

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-52-58

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»

Д. А. Барабаш¹ ✉, П. М. Панов¹¹ *Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия*

✉ DABarabash@fa.ru

Аннотация

Использование информационных технологий влечет за собой не только огромные преимущества, но и большое количество новых угроз. Одной из самых опасных из них является утечка данных, поскольку она подрывает доверие потребителя и может привести к закрытию бизнеса. С подобной проблемой сталкиваются и образовательные организации, использующие в своей работе приложения на платформе 1С. Решением в данном случае может стать усложнение механизма авторизации: добавление в него еще одного шага — распознавания лиц.

Для оптимального конструирования этого способа авторизации необходимо спроектировать архитектуру программы с учетом актуальных на текущий момент бизнес-требований образовательных организаций и разработать программный прототип, готовый к интеграции в текущие образовательные программные решения.

В статье приводится пример вышеуказанной архитектуры и приложения, созданного на ее базе. В дальнейшем они могут быть интегрированы в любую систему на базе «1С:Предприятие». Для удовлетворения требований к системе наиболее подходящей архитектурой является «клиент — сервер» с отдельным сервером, выделенным для базы данных. Используется язык программирования Python, организация сетевой коммуникации согласно принципам REST при помощи метода GET и протокола HTTP, передача данных фотографий происходит в формате JSON.

Ключевые слова: «1С:Предприятие», Python, машинное обучение, система распознавания лиц, архитектура приложения.

Для цитирования:

Барабаш Д. А., Панов П. М. Создание программного прототипа системы распознавания лиц для образовательных учреждений на платформе «1С:Предприятие». *Информатика и образование*. 2023;38(6):52–58. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-52-58.

CREATING A SOFTWARE PROTOTYPE OF THE FACE RECOGNITION SYSTEM FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON THE "1C:ENTERPRISE" PLATFORM

D. A. Barabash¹ ✉, P. M. Panov¹¹ *Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia*

✉ DABarabash@fa.ru

Abstract

The use of information technology entails not only huge benefits but also a large number of new threats. One of the most dangerous of them is data leaks, as they undermine consumer confidence and can lead to business shutdowns. Educational organizations that use applications on the 1C platform in their work face a similar problem. The solution in this case may be to improve the authorization process by adding one more step to it — face recognition.

For optimal design of this authorization method, it is necessary to develop the program architecture considering the current business requirements of educational organizations and to develop a software prototype ready for integration into current educational software solutions.

The article provides an example of the above architecture and the application created on its basis. Further, they can be integrated into any system based on “1C:Enterprise”. To meet the requirements for the system, the most appropriate architecture is a “client — server” with a separate server dedicated to the database. Python programming language is used, network communication is organized according to REST principles using GET method and HTTP protocol, photo data transfer is in JSON format.

© Барабаш Д. А., Панов П. М., 2023

Keywords: 1C:Enterprise, Python, machine learning, face recognition system, application architecture.

For citation:

Barabash D. A., Panov P. M. Creating a software prototype of the face recognition system for educational institutions on the “1C:Enterprise” platform. *Informatics and Education*. 2023;38(6):52–58. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-52-58.

1. Введение

Сегодня информационные технологии играют гигантскую роль во всех сферах жизни общества. Неоценимый вклад в хозяйственную деятельность они вносят в виде мониторинговых систем, систем электронного документооборота (СЭД) и др., повсеместно сокращая издержки производства и упрощая жизнь человеку. Помимо этого, современные технологии активно используются высшими учебными заведениями с целью повышения качества образования [1] либо в рамках развития новых технологических отраслей [2]. Но высокие технологии могут также применяться во вред. Например, злоумышленники могут использовать данные чужой учетной записи для получения доступа к конфиденциальной информации. Подобные действия сегодня не являются чем-то необычным: по информации аналитического центра группы компаний InfoWatch, с первого полугодия 2021 года по первое полугодие 2022 года количество утечек записей персональных данных в России выросло с 11,2 млн до 187,6 млн. Одной из основных причин утечек являются скоординированные действия сотрудников соответствующей организации и хакеров по обходу защитного контура этой организации¹. Особенно остро эта проблема встает в образовательных учреждениях, поскольку они обладают конфиденциальными данными пользователей (например, копиями паспортов, документов об образовании) и собственными научными работами, утечка которых будет иметь критическое значение для развития собственных проектов.

Образовательные организации, использующие бизнес-приложения на платформе «1С:Предприятие», не могут обойти стороной подобные проблемы. Данные системы на текущий момент очень востребованы на российском рынке, поскольку способны помочь в автоматизации многих рабочих процессов, в том числе образовательных [3]. Кроме этого, разработка информационных систем на готовых коммерческих платформах является распространенной практикой среди российских учебных заведений [4].

Одним из возможных способов повышения информационной безопасности является совершенствование системы авторизации путем добавления функции распознавания лица пользователя. Внедрение такой технологии особенно актуально для университетов — крупных организаций, для доступа к ресурсам и функциям которых требуется аутентификация (например, для проведения экза-

мена или прохода в корпус). Помимо обеспечения безопасности, использование системы распознавания лиц позволит сделать образование не только удобнее, но и доступнее для многих студентов из разных частей России и мира².

Данная задача может быть решена с помощью технологий глубокого обучения (англ. Deep Learning) — разновидности машинного обучения, которое использует многослойные нейронные сети, самообучающиеся на большом наборе данных.

Глубокое обучение в распознавании лиц является комплексным процессом, каждый компонент которого может быть выполнен отдельными исследователями и разработчиками. Стандартом в данной сфере является использование уже готовых, протестированных алгоритмов и предварительно обученных моделей.

Помимо выбора модели и алгоритмов, важным в решении поставленной задачи является создание:

- приложения, посредством которого и будет осуществляться сравнение лиц;
- инфраструктуры, обеспечивающей бесперебойную работу последнего;
- архитектуры, устанавливающей правила проектирования кода и распределения машинных мощностей.

Таким образом, **возможным решением проблемы информационной безопасности в системах на платформе «1С:Предприятие» является создание программного прототипа, использующего модели машинного обучения для распознавания лиц пользователей.** Именно этой цели и посвящено наше исследование.

2. Обзор литературы

Исследования по системам распознавания лиц можно разделить на две большие группы. Авторы работ первой группы фокусируются в первую очередь на архитектуре модели машинного обучения и результате ее работы. В этих статьях подробно рассматриваются все аспекты настройки гиперпараметров, комбинаций и сочетаний различных архитектурных слоев. Кроме того, анализируется применение программных методов к наборам данных с целью повышения итогового качества модели. Поскольку авторы этих работ исследуют именно экспериментальную часть машинного обучения, в них отсутствует анализ системы распознавания лиц как целого и ее реализации в программном и архитектурном виде.

¹ Отчет об исследовании утечек информации ограниченного доступа в I половине 2022 года. Экспертно-аналитический центр InfoWatch; 2022. 33 с. https://fkiconsult.ru/wp-content/uploads/2023/01/otchyot-ob-utechkakh-dannykh-za-1-polugodie-2022-goda_1.pdf

² Минцифры предложило постоянно использовать биометрию на экзаменах в вузах. *РБК*. 26.08.2022. <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/6307dfdd9a7947b2799c2b9a?from=copyhttps://www.rbc.ru/rbcfreenews/6307dfdd9a7947b2799c2b9a>

Например, S. McCourt, I. P. L. McLaren, C. Civile в работе «**Changing face contours reduces the inversion effect and overall recognition performance**» [5] экспериментируют с изменением входных данных модели для того, чтобы побороть эффект инверсии (проблему, связанную с более долгим распознаванием лиц на изображениях, полностью повернутых в другую сторону, в отличие от стандартного вертикального положения лица на изображении). В ходе нескольких экспериментов с входными данными авторы пришли к выводу, что в случае изменения контура лица определенным образом (например, размытия границ) эффект инверсии можно побороть ценой небольшого снижения качества модели на вертикальных изображениях.

В работе «**PLFace: Progressive learning for face recognition with mask bias**» B. Huang, Z. Wang, G. Wang и др. [6] предлагают новую функцию прогнозирования вероятности распознавания лиц с масками. В ходе экспериментов с применением нового подхода авторы работы показывают, что использование их методики значительно улучшает качество модели при распознавании лиц с масками на лице.

L. Boussaad, A. Boucetta в статье «**Deep-learning based descriptors in application to aging problem in face recognition**» [7] анализируют несколько предобученных нейронных сетей и приходят к выводу, что наиболее перспективной в решении проблемы распознавания стареющих лиц является глубокая сверточная нейронная сеть (англ. Convolutional Neural Network, CNN).

Во второй группе работ авторы в первую очередь фокусируются на применении уже готовых моделей в рамках ограничений аппаратного обеспечения, а также на выстраивании программной архитектуры вокруг уже готового алгоритма машинного обучения.

Например, G. Rajeshkumar, M. Braveen, R. Venkatesh и др. в работе «**Smart office automation via faster R-CNN based face recognition and internet of things**» [8] демонстрируют предварительную архитектуру программного прототипа и экспериментируют с уже готовыми предобученными нейронными сетями для улучшения качества распознавания лиц.

В статье «**SMARTLET: A dynamic architecture for real time face recognition in smartphone using cloudlets and cloud**» [9] M. F. R. M. Billah и M. A. Adnan предлагают отдельную системную архитектуру под названием «SMARTLET» на базе облачных сервисов для распознавания лиц на смартфонах.

H. Ai, X. Cheng в работе «**Research on embedded access control security system and face recognition system**» [10] рассматривают множество архитектур IoT-приложений, включающих в себя систему распознавания лиц, и указывают их плюсы и минусы. Помимо этого, они описывают базовый архитектурный паттерн для проектирования любого IoT-приложения.

B. D. Kumar и др. в статье «**Exam form automation using facial recognition**» [11] представляют способ автоматизации заполнения экзаменационной анкеты с помощью распознавания лиц в режиме реального

времени (с помощью веб-камеры, предварительно сохранения данных на веб-серверах с помощью библиотек Pandas и NumPy и последующей автоматизации ввода данных в анкету с помощью библиотеки Selenium).

A. Sardar, S. Umer в работе «**Implementation of face recognition system using BioCryptosystem as template protection scheme**» [12] показывают пример создания отдельной системы авторизации и шифровки данных в системе управления базами данных (СУБД) с помощью биокриптографических технологий.

3. Свойства прототипа

3.1. Аспекты дизайна системы

Одной из главных особенностей разрабатываемой системы является ее тесная связь с технологиями 1С. Интеграция с ними может создать определенные вызовы для разработчиков, поскольку прототип нужно внедрить в уже существующие приложения «1С». Для упрощения этой процедуры наиболее разумным является **вынесение авторизации в отдельный модуль**, написанный на языке 1С¹. Данное архитектурное решение позволит значительно облегчить интеграцию системы распознавания лиц в уже готовую кодовую базу при помощи установки модуля и последующего вызова отдельной функции авторизации в приложении.

Следующий аспект — это работа с инструментами машинного обучения. Внедряя их, необходимо помнить следующее:

- машинное обучение очень требовательно к компьютерным мощностям;
- в прототип необходимо закладывать возможности как вертикального, так и горизонтального масштабирования для соответствия требованиям расширения организации и, как следствие, ИТ-инфраструктуры.

Принимая к сведению два указанных довода, представляется разумным **отделить код, предназначенный для работы с инструментами машинного обучения, от модуля 1С**, поскольку это позволит избежать проблемы тонкого клиента², а также обеспечит легкость масштабирования.

Для реализации этой части программы лучше всего подходит **язык программирования Python**, поскольку он **предоставляет большое количество готовых, оптимизированных инструментов**

¹ Структура модуля. «1С:Предприятие 8». Система стандартов и методик разработки конфигураций. <https://its.1c.ru/db/v8std/content/455/hdoc>

² «Тонкий клиент — это одно из клиентских приложений системы «1С:Предприятие 8». В операционной системе Windows исполняемый файл этого приложения — 1cv8c.exe. В операционной системе Linux — 1cv8c. «Тонким» клиент называется потому, что умеет исполнять ограниченный набор функциональности встроенного языка». Подробнее см.: «Тонкий клиент». *Архитектура платформы «1С:Предприятие» (версия 8.3.24)*. <https://v8.1c.ru/platforma/tonkiy-klient/>

и библиотек для работы с большими данными. В библиотеках машинного обучения Python существуют уже предобученные модели, которые посредством трансферного обучения можно использовать для выполнения других интеллектуальных задач [13]. Python предлагает высокую скорость разработки, что сокращает затраты на саму разработку, на добавление нового функционала и сопровождение проекта. Создание схожих систем для решения интеллектуальных задач в других сферах также ведется на этом языке программирования [14].

Помимо инструментов машинного обучения, необходимо предусмотреть размещение базы данных, в которой будут храниться изображения всех пользователей системы. В процессе аутентификации пользователя по логину и будет происходить выборка фотографии для сравнения с фотографией, полученной от клиента. Успех сравнения зависит не только от качества модели, но еще от грамотной сборки данных и их размещения в базе [15].

Что касается физического размещения, *наиболее безопасным и простым для масштабирования вариантом является размещение каждой части приложения на отдельном сервере.* В силу разных ограничений (например, из-за отсутствия достаточного количества средств для обеспечения указанной архитектуры) размещение может быть организовано по-разному.

Приняв к сведению указанные ограничения и технологии, можно выбирать способы взаимодействия между компонентами приложения. Непосредственно в рамках прототипа под взаимодействием имеется в виду передача фотографий и данных, необходимых для авторизации пользователя. Из-за возможности размещения частей приложения на различных компьютерах наиболее разумным является *организация сетевой коммуникации согласно принципам REST* [16]. Подобный тип взаимодействия осуществляется при помощи метода GET и протокола HTTP¹, сами же данные фотографий будут передаваться в формате JSON.

Таким образом, для выполнения указанных требований *наиболее подходящей архитектурой является «клиент — сервер» с отдельным сервером, выделенным для базы данных.* Такой тип архитектуры является весьма распространенным и применяется в гораздо более сложных интеллектуальных системах, например при проектировании биометрических систем оплаты [17].

3.2. Программные инструменты, используемые в реализации прототипа

Как уже было сказано, основным языком разработки клиентской части в рамках указанных требований является встроенный язык JS. В рамках разработки прототипа запрос фотографии в базе данных делается в клиентской части.

Чтобы отправить фотографию в формате JSON, ее нужно преобразовать в текстовый формат, для чего используется кодировка Base64 — она позволяет перевести бинарные данные в текстовую кодировку ASCII².

Далее данные передаются на веб-сервер Nginx³. Его размещение может различаться в зависимости от требований организации и масштаба приложения. Если необходимо распределение нагрузки, то сервер можно поместить на отдельную машину и использовать его как прокси-сервер для коммуникации с веб-серверами приложений.

В рамках разработки прототипа прокси-сервер и сервер приложения размещены на одной машине, данные между ними передаются через веб-сокеты⁴. На сервере приложения используется WSGI⁵.

Для обработки сетевых запросов и реализации программной логики сравнения фотографий используется фреймворк Flask. Он мало весит и прост в использовании, что является большим плюсом в случае потенциального масштабирования приложения.

Когда массив данных фотографии передан, приложению необходимо его обработать и привести к нужному формату. Для этого используется библиотека Python для работы с изображениями PIL⁶.

Для работы системы сравнения лиц необходимо отформатировать фотографии таким образом, чтобы система машинного обучения их приняла, обработала и вернула результат. В этом случае используется библиотека для работы с крупными массивами данных NumPy⁷.

В рамках Python-разработки наиболее важным является интеграция инструментов машинного обучения. Основой для распознавания лиц является модуль *face_recognition*, основанный на Dlib — библиотеке, уже имеющей предобученные модели⁸. В частности, для распознавания лиц используется предобученная сверхточная нейронная сеть для извлечения эмбеддингов ResNet⁹, основанная на датасете из 3 миллионов лиц и имеющая точность 99,38 % (по эталону — базе данных фотографий «Labeled Faces in the Wild»¹⁰). Данный тип нейронных сетей уже доказал свою эффективность: например,

² ASCII format for network interchange. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc20>

³ Документация Nginx. <https://nginx.org/ru/>

⁴ WebSocket Protocol. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc6455>

⁵ PEP 3333 — Python Web Server Gateway Interface v1.0.1. <https://peps.python.org/pep-3333/>

⁶ Документация Pillow. <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/index.html>

⁷ Документация NumPy. <https://numpy.org/doc/stable/index.html>

⁸ Dlib C++ Library. <http://dlib.net/>

⁹ Geitgey A. Face Recognition. *GitHub.com*. 10.06.22. https://github.com/ageitgey/face_recognition

¹⁰ Labeled Faces in the Wild (LFW) — база данных фотографий лиц, предназначенная для изучения проблемы распознавания лиц без ограничений; создана и поддерживается исследователями из Массачусетского университета в Амхерсте. Подробнее см.: <https://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>

¹ Hypertext Transfer Protocol — HTTP/1.1. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc2616>

он используется при классификации космических снимков [18]. Помимо этого, сама библиотека уже проходила тестирование в других работах и показала достойные результаты [19].

4. Архитектура приложения

Для создаваемого приложения была выбрана трехуровневая структура, присущая большинству приложений, активно функционирующих в сети Интернет (рис. 1). Этот выбор продиктован следующими соображениями:

- **первое звено** — *внешний компонент*, который отвечает за клиентскую логику, реализованную на платформе 1С. Обрабатывает введенные данные и передает нужные для работы следующему звену;
- **второе звено** — *программа для обработки запросов*, реализованная на высокоуровневом языке Python. Является связующим между клиентской частью и базой данных;
- **третье звено** — *база данных*, в которой хранятся нужные для авторизации данные.

Потенциальный алгоритм взаимодействия пользователя с приложением выглядит следующим образом (рис. 2):

- 1) Запуск программы.
- 2) Введение необходимых данных в окне авторизации.
- 3) Фотографирование лица пользователя.
- 4) Ожидание окончания работы приложения.
- 5) Получение результата.

Программа будет реагировать на действия пользователя так:

- 1) Открытие окна авторизации.
- 2) Обработка пользовательского ввода.
- 3) Поиск данных в базе данных.
- 4) Выполнение сравнения лиц.
- 5) Отправка результата.

5. Заключение

Архитектурная модель, позволяющая включить программные модули Python в существующие системы «1С:Предприятие» и внедрить в них систему распознавания лиц, помогла найти возможное реше-

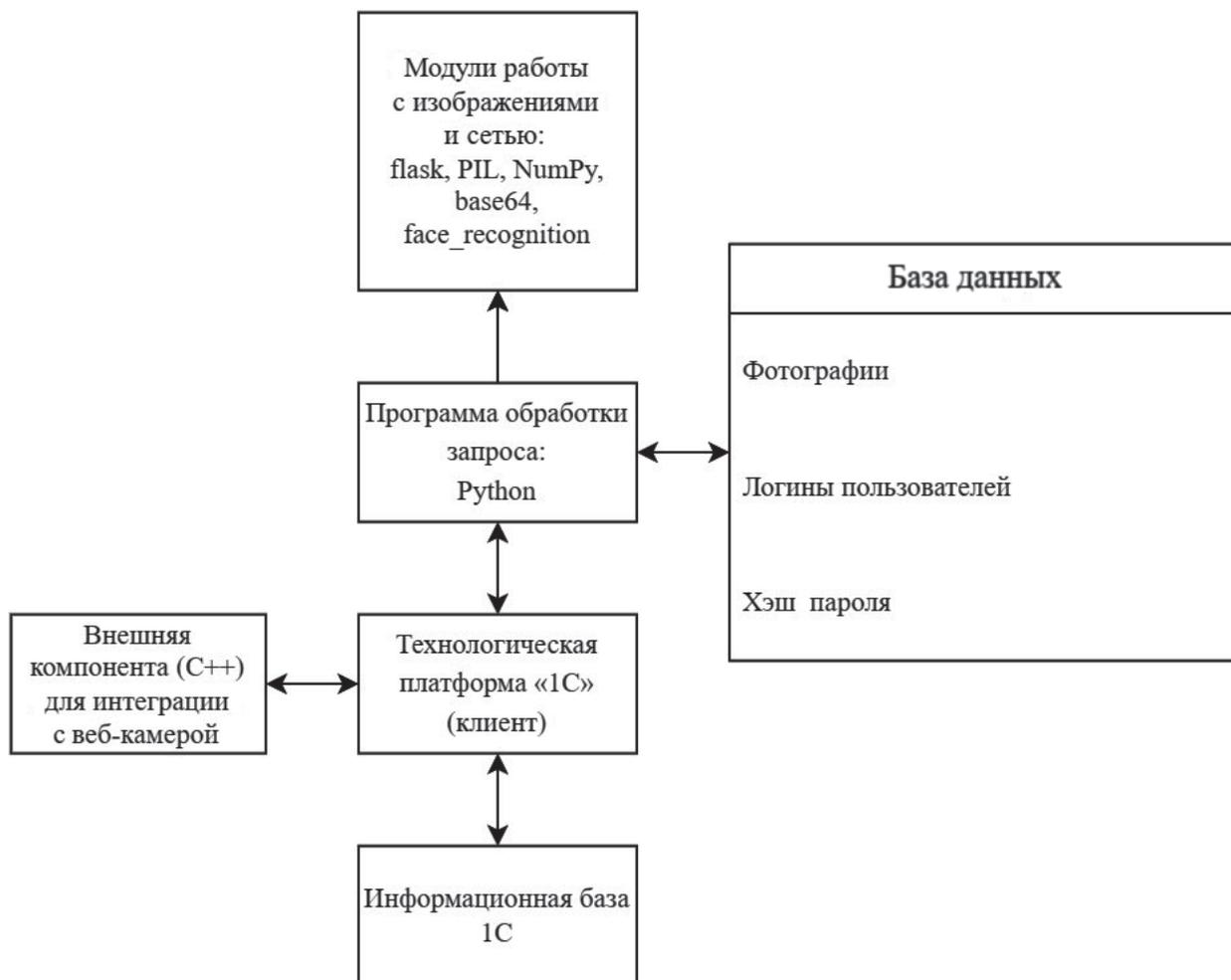


Рис. 1. Архитектура приложения

Fig. 1. Application architecture

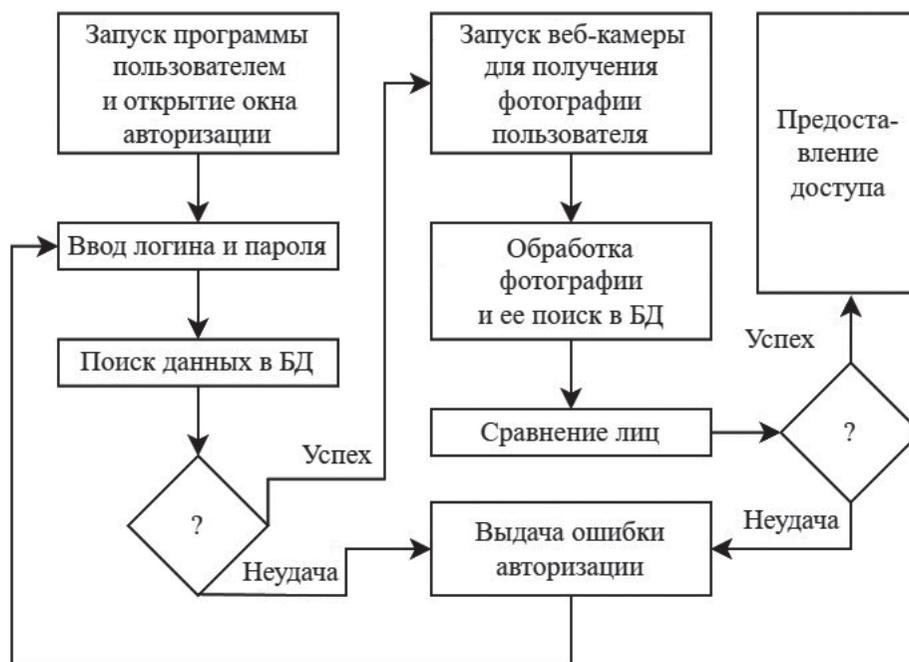


Рис. 2. Алгоритм взаимодействия пользователя с приложением

Fig. 2. Algorithm of user interaction with the application

ние проблемы утечки данных внутри организаций, соответствующее современным требованиям масштабируемости, устойчивости к высоким нагрузкам на клиентскую часть и при этом удобное и простое в распространении. Дальнейшие перспективы развития системы могут заключаться в следующих направлениях:

- добавление новых программных модулей, усложняющих процесс авторизации (например, проверка голоса);
- создание метаинтерфейса, позволяющего пользователю выбирать из нескольких типов проверки личности;
- организация мониторинговой инфраструктуры, являющейся сегодня эффективным инструментом прогнозирования потенциальных проблем системы [20, 21].

Список источников / References

1. Путинцев А. Н., Воинова В. Ю., Демикова Н. С., Лапина А. С. Веб-приложение «Врожденные пороки и аномалии развития»: оценка эффективности на основе обратной связи. *Врач и информационные технологии*. 2020;(4):6–13. EDN: BCZAOE. DOI: 10.37690/1811-0193-2020-4-6-13.

[Putintsev A. N., Voinova V. Yu., Demikova N. S., Lapina A. S. Web application “Congenital malformations”: Program effectiveness evaluation based on feedback. *Medical Doctor and IT*. 2020;(4):6–13. (In Russian.) EDN: BCZAOE. DOI: 10.37690/1811-0193-2020-4-6-13.]

2. Ванин П. А., Нестеров А. С., Холодиллин И. Ю. Внедрение технологий ИОТ и АR на примере учебного лабораторного стенда для практических занятий студентов электротехнических специальностей. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика*. 2020;20(1):123–133. END: THWIQD. DOI: 10.14529/power200114.

[Vanin P. A., Nesterov A. S., Kholodilin I. Yu. Integration of IIoT and AR technologies into training & teaching via laboratory equipment. *Bulletin of South Ural State University. Series: Power Engineering*. 2020;20(1):123–133. (In Russian.) END: THWIQD. DOI: 10.14529/power200114.]

3. Ильин В. А., Правосудов Р. Н. Технология автоматизации подготовки образовательных программ вуза в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3+-. *Информатика и образование*. 2020;35(3):5–10. EDN: NPBDBR. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-3-5-10.

[Ilyin V. A., Pravosudov R. N. The technology of automation of the preparation of the educational programs of university in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standards of Higher Education 3+-. *Informatics and Education*. 2020;35(3):5–10. (In Russian.) EDN: NPBDBR. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-3-5-10.]

4. Преображенский Ю. П., Линкина А. В. Оптимизация внедрения электронной информационной образовательной среды в учебном заведении. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021;83(4(90)):370–374. EDN: FAOSDU. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-370-374.

[Preobrazhensky Yu. P., Linkina A. V. Optimization of the implementation of an electronic educational environment in an educational institution. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021;83(4(90)):370–374. (In Russian.) EDN: FAOSDU. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-370-374.]

5. McCourt S., McLaren I. P. L., Civile C. Changing face contours reduces the inversion effect and overall recognition performance. *Current Research in Behavioral Sciences*. 2023;4:100115. DOI: 10.1016/j.crbeha.2023.100115.

6. Huang B., Wang Z., Wang G. et al. PLFace: Progressive learning for face recognition with mask bias. *Pattern Recognition*. 2023;135:109142. DOI: 10.1016/j.patcog.2022.109142.

7. Boussaad L., Boucetta A. Deep-learning based descriptors in application to aging problem in face recognition. *Journal of King Saud University — Computer and Information Sciences*. 2022;34(6A):2975–2981. DOI: 10.1016/j.jksuci.2020.10.002.

8. Rajeshkumar G., Braveen M., Venkatesh R. et al. Smart office automation via faster R-CNN based face recognition and internet of things. *Measurement: Sensors*. 2023;27:100719. DOI: 10.1016/j.measen.2023.100719.

9. Billah M. F. R. M., Adnan M. A. SMARTLET: A dynamic architecture for real time face recognition in smartphone using cloudlets and cloud. *Big Data Research*. 2019;17:45–55. DOI: 10.1016/j.bdr.2018.07.001.

10. Ai H., Cheng X. Research on embedded access control security system and face recognition system. *Measurement*. 2018;123:309–322. DOI: 10.1016/j.measurement.2018.04.005.

11. Kumar B. D., Mir H. A., Ahmed M. K., Siddiqui M. T. Exam form automation using facial recognition. *Materials Today: Proceedings*. 2023;80:2236–2240. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.06.190.

12. Sardar A., Umer S. Implementation of face recognition system using BioCryptosystem as template protection scheme. *Journal of Information Security and Applications*. 2022;70:103317. DOI: 10.1016/j.jisa.2022.103317.

13. Xu H., Li W., Cai Z. Analysis on methods to effectively improve transfer learning performance. *Theoretical Computer Science*. 2023;940:90–107. DOI: 10.1016/j.tcs.2022.09.023.

14. Хаметова Э. Ф., Бакиева О. Р. Разработка программного комплекса для количественного анализа химического состава по Оже-электронным спектрам. *Химическая физика и мезоскопия*. 2023;25(1):113–119. EDN: SKVCNE. DOI: 10.15350/17270529.2023.1.12.

[Khametova E. F., Bakieva O. R. Development of a software package for quantitative analysis of chemical composition by Auger-electron spectra. *Chemical Physics and Mesoscopy*. 2023;25(1):113–119. (In Russian.) EDN: SKVCNE. DOI: 10.15350/17270529.2023.1.12.]

15. Лисовец Ю. П., Романова Е. Л., Вай Я. М. Подготовка базы данных для автоматизированного контрольно-пропускного пункта на режимный объект. *Известия высших учебных заведений. Электроника*. 2020;25(4):367–373. EDN: EOEDJF. DOI: 10.24151/1561-5405-2020-25-4-367-373.

[Lisovec U. P., Romanova E. L., Wai Ya. M. Preparing a database for an automated checkpoint at a sensitive area. *Proceedings of Universities. Electronics*. 2020;25(4):367–373. (In Russian.) EDN: EOEDJF. DOI: 10.24151/1561-5405-2020-25-4-367-373.]

16. Fielding R. T. Architectural styles and the design of network-based software architectures: Dr. philos. sci. diss. University of California, Irvine, USA, 2000. 162 p. <https://ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>

17. Иванько Д. В. Использование системы распознавания лиц для осуществления покупок в мобильных устройствах и веб-приложениях. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2018;18(3):457–461. EDN: XPUCYX. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-3-457-461.

[Ivanko D. V. Face recognition system for payment process on mobile devices and web-applications. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2018;18(3):457–461. (In Russian.) EDN: XPUCYX. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-3-457-461.]

18. Бычков И. В., Ружников Г. М., Федоров Р. К., Попова А. К., Авраменко Ю. В. О классификации космических снимков Sentinel-2 нейронной сетью ResNet-50. *Компьютерная оптика*. 2023;47(3):474–481. EDN: KSJOVZ. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1216.

[Bychkov I. V., Ruzhnikov G. M., Fedorov R. K., Popova A. K., Avramenko Yu. V. On classification of Sentinel-2 satellite images by a neural network ResNet-50. *Computer Optics*. 2023;47(3):474–481. (In Russian.) EDN: KSJOVZ. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1216.]

19. Салех Л. О. А., Хлопин С. В. Методы распознавания лиц на основе анализа видеоизображений. *Системный анализ в проектировании и управлении. Сборник научных трудов XXVI Международной научно-практической конференции*. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; 2023;2:132–140. EDN: RZCZGE. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id23-89.

[Saleh L. O. A., Khlopin S. V. Face recognition methods based on video image analysis. *System Analysis in Engineering and Control. Collection of Scientific Papers of the XXVI Int. Scientific and Practical Conf.* Saint Petersburg, POLYTEKH-PRESS; 2023;2:132–140. (In Russian.) EDN: RZCZGE. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id23-89.]

20. Балашов Н. А., Балашова М. В., Книгин С. Р., Кутковский Н. А. Применение стека технологий ELK для сбора и анализа системных журналов событий. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2021;17(1):61–68. EDN: PSZFBF. DOI: 10.25559/SITITO.17.202101.731.

[Balashov N. A., Balashova M. V., Knigin S. R., Kutovskiy N. A. Using ELK stack for event log acquisition and analysis. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021;17(1):61–68. (In Russian.) EDN: PSZFBF. DOI: 10.25559/SITITO.17.202101.731.]

21. Лазарева Н. В. Оптимальный подход к разработке программного обеспечения с использованием современных методологий и технических средств. *Инженерный вестник Дона*. 2020;(10(70)):54–63. EDN: QBMAPA.

[Lazareva N. V. Optimal software development approach using modern tools and methodologies. *Engineering Journal of Don*. 2020;(10(70)):54–63. (In Russian.) EDN: QBMAPA.]

Информация об авторах

Барабаш Дмитрий Александрович, канд. экон. наук, старший преподаватель департамента анализа данных и машинного обучения, факультет информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0000-1346-8209>; *e-mail*: DABarabash@fa.ru

Панов Павел Михайлович, магистрант направления «Прикладная информатика», профиль «Программное управление операциями разработки информационных систем», департамент анализа данных и машинного обучения, факультет информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0004-5120-0800>; *e-mail*: evrik163@mail.ru

Information about the authors

Dmitry A. Barabash, Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer at the Department of Data Analysis and Machine Learning, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0000-1346-8209>; *e-mail*: DABarabash@fa.ru

Pavel M. Panov, a master student of the education program “Applied Computer Science”, profile “Software Management of Information Systems Development Operations”, The Department of Data Analysis and Machine Learning, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0004-5120-0800>; *e-mail*: evrik163@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 24.07.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 28.09.23.

Принята к печати / Accepted: 03.10.23.