

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

*На правах рукописи*

УДК 004.056.523:57.087.1

РОМАНОВ  
Евгений Валерьевич

**ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ  
ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ  
ПО БИОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ**

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание степени  
магистра техники и технологии

по специальности 1-39 81 01 «Компьютерные технологии проектирования  
электронных систем»

Минск 2018

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **Дик Сергей Константинович**,  
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **Полозков Юрий Владимирович**,  
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Белорусского национального технического университета

Защита диссертации состоится «27» января 2018 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 1 уч. корп., ауд. 415, тел.: 293-20-80, e-mail: kafpiks@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

По мере развития информационных технологий и расширения сфер автоматизации ценность информации неуклонно возрастает. Государственные секреты, наукоемкие ноу-хау, коммерческие, юридические и врачебные тайны, офисы современных корпораций, доступ на режимные объекты, все чаще доверяются компьютеру, который, как правило, подключен к локальным и корпоративным сетям. Интернет открывает огромные возможности для электронной коммерции, ведения бизнеса, хранения информации и её распространения в глобальной сети. Вместе с тем необходимо обеспечить надежные средства безопасности для защиты корпоративных данных от доступа извне.

Почти до конца 90-х годов основным способом определения пользователя было указание его логина и пароля. Подобного подхода по-прежнему придерживаются во многих организациях. Однако пароль является не самым надежным средством для идентификации: пароли забывают, хранят в неподходящем месте, наконец, их могут просто украсть. Некоторые сотрудники компаний могут записывать пароль на бумаге и держать эти записи рядом со своими рабочими станциями.

Такую систему легко обмануть, представившись чужим именем. Для этого необходимо лишь знать информацию, которая позволит произвести идентификацию. Злоумышленник, который получил, таким образом, права сотрудника компании, будет иметь в своем распоряжении все ресурсы, доступные данному пользователю в соответствии с его полномочиями и должностными обязанностями. Результатом могут стать различные противоправные действия, начиная от кражи информации и заканчивая выводом из строя всего информационного комплекса.

Разработчики традиционных устройств идентификации уже давно столкнулись с тем, что стандартные методы, такие как логин и пароль, во многом устарели. Проблема, в частности, состоит в том, что общепринятое разделение методов контроля физического доступа и контроля доступа к информации более несостоятельно. Ведь для получения доступа к серверу иногда совсем не обязательно входить в помещение, где он стоит. Причиной тому – ставшая всеобъемлющей концепция распределенных вычислений, объединяющая и технологию клиент-сервер, и Интернет.

Для доступа к системе нужно применять такие методы идентификации, которые не работают в отрыве от их носителя. Этому требованию отвечают биометрические характеристики человеческого организма. Современные биометрические технологии позволяют идентифицировать личность по физиологическим и психологическим признакам.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время информационные системы, как правило, используют для обеспечения безопасности многофакторный способ идентификации, позволяющий повысить уровень безопасности. Многие из таких систем основаны на использовании карточек, электронных ключей и других переносимых идентификаторов, а также паролей и кодов доступа имеют ряд существенных недостатков. Главный недостаток таких методов обусловлен неоднозначностью идентифицируемой личности. Прежде всего, это связано с тем, что для установления подлинности личности применяются атрибутивные и, основанные на знаниях, опознавательные характеристики. Указанный недостаток устраняется при использовании биометрических методов идентификации. Биометрические характеристики являются неотъемлемой частью человека и поэтому их невозможно забыть, потерять или передать другому человеку просто так. Другим, немаловажным недостатком традиционных методов идентификации, является отсутствие возможности обнаружения подмены идентифицированного пользователя, что позволяет злоумышленнику получить доступ к ресурсам системы, который ограничен только правами идентифицированного пользователя.

Как правило, при этом далеко не каждая многофакторная система предусматривает биометрические факторы как дополнительный уровень защиты.

Во многом, это обусловлено тем, что такие системы достаточно дорогостоящие и требуют для их поддержки или разработки команду специалистов. Таким образом, актуальность темы исследования заключается в том, чтобы сформировать такую систему признаков для идентификации личности по биометрическим параметрам, которая будет проста в поддержке со стороны небольшой команды специалистов или не потребует больших затрат под адаптацию для конкретной информационной системы, а также позволит решить проблему не биометрических методов идентификации.

### **Степень разработанности проблемы**

Существенный вклад в развитие информационных биометрических систем внесли известные исследователи в области биометрии А. Джейна, Р. Болла, Д. Уэймена, А. Росса, У. Улудага, Д. Райзмана, Ш. Панканти, Н. Ратха (США), Д. Маль-тони, Д. Майо, Р. Капелли (Италия), Л. Хонга (Китай), С. Ли (Япония), У. Дикманна (Германия) и др. В работах перечисленных авторов были заложены основы современных технологий биометрической идентификации, разработаны стандарты, алгоритмы применения соответствующих технологий.

На данный момент уже существует достаточное количество систем, которые позволяют провести биометрическую идентификацию личности, одна-

ко такие системы во многом требуют специальных сканирующих устройств, что подразумевает дополнительные затраты на ее установку. Биометрические системы во многом основываются на каком-либо одном способе идентификации или предполагают реализацию только одного подхода. Примером компаний, которые предоставляют на рынок подобные системы можно назвать *Anviz*, *Прософт-Биометрикс*, *ZKTeco*, *InTime*, *Ekey*, *Smartec*, *BioLink* и другие. Посетив официальные сайты данных компаний можно заметить закономерность, что помимо самой системы, которая является программным обеспечением, подавляющее большинство из них требуют установки или покупки дополнительных контроллеров, сканирующих устройств или считывателей.

Предложенная работа направлена на то, чтобы попытаться разработать систему, которая будет не только обеспечивать максимальную безопасность при идентификации личности по биометрическим параметрам, но и подразумевать возможность быстрой установки, настройки и не потребует покупки специальных сканеров или контроллеров. Другими словами данная система позволит обойтись стандартным оснащением современных персональных компьютеров.

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертации является разработка системы признаков для эффективной идентификации личности по биометрическим параметрам, которая будет представлять из себя программный модуль, с возможностью расширения его до мобильного приложения или программной библиотеки.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы **следующие задачи:**

- провести сравнительный анализ известных методов биометрической идентификации и анализ предметной области;
- провести исследования по выбору характеристик биометрических технологий, методов и средств для решения практических задач идентификации;
- произвести выбор программных инструментов, которые будут использоваться при разработке системы, разработать систему и проанализировать результат совместной работы методов.

**Область исследования.** Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-39 81 01 «Компьютерные технологии проектирования электронных систем».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли результаты исследований авторов в области биометрии, анализ прорывов и новых тенденций в данной обла-

сти в последние 5 лет, изучение основных алгоритмов, а также применение численных методов для идентификации личности, программные реализации которых представлены в библиотеках *OpenCV*, *DLib*.

Для получения теоретических результатов исследования применялись модели сверточных нейронных сетей *ResNet*, в частности – *ResNet34* без слоев, отвечающих за классификацию, а также применялись каскады Хаара в методе Виола-Джонса. Построение нейронных сетей и обучение каскада Хаара реализовывалось с помощью высокоуровневого, объектно-ориентированного языка *Python*, с использованием дистрибутива *Anaconda* и визуальным представлением результатов с помощью инструмента *Jupyter Notebook*. В качестве вспомогательной библиотеки для нейронной сети использовалась библиотека *DLib*. В качестве инструментов для работы каскада Хаара и метода Виола-Джонса используется библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом *OpenCV*. Данная библиотека реализована на *C/C++*, также разрабатывается для *Python*, *Java*, *Ruby*, *Matlab*, *Lua* и других языков. Может свободно использоваться в академических и коммерческих целях — распространяется в условиях лицензии *BSD*.

**Информационная база** исследования сформирована на основе литературы отечественных и зарубежных авторов, технических нормативно-правовых актов, сведений из ресурсов Интернет, а также материалов научных изданий.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в анализе совместной работы двух или более методов идентификации.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Алгоритм идентификации личности по геометрии лица с помощью сверточных нейронных сетей путем сравнения тестовой фотографии с эталонной.

2. Алгоритм идентификации личности по геометрии лица методом Виола-Джонса в реальном времени с помощью веб-камеры.

3. Алгоритм применения вероятностно-статистического метода для анализа пользователя по клавиатурному почерку.

**Теоретическая значимость** диссертации заключается в том, что в ней предложен подход реализации системы биометрической идентификации человека по нескольким параметрам.

**Практическая значимость** диссертации состоит в том, что на основе рассмотренных методов и инструментов разработана система, которая является программным модулем, для идентификации личности по биометрическим параметрам. Данная система может выступать как готовый дистрибутив для идентификации, так и как библиотека для внедрения в операционную систему, также с последующими доработками система может быть использована в качестве мобильного приложения.

### **Апробация и внедрение результатов исследования**

Результаты работы по теме диссертации были представлены на LXI Студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия» (г. Новосибирск, Российская Федерация, 2018 г.), международной научно-технической конференции «Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях» (г. Воронеж, Российская Федерация, 2017 г.).

### **Публикации**

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в семи научных работах (авторский объем 1,5 п.л.).

**Структура и объем работы.** Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех глав и заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации – 106 страниц. Работа содержит 1 таблицу, 20 рисунков. Библиографический список включает 65 наименований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы идентификации и аутентификации пользователя, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** содержится анализ предметной области, описывается принцип работы идентификации личности по биометрическим признакам, общий обзор существующих способов биометрической идентификации личности. Перечислены преимущества использования биометрических систем.

Существует некоторое количество методов биометрической идентификации, которые можно разделить на две группы – статистические и динамические.

Статические, основанные на физиологических признаках человека, присутствующих с ним на протяжении всей его жизни:

- идентификация по отпечатку пальца;
- идентификация по лицу;
- идентификация по радужно оболочке глаза;
- идентификация по геометрии руки;

- идентификация по термограмме лица;
- идентификация по ДНК;
- идентификация на основе акустических характеристик уха;
- идентификация по рисунку вен.

Динамические берут за основу поведенческие характеристики людей, а именно подсознательные движения в процессе повторения какого-либо обычного действия: почерк, голос, походка:

- идентификация по голосу;
- идентификация по рукописному почерку;
- идентификация по клавиатурному почерку;
- и другие.

Приводится их основная направленность, а также основные недостатки. Рассмотрены новые тенденции и уникальные достижения в данной области в 2017 году, такие как: идентификация человека по микровибрациям пальцев, идентификация по геометрии сердца. Описаны основные показатели определения эффективности системы идентификации. Приведены основные руководящие документы, которые устанавливают общие требования к биометрическим системам.

Описываются основные методы, способы и инструменты, программные библиотеки, которые могут применяться в процессе разработке программного прототипа и исследования проблемы. Приводится обоснование выбора языка программирования. Описаны основные преимущества выбранного языка.

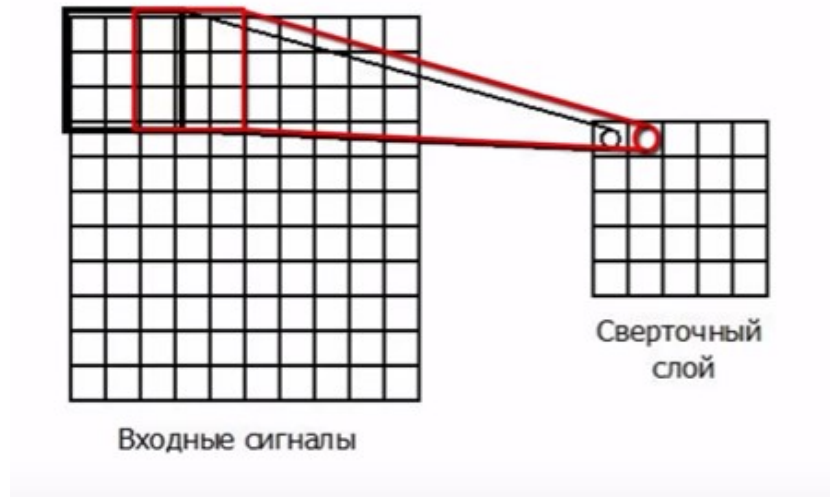
Во **второй главе** поэтапно производится разработка системы признаков для идентификации личности. На основе анализа и обзора существующих методов идентификации приводится описание системы. Проводится анализ способов идентификации пользователя по геометрии лица. Анализируются их основные достоинства и недостатки. Описывается механизм работы искусственных нейронных сетей, типы обучения нейронных сетей, подходы к обучению нейронных сетей. Рассматривается способ идентификации пользователя по геометрии лица с помощью сверточных нейронных сетей, как наиболее эффективный и механизм работы данных сетей.

Эффективность сверточных нейронных сетей реализуется за счет нейтрализации недостатков классических нейронных сетей. Для того чтобы решить эти недостатки сверточные сети используют следующие принципы: локальное восприятие, разделяемые веса, уменьшение размерности.

Если в полносвязной сети каждый нейрон подключается к каждому пикселю на изображении, то в сверточных сетях нейрон получает на вход ограниченное число пикселей, как правило, это участки изображения 3 на 3, 5 на 5 пикселей.

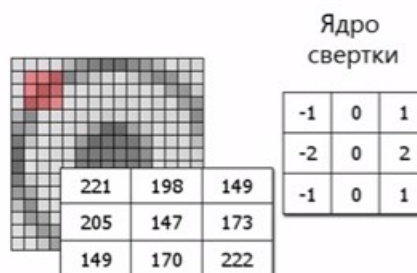


Следующий нейрон работает со следующим участком изображения (рисунок 1), который может частично пересекаться с предыдущим нейроном.



**Рисунок 1 – Нейроны в сверточной нейронной сети**

Операция, которая выполняется нейроном в этом участке сети, называется сверткой. Операция свертки заключается в том, что рассматривается необходимый участок изображения, например 3 на 3 пикселя, и из этого участка необходимо выделить так называемое ядро свертки. Для того чтобы выполнить операцию свертки для участка изображения, берется значение интенсивности пикселя и умножается на соответствующий элемент ядра свертки. Затем все полученные результаты складываются (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Получение ядра свертки**

Все нейроны сети используют одинаковые ядра свертки для обработки разных участков изображения. Таким образом, происходит поиск некоего элемента который важен в разных участках изображения. Из этого следует, что за счет использования одних и тех же весов в ядрах свертки, мы суще-

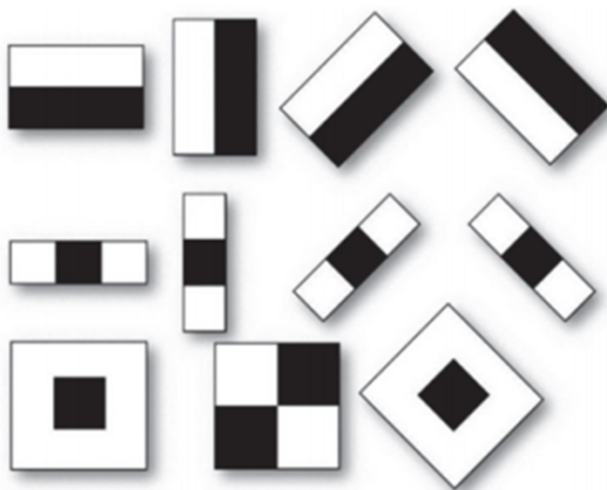
ственно уменьшаем количество весов, которые нам нужно обучить в процессе обучения.

Уменьшение размерности заключается в том, что нам необходимо распознавать объекты, независимо от того, в каком они масштабе. Лицо на изображении может занимать большую часть изображения или маленькую, но нам важно понять, что на этом изображении находится лицо. Кроме того, на практике важнее понять находится объект на изображении или нет, чем его точное местоположение на этом изображении. Для уменьшения размерности в сверточных нейронных сетях используются так называемые слои подвыборки. Один нейрон слоя подвыборки подключен к нескольким нейронам предыдущего слоя, как правило, к фрагменту нейрона  $2 \times 2$ . Значение нейрона на следующем слое определяется значением нейрона на предыдущем слое, для определения значения нейрона используется метод с выбором максимального значения.

Данный способ используется для идентификации пользователя по двум фотографиям, одной сохраненной, а второй, которую мы подаем на вход системе.

Для идентификации пользователя в реальном времени используется метод Виола-Джонса. В данной главе происходит поэтапное описание данного метода. Рассматривается что такое интегральное представление изображения, что представляют собой Хаар-подобные характеристики, которые являются основой метода Виола-Джонса.

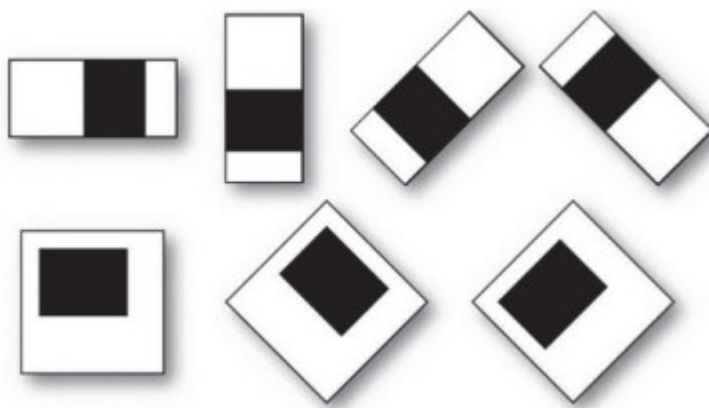
В стандартном методе Виола-Джонса используются прямоугольные признаки, эти признаки называются примитивами Хаара (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Основные признаки Хаара**

В расширенном методе Виолы – Джонса, представленном в библиотеке *OpenCV*, которая используется в реализации нашей системы, используются дополнительные признаки (рисунок 4).

Подобный набор признаков позволяет значительно увеличить эффективность данного метода.



**Рисунок 4 – Дополнительные признаки**

Описывается каким образом происходит построение классификатора на основе алгоритма бустинга и метод комбинирования данных классификаторов в каскадную структуру. Данный способ позволяет значительно ускорить идентификацию пользователя.

Также в данной главе приводится исследование методов идентификации и аутентификации пользователя по клавиатурному почерку. Предложен вероятностно-статистический алгоритм для реализации данного метода.

В **третьей главе** сформированы основные результаты и выводы, которые были получены в работе.

В **приложениях А-Г** приведена архитектура нейронной сети *ResNet34*, акт внедрения, справки, подтверждающие принятие публикаций и графический материал.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

В ходе данной работы проведены исследования в области биометрической идентификации личности. Рассмотрены существующие способы идентификации, а также рассмотрены новые методы идентификации и последние прорывы в данной области за последние несколько лет.

Проведены исследования по выбору характеристик биометрических технологий, методов и средств для решения практических задач идентификации. Сформированы задачи и цели, которые необходимо достичь в ходе данной работы. Приведено обоснование выбора языка программирования и использованных технологий для разработки системы.

В качестве методов идентификации были выбраны: идентификация

пользователя с помощью сверточных нейронных сетей путем сравнения входной фотографии с признаками фотографий людей, которые сохранены в базе данных, идентификация пользователя в реальном времени с помощью веб-камеры методом Виола-Джонса [2], идентификация пользователя путем анализа клавиатурного почерка вероятностно-статистическим методом.

Также были проанализированы основные способы идентификации личности по геометрии лица, подробно проведен анализ нейронных сетей и способ их применение [1, 3-6]

В ходе работы реализован программный модуль для идентификации личности. При тестировании прототипа были получены следующие результаты:

1. При испытании способа идентификации с помощью сверточных нейронных сетей были использованы 10 фотографий одного человека, с разными эмоциями и при разном освещении, одна фотография другого человека и эталонная фотография, с которой они сравнивались. В результате проведенного опыта значение Евклидова расстояния, получили меньше 0.6, для фотографий одного человека, что соответствует положительному результату идентификации пользователя. Также Евклидово расстояние меньше 0.6 было получено при сравнении двух фотографий одного человека на одной из которых были надеты очки на человека.

2. При испытании способа идентификации методом Виолы-Джонса происходило обучение каскада с помощью негативных и позитивных изображений. В качестве негативов использовалась база данных лиц незнакомых людей, в качестве позитивов, определенное количество фотографий автора. Каскад обучается за несколько минут и при запуске программы показывает результат распознавания лица автора через веб-камеру с доверительным интервалом от 0.2 до 10, что считается отличным показателем распознавания

3. Анализ клавиатурного почерка показал, что оптимальным результатом Евклидова расстояния для системы, является значение равное – 0.8. Данный метод идентификации личности также подходит для скрытого мониторинга состояния пользователя, чтобы вовремя определить подмену.

Последующее развитие работы – доработка программного прототипа до полноценной системы. Также, исследования способов минимизации ложных срабатываний системы, увеличение точности работы системы и ее быстродействия.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Полученные результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в учебные курсы: «Методы и технические средства обеспечения безопасности» и «Основы защиты информации».

## Список опубликованных работ

[1] Петкун, А.В. Применение искусственных нейронных сетей при оптическом распознавании идентификационных данных банковских карт / А.В. Петкун, Е.В. Романов // Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях: материалы II Междунар. открытая конф., Воронеж, Россия, 18-20 сентября 2017 г. / ФГБОУ ВО ВГЛТУ – Воронеж, 2017. С. 17 – 23.

[2] Романов, Е.В. Идентификация личности с использованием признаков Хаара для распознавания лиц методом Виолы-Джонса / Е.В. Романов, А.В. Петкун // Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях: материалы II Междунар. открытая конф., Воронеж, Россия, 18-20 сентября 2017 г. / ФГБОУ ВО ВГЛТУ – Воронеж, 2017. С. 12 –17.

[3] Петкун, А.В. Нейронная сеть как средство для распознавания пиксельных изображений цифр банковских карт / А.В. Петкун, Е.В. Романов, А.В. Фисунов, А.О. Рак // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: материалы LXI Междунар. науч.-прак. конф., Новосибирск, Россия, 15 января 2018 г./ Ассоциация науч. сотрудников «Сибирская академическая книга». – Новосибирск, 2018 г. Принято к опубликованию в печать.

[4] Романов, Е.В. Использование сверточных нейронных сетей для обработки изображений/ Е.В. Романов, А.В. Петкун, А.В. Фисунов // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: материалы LXI Междунар. науч.-прак. конф., Новосибирск, Россия, 15 января 2018 г./ Ассоциация науч. сотрудников «Сибирская академическая книга». – Новосибирск, 2018 г. Принято к опубликованию в печать.

[5] Романов, Е.В. Методы обучения искусственных нейронных сетей / А.В. Петкун, Е.В. Романов, А.В. Фисунов // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам VII Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». – № 1(6). – М., Изд. «Интернаука», 2018. Принято к опубликованию в печать.

[6] Романов, Е.В. Система речевой идентификации с использованием самоорганизующейся нейронной сети Кохонена // сб. ст. по материалам 52-ой научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР . Минск : БГУИР, 2016. С. 136 – 139.

[7]. Фисунов, А.В. Алгоритм поиска простых чисел решето Эратосфена / А.В. Фисунов, А.В. Петкун, Е.В. Романов // Международный электронный научный журнал Общества Науки и Творчества «Научное знание современности» (ISSN 2541-7827). Принято к опубликованию в печать.

## РЭЗІЮМЭ

**Раманаў Яўгеній Валер'евіч**

**Ключевыя словы:** біаметрыя, нейроная сетка, сверточная нейроная сетка, каскад Хаара, метада Віёла-Джонса, аналіз клавiятурнага почырку, iдэнтыфікацыя асобы, праграмны прататып.

**Мэта работы:** класіфікацыя і распрацоўка сістэмы прыкмет для iдэнтыфікацыі асобы па біаметрычных параметрах, стварэнне праграмнага прататыпа сістэмы.

**Атрыманыя вынікі і iх навізна:** Распрацаваны праграмны прататып сістэмы прыкмет для iдэнтыфікацыі асобы па біаметрычных параметрах. Дадзены праграмны прататып складаецца з трох метадаў біаметрычнай iдэнтыфікацыі: iдэнтыфікацыі карыстальніка з дапамогай сверточных нейронавых сетак шляхам параўнання ўваходных фатаграфіі з прыкметамі фатаграфій людзей якія захаваны ў базе дадзеных, iдэнтыфікацыя карыстальніка ў рэальным часе з дапамогай вэб-камеры метадам Віёла-Джонса, iдэнтыфікацыя карыстальніка шляхам аналізу клавiятурнага почырку iмавернаснастатыстычных метадам.

Пры выпрабаванні першага спосабу iдэнтыфікацыі былі выкарыстаныя 10 фотаздымкаў аднаго чалавека, з рознымі эмоцыямі і пры розным асвятленні, адна фатаграфія iншага чалавека і эталонная фатаграфія, з якой яны параўноўваліся. У выніку праведзенага вопыту значэнне эўклідавай адлегласці, атрымалі менш 0.6, для фатаграфій аднаго чалавека, што адпавядае станоўчага выніку iдэнтыфікацыі карыстальніка. Таксама эўклідавай адлегласць менш 0.6 было атрымана пры параўнанні двух фатаграфій аднаго чалавека на адной з якіх былі надзетыя акулiяры на чалавека.

Пры выпрабаванні спосабу iдэнтыфікацыі метадам Віёлы-Джонса прайшло на вучанне каскаду з дапамогай негатыўных і пазітыўных паб'юражэнняў. У якасці негатываў выкарыстоўвалася база дадзеных асоб незнаёмых людзей, у якасці пазітываў, пэўную колькасць фотаздымкаў аўтара. Каскад навучаецца за некалькі хвілін і пры запуску праграмы паказвае вынік распазнання асобы аўтара праз вэб-камеру з даверным iнтэрвалам ад 0.2 да 10, што лічыцца выдатным паказчыкам распазнавання.

Аналіз клавiятурнага почырку паказаў, што аптымальным вынікам эўклідавай адлегласці для сістэмы, з'яўляецца значэнне роўнае – 0.8. Дадзены метада iдэнтыфікацыі асобы таксама падыходзіць для схаванага манiторынгу стану карыстальніка, каб своечасова вызначыць падмену.

**Степень iспользования:** вынікі ўкаранёны на прадпрыемстве ООО «НетКрэкерБел».

**Область применения:** iнфармацыйныя тэхналогіі

## РЕЗЮМЕ

**Романов Евгений Валерьевич**

**Ключевые слова:** биометрия, нейронная сеть, сверточная нейронная сеть, каскад Хаара, метод Виола-Джонса, анализ клавиатурного почерка, идентификация личности, программный прототип.

**Цель работы:** классификация и разработка системы признаков для идентификации личности по биометрическим параметрам, создание программного прототипа системы.

**Полученные результаты и их новизна:** разработан программный прототип системы признаков для идентификации личности по биометрическим параметрам. Данный программный прототип состоит из трех методов биометрической идентификации: идентификации пользователя с помощью сверточных нейронных сетей путем сравнения входной фотографии с признаками фотографий людей которые сохранены в базе данных, идентификация пользователя в реальном времени с помощью веб-камеры методом Виола-Джонса, идентификация пользователя путем анализа клавиатурного почерка вероятностно-статистическим методом.

При испытании первого способа идентификации были использованы 10 фотографий одного человека, с разными эмоциями и при разном освещении, одна фотография другого человека и эталонная фотография, с которой они сравнивались. В результате проведенного опыта значение Евклидова расстояния, получили меньше 0.6, для фотографий одного человека, что соответствует положительному результату идентификации пользователя. Также Евклидово расстояние меньше 0.6 было получено при сравнении двух фотографий одного человека на одной из которых были надеты очки на человека.

При испытании способа идентификации методом Виолы-Джонса происходило обучение каскада с помощью негативных и позитивных изображений. В качестве негативов использовалась база данных лиц незнакомых людей, в качестве позитивов, определенное количество фотографий автора. Каскад обучается за несколько минут и при запуске программы показывает результат распознавания лица автора через веб-камеру с доверительным интервалом от 0.2 до 10, что считается отличным показателем распознавания.

Анализ клавиатурного почерка показал, что оптимальным результатом Евклидова расстояния для системы, является значение равное – 0.8. Данный метод идентификации личности также подходит для скрытого мониторинга состояния пользователя, чтобы вовремя определить подмену.

**Степень использования:** результаты исследования внедрены на предприятии ООО «НетКрэкерБел».

**Область применения:** информационные технологии

## SUMMARY

### Romanov Eugene Valerievich

**Key words:** biometrics, neural network, convolutional neural network, Haar cascade, Viola-Jones method, keyboard handwriting analysis, personality identification, software prototype.

**The object of study:** classification and development of a system of signs for identification of individuals by biometric parameters, the creation of a software prototype of the system.

**The results and novelty:** A software prototype of a system of signs for identifying an individual using biometric parameters was developed. This software prototype consists of three methods of biometric identification: user identification using convolutional neural networks by comparing the input photo with the photos of people that are stored in the database, real-time user identification using a web camera using the Viola-Jones method, user identification by analysis Keyboard handwriting by a probabilistic-statistical method.

When testing the first identification method, 10 photographs of one person were used, with different emotions and under different lighting conditions, one photo of another person and a reference photograph with which they were compared. As a result of the experiment, the Euclidean distance is less than 0.6 for photographs of one person, which corresponds to a positive result of user identification. Also, the Euclidean distance less than 0.6 was obtained by comparing two photographs of one person on one of which were wearing glasses per person.

When testing the identification method by the method of Viola-Jones, the cascade was trained with the help of negative and positive images. As the negatives used a database of faces of strangers, as a positive, a certain number of photographs of the author. The cascade is trained in a few minutes and when the program starts it shows the result of recognizing the author's face through a webcam with a confidence interval of 0.2 to 10, which is considered an excellent indicator of recognition.

An analysis of the keyboard handwriting showed that the optimal result of the Euclidean distance for the system is the value equal to 0.8. This method of identity identification is also suitable for hidden monitoring of the user's state in order to determine in time the substitution.

**Degree of use:** the results were used at the "NetCracker" company.

**Sphere of application:** information technology.