Пусть  $\mathbb{P}$  – множество всех простых чисел. Символом  $\pi(n)$  обозначают множество всех различных простых делителей целого числа  $n$ . Следуя [2],  $\sigma$  – упорядочение множества  $\mathbb{P}$ , т.е.  $\sigma = \{\sigma_i \mid i \in I\}$ , где  $\mathbb{P} = \bigcup_{i \in I} \sigma_i$  и  $\sigma_i \cap \sigma_j = \emptyset$  для всех  $i \neq j$ ;  $\sigma(n) = \{\sigma_i \mid \sigma_i \cap \pi(n) \neq \emptyset\}$ ,  $\sigma(G) = \sigma(|G|)$ . Множество  $F$  подгрупп группы  $G$  называется фиттинговым множеством  $G$  [1], если выполняются следующие условия: 1) если  $T \triangleleft S \in F$ , то  $T \in F$ ; 2) если  $S, T \in F$  и  $S, T \triangleleft ST$ , то  $ST \in F$ ; 3) если  $S \in F$  и  $x \in G$ , то  $S^x \in F$ . Классом Фиттинга называется класс групп  $F$ , который замкнут относительно взятия нормальных подгрупп и произведений нормальных подгрупп из  $F$ . Пусть  $E^{\sigma_i}$  – класс всех  $\sigma_i$ -групп и  $E^{\sigma'_i}$  – класс всех  $\sigma'_i$ -групп.

Для фиттингова множества  $F$  группы  $G$  и класса Фиттинга  $X$  множество  $\{H \leq G \mid H/H_F \in X\}$  подгрупп группы  $G$  называется произведением  $F$  и  $X$  обозначается  $F \circ X$  [4].

Функция вида

$$f: \sigma \rightarrow \{\text{фиттинговы множества группы } G\}$$

называется  $\sigma$ -функцией Хартли (более кратко  $H_\sigma$ -функцией) группы  $G$  [3]. Для произвольной  $H_\sigma$ -функции  $f$  полагают

$$LFS_\sigma(f) = \{H \leq G \mid H = 1 \text{ либо } H \neq 1 \text{ и } H^{E^{\sigma_i E^{\sigma'_i}}} \in f(\sigma_i)\}$$

$$\text{для всех } \sigma_i \in \sigma(G).$$

Пусть  $F$  – фиттингово множество группы  $G$ . Если найдется  $H_\sigma$ -функция  $f$  такая, что  $F = LFS_\sigma(f)$ , то  $F$  называют  $\sigma$ -локальным и  $f$  –  $\sigma$ -локальным заданием  $F$  [3]. Относительно включения  $\subseteq$  множество всех  $\sigma$ -локальных фиттинговых множеств группы  $G$  является полной решеткой.

Основным результатом является следующая

**Теорема.** Решетка всех  $\sigma$ -локальных фиттинговых множеств группы  $G$  алгебраична.

1. Doerk, K. Finite Soluble Groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin – New York : Walter de Gruyter & Co., 1992. – 891 p. – (De Gruyter Expo. Math., vol. 4).
2. Chi, Zhang. On  $n$ -multiply  $\sigma$ -local formations of finite groups / Zhang Chi, V.G. Safonov, A.N. Skiba // Comm. Algebra. – 2019. – doi.org/10.1080/00927872.2018.1498875.
3. Vorob'ev, N.T. On  $\sigma$ -local Fitting sets / N.T. Vorob'ev, K. Lantsetova // XII International Algebraic Conf. in Ukraine : Book of Abstracts, Vinnytsia, July 02–06, 2019 / Institute of Mathematics of Ukrainian National Academy of Sciences, Kyiv Taras Shevchenko National University, Vasyl' Stus Donetsk National University ; Org. com.: R. Grynyuk (chairman) [and others]. Progr. com.: Yu. Drozd (chairman) [and others]. – Vinnytsia, 2019. – P. 128–129.
4. Yang, N. On F-injectors of Fitting set of a finite group / N. Yang, W. Guo, N.T. Vorob'ev // Comm. Algebra. – 2018. – Vol. 46, N 1. – P. 217–229.