

Сибирский государственный аэрокосмический университет  
имени академика М. Ф. Решетнева  
АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева»  
АО «Красноярский машиностроительный завод»

при поддержке

Министерства образования и науки Российской Федерации  
Федерального космического агентства  
Правительства Красноярского края  
Совета ректоров вузов Красноярского края  
Федерации космонавтики России  
АО «Центральное конструкторское бюро «Геофизика»  
Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук  
Консорциума аэрокосмических вузов России  
Российского фонда фундаментальных исследований  
КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»  
Технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система»  
Российского Союза научных и инженерных общественных объединений



**РЕШЕТНЕВСКИЕ  
ТЕНИЯ**

---

*Материалы XX Юбилейной международной  
научно-практической конференции,  
посвященной памяти генерального конструктора  
ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева  
(09–12 ноября 2016, г. Красноярск)*

В 2 частях. ЧАСТЬ 2

УДК 629.7  
ББК 30 + 2  
Р47

Под общей редакцией  
доктора физико-математических наук  
Ю. Ю. ЛОГИНОВА

**Редакционная коллегия:**

Ю. Ю. ЛОГИНОВ (председатель), Е. В. БЕЛЯКОВА, В. Г. БОНДАРЕНКО, Е. Н. ГОЛОВЕНКИН,  
В. В. ДВИРНЫЙ, С. П. ЕРЕСКО, Л. В. ЕРЫГИНА, В. Ю. ЖУРАВЛЕВ, В. В. ЗОЛОТАРЕВ,  
И. Н. КАРЦАН, А. А. КИШКИН, Л. А. КРУГЛЯКОВА, А. Г. КУЧКИН, М. В. ЛУКЬЯНЕНКО,  
Ю. Н. МАЛАНИНА, А. В. МЕДВЕДЕВ, П. В. МИРОНОВ, А. Е. МИХЕЕВ, А. В. МУРЫГИН, В. П. НАЗАРОВ,  
А. С. ПАРШИН, Л. В. РУЧКИН, М. В. САВЕЛЬЕВА, К. В. САФОНОВ, С. И. СЕНАШОВ, О. А. ТИТОВ,  
М. Н. ФАВОРСКАЯ, В. Х. ХАНОВ, Ю. П. ЮРОНЕН, В. Г. ЯЦУНЕНКО

Р47 **Решетневские чтения** : материалы XX Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (09–12 нояб. 2016, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2016. – Ч. 2. – 576 с.

Сборник содержит материалы XX Юбилейной международной научно-практической конференции «Решетневские чтения», посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева, в которых представлены результаты исследований ученых и специалистов предприятий и организаций аэрокосмической отрасли, преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов высших учебных заведений Российской Федерации и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Сборник рассчитан на научных сотрудников, работников промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

В статьях сохранен авторский стиль изложения.

**УДК 629.7**  
**ББК 30 + 2**

© Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2016

4. Damgard I., Jurik M. [A Generalization, a Simplification and Some Applications of Paillier's Probabilistic Public-Key System]. *Proceedings of the 4th International Workshop of Practice and Theory in Public Key Cryptography*. Cheju Island, Korea, 2001. P. 119–136.

5. Shamir A. [How to Share a Secret]. *Communications of the ACM*. New York, NY, USA: ACM, 1979. 22(11). P. 612–613.

© Вашкевич А. В., 2016

УДК 004.056.52

## КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ДАННЫХ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ «БИОМЕТРИЯ – КОД ДОСТУПА»

С. М. Гончаров<sup>1</sup>, А. Е. Боршевников<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Морской государственный университет имени Г. И. Невельского  
Российская Федерация, 690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет  
Российская Федерация, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8  
E-mail: \*LAdG91@mail.ru

*Рассматривается качество электроэнцефалограммы как биометрического параметра, применяемого в задачах высоконадежной биометрической аутентификации. Полученные данные оцениваются для применения в задачах защиты критически важных объектов, в частности, объектов ракетно-космической промышленности.*

*Ключевые слова: электроэнцефалограмма, биометрия, нейросетевой преобразователь «биометрия – код доступа», качество биометрических параметров, P300.*

## ELECTROENCEPHALOGRAPH QUALITY AS A CHARACTERISTIC OF DATA FOR NEURAL NETWORK TRANSFORMER “BIOMETRY -- ACCESS CODE”

S. M. Goncharov<sup>1</sup>, A. E. Borshevnikov<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Admiral Nevelskoy Maritime State University  
50a, Verkhneportovaya Str., Vladivostok, 690059, Russian Federation

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University  
8, Suhanova Str., Vladivostok 690950, Russian Federation  
E-mail: \*LAdG91@mail.ru

*This article describes the quality of the electroencephalogram as a biometric parameter which is used in the highly reliable biometric authentication. The data are evaluated to use for the protection of critical problems of objects, in particular objects of the rocket and space industry.*

*Keywords: electroencephalogram, biometry, neural network transformer “biometry – access code”, quality of the biometric parameters, P300.*

**Введение.** Обеспечение информационной безопасности является важным вопросом, который пытается решить общество. Среди средств защиты выделяются технологии биометрической аутентификации. Однако существующие технологии классической биометрии не обеспечивают необходимый уровень надежности, который можно было бы использовать в критически важных объектах [1; 2], например, в ракетно-космической промышленности, где необходимо контролировать доступ к эксплуатируемым объектам (космические корабли, ракетные комплексы и т. д.), а также в помещениях, где ведутся научные разработки или проводятся производственные процессы. Для таких ситуаций целесообразно применять

технологии высоконадежной биометрической аутентификации. Суть данной технологии заключается в восстановлении из биометрических данных некоторого криптографического ключа.

Также важным является проблема выбора биометрической характеристики, которая будет использоваться. Одной из перспективных характеристик является электроэнцефалограмма (ЭЭГ), так как перехват ее данных затруднен для злоумышленника.

**Качество биометрических параметров электроэнцефалограммы.** Технология высоконадежной биометрической аутентификации принята в качестве государственного стандарта Российской Федерации и описана в линейке стандартов ГОСТ Р 52633 [1].

Данная технология получила название нейросетевого преобразователя «Биометрия – код доступа».

На начальном этапе исследований по биометрической идентификации на основе ЭЭГ нарабатывался опыт использования технологий «интерфейс мозг–компьютер» [3]. Далее проводились исследования по построению нейросетевого преобразователя «биометрия – код доступа» с использованием вызванных потенциалов мозга [4]. В качестве биометрических параметров бралась разность потенциалов ЭЭГ пользователя в состоянии покоя и при его стимулировании. Для выделения потенциала P300 в данной работе использовалась стимуляция из поочередно меняющихся на экране цифр от 0 до 9. Пользователь выбирал одну или несколько цифр и при их появлении концентрировался на них. Этот набор цифр считался мысленным паролем.

Одной из характеристик данных, позволяющих оценить входные параметры, является качество входных параметров. Согласно ГОСТ Р 52633.5–2011 [1] данная характеристика определяется как

$$Q(v_i) = \frac{|E_{\text{чужой}}(v_i) - E_{\text{свой}}(v_i)|}{\sigma_{\text{свой}}(v_i)},$$

где  $v_i$  –  $i$ -й биометрический параметр;  $E(\ )$  – оператор математического ожидания для биометрического параметра образа «свой» или образа «чужой»;  $\sigma(\ )$  – дисперсия биометрического параметра;  $Q(\ )$  – качество биометрических параметров.

Получая данные со всех электродов энцефалографа и рассчитывая качество каждого компонента вектора входных данных, целесообразно перейти к среднему значению качества биометрических параметров. В этом случае значение качества усредняется.

Для эксперимента, описанного в работе [4], среднее качество входных параметров составило 0,24, что является очень низким качеством [5]. Однако результаты, полученные при проведении экспериментов, показывают, что нейросетевой преобразователь успешно обрабатывает данные низкого качества и получает ошибку второго рода менее  $10^{-12}$ .

**Заключение.** Использование технологии нейросетевых преобразователей «биометрия – код доступа» открывает большие возможности для обработки очень низкокачественных, но перспективных с точки зрения надежности характеристик, таких как электроэнцефалограмма. Однако необходимо проводить дальнейшие исследования по улучшению качества работы таких преобразователей.

#### Библиографические ссылки

1. Защита информации. Техника защиты информации. Автоматическое обучение нейросетевых преоб-

разователей «биометрия – код доступа»: ГОСТ Р 52633.5–2011. Введ. 2011–12–01. М. : Стандартинформ, 2012. 20 с.

2. Гончаров С. М., Боршевников А. Е. Использование технологий высоконадежной биометрической аутентификации в критически важных объектах // Информационная безопасность регионов. 2015. № 4(21). С. 18–23.

3. Гончаров С. М., Вишняков М. С., Маркин М. Е. Использование потенциалов коры головного мозга для парольной идентификации на основе технологии ИМК // Журнал «Информация и безопасность». 2012. Вып. 3. С. 404–409.

4. Гончаров С. М., Боршевников А. Е. Построение нейросетевого преобразователя «биометрия – код доступа» на основе параметров визуального вызванного потенциала электроэнцефалограммы // Докл. Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники : науч. журн. 2014. № 2. С. 51–55.

5. Иванов А. И. Нейросетевые алгоритмы биометрической идентификации личности : моногр. М. : Радиотехника, 2004. Кн. 15. 144 с.

#### References

1. *Zashhita informacii. Tehnika zashhity informacii. Avtomaticheskoe obuchenie nejrosetevyh preobrazovatelej biometrija – kod dostupa* : GOST R 52633.5–2011. Vveden v pervye; Vved. 01.12.2011. M. : Standartinform, 2012. 20 p.

2. Goncharov S. M., Borshevnikov A. E. *Ispolzovanie tehnologij vysokonadezhnoj biometricheskoj autentifikacii v kriticheski vazhnyh obiektah* // Informacionnaja bezopasnost regionov. Saratov: Saratovskij social'no-jekonomicheskij institut (filial) RJeU im. G. V. Plehanova, 2015. № 4(21). P. 18–23.

3. Goncharov S. M., Vishnjakov M. S., Markin M. E. *Ispolzovanie potencialov kory golovnogogo mozga dlja parol'noj identifikacii na osnove tehnologii "IMK"* // Zhurnal "Informacija i bezopasnost". Vyp. 3. Voronezh : VGTU, 2012. P. 404–409.

4. Goncharov S. M., Borshevnikov A. E. *Postroenie nejrosetevogo preobrazovatelja "Biometrija – kod dostupa" na osnove parametrov vizualnogo vyzvannogo potenciala elektrojencefalogrammy* // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravlenija i radiojelektroniki : Nauchnyj zhurnal. Tomsk: Izd-vo TUSUR, 2014. № 2. P. 51–55.

5. Ivanov A. I. *Nejrosetevye algoritmy biometricheskoj identifikacii lichnosti : monografija*. M. : Radiotehnika, 2004. Kn. 15. 144 p.

© Гончаров С. М., Боршевников А. Е., 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция

#### «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

<b>Агафонов Е. Д., Антропов Н. Р.</b> Оценка параметров гидравлического сопротивления модели многосвязной трубопроводной сети .....	8
<b>Алексеева Ю. А., Ширяева А. А., Папфилов И. А., Карелин О. И.</b> Исследование метода парных оценок при оценке недвижимости .....	10
<b>Ахмедова Ш. А.</b> Классификаторы на нечеткой логике, автоматически генерируемые коллективным бионическим методом оптимизации .....	12
<b>Ахтямов О. В., Дресвянский Д. В., Мамонтов Д. Ю., Скрипкина Д. А.</b> Сравнительное исследование подходов к классификации текста для решения задачи определения адресата в рамках автоматической голосовой диалоговой системы .....	14
<b>Бежитский С. С., Савченко Л. М.</b> Применение технологии Data-Mining при анализе функционирования торговой сети Rossmann .....	16
<b>Бурдина Е. В., Ефремова С. В.</b> Методы прогнозирования рынка цветных металлов .....	17
<b>Буслов И. А., Гордеев А. Е., Доррер Г. А., Кобыжакова С. В., Яровой С. В.</b> Прокст системы поддержки принятия решений при борьбе с природными пожарами .....	19
<b>Васьковская О. А., Полякова А. С.</b> Исследование эффективности алгоритмов классификации для задач оценки качества диалогового взаимодействия типа «человек–человек» .....	22
<b>Вахнин А. В., Сопов Е. А.</b> Анализ эффективности самонастраивающегося вещественного генетического алгоритма .....	24
<b>Велиходский А. С.</b> Анализ подходов к распространению неопределенности .....	26
<b>Гудыма М. Н., Орлов В. И., Казаковцев Л. А.</b> Генетический алгоритм с жадной эвристикой для решения серии задач .....	28
<b>Дубинин Д. В., Кочегуров А. И., Лаевский В. Е. (V. E. Geringer).</b> Принципы формирования электронной карты местности на основе двумерного точечного потока восстановления .....	30
<b>Иванов В. А., Еркаев Н. В.</b> Нестационарные колебания ролика, контактирующего с плоскостью при наличии смазочного слоя .....	33
<b>Казанцева Ю. В., Липинский Л. В.</b> Автоматизированное формирование реактивных агентов с помощью генетического программирования .....	35
<b>Карасева Т. С., Полонская Я. С., Скороход А. В., Спирина А. В.</b> Исследование значимости различных уровней параметров для моделирования качества взаимодействия в диалогах между людьми .....	37
<b>Ковалев И. В., Зеленков П. В., Лосев В. В., Ковалев Д. И., Перанцева А. В.</b> Методологический подход идентификации функции объекта системы автоматического регулирования непрерывного технологического процесса .....	38
<b>Корнеева А. А., Раскина А. В., Раскин А. В.</b> Идентификация технологических процессов производственного цикла в условиях неопределенности .....	40
<b>Краева Е. М., Масич И. С.</b> Математическое моделирование вихревых структур турбулентных потоков при проектировании высокооборотных насосных агрегатов .....	42
<b>Кузнецов А. В., Макарьянц Г. М.</b> Разработка динамической математической модели жидкостных ракетных двигателей первой ступени .....	44
<b>Кузьмин М. В., Медведев А. В.</b> Т-модель многомерной стохастической системы .....	46
<b>Кузьмич Р. И., Масич И. С.</b> Сравнение модифицированного метода логического анализа данных с другими алгоритмами на практических задачах .....	48
<b>Лапко А. В., Лапко В. А., Юронен Е. А.</b> Проверка гипотезы о независимости двумерных случайных величин на основе алгоритма распознавания образов .....	50
<b>Лапко А. В., Лапко В. А., Юронен Е. А.</b> Проверка гипотезы о распределениях случайных величин на основе непараметрического метода доверительного оценивания плотности вероятности .....	52
<b>Липинский Л. В., Кушнарера Т. В., Дябкин Е. В.</b> Программная система определения степени тяжести перитонита .....	54
<b>Ломаев Ю. С.</b> Анализ влияния алгоритмов обработки сигналов на условия радиовидимости навигационных космических аппаратов .....	56

<b>Панюшкин Д. А., Краус С. А., Колташев А. А., Шумаков Н. Н.</b> Автономное тестирование как этап верификации бортового программного обеспечения спутников .....	225
<b>Петров А. С., Мовчан П. В.</b> Применение детекторов частей тела для распознавания людей в скоплениях .....	227
<b>Петров М. Н., Абенова Ж. С., Набиев Н. К.</b> Прототипирование интегрированной среды информационного взаимодействия в космической отрасли .....	228
<b>Погорелый Е. С.</b> Визуальное представление многомерных данных с использованием компьютерных моделей .....	231
<b>Саяпин А. В., Зотин А. Г.</b> Программная архитектура автономной роботизированной платформы для обучения студентов .....	233
<b>Ушаков В. А.</b> О создании программы «Изучение кодов Рида–Соломона» .....	235
<b>Чевер А. А.</b> Модернизированный метод смещенных гистограмм для восстановления плотности вероятности .....	237
<b>Юленков С. Е., Котельникова С. В., Касаткин А. С.</b> Современные виртуальные экскурсии и средства разработки виртуальных экскурсий в музейной деятельности .....	239

## Секция

## «МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

<b>Агеева Е. С., Жуков В. Г.</b> Автоматизация контроля соответствия требованиям информационной безопасности в информационной системе .....	242
<b>Белова А. Л., Бородавкин Д. А.</b> Определение оптимальной конфигурации системы обнаружения вторжений на базе свободно распространяемого программного обеспечения .....	244
<b>Вашкевич А. В.</b> О протоколах сравнения в конфиденциальном кластерном анализе .....	246
<b>Гончаров С. М., Боршевников А. Е.</b> Качество электроэнцефалограммы, как характеристика данных для нейросетевого преобразователя «биометрия – код доступа» .....	248
<b>Жуков В. Г., Жукова М. Н.</b> О совершенствовании инфраструктуры SOC MSSP .....	250
<b>Жуков В. Г., Саламатова Т. А.</b> О препроцессинге данных при оценке эффективности коэволюционного иммунного алгоритма клональной селекции .....	252
<b>Золотарев В. В., Арифанова Н. В., Попкова Е. А.</b> Атаки на элементы динамических систем и возможности их выявления .....	254
<b>Золотарева Е. Ю., Созин М. В.</b> Разработка испытательного стенда для динамического тестирования программного обеспечения .....	256
<b>Исаев С. В., Кулясов Н. В.</b> Исследование взаимосвязи атак на различные интернет-сервисы .....	258
<b>Исаев С. В.</b> Идентификация и визуализация источников интернет-угроз .....	260
<b>Исаков Н. С., Кукарцев А. М.</b> Об исследовании зависимости изменения энтропии шифротекста от биективного преобразователя информации .....	262
<b>Исаков Н. С., Кукарцев А. М.</b> О проектировании испытательного программного обеспечения для Modbus/TCP-устройств .....	265
<b>Ищуква Е. А., Алексеев Д. М.</b> Оценка стойкости современных криптосистем с использованием метода линейного анализа .....	267
<b>Кононов Д. Д.</b> Обеспечение непротиворечивости расширенной ролевой модели безопасности на основе RBAC .....	269
<b>Смирнов Д. В., Лубкин И. А.</b> Исследование особенностей поведения вредоносного программного обеспечения класса криптолов-вымогателей .....	271
<b>Стюгин М. А., Овсянников А. А., Кушко Е. А.</b> Способ построения неразличимого программного кода с использованием ключа .....	273
<b>Стюгин М. А., Паротькин Н. Ю., Золотарев В. В.</b> Математическое моделирование неразличимых информационных процессов .....	275
<b>Субботин Н. А., Лубкин И. А.</b> Методика автоматической модификации программного кода с сохранением алгоритма работы .....	277
<b>Храмлюк С. А., Лапина Е. В.</b> О подходе к оценке эффективности защиты систем электронного документооборота .....	279
<b>Шипулин П. М., Шниперов А. Н.</b> О возможности организации скрытых временных каналов для защиты информации в открытых компьютерных сетях .....	281