

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГАОУ ВО
«Омский государственный
технический университет»
К.Э.Н., доцент



Д.П. Маевский

мая 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет»

Диссертация «Высоконадежная биометрическая аутентификация на основе защищенного исполнения нейросетевых моделей и алгоритмов искусственного интеллекта» выполнена на кафедре «Комплексная защита информации» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Сулавко Алексей Евгеньевич работал в ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» на кафедре «Комплексная защита информации» в должности доцента.

В 2009 г. окончил ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» по специальности «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.19 – Методы и системы защиты информации, информационная безопасность на тему «Идентификация пользователей компьютерных систем по динамике подсознательных движений на основе статистической теории принятия решений» защитил в 2014 г. в диссертационном совете Д 212.288.07 при ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, доцент Ложников Павел Сергеевич, заведующий кафедрой «Комплексная защита информации» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация Сулавко Алексея Евгеньевича является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с последующими изменениями), в которой содержатся научно обоснованные результаты исследований проблемы повышения надежности многофакторной биометрической аутентификации и защищенности биометрических систем от компьютерных атак на основе технологии защищенного исполнения нейросетевых моделей и алгоритмов искусственного интеллекта.

2. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

- концепция защищенного исполнения нейросетевых алгоритмов ИИ, основанная на преобразовании корреляционных связей между признаками в мета-признаки, позволяющая снизить количество ошибок классификации образов и повысить защищенность систем ИИ от извлечения знаний.
- модель корреляционных нейронов и модель нейросетевого преобразователя биометрия-код на их основе, а также алгоритм их автоматического синтеза и обучения на малых выборках, которые позволяют повысить длину ключа, связываемого с биометрическими образами субъектов, и устойчивость биометрических систем к состоятельным атакам и извлечению знаний.
- адаптивная нейро-иммунная модель ИИ и алгоритмы ее обучения с учителем и с подкреплением, позволяющие предупредить или снизить влияние концептуального дрейфа в системах биометрической аутентификации.
- методы и алгоритм высоконадежной многофакторной аутентификации на основе рукописных и голосовых образов, а также акустических образов уха с обеспечением защиты биометрических данных от компрометации, позволяющие повысить защищенность информации от неавторизованного доступа.
- технология автоматического синтеза и обучения нейросетевых моделей доверенного ИИ на малых выборках, а также программный комплекс на ее основе, позволяющие создавать системы высоконадежной биометрической аутентификации и другие ответственные приложения ИИ, обладающие повышенной устойчивостью к деструктивным воздействиям.

В перечисленных в автореферате работах соискателем лично получены следующие результаты:

- в работах [20, 37, 50, 51, 55, 71] исследованы существующие методы и подходы к построению систем биометрической аутентификации;
- в работах [19, 26, 32, 34, 43, 44, 47, 60, 62] разработана концепция защищенного исполнения нейросетевых алгоритмов ИИ от исследования и

компрометации знаний;

- в работах [6, 13, 30, 32, 34, 39, 40, 53, 60, 61, 62, 64] разработаны модель корреляционных нейронов и модель нейросетевого преобразователя биометрия-код на их основе, а также алгоритм их автоматического синтеза и обучения на малых выборках биометрических данных;

- в работах [5, 8, 17, 27, 52, 56, 57, 59, 66, 67, 69] разработаны адаптивная нейро-иммунная модель ИИ и алгоритмы ее обучения с учителем и с подкреплением, позволяющие предупредить или снизить влияние концептуального дрейфа в системах биометрической аутентификации;

- в работах [1, 4, 10, 18, 22, 28, 33, 38, 46, 48] разработаны методы и алгоритм высоконадежной многофакторной аутентификации на основе рукописных и голосовых образов, а также акустических образов уха с обеспечением защиты биометрических данных от компрометации;

- в работах [2, 21, 23-25, 49, 63] разработаны технология автоматического синтеза и обучения нейросетевых моделей доверенного ИИ, а также библиотека машинного обучения на ее основе, которую можно использовать при создании систем высоконадежной многофакторной биометрической аутентификации и других приложений ИИ;

- в работах [2, 9, 11, 12, 16, 41, 45, 54, 58, 63, 72-80] рассмотрены вопросы практического применения результатов, полученных в диссертационной работе.

Опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертационной работы. Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора: по главе 1 – [20, 37, 50, 51, 55, 71]; по главе 2 – [6, 13, 19, 26, 30, 32, 34, 39, 40, 43, 44, 47, 53, 60, 61, 62, 64]; по главе 3 – [5, 7, 8, 14, 15, 17, 27, 29, 35, 42, 52, 56, 57, 59, 66, 67, 69]; по главе 4 – [1, 3, 4, 10, 18, 22, 28, 31, 33, 38, 46, 48, 65, 68, 70]; по главе 5 – [2, 9, 11, 12, 16, 21, 23-25, 36, 41, 45, 49, 54, 58, 63, 72-80]. Одиннадцать работ написаны автором единолично, другие совместно с научным консультантом или другими членами научного коллектива. При выполнении всех работ автор принимал определяющее участие, как в постановке, так и в решении задач.

3. Достоверность полученных результатов и выводов обусловлена корректным применением методов исследования, использованием признанных методик статистической обработки данных, математически строгим выполнением расчетов и подтверждается результатами практического использования и актами внедрения. Вводимые допущения мотивировались фактами, известными из практики. Предложенные в работе концепция, модели, методы и алгоритмы теоретически обоснованы и не противоречат известным достоверно подтвержденным результатам исследований других авторов.

4. Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Предложена концепция защищенного исполнения нейросетевых алгоритмов ИИ, позволяющая обеспечить устойчивость моделей и алгоритмов ИИ к извлечению знаний в задачах классификации образов,

которая *в отличие* от существовавших ранее концепций основана на преобразовании корреляционных связей между признаками в высокоинформативные мета-признаки Байеса-Минковского с помощью предложенного для этой цели отображения. Экспериментально установлено, что корреляция между признаками увеличивает количество информации об образе (один мета-признак Байеса-Минковского может содержать в 2-3 раза больше информации, чем содержится суммарно в паре исходных признаков, от которых он порожден), что повышает надежность распознавания образов.

2. Разработаны модель корреляционных нейронов и модель НПБК на их основе, *отличающиеся* тем, что они анализируют корреляционные связи между признаками вместо признаков, а также робастной алгоритм автоматического синтеза и обучения этих моделей на малых выборках, что *позволяет* повысить защищенность биометрических данных от компрометации, длину ключа, связываемого с биометрическими образами субъектов, и устойчивость систем биометрической аутентификации к состязательным атакам.

3. Разработана адаптивная нейро-иммунная модель ИИ, *отличающаяся* от существовавших ранее использованием предложенной гибкой архитектуры искусственных иммунных детекторов (антител и клеток памяти), использованием в основе детекторов ядерных функций, сочетанием ансамблевых методов машинного обучения и метода обучения с подкреплением, что *позволяет* ей устойчиво обучаться на малых выборках и адаптироваться к изменению биометрических данных в процессе функционирования. Предложенные нейро-иммунная модель и алгоритмы ее обучения *в отличие* от существовавших ранее *позволяют* снизить влияние концептуального дрейфа и вероятность ошибок биометрической аутентификации, даже если исходная обучающая выборка недостаточно репрезентативна или незначительна в объеме.

4. Разработаны методы и алгоритм высоконадежной многофакторной биометрической аутентификации, *отличающиеся* использованием новых акустических биометрических параметров, характеризующих внутреннее строение ушного канала, комплексированием динамических и статических признаков с учетом их приоритезации, информативности и стабильности, а также совместным использованием НПБК и нейро-иммунной модели, что *позволяет* обеспечить более высокую надежность аутентификации, робастность дрейфующих характеристик, защиту биометрических образов от компрометации, снизить вероятность ошибок «ложного допуска» и «ложного отказа» по сравнению с известными аналогами.

5. Разработана технология синтеза нейросетевых моделей доверенного ИИ, которая *позволяет* снизить объем тренировочной выборки, повысить надежность и защищенность биометрических систем аутентификации и других приложений ИИ, *отличающаяся* наличием режимов автоматического обучения нейросетевых моделей ИИ, защищенного исполнения нейросетевых алгоритмов классификации образов

и применением процедур автоматической оценки информативности признаков.

5. Практическая значимость заключается в следующем:

На базе предложенной технологии синтеза нейросетевых моделей ИИ под руководством соискателя на базе ОмГТУ разработана первая редакция государственного национального стандарта ГОСТ Р «Искусственный интеллект. Нейросетевые алгоритмы в защищённом исполнении. Автоматическое обучение нейросетевых моделей на малых выборках в задачах классификации». Это первый стандарт, который регламентирует особенности создания и обучения нейросетевых моделей ИИ, исполняемых в защищенном от исследования режиме. Стандарт направлен на использование на объектах критической информационной инфраструктуры при разработке ответственных приложений ИИ. Стандарт прошел экспертизу технических комитетов Росстандарта и включен в программу стандартизации технического комитета «Искусственный интеллект» (ТК164).

Результаты работы легли в основу линейки программных продуктов AIConstructor (AIC), научным руководителем разработки которых является Сулавко А.Е. AIC desktop – программный комплекс для проведения научных исследований по машинному обучению. AIC ModelOps Platform – корпоративная среда управления жизненным циклом ИИ, может использоваться для автоматизации, отслеживания и контроля рабочих процессов на всех этапах: от исследования до внедрения в бизнес среду.

Практическую значимость представляют методы высоконадежной многофакторной биометрической аутентификации по особенностям ушного канала, рукописным и голосовым образам с показателями FRR=0,12 при FAR<10⁻¹⁴ и FRR=0,03 при FAR<10⁻¹⁰ и программные продукты на их основе.

6. Ценность научных работ заключается в том, что в результате выполненных исследований:

- решена проблема повышения надежности многофакторной биометрической аутентификации и защищенности биометрических систем от компьютерных атак на основе технологии защищенного исполнения нейросетевых моделей и алгоритмов искусственного интеллекта;

- предложенная концепция защищенного исполнения нейросетевых алгоритмов ИИ, основанная на преобразовании корреляционных связей между признаками в мета-признаки, позволит снизить количество ошибок классификации образов и повысить защищенность систем ИИ от извлечения знаний;

- предложенные модель корреляционных нейронов, модель нейросетевого преобразователя биометрия-код, алгоритм их автоматического синтеза и обучения на малых выборках позволят создавать доверенный ИИ для задач высоконадежной биометрической аутентификации, повысить длину ключа, связываемого с биометрическими образами субъектов, и устойчивость биометрических систем к состязательным атакам и извлечению знаний;

- разработанные нейро-иммунная модель ИИ и алгоритмы ее обучения с

учителем и с подкреплением позволят предупредить или снизить влияние концептуального дрейфа в системах биометрической аутентификации;

- разработанные методы и алгоритм высоконадежной многофакторной аутентификации на основе рукописных и голосовых образов, а также акустических образов уха с обеспечением защиты биометрических данных от компрометации позволят повысить защищенность информации от неавторизованного доступа;

- разработанные технология автоматического синтеза и обучения нейросетевых моделей доверенного ИИ на малых выборках и программный комплекс на ее основе позволят создавать системы высоконадежной биометрической аутентификации и другие ответственные приложения ИИ, обладающие повышенной устойчивостью к деструктивным воздействиям;

- разработана первая редакция национального стандарта ГОСТ Р «Искусственный интеллект. Нейросетевые алгоритмы в защищенном исполнении. Автоматическое обучение нейросетевых моделей на малых выборках в задачах классификации», который позволит повысить защищенность ИИ от компьютерных атак на объектах критической информационной инфраструктуры и регламентирует особенности создания и обучения нейросетевых моделей ИИ, исполняемых в защищенном от исследования режиме.

7. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.6 – Методы и системы защиты информации, информационная безопасность, при этом работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности:

п. 9. «Модели противодействия угрозам нарушения информационной безопасности для любого вида информационных систем, позволяющие получать оценки показателей информационной безопасности».

п. 12. «Технологии идентификации и аутентификации пользователей и субъектов информационных процессов. Системы разграничения доступа».

п. 15. «Принципы и решения (технические, математические, организационные и др.) по созданию новых и совершенствованию существующих средств защиты информации и обеспечения информационной безопасности».

Отрасль науки – технические науки, поскольку приведенные результаты исследований дают существенный технический эффект при использовании и внедрении.

8. Полнота изложения материалов диссертации

Соискателем опубликовано 80 работ, содержащих результаты диссертационного исследования, в том числе 38 статей в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, либо в научных изданиях, индексируемых базой RSCI, 21 научная работа в изданиях, включенных в базы Web of Science и Scopus, 11 научных работ в других изданиях и 1 коллективная монография. Получен 1 патент на изобретение и 8 свидетельств о регистрации программ.

*Статьи в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий,
рекомендованных ВАК, либо в научных изданиях,
индексируемых в базе данных RSCI:*

1. Сулавко, А.Е. Метод биометрической аутентификации на основе кепстральных характеристик эхограмм наружного уха и нейросетевого преобразователя биометрия-код / А.Е. Сулавко, А.А. Храмов // Прикладная информатика. Т. 17, № 1. – С. 69–82. 2022.
2. Иванов, А.И. Проект третьего национального стандарта России по быстрому автоматическому обучению больших сетей корреляционных нейронов на малых обучающих выборках биометрических данных / А.И. Иванов, А.Е. Сулавко // Вопросы кибербезопасности. – 2021. – № 3. – С. 84–93. – DOI:10.21681/2311-3456-2021-3-84-93
3. Преобразователь образов голосовых паролей дикторов в криптографический ключ на основе комитета предварительно обученных сверточных нейронных сетей / Сулавко А.Е., Иниватов Д.П., Стадников Д.Г. [и др.] // Вопросы защиты информации. – 2021. – №4. – С. 23-33.
4. Оценка идентификационного потенциала электроэнцефалограмм с использованием статистического подхода и сверточных нейронных сетей / А.Е. Сулавко, П.С. Ложников, А.Г. Чобан [и др.] // Информационно-управляющие системы. – 2020. – № 6. – С. 37–49.
5. Сулавко, А.Е. Высоконадежная аутентификация по рукописным паролям на основе гибридных нейронных сетей с обеспечением защиты биометрических эталонов от компрометации / А.Е. Сулавко // Информационно-управляющие системы. – 2020. – № 4. – С. 61–77. – DOI: 10.31799/1684-8853-2020-4-61-77
6. Оценка ускорения вычислений от перехода к воспроизведению эффектов нейродинамики при анализе числа возможных состояний больших сетей искусственных нейронов / А.И. Иванов, А.И. Газин, А.Е. Сулавко, Д.Г. Стадников // Вопросы защиты информации. – 2020. – № 4. – С. 32–38.
7. Искусственный интеллект в защищенном исполнении на базе иммунных сетевых моделей распознавания образов на примере преобразователей биометрия-код / Е.В. Шалина, Н.В. Малинин, А.Е. Сулавко, Д.Г. Стадников // Вопросы защиты информации. – 2020. – № 2. – С. 31–40.
8. Гарипов, И.М. Методы распознавания личности на основе анализа характеристик наружного уха (Обзор) / И.М. Гарипов, А.Е. Сулавко, И.А. Куприк // Вопросы защиты информации. – 2020. – № 1. – С. 33–41.
9. Сулавко, А.Е. Биометрическая аутентификация пользователей информационных систем по клавиатурному почерку на основе иммунных сетевых алгоритмов / А.Е. Сулавко, Е.В. Шалина // Прикладная информатика. – 2019. – № 3 (81). – С. 39–53. – DOI: 10.24411/1993-8314-2019-10014
10. Иммунные алгоритмы распознавания образов и их применение в биометрических системах (Обзор) // А.Е. Сулавко, Е.В. Шалина, Д.Г. Стадников, А.Г. Чобан // Вопросы защиты информации. – 2019. – № 1. – С. 38–46.

11. Сулавко, А.Е. Тестирование нейронов для распознавания биометрических образов при различной информативности признаков / А.Е. Сулавко // Прикладная информатика. – 2018. – № 1. – С. 128–143.
12. Сулавко, А.Е. Архитектура перспективных нейронов для обработки биометрических данных с высокой взаимной корреляционной зависимостью / А.Е. Сулавко // Вопросы защиты информации. – 2018. – № 1. – С. 35–48.
13. Биометрическая аутентификация по клавиатурному почерку с учетом силы нажатия на клавиши, параметров вибрации и движения рук оператора / А.Е. Сулавко, А.Р. Хамзин, А.А. Лыжин [и др.] // Вопросы защиты информации. – 2018. – № 2. – С. 41–50.
14. Анализ методов распознавания образов человека по особенностям электроэнцефалограмм (обзор) / А.Е. Сулавко, А.И. Куприк, М.А. Старков, Д.Г. Стадников // Вопросы защиты информации. – 2018. – № 4. – С. 36–46.
15. Распознавание психофизиологических состояний пользователей на основе скрытого мониторинга действий в компьютерных системах / Васильев В.И., Сулавко А.Е., Борисов Р.В. [и др.] // Искусственный интеллект и принятие решений. - 2017. - №3. - С. 95-111.
16. Сулавко, А.Е. Влияние психофизиологического состояния подписантов на биометрические параметры рукописных образов и результаты их верификации / А.Е. Сулавко, А.Е. Самотуга // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 6. – С. 29–42. – DOI: 10.15217/issn1684-8853.2017.6.29
17. Аутентификация пользователей компьютера на основе клавиатурного почерка и особенностей лица / П.С. Ложников, А.Е. Сулавко, Е.В. Бурая, В.Ю. Писаренко // Вопросы кибербезопасности. – 2017. – № 3. – С. 24–34. – DOI: 10.21681/2311-3456-2017-3-24-34
18. Комплексирование независимых биометрических признаков при распознавании субъектов на основе сетей квадратичных форм, персептронов и меры ХИ-модуль / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Е.В. Толкачева, Р.В. Борисов // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 1 (86). – С. 50–62.
19. Распознавание пользователей компьютерных систем по клавиатурному почерку с учетом регистрации дополнительных признаков при помощи специальных датчиков / А.В. Еременко, А.Е. Сулавко, Д.В. Мишин, А.А. Федотов // Датчики и системы. – 2017. – № 3. – С. 9–16.
20. Идентификационный потенциал клавиатурного почерка с учетом параметров вибрации и силы нажатия на клавиши / А.В. Еременко, А.Е. Сулавко, Д.В. Мишин, А.А. Федотов // Прикладная информатика. 2017. – Т. 12, № 1 (67). – С. 79–94.
21. Генерация ключевых последовательностей и верификация субъектов на основе двумерного изображения лица / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, С.С. Жумажанова, Е.В. Бурая // Автоматизация процессов управления. – 2017. – № 1. – С. 58–66.
22. Идентификация психофизиологических состояний подписантов по особенностям воспроизведения автографа / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Е.А. Левитская, А.Е. Самотуга // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – № 1. – С. 40–48.

23. Оценка информативности характеристик рукописных образов для идентификации психофизиологического состояния человека / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Е.А. Левитская, А.Е. Самотуга, Е.В. Толкачева // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – №11. – С. 35–46.
24. Комплексная система распознавания водителей транспортных средств и их психофизиологического состояния по динамическим биометрическим признакам / А.Е. Сулавко, С.С. Жумажанова, З.В. Семенова [и др.] // Автоматизация. Современные технологии. – 2017. – № 8. – С. 373–380.
25. Сулавко, А.Е. Влияние функционального состояния оператора на параметры его клавиатурного почерка в системах биометрической аутентификации / А.Е. Сулавко // Датчики и системы. – 2017. – № 11. – С. 19–30.
26. Влияние психофизиологического состояния диктора на параметры его голоса и результаты биометрической аутентификации по речевому паролю / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Р.В. Борисов, Д.П. Иниватов // Компьютерные инструменты в образовании. – 2017. – № 4. – С. 29–47.
27. Влияние психофизиологического состояния подписанта на результаты его идентификации по рукописному образу естественным и искусственным интеллектами // А.Е. Сулавко, С.С. Жумажанова, А.А. Нигрей, Л.Н. Закутнева // Безопасность информационных технологий. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 87–97.
28. Экспериментальная оценка надежности верификации подписи сетями квадратичных форм, нечеткими экстракторами и перцептронными / П.С. Ложников, А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Д.А. Волков // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 5. – С. 73–85.
29. Нечеткий экстрактор для генерации ключей шифрования на основе параметров клавиатурного почерка / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Е.В. Толкачева, С.С. Жумажанова // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2016. – № 4. – С. 69–79.
30. Еременко, А.В. Современное состояние и пути модернизации преобразователей биометрия-код / А.В. Еременко, А.Е. Сулавко, Д.А. Волков // Информационные технологии. – 2016. – № 3. – С. 203–210.
31. Метод защиты текстовых документов на электронных и бумажных носителях на основе скрытого биометрического идентификатора субъекта, получаемого из подписи / А.В. Еременко, А.Е. Сулавко, Е.В. Толкачева, Е.А. Левитская // Информационные технологии. – 2016. – Т. 22, № 8. – С. 628–634.
32. Сулавко, А.Е. Генерация криптографических ключей на основе голосовых сообщений / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, Р.В. Борисов // Прикладная информатика. – 2016. – № 5. – С. 76–89.
33. Еременко, А.В. Двухфакторная аутентификация пользователей компьютерных систем на удаленном сервере по клавиатурному почерку / А.В. Еременко, А.Е. Сулавко // Прикладная информатика. – 2015. – № 6. – С. 48–59.
34. Сулавко, А.Е. Разграничение доступа к информации на основе скрытого мониторинга действий пользователей в информационных системах: портрет нелояльного сотрудника / А.Е. Сулавко, А.В.

- Еременко, Е.А. Левитская // Известия Транссиба. – 2015. – № 1 (21). – С. 80–89.
35. Сулавко, А.Е. Метод сжатия собственных областей классов образов в пространстве малоинформативных признаков / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2014. – № 2. – С. 102–109.
36. Сулавко, А.Е. Исключение искаженных биометрических данных из эталона субъекта в системах идентификации / А.Е. Сулавко, А.В. Еременко, А.Е. Самотуга // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2013. – № 3. – С. 96–101.
37. Еременко, А.В. Исследование алгоритма генерации криптографических ключей из биометрической информации пользователей компьютерных систем / А.В. Еременко, А.Е. Сулавко // Информационные технологии. – 2013. – № 11. – С. 47–51.
38. Епифанцев, Б.Н. Альтернативные сценарии авторизации при идентификации пользователей по динамике подсознательных движений / Б.Н. Епифанцев, П.С. Ложников, А.Е. Сулавко // Вопросы защиты информации. – 2013. – № 2. – С. 28–35.

Публикации в отечественных журналах из перечня изданий ВАК, включенных в международные базы Web of Science, Scopus:

39. Сулавко, А.Е. Абстрактная модель искусственной иммунной сети на основе комитета классификаторов и ее использование для распознавания образов клавиатурного почерка / А.Е. Сулавко // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 5. – С. 830–842. – DOI: 10.18287/2412-6179-СО-717
40. Сулавко, А.Е. Высоконадежная двухфакторная биометрическая аутентификация по рукописным и голосовым паролям на основе гибких нейронных сетей / А.Е. Сулавко // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 1. – С. 82–91. – DOI: 10.18287/2412-6179-СО-567
41. Identification of the Psychophysiological State of the User Based on Hidden Monitoring in Computer Systems / V.I. Vasilyev, A.E. Sulavko, S.S. Zhumazhanova, R.V. Borisov // Scientific and Technical Information Processing. – 2018. – Vol. 45, № 6. – P. 398–410. DOI: 10.3103/S0147688218060096
42. Иванов, А.И. Оценка надежности верификации автографа на основе искусственных нейронных сетей, сетей многомерных функционалов Байеса и сетей квадратичных форм / А.И. Иванов, П.С. Ложников, А.Е. Сулавко // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 5. – С. 765–774. – DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-5-765-774
43. Identification Potential of Online Handwritten Signature Verification / B.N. Epifantsev, P.S. Lozhnikov, A.E. Sulavko, S.S. Zhumazhanova // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2016. – № 3 (52). – P. 238–244. – DOI: 10.3103/S8756699016030043

Публикации в изданиях, включенных в международные базы Web of Science, Scopus:

44. Sulavko, A.E. Biometric-Based Key Generation and User Authentication Using Acoustic Characteristics of the Outer Ear and a Network of

- Correlation Neurons / A.E. Sulavko // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22. – P. 9551. – DOI: 10.3390/s22239551
45. Sulavko, A.E. Personal Identification Based on Acoustic Characteristics of the Outer Ear Using Cepstral Analysis, Bayesian Classifier and Artificial Neural Networks / A.E. Sulavko, A.E. Samotuga, I.A. Kuprik // *IET Biometrics*. – 2021. – Vol.10. – №6. – P. 692–705. – DOI: 10.1049/bme2.12037
 46. Sulavko, A.E. Bayes-Minkowski measure and building on its basis immune machine learning algorithms for biometric facial identification / A.E. Sulavko // *Journal of Physics: Conf. Series*. – 2020. – Vol. 1546. – P. 012103-1–012103-7. – DOI:10.1088/1742-6596/1546/1/012103
 47. Statistical approach for subject's state identification by face and neck thermograms with small training sample / S.S. Zliumazhanova, A.E. Sulavko, D.B. Ponomarev, V.A. Pasenchuk // *IFAC-PapersOnLine*. – 2019. – Vol. 52, № 25. – P. 46–51, DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.12.444.
 48. Biometric authentication on the basis of lectroencephalograms parameters / A.E. Sulavko, A.E. Samotuga, D.G. Stadnikov, V.A. Pasenchuk, S.S. Zhumazhanova // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1260, №2. – P. 022011. – DOI:10.1088/1742-6596/1260/2/022011
 49. Flexible fast learning neural networks and their application for building highly reliable biometric cryptosystems based on dynamic features / V.I. Vasilyev, P.S. Lozhnikov, A.E. Sulavko [et al] // *IFAC-PapersOnLine*. – 2018. – Vol. 51, № 30. – P. 527–532. – DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.272
 50. Subjects Authentication Based on Secret Biometric Patterns Using Wavelet Analysis and Flexible Neural Networks / A.E. Sulavko, D.A. Volkov, S.S. Zhumazhanova, R.V. Borisov // *XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE)*. – Novosibirsk, 2018. – P. 218–227, DOI: 10.1109/APEIE.2018.8545676
 51. Sulavko, A.E. Biometric pattern recognition using wide networks of gravity proximity measures / A.E. Sulavko, S.S. Zhumazhanova // *Journal of Physics: Conf. Series*. – 2018. – Vol. 1050: Mechanical Science and Technology Update. – P. 012082-1–012082-13. – DOI: 10.1088/1742-6596/1050/1/012082
 52. Sulavko, A.E. Perspective Neural Network Algorithms for Dynamic Biometric Pattern Recognition in the Space of Interdependent Features / A.E. Sulavko, S.S. Zhumazhanova, G.A. Fofanov // *Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines: conference proceeding, 13–15 November 2018 / Omsk State Technical University*. – Omsk, 2018. – P. 1–12, DOI: 10.1109/Dynamics.2018.8601440
 53. Sulavko, A.E. Users' identification through keystroke dynamics based on vibration parameters and keyboard pressure / A.E. Sulavko, A.A. Fedotov, A.V. Eremenko // *Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines: conference proceeding, 14–16 November 2017 / Omsk State Technical University*. – Omsk, 2017. – P. 1–7, DOI: 10.1109/Dynamics.2017.8239514
 54. Sulavko, A.E. Human psychophysiological state recognition based on analysis of thermograms of face and neck regions / A.E. Sulavko, S.S. Zhumazhanova // *Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines: conference proceedings (Omsk, 14-16 November 2017) / Omsk State*

- Technical University. – Omsk, 2017. – DOI: 10.1109/Dynamics.2017.8239515
55. Methods of Generating Key Sequences based on Parameters of Handwritten Passwords and Signatures / P.S. Lozhnikov, A.E. Sulavko, A.V. Eremenko, D.A. Volkov // Information. MDPI. – 2016. – № 7 (4). – P. 59, DOI: 10.3390/info7040059
 56. Lozhnikov, P.S. Usage of fuzzy extractors in a handwritten-signature based technology of protecting a hybrid document management system / P.S. Lozhnikov, A.E. Sulavko, D.A. Volkov // 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), 12–14 October 2016. – Baku, 2016. – P. 395–400, DOI: 10.1109/ICAICT.2016.7991728
 57. Identification potential capacity of typical hardware for the purpose of hidden recognition of computer network users / V.I. Vasilyev, A.E. Sulavko, A.V. Eremenko, S.S. Zhumazhanova // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines: conference proceeding, 15–17 November 2016 / Omsk State Technical University. – Omsk, 2016. – P. 1–5, DOI: 10.1109/Dynamics.2016.7819106
 58. Lozhnikov, P.S. Personal Identification and the Assessment of the Psychophysiological State While Writing a Signature / P.S. Lozhnikov, A.E. Sulavko, A.E. Samotuga // Information. – 2015. – №6. – P. 454–466. – DOI: 10.3390/info6030454
 59. Lozhnikov, P.S. Application of noise tolerant code to biometric data to verify the authenticity of transmitting information / P.S. Lozhnikov, A.E. Sulavko, D.A. Volkov // SIBCON.2015.7147126 // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). – IEEE, 2015. – P. 1–3. – DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147126

Другие публикации по теме диссертации:

60. Иванов, А.И. Использование сетей корреляционных нейронов с многоуровневым квантованием: защита от извлечения знаний из параметров решающего правила: препринт / А.И. Иванов, А.Е. Сулавко. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2020. – 48 с.
61. Сулавко, А.Е. Искусственный интеллект в защищенном исполнении / А.Е. Сулавко // Информационная безопасность: современная теория и практика: сб. науч. тр. студентов, аспирантов и преподавателей по материалам III Межвуз. науч.-практ. конф. (Омск, 24 нояб. 2020 г.) / Сиб. гос. автомобильно-дорож. ун-т (СибАДИ). – Омск: Изд-во СибАДИ, 2020. – С. 112–114.
62. AIConstructor – облачная среда разработки искусственного интеллекта для цифровой трансформации предприятий без написания кода / А.Е. Сулавко, Д.П. Иниватов, А.В. Еременко, Е.В. Шалина // Информационная безопасность: современная теория и практика: сб. науч. тр. студентов, аспирантов и преподавателей по материалам III Межвуз. науч.-практ. конф. (Омск, 24 нояб. 2020 г.) / Сиб. гос. автомобильно-дорож. ун-т (СибАДИ). – Омск: Изд-во СибАДИ, 2020. – С. 115–120.
63. Сулавко, А.Е. Разностные нейроны Байеса с множеством квантователей для высоконадежной аутентификации и защищенного исполнения

- искусственного интеллекта / А.Е. Сулавко // Безопасность информационных технологий: сб. науч. ст. по материалам II Всерос. науч.-техн. конф. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2020. – С. 103–111.
64. Сулавко, А.Е. Модель защищенного нейро-иммунного контейнера для задач биометрической аутентификации / А.Е. Сулавко, А.А. Лыжин // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных (Омск, 6–7 февр. 2020 г.). – Омск: Изд-во СибАДИ, 2020. – С. 378–382.
65. Сулавко, А.Е. Идентификация образов электроэнцефалограмм пользователей компьютерных систем при наборе парольных фраз на клавиатуре / А.Е. Сулавко, С.С. Жумажанова, Д.Г. Стадников // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2019. – № 2. – С. 15–27.
66. Идентификация личности по особенностям лица с использованием искусственной иммунной системы и формулы гипотез Байеса / А.Е. Сулавко, Е.В. Шалина // Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства: сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием им. В. В. Губарева (Новосибирск, 11–13 дек. 2018 г.) / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – С. 303–307.
67. Сулавко, А.Е. Биометрическая аутентификация по клавиатурному почерку на основе иммунного алгоритма распознавания образов / А.Е. Сулавко, Е.В. Шалина, Д.Г. Стадников // Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства: сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием им. В. В. Губарева (Новосибирск, 11–13 дек. 2018 г.) / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – С. 307–315.
68. Сулавко А.Е., Жумажанова С.С., Стадников Д.Г., Пасенчук В.А., Приз И.Л., Нигрей А.А. Идентификация человека с высокой точностью по особенностям работы головного мозга на основе визуальной стимуляции // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2018. – №12. – С. 22-35. DOI:10.18127/j15604136-201812-03
69. Sulavko, A.E. Comparison of functionals based on statistic tests for generating fast learning wide neural networks / A.E. Sulavko // Инфографика и информационный дизайн: визуализация данных в науке: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 17–18 нояб. 2017 г.) / ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017. – С. 210–223.
70. Об оценке возможностей человека по распознаванию рукописных образов в процессе их воспроизведения на экране монитора / В.И. Васильев, А.Е. Сулавко, С.С. Жумажанова, А.А. Нигрей // Омский научный вестник. – 2017. – № 5. – С. 175–180.

Рецензируемая монография:

71. Идентификационный потенциал пользователей компьютерных систем в процессе их профессиональной деятельности: монография / Б.Н. Епифанцев, А.Е. Сулавко, А.С. Ковальчук [и др.]. – Омск: СибАДИ, 2017. – 1 DVD-R. ISBN: 978-5-00113-046-8

Патент и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

72. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021660512 Российская Федерация. АИС desktop: № 2021617236: заявл. 17.05.2021: опубл. (зарег.) 28.06.2021 / А.Е. Сулавко, Д.Г. Стадников, А.Г. Чобан, Д.П. Иниватов; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.
73. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663412 Российская Федерация. Программный модуль для цифрового подписания PDF-документов «PdfDigiSign»: № 2019662174: заявл. 07.10.2019: опубл. (зарег.) 16.10.2019 / П.С. Ложников, М.А. Семиколенов, А.Е. Сулавко; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.
74. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 23578 от 26.04.2018. Разрез файлов формата WAV / Д.П. Иниватов, А.Е. Сулавко; Ом. гос. техн. ун-т. – Москва: ОФЭРНиО. – 1 с.
75. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017616888 Российская Федерация. Среда для имитационного моделирования экспериментов и проверки гипотез по распознаванию образов «SHV-kernel»: № 2017614035: заявл. 24.04.2017: опубл. (зарег.) 19.06.2017 / А.Е. Сулавко; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.
76. Патент № 2543927 Российская Федерация, МПК G06K 9/00. Способ идентификации личности по особенностям динамики написания пароля: № 2014116281/08; заявл. 22.04.2014; опубл. 10.03.2015 / Б.Н. Епифанцев, П.С. Ложников, А.Е. Самотуга, А.Е. Сулавко.
77. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012612981 Российская Федерация. Распределенная система управления доступом к ресурсам компьютера на основе регистрируемых событий: №: заявл.: опубл. (зарег.) 15.06.2012 / А.Е. Сулавко, А.Л. Богдан; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.
78. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011619263 Российская Федерация. Мультифакторная система аутентификации «TEOFRAST-M»: № 2011619263: заявл. 05.12.2011: опубл. (зарег.) 01.02.2012 / П.С. Ложников, В.А. Перевальский, А.Е. Сулавко; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.
79. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011611363 Российская Федерация. Система безопасности компьютера на основе регистрируемых событий в компьютерных сетях: № заявл.: опубл. (зарег.) 28.04.2011/ А.Е. Сулавко, С.А. Голованов; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.
80. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010610473 Российская Федерация. Программный модуль для обеспечения безопасности бухгалтерских информационных систем «TEOFRAST-B»: № 2009616252: заявл.10.11.2010: опубл. (зарег.)11.01.2010 / П.С. Ложников, А.В. Еременко, В.А. Перевальский, А.Е. Сулавко; заявитель Ом. гос.техн.ун-т.– 1 с.

Диссертация Сулавко А.Е. соответствует п. 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней:

– отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;

– соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

Диссертация «Высоконадежная биометрическая аутентификация на основе защищенного исполнения нейросетевых моделей и алгоритмов искусственного интеллекта» Сулаво Алексея Евгеньевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность.

Заключение принято на заседании кафедры «Комплексная защита информации» радиотехнического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Присутствовало на заседании 25 человек, в том числе 8 докторов наук, 7 кандидатов наук.

Результаты голосования: «за» – 25 человек, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Протокол № 6 от «14» марта 2023 г.

Зам. заведующего кафедрой,
профессор кафедры
«Комплексная защита информации»,
д.ф.-м.н.

Магазев Алексей Анатольевич

