

- fun-part-4-modern-face-recognitionwith-deep-learning-c3cffc121d78 (Дата обращения 07.01.2025 );
2. Face Detection and Landmarks using dlib and OpenCV = Обнаружение лиц и ориентиры с использованием dlib и OpenCV [Электронный ресурс]// medium.com – URL: <https://vigneshs4499.medium.com/face-detection-and-landmarks-using-dlib-and-opencv8c824f50cc78>; (Дата обращения 09.01.2025);
  3. Ahdid R., Taifi K., Said S., Bouzid M. Euclidean & Geodesic Distance between a Facial Feature Points in Two-Dimensional Face Recognition System/ R. Ahdid, K. Taifi, S. Said, M. Bouzid – Текст: электронный// научный электронный журнал: ResearchGate – URL: [https://www.researchgate.net/publication/311924096\\_Euclidean\\_Geodesic\\_Distance\\_between\\_a\\_Facial\\_Feature\\_Points\\_in\\_Two-Dimensional\\_Face\\_Recognition\\_System](https://www.researchgate.net/publication/311924096_Euclidean_Geodesic_Distance_between_a_Facial_Feature_Points_in_Two-Dimensional_Face_Recognition_System) (Дата обращения 22.01.2025);;
  4. Dhavalikar A. S., Kulkarni R. K. Facial Expression Recognition Using Euclidean Distance Method/ A.S. Dhavalikar, R.K Kulkarni R – Текст : электронный//научный электронный журнал: ResearchGate – URL: [https://www.researchgate.net/publication/286353466\\_Facial\\_Expression\\_Recognition\\_Using\\_Euclidean\\_Distance\\_Method](https://www.researchgate.net/publication/286353466_Facial_Expression_Recognition_Using_Euclidean_Distance_Method) (Дата обращения 10.02.2025);;
  5. Manhattan Distance Calculator = Калькулятор расстояний Манхэттен [Электронный ресурс]// omnicalculator.com – URL: <https://www.omnicalculator.com/math/manhattan-distance> (Дата обращения 14.02.2025);
  6. Евклидова, L1 и Чебышёва – 3 основные метрики, которые пригодятся в Data Science [Электронный ресурс]// URL: <https://tproger.ru/translations/3-basic-distances-in-data-science> (Дата обращения 09.02.2025)

*Массунда Жуниор Фернандо Эрнесто (Мозамбик)*

*Томский Политехнический Университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Глазырина Татьяна Анатольевна, канд. техн. наук, доцент*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ**

**Аннотация:** В данной работе представлена разработка системы контроля доступа к помещениям с повышенным уровнем безопасности. Представлена структура разработанной системы и их программные и аппаратные составляющие. Приведены результаты тестирования разработанной системы с целью ана-

лиза ее функционирования и эффективности, а также подготовки к внедрению в реальные приложения.

**Ключевые слова:** система контроля и управления доступом (СКУД), мехатронная система, биометрия, распознавание лиц.

### **Введение**

Доступ к помещениям, будь то жилые, развлекательные или рабочие, представляет собой актуальную проблему, требующую комплексного подхода к обеспечению безопасности. В этой связи для обеспечения контроля доступа и повышения уровня безопасности активно интегрируются различные современные технологии. Одной из таких технологий является биометрия, которая получила широкое распространение благодаря использованию уникальных индивидуальных характеристик людей, таких как поведенческие или физические признаки, в качестве идентификаторов. Вместе с доступом в помещения, важным аспектом является безопасность с точки зрения защиты здоровья, особенно в условиях распространения инфекционных заболеваний, передающихся контактным путем. В связи с этим одними из эффективных решений стали бесконтактные технологии, которые обеспечивают контроль доступа без физического контакта с устройствами, минимизируя риски заражения. Система контроля и управления доступом (СКУД), основанная на распознавании лиц, оптимально решает проблему контроля доступа в помещения и безопасности, связанной с гигиеничностью. В данной работе представлена структура разработанной системы контроля и управления доступом, а также результаты проведенных испытаний, для анализа её работоспособности.

### **Основная часть**

В рамках данной работы разработана система контроля и управления доступом (СКУД) в помещения. Система СКУД представляет собой мехатронную систему, что обусловлено интеграцией электромеханических и программных компонентов [1]. Структура разработанной СКУД представлена на рисунке 1 и включает в себя следующие элементы: идентификатор, датчик, персональную электронно-вычислительную машину (ПЭВМ), базу данных, контроллер, блок ручного управления и управляемое преграждающее устройство (УПУ) [2].

Идентификатор в данной системе имеет биометрический тип, представляющий собой лицо посетителя, поскольку принимается технологии распознавания лиц. В качестве датчика используется видеочкамера, которая служит устройством для считывания данных с идентификатора. ПЭВМ функционирует как центральное устройство, на котором установлена система мониторинга доступа и база данных, что позволяет оператору в реальном времени наблюдать и контролировать посещаемость помещений.

Контроллер выполняет роль управляющего устройства, получающего команды как от ПЭВМ, так и от блока ручного управления, для выполнения операций по открытию или закрытию УПУ. УПУ представляет собой механиче-

ское или электронное устройство, которое ограничивает доступ в определенное пространство. В рамках работы разработан прототип двери, выполняющей функции запирающего устройства. Разработанная система может работать в двух режимах управления (см. рисунок 1): ручное управление: 1 – 2 (красный путь); и автоматическое управление: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 (черный путь).

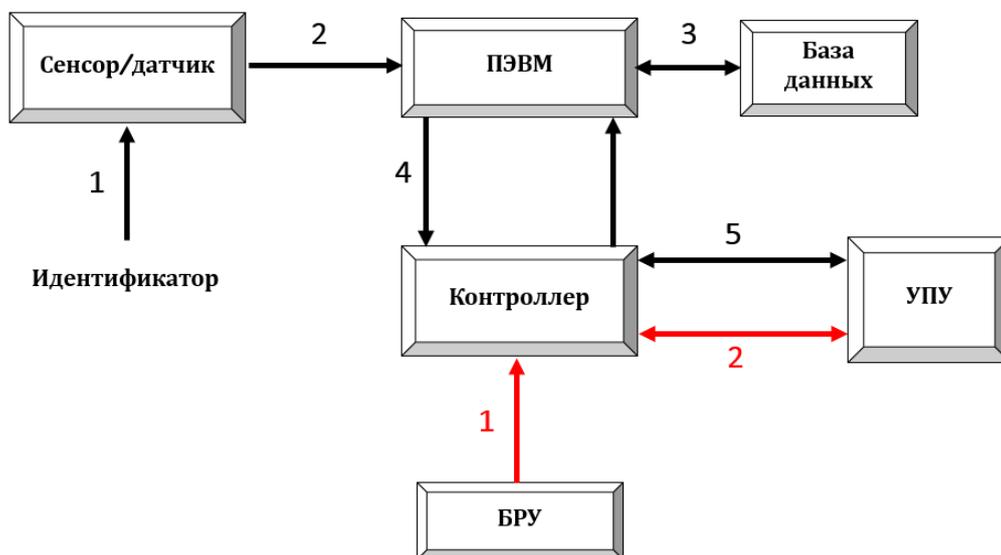


Рис.1. Структура разработанной СКУД

### Разработка программного обеспечения

Разработана программная система для мониторинга посещаемости посетителей, основанная на методах распознавания лиц. Основной функцией данной системы является идентификация и распознавание лиц посетителей, зарегистрированных в базе данных, а также детектирование лиц, не зарегистрированных в системе, что позволяет выявлять посетителей, не обладающих правом доступа к определённым помещениям. В дополнение к функционалу распознавания, программа осуществляет создание ежедневных журналов, содержащих данные о посещаемости, что обеспечивает возможность последующего контроля и проверки информации, а также анализу фактов, связанных с проходом посетителей в охраняемые зоны. На рисунке 2, представлен интерфейс разработанной программы мониторинга посещаемости

### Разработка прототипа УПУ

Одним из основных элементов СКУД является преграждающее устройство, которое играет важную роль в обеспечении безопасности и удобстве доступа к помещениям. Прочность такого устройства напрямую влияет на уровень безопасности, в то время как его функциональные характеристики обеспечивают удобство использования и эффективное управление доступом.

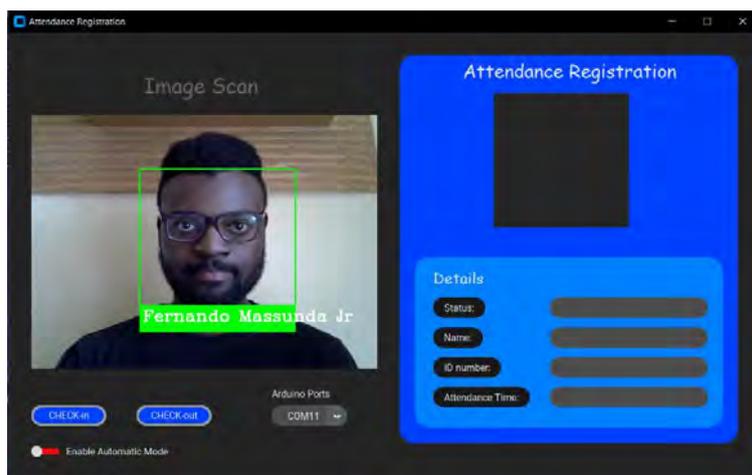


Рис. 2. Интерфейс разработанной программы мониторинга посещаемости

В данной работе представлен прототип двери, разработанный автором и изготовленный с применением аддитивной технологии 3D-печати, как показано на рисунке 3. В качестве привода для создания вращательного движения использован шаговый двигатель, который передает вращение на ременную передачу, преобразующую его в поступательное движение двери, обеспечивая тем самым точность и надежность работы устройства.



Рис. 3. Собранный прототип управляемого преграждающего устройства

### Результаты исследования

Для оценки функционирования разработанной системы СКУД проведены два экспериментальных испытания. Первое испытание заключалось в анализе эффективности системы распознавания лиц при различных условиях освещения, а также в определении зоны (рисунок 4), позволяющей системе более точно идентифицировать посетителей. В таблице 1 приведены экспериментальные допустимые расстояния, при которых система способна распознавать посетителей.

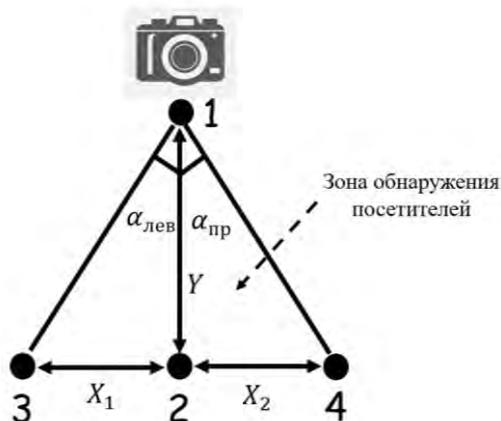


Рис. 4. Схема для анализа допустимых расстояний: точка 1 – положение датчика (видеокамеры); точки 2, 3 и 4 – положения человека/объекта для обнаружения

Второе испытание было направлено на исследование времени реакции каждой подсистемы, входящей в состав СКУД, с целью определения времени, необходимого для предоставления доступа к помещениям, а также выявления тех участков системы, где происходит наибольшее замедление, что позволит провести оптимизацию и улучшение работы системы в будущем.

Таблица 1

Результаты допустимых расстояний обнаружения и распознавания лиц при естественном освещении

№	Линейные расстояния, в см			Угловые расстояния при $Y = 100$ см, в град.	
	$Y$	$X_1$	$X_2$	$\alpha_{лев}$	$\alpha_{пр}$
1	109	41	37	22,29	20,30
2	110	40	38	21,80	20,81
3	110	39	36	21,31	19,80
4	109	39	39	21,31	21,31
5	108	38	40	20,81	21,80
Среднее	109,2	39,4	38	21,50	20,80

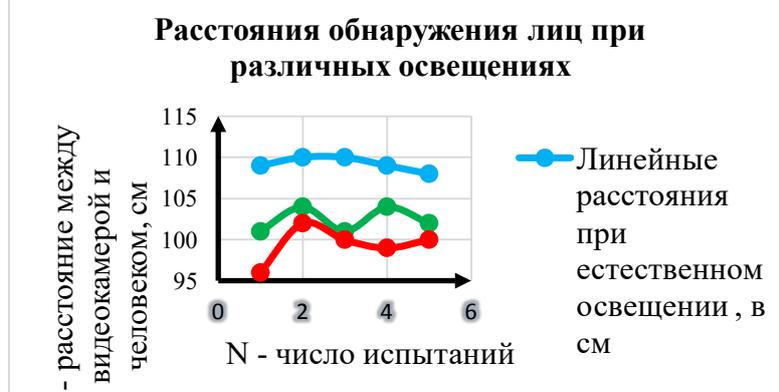


Рис. 5. Графики зависимости расстояния обнаружения лиц от условий освещения

### **Заключение**

В процессе тестирования функциональности разработанной системы контроля и управления доступом в помещение было установлено, что система демонстрирует более высокую точность распознавания лиц при естественном освещении, как иллюстрируется на рисунке 5. Это явление можно объяснить тем, что боковое освещение способствует более равномерному распределению светового потока по поверхности лица посетителя, что, в свою очередь, улучшает фокусировку и детализацию изображения. В условиях искусственного освещения точность работы алгоритма снижается, что, вероятно, обусловлено влиянием верхнего источника света, создающего тени и ухудшающего восприятие лицевых признаков системой. Кроме того, было установлено, что среднее время обработки запроса на доступ составляет примерно 17 секунд. Этот показатель является приемлемым для индивидуального пропуска посетителей. Однако в условиях повышенной нагрузки, например, при массовом скоплении людей, данный временной интервал может быть неудобным, что приведет к снижению пропускной способности системы и возможным задержкам в процессе входа.

### **Список литературы**

1. Шоланов К.С. Основы мехатроники и робототехники : учебник для студентов технических специальностей вузов Казахстана. – Алматы : издательство «ЭВЕРО», 2015. – С. 13–23;
2. ГОСТ Р 51241-2008 – «Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний».
3. Андреев В.В., Ульянов А.А. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: учеб. пособие – изд. 5-е. – Н. Новгород : НГТУ им Р.Е. Алексеева, 2019. – 270 с.

*Мачука Мендоса Кристиан Родриго (Эквадор)*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Марков Николай Григорьевич, д.т.н., профессор ОИТ, ИШИТР*

## **ОБНАРУЖЕНИЕ ОЧАГОВ СТВОЛОВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ДЕРЕВЬЕВ ПИХТЫ ПРИ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ**

**Аннотация:** Предложена методика оперативного выявления очагов уссурийского полиграфа в пихтовых лесах на основе анализа изображений лесов высокого разрешения. Методика включает ряд этапов, начиная с мультиклас-