

## ПРИМЕНЕНИЕ РАСШИРЕННЫХ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ ДЛЯ УЧЕТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ

*Косарева Е.М., Кожевников Д.О.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Лихачевский Д.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ПИКС, заместитель начальника  
Секретариата Наблюдательного совета ПВТ*

**Аннотация.** Проведено сравнение алгоритмов формирования стандартного и расширенного биометрического шаблона. Определено, что применение расширенных биометрических шаблонов в контексте задачи биометрической идентификации позволяет учитывать функциональное состояние пользователя, как один из факторов, влияющих на точность биометрии.

**Ключевые слова:** биометрическая идентификация, биометрические шаблоны, биометрические признаки, психофизиологическое состояние

**Введение.** В условиях распространения процессов цифровизации на все сферы функционирования общества и государства, на ряду с классическими методами обеспечения безопасности, активно применяются автоматизированные системы, основанные на методах биометрической идентификации. Они находят широкое применение в различных сферах, в том числе банковском секторе, на объектах критической инфраструктуры и т.д. При этом эффективность подобных систем традиционно основывается на предположении об относительной стабильности индивидуальных биометрических признаков пользователя. Однако в реальных условиях функционирования, такие признаки подвержены вариативности, обусловленной изменением психофизиологического состояния человека.

Под воздействием стресса, эмоционального напряжения, утомления и т.д. происходят изменения на физиологическом и поведенческом уровне. Это проявляется в изменении голосовых параметров, динамики моторных действий, мимических реакций, микродвижений и других показателей, что потенциально приводит к росту внутриклассовой вариативности биометрических данных и увеличению вероятности ошибок идентификации.

В связи с этим, актуальной является задача использования расширенных биометрических шаблонов как одного из методов учета психофизиологического (функционального) состояния пользователя в системах биометрической идентификации.

В данной статье авторами показано, что переход от использования классических биометрических шаблонов к расширенным позволяет учитывать вариативности биометрических признаков, вызванную колебаниями психофизиологического состояния пользователя.

**Основная часть.** Функциональное состояние – это совокупность (симптомокомплекс) различных характеристик, процессов, свойств и качеств, обуславливающих уровень активности систем, эффективность деятельности и поведение [1]. Функциональное состояние оказывает влияние на биометрические признаки, используемые в задачах идентификации пользователя. Именно изменения функциональных состояний обуславливают изменчивость количественных и качественных характеристик биометрических параметров одного и того же человека во времени.

Для корректной интерпретации результатов идентификации в условиях изменчивости биометрических признаков необходимо рассмотреть структуру биометрического шаблона как формализованного представления совокупности этих признаков и их допустимой вариативности.

Биометрический шаблон – совокупность характеристик, выделенных из биометрического образца, достаточная для идентификации или верификации личности [2].

Структура стандартного биометрического шаблона представляет собой фиксированный вектор признаков, извлеченных из одного или нескольких эталонных образцов (формула 1).

$$T = \mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n), \quad (1)$$

где  $\mu_i$  – среднее значение  $i$ -го биометрического признака;  
 $n$  – количество используемых признаков.

Процесс формирования биометрического шаблона представлен на рисунке 1.

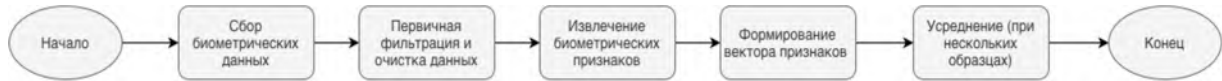


Рисунок 1 – Алгоритм формирования биометрического шаблона

Структура расширенного биометрического шаблона, в котором учитывается влияние психофизиологического состояния пользователя на биометрические параметры, представляет собой совокупность статистических параметров распределения биометрических признаков.

Пусть вектор биометрических признаков имеет размерность  $n$  (формула 2):

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T, \quad (2)$$

где  $x_i$  –  $i$ -й биометрический признак;  
 $n$  – количество используемых признаков.

Тогда биометрический шаблон пользователя можно определить как параметризованную модель, в соответствии с формулой 3:

$$T = \{\mu, \Sigma\}, \quad (3)$$

где  $T$  – биометрический шаблон пользователя;  
 $\mu$  – вектор средних значений признаков;  
 $\Sigma$  – ковариационная матрица признаков.

Вектор средних значений задает наиболее вероятное и устойчивое значение признака. Его можно описать формулой 4.

$$\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)^T, \quad (4)$$

где  $\mu_i$  – среднее значение  $i$ -го биометрического признака;  
 $n$  – количество используемых признаков.

Ковариационная матрица, в свою очередь, описывает разброс биометрических признаков и взаимосвязь их изменений. Она показывает, насколько изменения одного биометрического признака связаны с изменениями другого и как сильно признаки варьируются относительно среднего значения. Ковариационную матрицу можно представить формулой 5.

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & cov(x_2, x_1) & \dots & cov(x_1, x_n) \\ cov(x_2, x_1) & \sigma_2^2 & \dots & cov(x_2, x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ cov(x_n, x_1) & cov(x_n, x_2) & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $\sigma_i^2$  – дисперсия  $i$ -го признака, характеризующая его разброс;  
 $cov(x_i, x_j)$  – ковариация между  $i$ -м и  $j$ -м признаками.

Таким образом, расширенный биометрический шаблон позволяет задать многомерную область допустимых значений в пространстве признаков, что позволяет учитывать изменения биометрических параметров, вызванных колебаниями функционального состояния пользователя, и их взаимосвязи. Процесс формирования расширенного биометрического шаблона представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Алгоритм формирования расширенного биометрического шаблона

Подводя итог, применение расширенных биометрических шаблонов в задаче идентификации личности позволяет адаптировать систему к колебаниям психофизиологического состояния пользователя и потенциально может привести к снижению количества ложных результатов идентификации. При этом функциональное состояние пользователя рассматривается не как фактор снижения точности биометрии, а как один из факторов, который может учитываться при построении адаптивной модели биометрической идентификации.

**Заключение.** Выполнено описание перехода от стандартных биометрических шаблонов к расширенным в контексте задачи биометрической идентификации. Отмечено, что в отличие от стандартного, расширенный шаблон включает в себя параметры вариативности (дисперсию, ковариационную структуру, допустимые диапазоны отклонений и динамические характеристики) биометрических признаков, что позволяет учитывать их естественные колебания, обусловленные психофизиологическим состоянием, и тем самым повышать устойчивость системы идентификации к функциональным изменениям пользователя.

### Список литературы

1. Функциональные состояния как регулятор профессиональной деятельности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uch.lecture.center/psihologiya-truda-uchebniki/funktionalnyie-sostoyaniya-kak-regulyator-25463.html?utm>. Дата доступа: 23.02.2026.
2. ГОСТ Р 52633.5-2011 «Защита информации. Техника защиты информации. Автоматическое обучение нейросетевых преобразователей биометрия-код доступа». – М.: Стандартинформ, 2011.

UDC 004.93'1

## APPLICATION OF EXTENDED BIOMETRIC TEMPLATES TO ACCOUNT FOR THE USER'S FUNCTIONAL STATE IN IDENTIFICATION

*Kosareva E.M., Kozhevnikov D.O.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Likhachevski D.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ICSD, Deputy Head of the Secretariat of the Supervisory Board of the High-Tech Park*

**Annotation.** A comparison of algorithms for generating standard and extended biometric templates was conducted. It was determined that the use of extended biometric templates in the context of biometric identification allows for the user's functional state to be taken into account as one of the factors influencing biometric accuracy.

**Keywords:** biometric identification, biometric templates, biometric characteristics, psychophysiological state