

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»  
ПО ПРОФИЛЮ «ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО»**

32272

*регистрационный номер*

**Секция:** Информационные технологии (ИУ7)

*название секции*

Изучение возможностей использования системы идентификации  
лиц в процедуре прокторинга

*название работы*

**Автор:**

Кислов Константин Александрович

*фамилия, имя, отчество*

МБОУ «СОШ № 1», 11 класс

*наименование учебного заведения, класс*

**Научный руководитель:**

Красавин Эдуард Михайлович

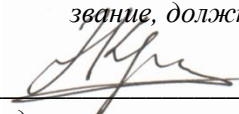
*фамилия, имя, отчество*

МАОУ «Лицей № 97», г. Челябинск

*место работы*

Педагог-организатор

*звание, должность*

  
*подпись научного руководителя*

**Верхний Уфалей – 2022**

# ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ В ПРОЦЕДУРЕ ПРОКТОРИНГА

## АННОТАЦИЯ

Пандемия показала, что система отечественного образования срочно нуждается в модернизации, а также готовности перейти на онлайн-формат. Одним из новейших решений стала система прокторинга. Прокторинг — процедура наблюдения и контроля дистанционного испытания. Особенно инновационным вариантом является автопрокторинг: программа автоматически распознает личность учащегося и анализирует его поведение. Значительную часть кода программы составляет система идентификации лица. В связи с этим у нас возникла идея исследования возможностей применения в сфере прокторинга платформы для распознавания лиц, которой мы занимались в ходе работы над прошлым проектом, и ее технической интеграции в локальной системе «Сетевой город». Предмет исследования — платформа для распознавания лиц. Целью работы является: изучение интеллектуальной биометрической платформы для идентификации личности тестируемых и определение ее возможностей в процедуре прокторинга. Методы исследования: анализ, синтез, сравнение, классификация, моделирование, измерение. Результаты: разработан концептуальный вариант биометрической платформы для прокторинга при взаимодействии с локальной сетью «Сетевой город»; определены возможности системы распознавания лиц в процедуре прокторинга. Дальнейшая работа над проектом предполагает разработку собственного программного решения системы распознавания лиц, действий и объектов, которые ей нужно будет идентифицировать во время процедуры прокторинга, и его практическое внедрение на базе «Сетевого города» в систему образования Верхнеуфалейского городского округа.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Основная часть:	
1 Понятие «прокторинг».....	6
2 Прокторинг в онлайн-экзаменах: как это работает?.....	6
3 Технологии биометрической идентификации.....	8
4 Технологии распознавания лиц.....	10
5 Качество программного обеспечения.....	13
6 Аппаратно–программный комплекс.....	14
7 Предполагаемая техническая интеграция системы распознавания лиц при создании сети прокторинга в локальной системе «Сетевой город».....	17
8 Определение возможностей системы распознавания лиц в процедуре прокторинга.....	20
Заключение.....	22
Список использованных источников.....	23

## ВВЕДЕНИЕ [1]

Пандемия показала, что система отечественного образования срочно нуждается в модернизации, а также готовности перейти на онлайн-формат. При этом одни учебные заведения готовы к нему, другие – нет. Одним из новейших решений стала система прокторинга. Прокторинг — процедура наблюдения и контроля дистанционного испытания. Личный контакт с преподавателем (особенно на экзамене) многих пугает, как и ожидание перед дверью, тишина и зоркое внимание экзаменатора за каждым движением. Стоит преподавателю просто заподозрить обман, он может выставить учащегося для пересдачи. Это вносит оттенок субъективности. С онлайн-прокторингом все стало объективнее и проще. Контроль осуществляет проктор – администратор, который наблюдает за процессом через веб-камеру. Проктор – это не экзаменатор, а независимое лицо, которое никаким образом не заинтересовано и не участвует в учебном процессе. Онлайн-прокторинг позволяет подтвердить личность студента или ученика, исключить использование подсказок и помочь преподавателю объективно оценить знания. Где можно использовать прокторинг? Эта система может быть полезной в следующих сферах. Подбор персонала. Руководители и менеджеры по персоналу могут проводить собеседования и проверку профессиональных навыков кандидатов со всех уголков страны (и даже за ее пределами) без потери времени и денег. Онлайн-обучение. Компании выгодно отправлять сотрудников на обучение. Но обучение в офлайн-режиме приводит к отрыву персонала от работы и большим финансовым вложениям. Обучение сотрудников онлайн с последующей сдачей экзаменов в системе прокторинга – это проверка профпригодности и повышение квалификации персонала без отрыва от производства. А еще работодатель всегда может быть уверен, что его вложения в сотрудников оправданы, так как на экзамене за участниками будут следить. Тестирование/аттестация сотрудников. Систему прокторинга используют для определения у персонала *hard skills*. Это нужно, когда сложно принять решение о надбавках. Система появилась в Америке еще в 2008 году.

Сегодня технологии прокторинга достаточно развиты. Особенно инновационным вариантом является автопрокторинг: программа автоматически распознает личность учащегося, мониторит его поведение, следит за направлением взгляда, анализирует появление посторонних предметов и звуков в помещении, ищет нарушения на видео и делает на основании полученных данных отчеты. Значительную часть кода программы составляет система идентификации лица. В связи с этим у нас возникла идея исследования возможностей применения в сфере прокторинга платформы для распознавания лиц, которой мы занимались в ходе работы над прошлым проектом, и ее технической интеграции в локальной системе «Сетевой город».

Целью работы является: изучение интеллектуальной биометрической платформы для идентификации личности тестируемых и определение ее возможностей в процедуре прокторинга. Цель предполагала решение следующих задач:

- изучить доступные литературные и интернет-ресурсы по вопросам технологий биометрии, идентификации лица человека, сферы прокторинга и уже имеющихся технических и программных решений;
- на основе изученных литературных и интернет-источников подобрать модель интеллектуальной системы для проведения тестирования учащихся;
- разработать концептуальный вариант биометрической платформы для прокторинга при взаимодействии с локальной сетью «Сетевой город»;
- определить возможности системы распознавания лиц в процедуре прокторинга.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1 Понятие «прокторинг» [2]

Прокторинг – это процедура контроля хода аттестационного испытания, которое проводится в дистанционном режиме. Это направление очень развито в США (Соединенные Штаты Америки), где прокторинговые компании работают в основном с образовательными учреждениями. В России университеты только начинают использовать его при приёме экзаменов. Российские стартапы «ProctorEdu» [3, 4] и «Examus», разработавшие системы прокторинга, уверены, что инструмент будет востребован при проведении аттестаций в коммерческих компаниях. Есть несколько вариантов отслеживания онлайн-тестирования: проктор-человек, автопрокторинг и комбинированный способ (программа и человек) Могут быть вариации. Например, весь процесс может контролировать программное обеспечение, подавая проктору сигналы о нарушениях. Есть другой вариант, когда администратор в онлайн-режиме сам отслеживает деятельность одновременно нескольких учащихся в программе. Второй способ в настоящее время считается более надежным. Проктором может быть преподаватель из других учебных заведений или специально обученный человек. Учебное заведение может использовать синхронный прокторинг (администратор в режиме онлайн следит за тестируемыми) и асинхронный (система ведет запись всего процесса с фиксацией нарушений без прерывания экзамена, а запись потом проверяют специальные люди).

### 2 Прокторинг в онлайн-экзаменах: как это работает? [1]

Как проходит экзамен с применением прокторинга? Экзамен в системе прокторинга можно пройти в любом месте, где есть надежный интернет и веб-камера. Учащемуся нужно заранее установить на свой компьютер специализированное программное обеспечение, которое будет записывать экран. Процедура выглядит следующим образом (на примере Высшего учебного заведения). Студент включает компьютер примерно за 20 минут до

начала и регистрируется в системе. Затем он тестирует оборудование на соответствие техническим требованиям, пропускает ли устройство экзамен (не закрыты ли порты, не запрещен ли доступ). После подключения к видеотрансляции, дает разрешение системе вести запись с экрана компьютера, верифицировать свою личность с предъявлением документов на камеру (водительские права или паспорт) или по изображению лица, показывает помещение, рабочий стол (если попросит проктор) и начинает проходить экзамен. В начале каждого сеанса (при использовании технологии распознавания лиц) автоматически делается фотография лица студента, эта фотография проходит процедуру идентификации личности, и определяется процент схожести лица в сеансе с фотографией из профиля (в соответствии с рисунком 1).

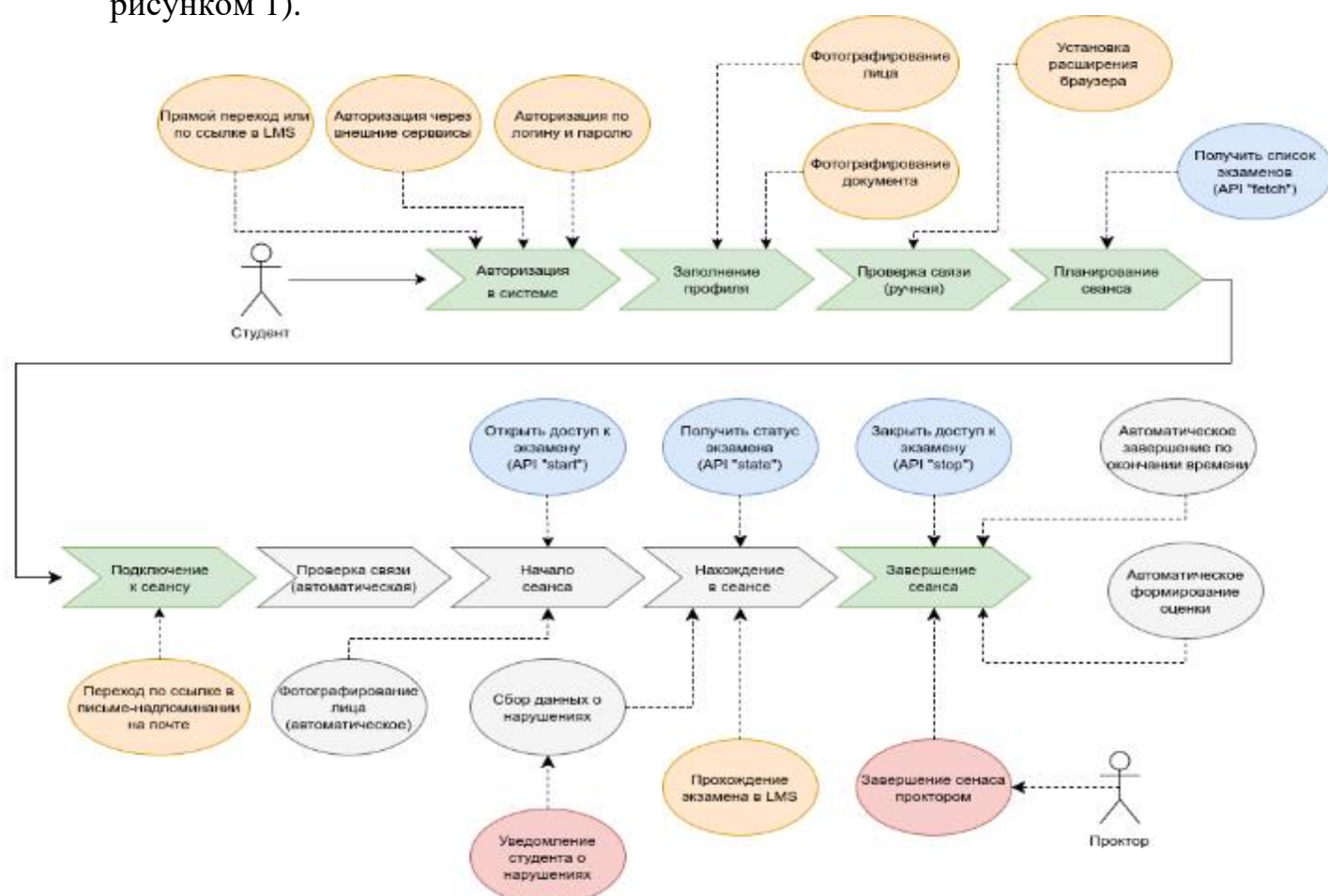


Рисунок 1 - Сценарий взаимодействия с системой «ProctorEdu»

На протяжении всего экзамена осуществляется непрерывная верификация личности человека за компьютером, которая основана на методах

автоматического обнаружения и распознавания лиц. Также может применяться метод анализа клавиатурного почерка. Есть четкий порядок действий, которые можно совершать во время экзамена в системе прокторинга. Например, можно звонить проктору, если возникли технические проблемы (с интернетом, электричеством). А вот чего делать нельзя: перемещаться по другим вкладкам в браузере; быть в наушниках; использовать подсказки или помощь третьих лиц во время экзамена; уходить без предупреждения или делать звонки по телефону. Если проктор обнаружит хотя бы одно нарушение, он зафиксирует все и передаст замечания преподавателю. Если студент совершает сразу несколько грубых нарушений или не реагирует на замечания проктора, экзамен можно прервать или даже аннулировать. При необходимости проктор может отвести 2 - 3 минуты для посещения туалета. Обычно информация о технологиях, используемых в системе онлайн-прокторинга, не раскрывается. Это способ не дать студентам разобраться в них, чтобы потом искать методы обхода. С первого взгляда может показаться, что система прокторинга в электронном обучении слишком строга. На самом деле сдать в ней экзамен гораздо проще, чем у преподавателя. Здесь отсутствует субъективное отношение, человеческий фактор в виде плохого настроения/самочувствия преподавателя. Можно надеяться только на свои знания.

### 3 Технологии биометрической идентификации

Биометрические технологии в определённой мере существуют ещё со времён глубокой древности. В Древнем Египте признавались методы идентификации рабочих по заранее записанным телесным признакам. С тех глубоких исторических времён в области внедрения биометрических технологий практически ничего нового не происходило до относительно недавнего времени. Только в конце 19 века начали появляться сообщения и методики использования отпечатков пальцев и прочих физических характеристик для идентификации людей. В 1880 году Генри Фоулдс, шотландский врач, проживающий в Японии, опубликовал свои размышления о



многообразии и уникальности отпечатков пальцев и предположил, что они их можно использовать для идентификации преступников. В 1900 году был опубликован столь значительный труд, как система классификации отпечатков пальцев Гальтона-Генри. С тех пор биометрическую идентификацию людей по отпечаткам пальцев стали широко внедрять, особенно в криминальной практической деятельности с целью определения и поиска преступников. Остальные направления биометрической идентификация практически не развивались до шестидесятых годов прошлого века (за исключением нескольких разрозненных публикаций по уникальности радужной сетчатки глаза). В этот период братья Миллер в штате Нью-Джерси (США) приступили к внедрению устройства, автоматически измерявшего длину пальцев человека. В конце 1960-х и 70-х годах были также разработаны технологии идентификации по голосу и подписи. Первая работающая технология на основе идентификации радужной сетчатки глаз человека была представлена в 1985 году. В начале 21 века биометрия начали развивать как перспективное направление на уровне ажиотажного спроса, который наблюдается и в настоящее время. За последние двадцать лет открыто и разработано множество биометрических платформ и систем, позволяющих идентифицировать и установить личность человека:

- по микровибрации пальцев;
- по сердцебиению;
- по геометрии сердца;
- по голосовой биометрии;
- по поведению;
- по почерку;
- по рисунку вен на ладони;
- по ДНК.

Даже далеко не полное перечисление биометрических технологий показывает их бурное развитие и широкое многообразие. Но в современное время наиболее продвинутыми и широко распространёнными являются методы идентификации по отпечатку пальцев и изображению лица.

#### 4 Технологии распознавания лиц [5]

Технология распознавание лиц (Face Recognition) — это один из наиболее перспективных методов биометрической бесконтактной идентификации человека по лицу. Впервые подобные системы были реализованы как определённое программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер. В современное время технологию распознавания лиц наиболее часто используют в системах видеонаблюдения, контроля доступа, на разнообразных мобильных и облачных платформах. По своей структурной реализации можно выделить три распространенные схемы (в соответствии с рисунком 2).

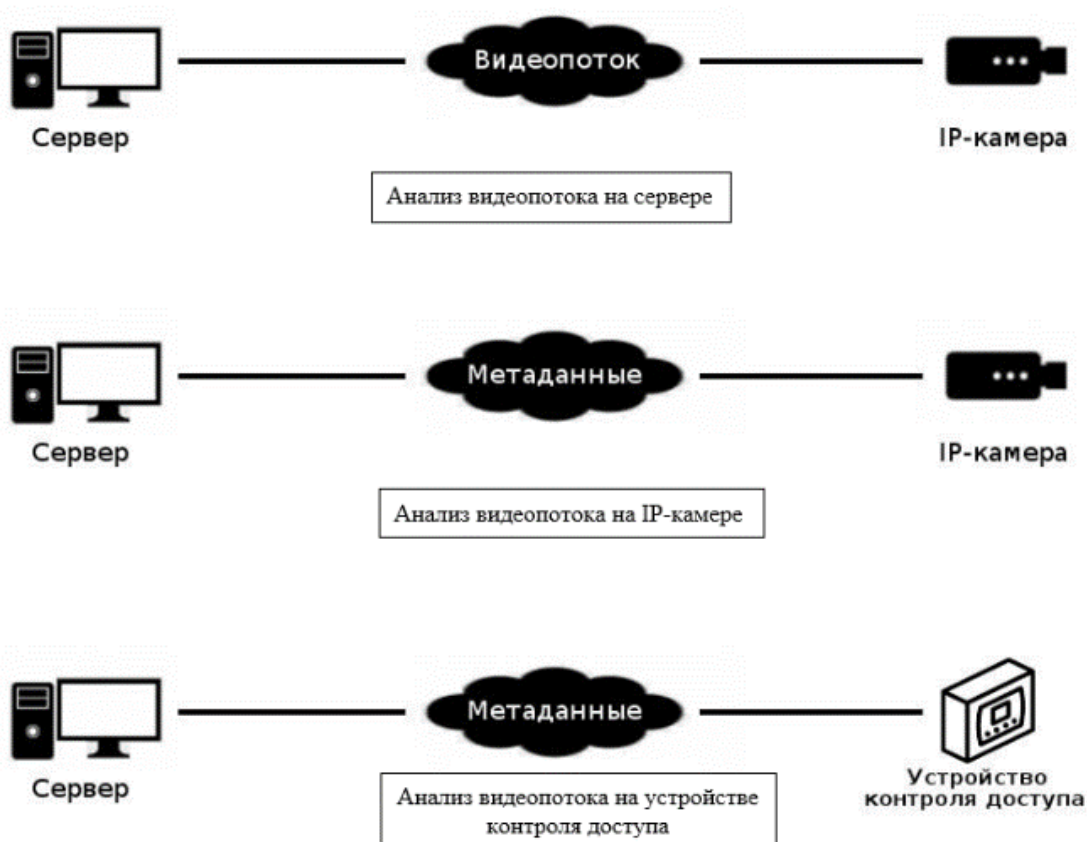
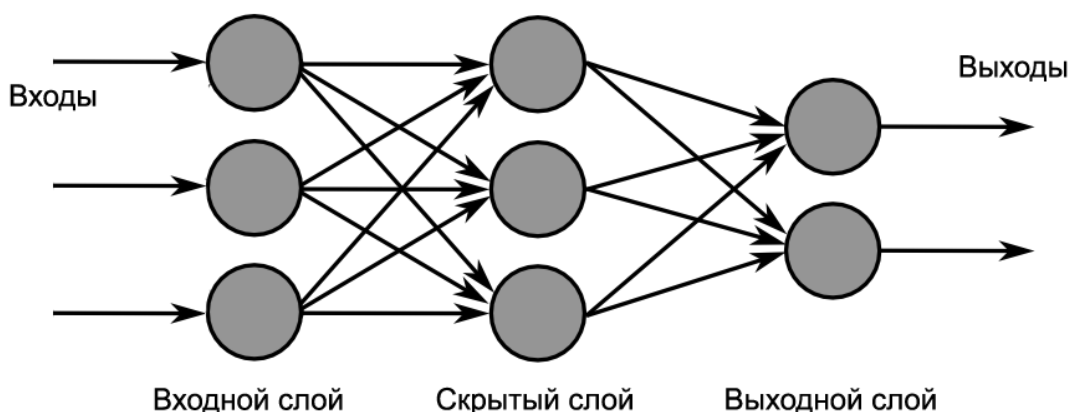


Рисунок 2 - Схемы реализации технологий распознавания лица

Принципиально система представляет процесс сопоставления лиц с базой данных ранее сохраненных и идентифицированных изображений. Непосредственно, технология реализации системы будет зависеть от трёх основных факторов:

- алгоритм распознавания;
- базы данных распознанных лиц (эталонов);
- быстродействие алгоритма.

Для создания алгоритма распознавания лиц существует несколько системных подходов [6, 7, 8]. Первоначально использовали так называемый эмпирический подход. В его основе лежат некоторые базовые правила, которые использует человек для детектирования лица. Для определения лиц производится значительное уменьшение участка изображения, где предполагается наличие лица, или строятся перпендикулярные гистограммы. Эти методы легко реализовать, но они практически непригодны при наличии большого количества посторонних объектов на фоне, нескольких лиц в кадре или при изменении ракурса. Более рациональным подходом является использование инвариантных признаков. В основе такого подхода лежит попытка внедрения системы «думать» как человек, которая базируется на нейросетях. Нейронная сеть — это последовательность нейронов, соединенных между собой синапсами [9]. Структура нейронной сети пришла в мир информационных технологий напрямую из биологии (в соответствии с рисунком 3).



### Рисунок 3 – Базовая структура простейшей нейросети

Благодаря такой структуре машина обретает способность анализировать и даже запоминать различную информацию. Нейронные сети также способны не только анализировать входящую информацию, но и воспроизводить ее из своей памяти. Нейрон — это вычислительная единица, которая получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше. В том случае, когда нейросеть состоит из большого количества нейронов, вводят термин слоя. Соответственно, есть входной слой, который получает информацию,  $n$  скрытых слоев, которые ее обрабатывают, и выходной слой, который выводит результат. У каждого из нейронов есть два основных параметра: входные данные (input data) и выходные данные (output data). В случае входного нейрона:  $input = output$ . В остальных в поле input попадает суммарная информация всех нейронов с предыдущего слоя, после чего она нормализуется с помощью функции активации. Синапс — это связь между двумя нейронами. У синапсов есть один параметр — вес. Благодаря ему входная информация изменяется, когда передается от одного нейрона к другому. Функция активации — это способ нормализации входных данных. Пропустив информацию из output через функцию активации, можно получить значение в нужном диапазоне. Так или иначе, все современные технологии распознавания лиц используют системы, обучающиеся с помощью тестовых изображений. Каждый фрагмент исследуемого изображения характеризуется как вектор признаков, с помощью которого классификаторы (алгоритмы для определения объекта в кадре) определяют, является данная часть изображения лицом или нет. Алгоритм определения лица можно свести к следующему:

- камера обнаруживает лицо человека;
- камера фотографирует лицо, начинается его анализ. Используются форматы 2D-изображения или 3D-изображения. Каждое лицо составлено из различных ориентиров или узловых точек (большинство программ работает по 80 узловым точкам);

- анализ лица конвертируется в математическую формулу, черты лица становятся числовым кодом;

- числовой код сравнивается с базой данных отпечатков лиц. В этой базе данных имеются фотографии с идентификаторами, которые можно сравнивать.

## 5 Качество программного обеспечения

Существует несколько важных характеристик для оценки качества программного обеспечения систем для распознавания лиц. Самые важные из них: FRR и FAR. «False Reject Rate» — FRR (уровень ошибочных отказов) — вероятность того, что система не идентифицирует зарегистрированного пользователя или не подтверждает его подлинности (вычисляется по формуле (1)).

$$FRR = \frac{FR}{N_t} \times 100 \% \quad (1)$$

где FR - количество ложных нераспознаваний (False Reject);

Nt - количество эталонов изображений в базе данных.

«False Acceptance Rate» — FAR (уровень ошибочных подтверждений) - вероятность того, что система распознавания лиц ошибочно идентифицирует незарегистрированного пользователя или подтверждает его подлинность (вычисляется по формуле (2)).

$$FAR = \frac{FA}{N_t} \times 100 \% \quad (2)$$

где FA - количество ложных распознаваний (False Acceptation);

Nt - количество эталонов изображений в базе данных.

Естественно, эти показатели относительные и взаимосвязаны друг с другом. Ориентировочные значения FRR и FAR для систем распознавания лиц и их взаимосвязь приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Ориентировочные значения FRR и FAR для систем распознавания лиц и их взаимосвязь

FAR	FRR
0,100 %	2,5 %
0,010 %	7,0 %
0,001 %	10,0 %

Сравнение данных показателей для различных методов биометрической идентификации приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение FAR и FRR различных методов биометрической идентификации

Метод биометрической идентификации	Коэффициент ложного пропуска, FAR	Коэффициент ложного отказа, FRR
Отпечаток пальца	0,00100 %	0,600 %
Распознавание лица 2D	0,10000 %	2,500 %
Распознавание лица 3D	0,00050 %	0,100 %
Радужная оболочка глаза	0,00001 %	0,016 %
Сетчатка глаза	0,00010 %	0,400 %
Рисунок вен	0,00080 %	0,010 %

Из анализа таблиц очевидно, что аппаратное программное обеспечение распознавания лиц занимает не лидирующие позиции, но с точки зрения технической организации системы прокторинга более приемлемое.

## 6 Аппаратно–программный комплекс

Работа системы распознавания лиц в реальных условиях — это целый комплекс программно аппаратного взаимодействия. Для организации таких

взаимодействий существует большое количество интегрированных платформ, позволяющей настраивать взаимодействия с системами контроля доступа, системами видеонаблюдения, охранными системами.

В качестве аппаратной базы для платформы был выбран комплекс «Ximiir» (производитель Китай). Сертификация: FCC (Федеральная комиссия связи) - Европейский сертификат соответствия. Характеристики:

- номер модели: MD-9S;
- емкость изображений: до 2000;
- операционная система: LINUX System;
- дисплей сенсорный 4,3 дюйма;
- связь с персональным компьютером и контроллером: TCP/IP, порт USB типа A; дополнительный WI-FI;
- камера 2 миллиона пикселей на дюйм;
- скорость распознавания лица менее 0,3 с;
- питание устройства – 12 V DC.

Камера поддерживает несколько кодеков сжатия видео (H.265, H.264, MPEG-4 и MJPEG) Конструктивно представляет собой двухлинзовую камеру с бинокулярной технологией (в соответствии с рисунком 4).



#### Рисунок 4 - Системный блок камеры идентификации лица

Она оснащена объективом с фиксированным фокусным расстоянием 4 мм, угол обзора равен 86°. Предусмотрено автоматическое переключение между режимами дневной и ночной съемки. Инфракрасная подсветка действует на расстояние до 10 метров. Алгоритм распознавания лиц - «Хеом» [10]. Модуль «Хеом» представляет несколько методов определения лиц — с помощью статического анализа изображения или используя массивы искусственного интеллекта. Эти методы отличаются своими механизмами работы и формируют свои базы данных разными способами. Базы данных для методов распознавания «Статистический анализ» и «Искусственный интеллект» формируются разными способами отдельно друг от друга. Это значит, что, переключившись с одного метода на другой, формируется своя база данных для «нового» метода распознавания.

Методы распознавания модуля «Хеом»:

- статистический анализ - средний показатель успешности распознавания - 75%. Статистический анализ изображения позволяет добавить в базу данных неограниченное количество людей, поэтому для систем с большим количеством людей в базе данных этот метод более выгоден. В настройках модуля «Распознавание лиц» необходимо указать имя человека (или иной идентификатор) и подключить функцию «Обучить распознаванию», когда в кадр попадет то лицо, которое нужно сохранить, программа добавит это лицо в свою базу данных, предварительно привязав к нему указанное имя (или иной идентификатор). Если необходимое лицо уже попадало в поле зрения камеры, то можно зайти в архив и добавить его оттуда;

- метод «Искусственный интеллект»: средний процент успешного распознавания этого метода - 90%. Для распознавания с помощью опции «Искусственный интеллект» доступна возможность «Автообучения лицам» — добавление людей (лиц) в группы на основе частотности их обнаружения. Полуавтоматическое обучение (по внешним фото): если необходимо обучить



систему, имея в наличии только фото нужных лиц, то можно с помощью метода «Искусственный интеллект» создать архив данных.

7 Предполагаемая техническая интеграция системы распознавания лиц при создании сети прокторинга в локальной системе «Сетевой город»

Базовый мощный компьютер, используемый сотнями параллельных пользователей, связанных с машиной через терминалы. Многопользовательская система – это система, используемая многими пользователями одновременно. Использует для обработки очень большие объемы данных. Это большая универсальная ЭВМ (электронная вычислительная машина) со значительным объемом оперативной и внешней памяти, предназначенная для организации централизованных хранилищ данных большой емкости. Обязательным условием является наличие сервера хранения данных. Система идентификации интегрирована через программное обеспечение с системными программами компьютера по обработке данных и выходом в программное обеспечение «Сетевого города». Тип рабочей нагрузки - обработка задания в реальном времени (online). Видеокамера идентификации объекта осуществляет работу с архивом базы данных обучающихся и реальным объектом на экране монитора. Подобную схему взаимодействия можно осуществить через широко распространённое программное обеспечение «Сетевой город». Принципиально схему взаимодействия можно представить следующим образом:

- создание тестовой базы данных. Объединяет в себя лучшие практические наработки тестовых заданий по всем уровням: местный, областной/региональный, российский - по всем общеобразовательным предметам. Регулятором создания базы данных может быть методический совет (на уровне городского управления образования). Базу можно постоянно пополнять за счёт проведения определённых проверочных тестов и срезов, рекомендованных для проведения проверки знаний;

- создание архивной базы данных обучающихся в учебных заведениях локальной сети. Информация предоставляют все учебные заведения локальной сети «Сетевой город». Базу данных формируют в сервере хранения информации, через программное обеспечение она связана с базой данных устройства идентификатора;

- при поступлении запроса на проведение контрольного теста от учебного заведения/управления образования выбирают необходимый базовый контрольный тест, назначают время (оно может занимать значительный промежуток времени, поскольку обучающиеся выходят в систему «Сетевого города» самостоятельно со своих персональных компьютеров);

- при проведении теста первоначально идентификатор подтверждает личность обучающегося и даёт разрешение на проведение теста (возможно проведение за определённый промежуток времени). Поток видео может не только идентифицировать обучающегося, но и проводить видеонаблюдение в ходе тестирования (с сохранением информации);

- результаты прохождения теста передаются адресату (учебному заведению, управлению образования), их анализируют и оценивают с осуществлением обратной связи с обучающимися. Возможно реализовать мгновенную оценку теста с передачей данных соответствующим лицам, осуществляющих контроль.

Всё управление системой осуществляет провайдер прокторинга (в соответствии с рисунками 5, 6).

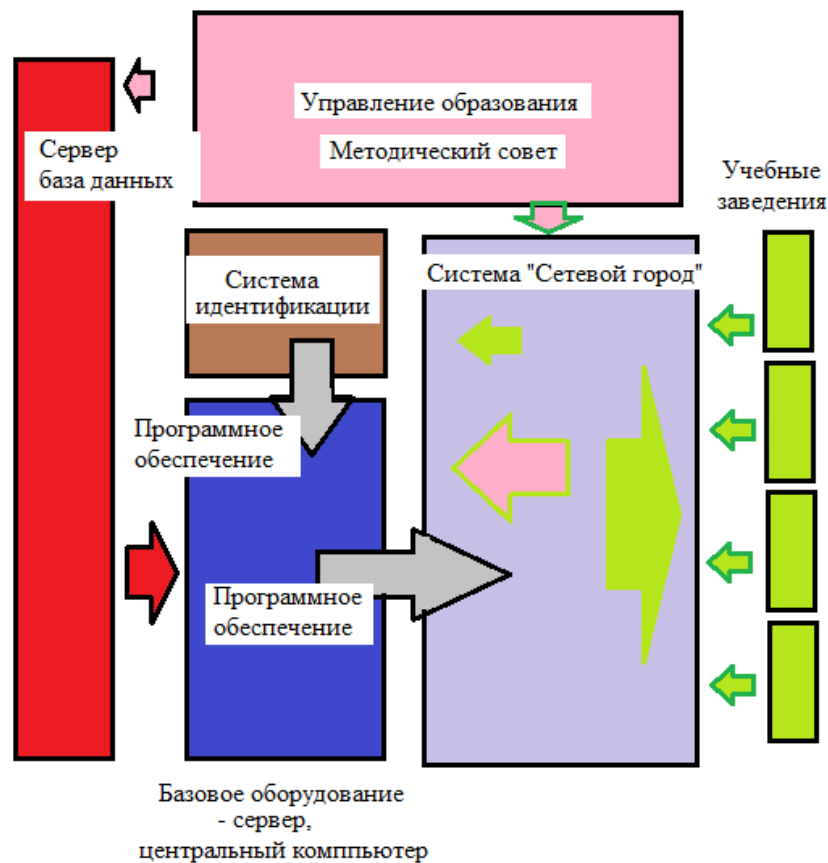


Рисунок 5 - Схема интеграции системы прокторинга в локальную систему «Сетевой город»

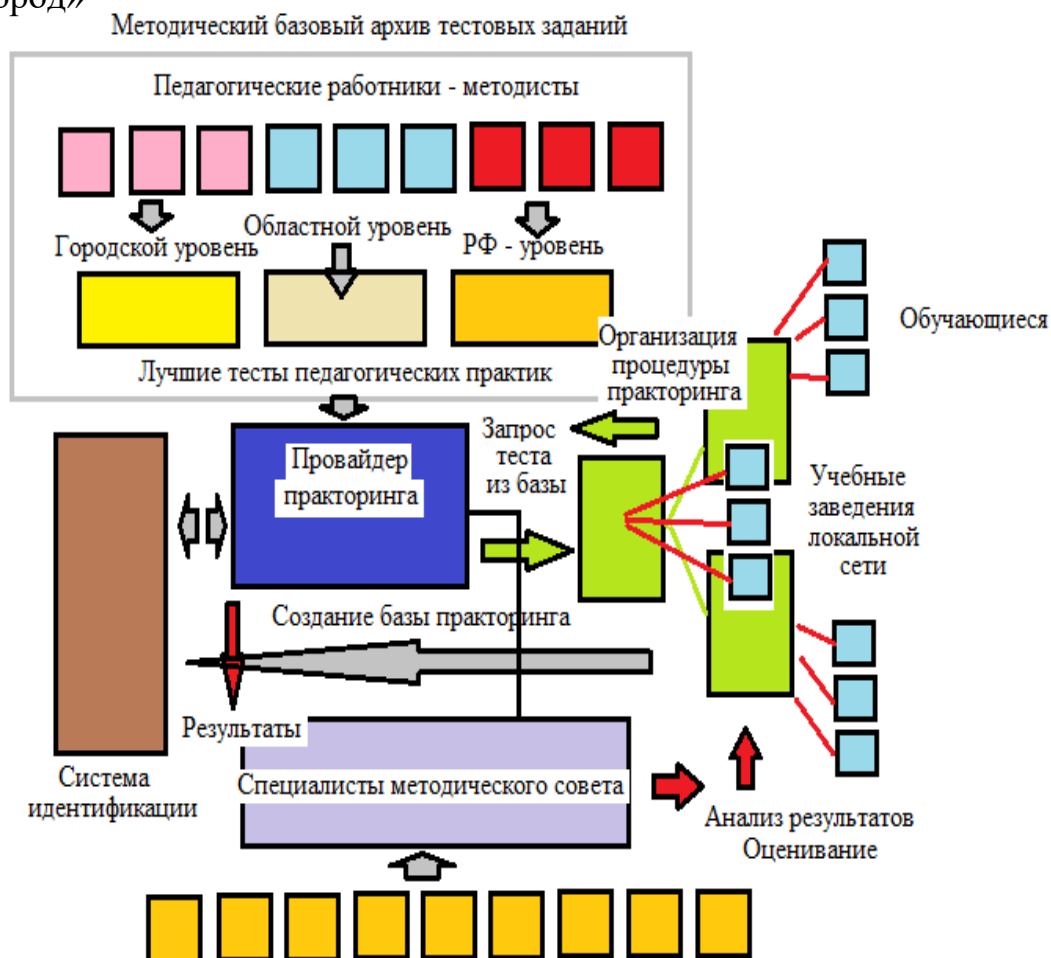


Рисунок 6 - Общая схема предполагаемой реализации локальной системы прокторинга

## 8 Определение возможностей системы распознавания лиц в процедуре прокторинга [11]

Для того, чтобы определить степень пригодности рассматриваемой платформы распознавания лиц в процедуре прокторинга, нужно оценить качество идентификации лиц системой. Для выполнения данной задачи мы провели ряд экспериментов. В базу данных системы было загружено несколько фотографий в ракурсе анфас (это можно сделать как напрямую через камеру устройства, так и при помощи специального программного обеспечения на компьютере), и к ним был прикреплен соответствующий идентификатор личности. После этого мы провели испытания, цель которых – оценить вероятность успешного распознавания зарегистрированного лица при разных ракурсах, освещении и фоне и вероятность ложной идентификации незарегистрированных пользователей (в соответствии с рисунком 7).



Рисунок 7 - Исследования по определению успешности идентификации личности

Результат этих экспериментов положителен, так как система не допустила ошибок. Для распознавания ей нужно было менее 0,3 секунды. Несмотря на небольшой объем тестовой выборки и количества тестов, можно сделать вывод, что платформа достаточно эффективна для того, чтобы идентифицировать учащегося в момент начала экзамена и в течение всего его написания. Но для распознавания запрещенных во время экзамена действий по видеопотоку необходимо совершенствование программного кода. В связи с этим процедура прокторинга с применением данной системы требует участия проктора и еще далека до полной автоматизации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- изучены доступные литературные и интернет–ресурсы по вопросам технологий биометрии, идентификации лица человека, сферы прокторинга, уже имеющихся технических и программных решений;
- на основе изученных литературных и интернет–источников подобрана модель интеллектуальной системы для проведения тестирования учащихся;
- реализован концептуальный вариант биометрической платформы для прокторинга при взаимодействии с локальной сетью «Сетевой город»;
- определены возможности системы распознавания лиц в процедуре прокторинга.

Дальнейшая работа над проектом предполагает разработку собственного программного решения системы распознавания лиц, действий и объектов, которые ей нужно будет идентифицировать во время процедуры прокторинга, и его практическое внедрение на базе «Сетевого города» в систему образования Верхнеуфалейского городского округа.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Прокторинг. Что такое система прокторинга. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://zachnik.ru/blog/chto-takoe-sistema-proktoringa-i-kak-ee-objti/>.
2. Что такое прокторинг и чем полезен на экзаменах, тестировании и в обучении. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://finacademy.net/materials/article/proktoring>.
3. Прокторинг в онлайн-экзаменах: как это работает? [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/stepic/blog/329420/>.
4. Прокторинг: особенности и преимущества. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 14 (252). — URL: <https://moluch.ru/archive/252/93442/>.
5. Как работает система распознавания лиц? [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://securityrussia.com/blog/face-recognition.html>.
6. Михеев М. Ю., Гудков К. В., Астахова Т. Н., Макарова Е. Ю. Обработка информации в системе идентификации по термограмме лица // Вестник НГИЭИ. 2017 № 4 (71). С. 7–15.
7. Системы распознавания лиц (Facial recognition). [Электронный ресурс]. - Режим доступа : [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Системы\\_распознавания\\_лиц\\_\(Facial\\_recognition\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Системы_распознавания_лиц_(Facial_recognition)).
8. Исаев, А. Л. Распознавание лиц по изображениям / А. Л. Исаев, Д. А. Газаров, С. Д. Евсеев // Символ науки: международный научный журнал. – 2017. - № 04-2. – С. 70-76.
9. Зенин, А. В. Исследование возможностей использования нейронных сетей / А. В. Зенин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 16 (150). — С. 130-140. — URL: <https://moluch.ru/archive/150/42394/>.
10. Детектор лиц и распознавание лиц в программе для видеонаблюдения Хеом. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://felenasoft.com/xeoma/ru/articles/face-detector-face-recognition/>.

11. Катыс, П. Г. Обработка изображений в системах распознавания лиц / П. Г. Катыс // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. – 2020. - № 1. – С. 92-95.