

Синтез решающего правила системы распознавания со структурно-параметрической адаптацией

Р. Н. Акиншин, А. В. Петешов, А. И. Полубехин, А. Г. Черевко

Предложено адаптивное решающее правило (АРП) для системы радиолокационного распознавания (РЛР) с многоканальной двухэтапной обработкой радиолокационного портрета (РЛП). Это правило основано на предположении, что сигнал и фон являются нормальными стационарными случайными процессами с нулевыми средними значениями и известны ковариационные матрицы портретов. Определены критерии качества распознавания, из которых выделены три наиболее целесообразных для практики РЛР, и разработана обобщенная схема системы распознавания с адаптивным решающим правилом. Для реализации системы радиолокационного распознавания со структурно-параметрической адаптацией РЛС предложено ввести в данную систему устройство прогноза качества и управления, которое проводит оценку (прогноз) количества информации и изменение решающего правила системы РЛР в соответствии с полученной оценкой.

Ключевые слова: радиолокационный портрет, априорная информация, решающее правило, адаптация, эталон, помеха.

1. Введение

Качество работы системы распознавания может повышаться в результате изменения содержания (состава) принимаемого системой решения на основе оперативного анализа количества априорной информации, которая может содержаться в радиолокационном портрете (РЛП) при действующих условиях наблюдения, с учетом способностей системы радиолокационного распознавания (РЛР) по извлечению этой информации. При использовании анализа, производимого в реальном времени, принимаемое системой решение может содержать конкретный класс (группу целей в классе) или объединять несколько классов (групп), к которым наиболее вероятно принадлежит наблюдаемая цель.

Полагаем, что после предварительной обработки принятого сигнала в РЛС формируется РЛП цели в виде матрицы-строки совокупности N комплексных амплитуд $\xi = \{\xi_1 \dots \xi_N\}$ сигналов, относящихся к различным N элементам пространства наблюдения и являющихся случайными величинами. При отсутствии цели портрет состоит из фоновой составляющей $\xi = \xi_f = \{\xi_{1(f)} \dots \xi_{N(f)}\}$, $\xi_f = \{\xi_{1(f)} \dots \xi_{N(k)}\}$, а при наличии цели k -го класса ($K = \overline{1, M}$) – из аддитивной смеси сигнальной $\xi_f = \{\xi_{1(f)} \dots \xi_{N(k)}\}$ и фоновой ξ_f составляющих: $\xi = (\xi_f + \xi_k)$.

С учетом воздействия на формирование РЛП сравнительно большого количества независимых случайных факторов полагаем, что на ограниченном интервале наблюдения сигнал и фон являются независимыми нормальными случайными процессами со стационарными параметрами. Примерами возможности использования такого допущения на практике, под-

твержденными многочисленными экспериментальными исследованиями [1, 2, 3], являются спектральный и азимутальный РЛП.

Полагаем ковариационные матрицы РЛП сигналов целей k -го класса $R_k = \overline{\xi_k^* \xi_k}$ известными для всех классов $k = \overline{1, M}$, а ковариационная матрица фона $R_f = \xi_f^* \xi_f$ априорно не определена (знак «*» означает комплексное сопряжение и транспонирование).

Требуется определить структуру и получить выражения для расчета статистических характеристик системы РЛР, которая после обработки РЛП принимает одно из M решений – «есть цель k -го класса», причем $k = \overline{1, M}$.

Для синтеза системы распознавания может использоваться адаптивный байесовский подход [1, 2], при котором априорно неизвестная ковариационная матрица фона R_f заменяется максимально правдоподобной оценкой \widehat{R}_f и минимизируется оценочное значение среднего риска. В этом случае обобщенное правило распознавания может быть записано в виде:

$$\left. \begin{aligned} C_k p(\xi | A_k) &> C_l p(\xi | A_l) \\ l &= \overline{1, M}; l \neq k \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где c_k, c_l – коэффициенты, которые теоретически определяются вероятностями отсутствия и наличия цели k, l -го класса и ценами правильных и ложных решений; $p(\xi | A_k)$ – условная плотность вероятности выборки ξ при наличии цели k -го класса ($k = \overline{1, M}$); A_k, A_l, A_k^*, A_l^* – условия наличия и решения о наличии цели k -го или l -го класса при $k, l = \overline{1, M}$.

2. Решающее правило алгоритма распознавания

При нормальном распределении сигнальной и фоновой составляющих портрета:

$$\left. \begin{aligned} p(\xi | A_k) &= \frac{1}{(2\pi)^N \det R_{k+f}} \exp[-\xi Q_{k+f} \xi^*], \quad k = \overline{1, M} \\ p(\xi | A_0) &= \frac{1}{(2\pi)^N \det R_f} \exp[-\xi \widehat{Q}_f \xi^*], \quad k = 0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где $p(\xi | A_0)$ – условная плотность вероятности выборки ξ , при наличии только фона с корреляционной матрицей фона R^Φ ; $\widehat{Q}_f = \widehat{R}_f^{-1}$; $R_{k+f} = R_k + \widehat{R}_f$; $Q_{k+f} = R_{k+f}^{-1}$; $\det \widehat{R}_f, \det R_{k+f}$ – определители матриц \widehat{R}_f и R_{k+f} . Для поиска более приемлемого в реализации алгоритма подставим (2) в (1), разделим обе части (1) на $p(\xi | A_0)$ и прологарифмируем левую и правую части неравенства. В результате получим [3] решающее правило:

$$\text{если } z_k > z_l \text{ для всех } l = \overline{1, M}, l \neq k, \text{ то } A_k^*. \quad (3)$$

В решающем правиле (3) величина $z_{k(l)}$ является результатом обработки портрета ξ в $K(l)$ -м канале системы в соответствии с алгоритмом

$$z_k = L_k + \xi R^{k0} \xi^*, \quad (4)$$

где $L_k = (\ln(\det \widehat{R}_k / \det R_{k+f}) + \ln c_k)$ – смещение в k -м канале;

$R^{k0} = (\widehat{Q}_f - Q_{k+f})$ – матрица обработки портрета в k -м канале.

Возможны различные формы представления матрицы обработки. Например, она может быть представлена в виде двух сомножителей $R^{k0} = R_1^{k0} R_1$. В соответствии с таким представлением обработка РЛП проводится в два этапа. Сомножитель $R_1 = \widehat{Q}_f$ отражает содержание первого этапа – декорреляции фона, поскольку ковариационная матрица фона после этого

этапа равна единичной: $E = R^k_1 R^\Phi$, а второй сомножитель $R^{k0}_{11} = [E + (\hat{Q}_f R_k)^{-1}]^{-1}$ отражает содержание второго этапа обработки. С учетом такого представления матрицы R^{k0} выражение (4) можно записать в виде

$$z_k = L_k + \xi [E + (\hat{Q}_f R_k)^{-1}]^{-1} \hat{Q}_f \xi^*, \quad (5)$$

который характеризует структуру системы радиолокационного распознавания с двухэтапной обработкой радиолокационного портрета. Пример структуры системы распознавания, реализующей обработку в каналах в соответствии с (5) и решающим правилом (3), представлен на рис. 1.

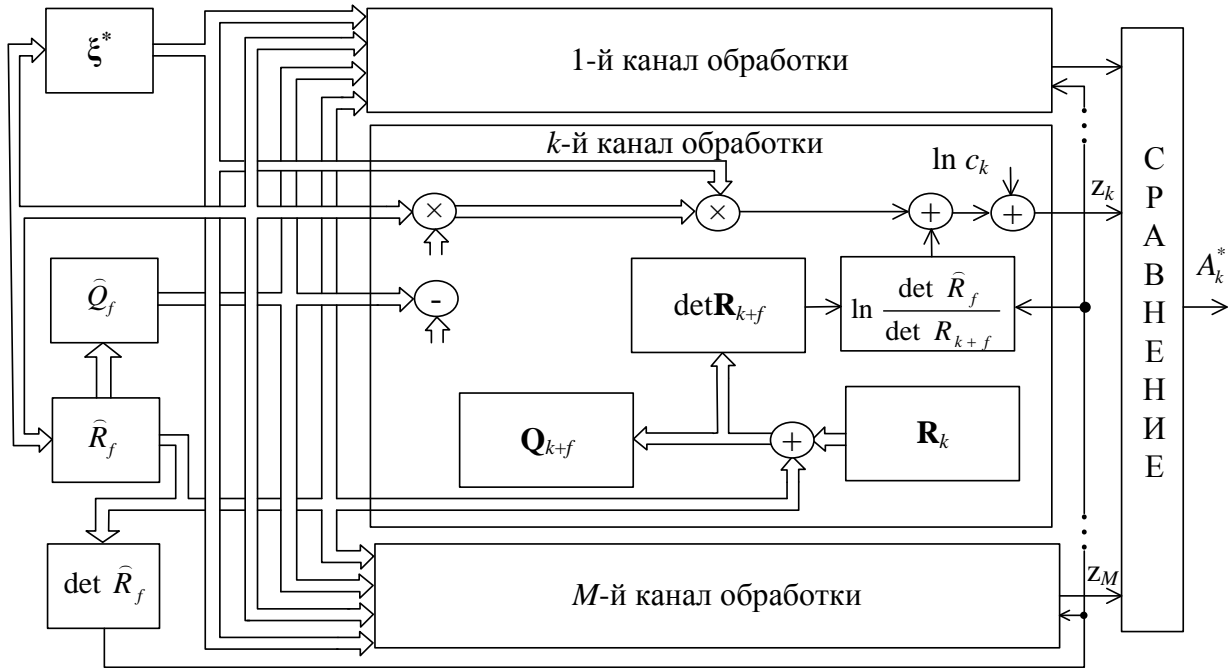


Рис.1. Структура адаптивной системы распознавания

В данной многоканальной системе РЛР проводится обработка нормально распределенного портрета на гауссовом фоне, в которой число M каналов обработки (КО) соответствует числу распознаваемых групп.

Качество работы системы с таким решающим правилом характеризуется полной группой условных вероятностей срабатывания каналов обработки (УВС КО) $P_{k|g}$, $k, g = \overline{1, M}$, которые зависят от ковариационных матриц $R_k, k = \overline{1, M}$ и коэффициентов $c_k, k = \overline{1, M}$. Причем матрицы $R_k, k = \overline{1, M}$ определяются априорно неизвестной матрицей малоинформативных признаков (МИП) Θ , которая вместе с матрицей фона R_f оценивается в момент наблюдения.

Алгоритм обработки РЛР в каждом k -м канале ($k = \overline{1, M}$) имеет вид (5), а решения A^* принимаются однозначно по результатам срабатывания каналов обработки в соответствии с байесовским решающим правилом (БРП) (3):

$$\text{если } z_k = \arg \max(z_l), \text{ то } A^* = A_k^*.$$

В плохих условиях наблюдения значения Θ и R_f могут оказаться такими, что качество принимаемых решений с точки зрения потребителей информации распознавания (ПИР) будет недопустимо низким. Это определяет необходимость оперативного контроля качества принимаемых решений в изменяющихся условиях наблюдения и изменений решающего правила системы РЛР, зондирующего сигнала, структуры и параметров РЛС для выполнения требования выбранного критерия качества. Такое управление, основанное на прогнозе в ре-

шающем правиле качества распознавания в изменяющихся условиях наблюдения, является структурно-параметрической адаптацией в задаче распознавания.

Для упрощения описания структурно-параметрической адаптации РЛС в задаче распознавания рассмотрим ее лишь в части структурно-параметрической адаптации решающего правила системы РЛР, которое далее будем сокращенно называть адаптивным решающим правилом. Получаемые при этом результаты, направленные на управление структурой и параметрами решающего правила, легко распространить на управление зондирующим сигналом (ЗС), структурой и параметрами устройств РЛС.

Такая обуженная адаптация без изменения характеристик радиолокатора не приводит к извлечению дополнительной информации об объекте из портрета, а лишь обеспечивает гарантированное качество принимаемых решений путем *изменения подробности классификации*, то есть объединения или разъединения классов (подклассов) в некоторой информативной группе, которая удовлетворяет критерию качества в соответствии с текущими условиями наблюдения. Важно отметить, что в общем случае адаптация приводит не только к уменьшению числа распознаваемых классов при ухудшении условий наблюдения, но и к его существенному автоматическому расширению при улучшении условий наблюдения и повышении точности измерения МИНП.

Будем полагать, что все объекты разделены с максимальной подробностью классификации на типизированные классы – классы, число M которых характеризует предельные возможности распознавания в наилучших условиях (например, при отсутствии помех, наилучших значениях МИНП). При этом адаптивное решающее правило (АРП) имеет следующий обобщенный вид:

$$\text{если } z_k = \arg \max(z_l), \text{ то } A^{**} = A_k^{**} = \{A_l^*; l \in \{I_k^0\}\}, \quad (6)$$

где A^{**} – общий вид решения; A_k^{**} – решение, вызываемое событием z_k^{\max} и означающее, что наблюдаемый объект принадлежит к информативной группе $\{I_k^0\}$, содержащей k -й типизированный класс и некоторую совокупность $\{I_k\}$ типизированных классов $k \notin \{I_k\}$; $\{I_k^0\}, I_k^0$ – некоторая информативная группа типизированных классов по отношению к сработавшему k -му каналу и количество её элементов.

В правиле (6) k -й класс и совокупность классов $\{I_k\}$ объединяются в решении A_k^{**} , а величина $I_k^0 = (I_k - 1)$ является количеством объединенных классов в решении A_k^{**} , причем I_k является количеством элементов в множестве $\{I_k\}$. Условием объединения классов в одном решении является выполнение требования ПИР к качеству решений. В удовлетворительных условиях наблюдения имеет место решение $A_k^{**} = A_k^*$, причем для $\{I_k^0\}$ число $I_k^0 = 1$ для всех $k = \overline{1, M}$, что означает одновременное выполнение двух критериев – байесовского критерия и критерия качества ПИР.

Апостериорная вероятность наличия в пространстве наблюдения объекта g -го класса при условии срабатывания k -го КО определяется выражением:

$$H_{g/k} = P(A_g | Z_k^{\max}) = \frac{P(A_g)P_{k|g}}{\sum_{l=1}^M P(A_l)P_{k|l}}, \quad (7)$$

где $(P(A_g); g = \overline{1, M})$ – безусловные вероятности появления различных объектов.

В правиле (7) решения принимаются однозначно в пользу класса, для которого выходной сигнал КО оказался наибольшим. Следовательно, апостериорная вероятность $H_k = H_{k|k} = P(A_k | Z_k^{\max})$ является вероятностью правильного принятия решений при срабатывании k -го канала. Сокращенно назовем эту вероятность H_k достоверностью байесовского решения A_k^* .

Основными задачами при синтезе АРП являются:

- выбор критерия качества и проверка состоятельности принимаемого решения при этом критерии;
- поиск способа объединения классов, то есть способа определения множеств $\{I_k^0\}$, для которых адаптивные решения A_k^{**} , $k = \overline{1, M}$ в правиле (7) удовлетворяют выбранному критерию качества.

Вторая задача связана с оптимизацией вариантов объединения тех или иных классов при несостоятельности первичного (байесовского) решения. С точки зрения оптимальности адаптивного решающего правила совокупность $\{I_k^0\}$, $k = \overline{1, M}$ должна быть такова, чтобы требования к качеству были выполнены с максимальной подробностью классификации, то есть с минимальным числом объединенных классов в каждом окончательном решении.

В общем случае процедура определения оптимального состава информативных групп, являющаяся результатом работы АРП, представляет собой сравнительно сложную задачу с большим объемом вычислений. Эта процедура не может быть проведена заранее, так как необходимые данные для вычисления определяются только в момент наблюдения объекта. Следовательно, для успешного определения состава информативной группы по отношению к сработавшему каналу за ограниченный интервал времени наблюдения необходимо стремиться к тому, чтобы алгоритмы АРП были сравнительно простыми и, безусловно, удовлетворяли выбранному критерию качества.

Так как в обоих решающих правилах – байесовском (3) и адаптивном (6) – решения принимаются по результатам срабатывания КО, то процедура проверки состоятельности принятия решения и поиска состава информативных групп должна быть проведена с учетом статистических показателей работы этих каналов – оценок условных вероятностей срабатывания каналов обработки УВС КО $P_{k|g}$; $k, g = \overline{1, M}$. Использование оценок этих вероятностей при адаптации решающего правила радиолокационного распознавания РЛР предполагает учет некоторых особенностей, связанных с получением этих оценок и их точностью. Кратко рассмотрим эти особенности.

Во-первых, при некоторых критериях для определения оптимального состава информативной группы требуется полная группа УВС КО, вычисление которых представляет собой сравнительно сложную задачу. Повышение точности определения УВС КО приводит к увеличению объема вычислений, который может оказаться слишком громоздким для используемых вычислителей за интервал времени наблюдения.

Во-вторых, условные вероятности ложных срабатываний каналов обработки (УВСЛ), как правило, принимают значения, гораздо меньшие, чем условные вероятности срабатывания истинных КО (УВСИ). Поэтому при заведомо ограниченной точности вычислений относительные погрешности расчета УВСЛ КО всегда больше по сравнению с погрешностями расчета УВСИ КО.

В-третьих, в большинстве случаев расчет УВС КО проводится на основании статистики межканальных разностей $z_{k,l}$; $l \neq k$; $l, k = \overline{1, M}$. При этом требуется определять совместный закон распределения случайных величин $z_{k,l,g}$; $l \neq k$; $l, k, g = \overline{1, M}$ с учетом взаимной корреляции. Корреляция между случайными величинами $z_{k,l,g}$; $l \neq k$; $l, k, g = \overline{1, M}$ сильнее при $g \neq k$ и слабее при $g = k$, следовательно, межканальная корреляция оказывает меньшее влияние на относительную точность расчета УВСИ КО по сравнению с ее влиянием на точность расчета УВСЛ КО.

3. Обобщенная схема системы распознавания с адаптивным решающим правилом

Кратко рассмотрим общий путь введения АРП в систему РЛР с многоканальной обработкой РЛП. Для этого проанализируем этапы формирования эталонов, обработки РЛП и получения данных, требуемых для адаптации решающего правила. Для этого воспользуемся структурой, представленной на рис. 2. При этом на входы каждого канала поступают следующие компоненты:

- вектор-строка комплексных амплитуд РЛП ξ , а также транспонированный комплексно-сопряженный вектор ξ^* ;
- оценка ковариационной матрицы фона R_f , её обратная матрица R_f^{-1} и определитель $\det R_f$;
- оценки МИНП наблюдаемого объекта в виде матрицы Θ .

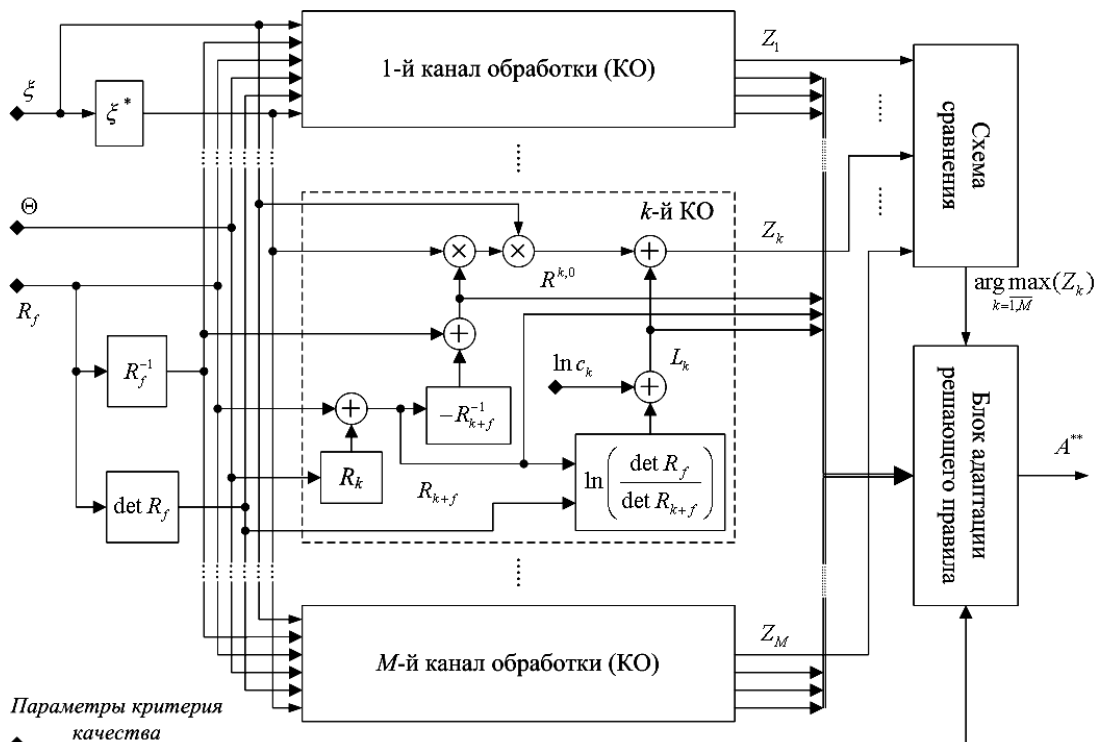


Рис. 2. Обобщенная схема системы распознавания с адаптивным решающим правилом

В каждом k -м канале присутствует значение байесовского коэффициента c_k в виде $\ln c_k$ и адаптивно к МИНП портрета Θ формируется эталонная матрица R_k . Обработка РЛП осуществляется в соответствии с алгоритмом (6) при использовании матрицы обработки $R^{k,0}$ и смещения L_k .

Как показано в [4, 5], при нормальной модели РЛП статистика межканальных разностей полностью определяется смещениями $L_k (k = \overline{1, M})$ и определяющими матрицами $X^{klg} = R_{g+f} (Q_{l+f} - Q_{k+f})$, $k \neq l$; $k, l, g = \overline{1, M}$.

С дополнительных выходов каждого канала обработки сформированные матрицы R_{k+f} , $R^{k,0}$ и смещения $L_k (k = \overline{1, M})$ подаются на блок адаптации решающего правила, в котором они используются для оценки УВС КО.

Выходные сигналы всех КО $Z_l, l = \overline{1, M}$ подаются на схему сравнения, обеспечивающую определение номера канала с наибольшим выходным сигналом. В отличие от системы распознавания с байесовским критерием схема сравнения не принимает окончательного решения, а только выдает информацию о номере сработавшего канала в виде $\arg \max(Z_k)$, поступающую на блок адаптации решающего правила.

Блок адаптации решающего правила имеет два этапа работы.

На первом этапе одновременно с обработкой РЛП в блоке на основании эталонов оценивается состоятельность всех возможных решений для выбранного критерия качества по отношению к байесовским решениям. Далее алгоритм работы блока определяется критерием качества. Например, если критерий предъявляет требования к условным вероятностям, то проверка этого требования осуществляется на этом же этапе и определяется необходимость объединения тех или иных классов в группы. Если же требования предъявляются к апостериорным (послеопытным) вероятностям принимаемых решений, то блок адаптации вычисляет необходимые данные для последующего этапа.

На втором этапе, когда на вход блока поступает результат срабатывания КО, блок адаптации с учетом полученных на первом этапе данных реализует алгоритм поиска информативной группы по отношению к сработавшему каналу и выдает окончательное решение A^{**} . Очевидно, что адаптивное решающее правило весьма просто может быть введено в любую байесовскую систему РЛР без изменения её конструкции и основных алгоритмов функционирования.

Важной задачей синтеза адаптивного решающего правила системы РЛР является определение критерия качества. Так как в основе адаптации решающего правила лежат требования ПИР к её качеству, то они и должны быть положены в основу определения критерия качества. В зависимости от назначения системы распознавания могут быть сформулированы различные критерии, из которых выделим три наиболее целесообразных для практики РЛР.

Критерий 1 можно сформулировать следующим образом: условные вероятности правильного распознавания объектов каждого g -го класса из M распознаваемых классов должны быть не менее соответствующих требуемых значений. Аналитическая форма критерия имеет вид:

$$P(A_g^* \in A^{**} | A_g) \geq D_{tr}^g \text{ для всех } g = \overline{1, M}, \quad (8)$$

где $D_{tr}^g (g = \overline{1, M})$ – требуемое значение условной вероятности правильного распознавания для объектов g -го класса.

Этот критерий целесообразно использовать в случаях, когда объекты разных классов имеют разные степени важности по функциональному назначению. Естественным образом возникает необходимость установить более высокие требования к условным вероятностям правильного распознавания объектов более важных классов.

Критерий 2 можно представить в следующем виде: апостериорная вероятность принятия правильных решений должна быть не ниже требуемого значения H_{tr} . Суть этого критерия состоит в том, что в случае срабатывания некоторого k -го КО принимаемое решение A_k^{**} в пользу соответствующей информативной группы классов должно удовлетворять условию:

$$H_k^{**} = \sum_{g \in \{I_k^0\}} P(A_g | Z_k^{\max}) \geq H_{tr}. \quad (9)$$

Величина H_k^{**} является апостериорной вероятностью появления любого объекта, принадлежащего информативной группе классов $\{I_k^0\}$, при условии срабатывания k -го КО, которую сокращено будем называть достоверностью решения A_k^{**} . В отличие от критерия 1 данный критерий направлен на исключение опасности, вызываемой принятием ошибочных решений, без учета функционального назначения каждого класса. Критерий 2 удобно использовать для совместного решения задач измерения и распознавания [6, 7].

Критерий 3 формулируется таким образом: условная вероятность принятия ложного решения в пользу объекта k -го класса при наличии объекта g -го класса должна быть не более требуемого значения $F_{tr}^{k|g}$. В аналитической форме этот критерий имеет вид:

$$P\left((A_k^* \in A^{**}) \cap (A_g^* \notin A^{**}) / A_g\right) \leq F_{tr}^{k|g} \quad \text{для всех } g \neq k; g, k \approx \overline{1, M}. \quad (10)$$

Критерий 3 целесообразно использовать в случаях, когда необходимо исключить перепутывание объектов, радикально отличающихся по своему функциональному назначению или важности. Следует отметить, что с точки зрения ПИР требуемые значения $F_{tr}^{k|g}$ и $F_{tr}^{g|k}$ могут отличаться друг от друга. В основу синтеза адаптивного решающего правила распознавания может быть положен любой из рассмотренных выше критериев. Предварительные исследования показали, что наибольшее распространение при РЛР могут получить первый и второй критерии, которые сформулируем в следующем виде:

критерий 1 – условные вероятности правильного распознавания не ниже требуемых значений;

критерий 2 – апостериорная вероятность принятия правильных решений не ниже требуемого значения.

4. Заключение

В результате синтеза адаптивного решающего правила системы РЛР обоснованы критерии качества, исключающие опасности, вызываемые принятием ошибочных решений, без учета функционального назначения каждого распознаваемого класса, а также позволяющие использование для совместного решения задач измерения и распознавания.

Литература

1. Акиншин Р. Н., Петешов А. В. Информационные показатели радиолокационных портретов воздушных объектов и обобщенные показатели способности систем распознавания по извлечению информации // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21, № 5. С. 94–103.
2. Ширман Я. Д., Манжос В. Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь, 1981. 416 с.
3. Фомин Я. А., Тарловский Г. Р. Статистическая теория распознавания образов. М.: Радио и связь, 1986. 264 с.
4. Ширман Я. Д., Горшков С. А., Лещенко С. П., Братченко Г. Д., Орленко В. М. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование // Радиолокация и радиометрия. 2000. № 2. С. 5–65.
5. Акиншин Н. С., Болдин А. В., Хомяков А. В. Адаптивная классификация радиолокационных сигналов по поляризационным параметрам // Журнал радиоэлектроники. 2011. № 11.
6. Акиншин Н. С., Хомяков А. В., Бортников А. А. Алгоритмы фильтрации параметров траектории воздушных объектов для многодиапазонных пространственно разнесенных радиолокационных комплексов // Материалы всероссийской конференции, Миасс, 2011.
7. Groginsky H. L. Position estimation using only multiple simultaneous range measurements // IRE Transactions. 1959. V. ANE-6, № 5. P. 178–187.
8. Акиншин Н. С., Румянцев В. Л., Хомяков А. В. Обработка сложных сигналов в условиях мешающих отражений для повышения помехозащищенности бортовых РЛС. Тула: Гриф и К, 2012. 257 с.

Статья поступила в редакцию 14.02.2020.

Акиншин Руслан Николаевич

д.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник СПП при Президиуме РАН, e-mail: rakinshin@yandex.ru.

Петешов Андрей Викторович

к.т.н., доцент, начальник кафедры ЧВВИУРЭ, e-mail: D-john_post@mail.ru.

Полубехин Александр Иванович

к.т.н., руководитель Инновационного технологического центра комплекса научной политики МГТУ им. Н. Э. Баумана, тел. (499) 263-68-46, e-mail: polub1980@mail.ru.

Черевко Александр Григорьевич

к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой физики, заведующий лабораторией физических основ телекоммуникаций СибГУТИ (630102, Новосибирск, ул. Кирова, 86), e-mail: persp14@mail.ru.

Synthesis of the recognition system decisive rule with structural-parametric adaptation

R. N. Akinshin, A. V. Peteshov, A. I. Polubekhin, A. G. Cherevko

The adaptive decision rule (ADR) for radar recognition system (RRS) with multi-channel two-stage processing of a radar portrait (RP) is proposed. This rule is based on the assumption that the signal and background are normal stationary random processes with zero mean values and covariance matrixes of portraits are known. The recognition quality criteria are defined, three of them being identified as the most practical for RRS. Generalized recognition system scheme with ADR is developed.

The quality and control forecasting device was introduced to implement the RRS system with structurally-parametric adaptation of the radar. This device estimates (predicts) the amount of information and changes the decision rule of the RRS system in accordance with the received estimate.

Keywords: radar portrait, a priori information, decision rule, adaptation, standard, noise, radar interference.