

УДК 534.61

## Перспективы применения искусственных нейронных сетей для системы «Умный офис»

Смирнов А.Е., Щаников С.А.

В данной статье рассмотрены основные перспективы создания систем «умный офис» на основе широко распространенных систем контроля и обеспечения безопасности. Такие системы, в частности, задействуют большое количество видеокамер и других датчиков, которые дополнительно можно использовать как источник данных для видеоаналитики с применением искусственных нейронных сетей. Также в статье рассмотрены основные преимущества и недостатки данного подхода.

*Ключевые слова:* искусственные нейронные сети, видеонаблюдение, видеоаналитика, умный офис, системы безопасности.

### Введение

В настоящее время все больше и больше компаний стараются автоматизировать некоторые процессы и операции с целью улучшения эффективности, производства большего числа продукции, увеличения объемов выполненной работы. Это касается не только предприятий, которые нацелены на производство определенной продукции, сборочных, сортировочных цехов, но и офисных пространств, бизнес-гостиных, кабинетов и переговорных комнат. Автоматизация процессов в данном типе помещений достигается с помощью специального оборудования с определенным программным обеспечением, алгоритмом, функциями и т.п. Офисное пространство, в котором обильно используются подобные устройства, работающие в определенной совокупности или поодиночке, называют «умный офис».

«Умный офис» оснащается различными инновационными, инженерными, мультимедийными, автоматическими, информационными системами и устройствами, с целью упрощения рабочего процесса и повышения эффективности сотрудников. Также в ряд этих систем, входят системы контроля, в частности видеонаблюдения и видеоаналитики. С одной стороны, такие системы уже долгие годы используются для обеспечения безопасности и хорошо зарекомендовали себя для данной области, с другой стороны поскольку системами безопасности в настоящее время оснащено подавляющее большинство офисов, то можно использовать данную инфраструктуру и в целях создания «умного офиса». В

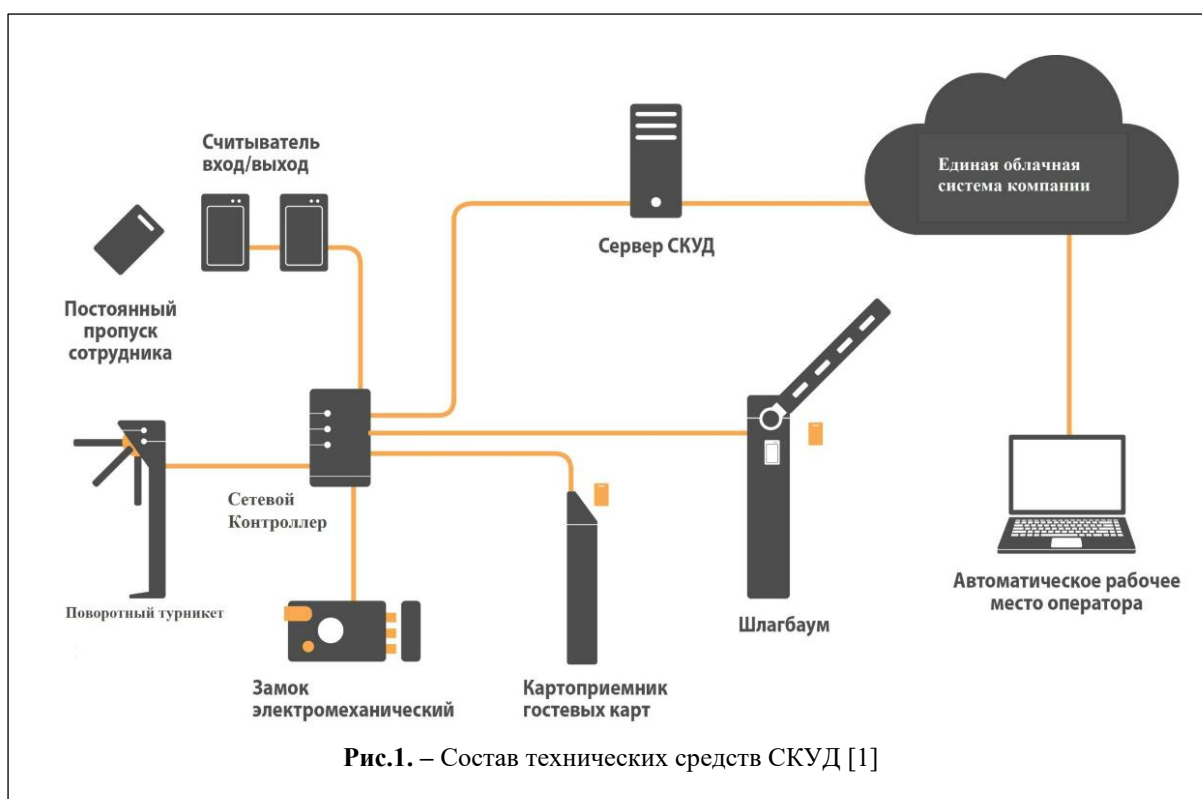
данной статье рассмотрены основные особенности технического оснащения «умного офиса», а также перспективы применения искусственных нейронных сетей для работы с видеоданными.

### 1 Техническое оснащение «Умного офиса»

Для создания «умного офиса» на основе систем контроля и обеспечения безопасности можно использовать следующие широко распространенные технические средства:

- СКУД (система контроля и управления доступом) – это совокупность технических средств, направленных на контроль входа и выхода в помещение с целью обеспечения безопасности и регулирования посещения определённого объекта [1]. В состав данной системы входят: контроллеры, различные виды электромеханических замков и защелок, считыватели контактных ключей, магнитных карт, SMART-карт, GSM-считыватели с мобильных устройств, считыватели с устройством для набора PIN-кода, бесконтактные считыватели, обеспечивающие доступ за счет радиочастотного взаимодействия, биометрические считыватели, исключающие возможность доступа постороннего лица и утери идентификатора, которые работают в совокупности и по определенному сценарию (рис. 1).

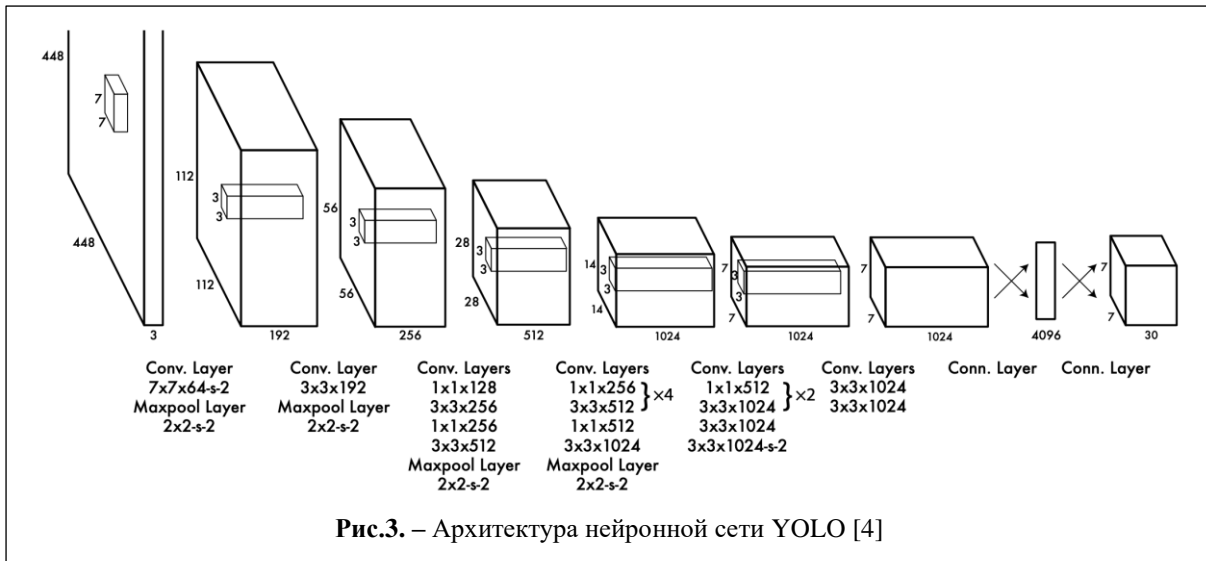
- Система видеонаблюдения – это система, с помощью которой осуществляется визуальное наблюдение, контроль, запись (видеорегистрация) определенных участков зданий и помещений [2]. Чаще всего в «умных



офисах» устанавливают два вида камер: камеры СОТ (система охранного телевидения) и камеры Face ID (камеры с функцией распознавания лиц). С помощью камер охранного телевидения осуществляется запись и контроль за определенными помещениями в определенных временных рамках. Камеры Face ID

обладают функционалом, который позволяет отслеживать биометрию человека, и помогают просмотреть передвижение и действия определенного сотрудника, биометрические данные которого занесены в базу. Основными составляющими системы видеонаблюдения

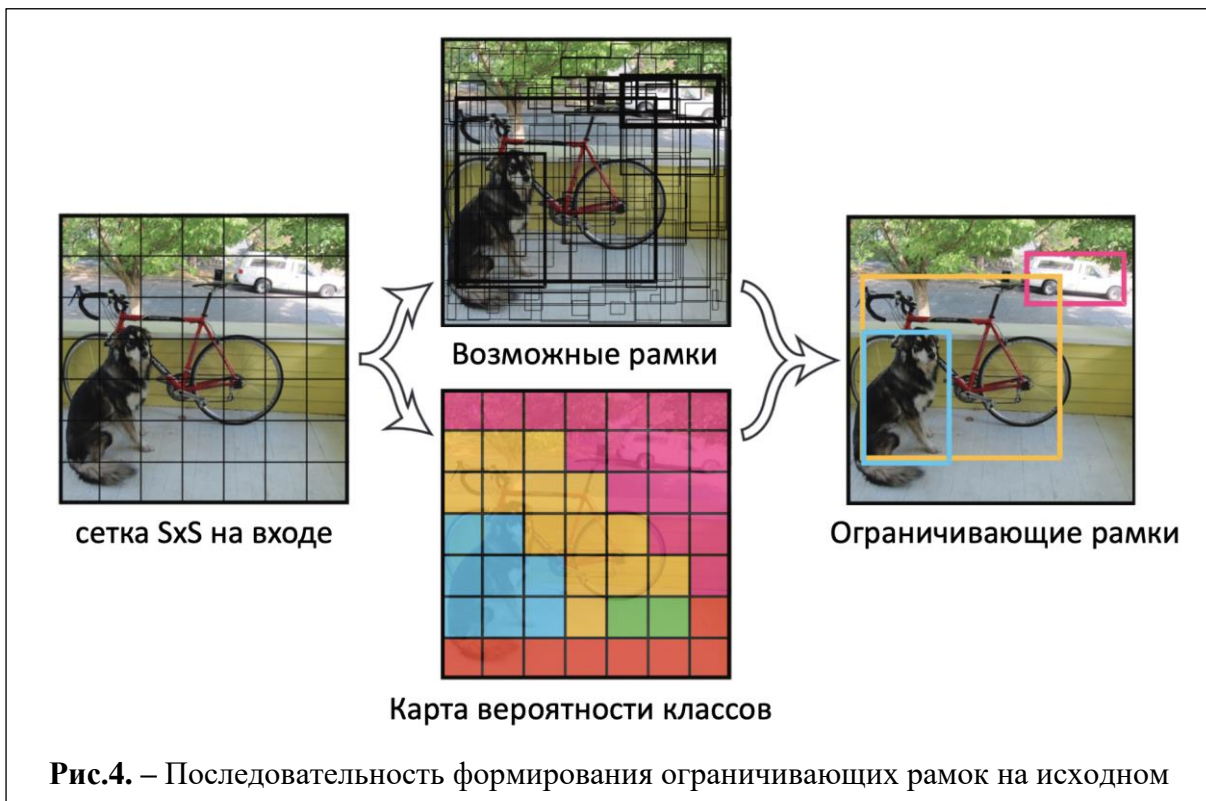




являются камеры, функционал которых определяется, исходя из поставленной задачи, и других устройств в состав, которых входит камера, способная в хорошем качестве передавать контент на сервера (рис. 2).

- Видеоаналитика – это компьютеризированная обработка и автоматический анализ видеоконтента, который поступает на видеосервер от видеокamer, и устройств, оснащённых веб-камерами. С помощью видеоаналитики осуществляется сбор всей информа-

ции от систем видеонаблюдения для проведения определенных операций и получения нужных данных. В отличие от других систем, представленных выше, основные процессы и операции в видеоаналитике осуществляются с помощью различных приложений, программ и ПО. Число таких ПО является очень большим, т.к. во многих странах уже давно задумались об использовании этих технологий для автоматизации и улучшения рабочего



процесса, вне зависимости от сферы деятельности компании, которая нуждается в видеоаналитике.

В настоящее время, перспективным направлением развития видеоаналитики является применение искусственных нейронных сетей для детекции различных объектов, в том числе людей или машин, или их свойств (позы, номерных знаков, рабочего времени и так далее). Далее рассмотрим основные особенности детектирования объектов с помощью искусственных нейронных сетей.

## 2 Детектирование объектов с помощью нейронных сетей

Задача детектирования объектов заключается в выделении одного или нескольких объектов на изображении посредством нахождения координат их ограничивающих рамок и классификации этих ограничивающих рамок.

Для детектирования объектов используются сверточные нейронные сети CNN («convolutional neural networks») (рис. 3). Ярким примером сети для детекции объектов является YOLO («you only look once»), состоящая из 106 слоев. Главная особенность нейронной сети YOLO по сравнению с другими состоит в том, что большинство систем применяют CNN несколько раз к разным регионам изображения, а YOLO применяет CNN один раз ко всему изображению сразу. Благодаря этому сеть обладает высокой скоростью и точностью обнаружения объектов [3].

Для детекции объектов кадры из видеопотока подаются на вход нейронной сети YOLO, и с помощью сетки они разбиваются на ячейки размером  $S \times S$ . После этого для каждой ячейки предсказываются два показателя: ограничительные рамки («bounding boxes») и вероятности нахождения в них нужного объекта («confidence») (рис. 4).

Сама по себе нейронная сеть не может быть использована для создания «умного офиса», она будет лишь частью информационной системы и будет предоставлять сведения о детектируемых объектах. В офисе

можно детектировать как работников, учитывая их количество, время прихода и ухода с рабочего места, позы, положение в пространстве и другие характеристики, так и оборудование, отслеживая статистику его использования в различных разрезах (в течение дня, недели, по сотрудникам и т.д.), или конкретные события.

## 3 Преимущества рассматриваемого подхода

В последнее время, встречается большое количество объектов, на которых все рассмотренные выше средства используются в совокупности. Такое использование дает массу преимуществ при построении рабочего процесса на любых производствах, офисах и т.п. Рассмотрим эти преимущества более подробно:

### 1. Контроль за рабочим временем всех сотрудников.

С помощью совокупности данных систем достаточно просто отследить точное время, которое сотрудник провел на месте работы.

### 2. Учет переработок и недоработок сотрудников.

Также осуществляется контроль за временем сотрудника, которое он проводит на рабочем месте или в иных зонах. Данное преимущество является одним из наиболее полезных, т.к. от переработок и недоработок напрямую зависит заработная плата того или иного человека.

### 3. Рабочее время в сидячем положении.

Очень важным является отслеживание физического состояния сотрудника. Видеонаблюдение в совокупности с видеоаналитикой можно использовать для исключения переутомления и усталости сотрудников, используя программы и ПО, которые способны исследовать положение или движение человека на основе скелетной модели. Метод: скелет человека описывается ациклическим связным графом, выполняется анализ структуры человеческого фигуры на выделенных пятнадцати точках. Исследовано и дано математическое описание физических и логических связей. Скоростные и пространственные характери-

стики точек и связей описывают общую динамику движения или положения. Основной результат: представлено описание модели движения человека и приведен пример ее построения для конкретного изображения, на основе предложенной модели разработан алгоритм сбора и анализа информации о взаимных расположениях и скоростных характеристиках узлов и ребер графа.

4. Доступ и нахождение в офисе иных лиц, не занесенных в базу.

Камеры с функцией распознавания лиц позволяют считывать биометрические данные человека, а при помощи определенных ПО, осуществляется анализ о доступе в здания, этажи, помещения того или иного человека, данные о котором должны находиться в базе при наличии допуска. Таким образом, можно исключать нахождение иных лиц, не относящихся к организации, в своем периметре. Принцип распознавания лиц: алгоритм работы распознавания лиц строится на нескольких базовых методах. Основной – эмпирический подход. Базируется на выделении объекта из общего фона и исследовании его с целью выявления закономерных взаимосвязей. Также широкой популярностью пользуется метод на основе инвариантных данных определения характеристики изображения. Его суть – выявление характерных особенностей формы лица, границ отдельных частей, установление контрастности и затем соединение воедино всех этих параметров для верификации личности. Еще один метод – распознавание характеристики лица с помощью определенных шаблонов, заложенных разработчиками в нейронную сеть. Изображение посегментно сравнивается с существующими стандартными шаблонами, причем в данном случае осуществлять сравнение можно с разных ракурсов в любом масштабном измерении. Самым главным минусом данного способа является качество изображения, передаваемое камерой. Поэтому используется в основном дорогое оборудование высоким качеством передачи изображения.

5. Контроль въезжающего и выезжающего транспорта.

Системы видеоаналитики и видеонаблюдения упрощают отслеживание пути легковых и грузовых автомобилей на определенной территории. Есть два типа камер, которые используются для считывания номеров автомобилей: камерами захвата номерных знаков и камерами распознавания номерных знаков. Важно отметить, что захват не означает преобразование чисел в текстовый файл. Это просто возможность визуально четко видеть номерные знаки на записанном видео. Только камеры распознавания номерных знаков позволяют не только визуально фиксировать номерные знаки в различных деталях, но и распознавать символы на номерном знаке с помощью технологии OCR (оптическое распознавание символов) для сохранения их в базе данных. Данное оборудование помогает отследить путь транспорта, количество свободных и занятых мест на парковке, в транспортных зонах и зонах разгрузки.

6. Контроль за важным оборудованием и иными ценностями.

Системы видеонаблюдения являются самым простым и удобным способом обеспечить безопасность объекта, поэтому они входят в состав практически охранных комплексов всех видов предприятий и учреждений. При использовании выше упомянутых камер с функцией распознавания лиц, очень просто отследить человека или группу лиц, подозреваемых в присвоении оборудования, материалов, ценных бумаг, принадлежащих компании, сотрудникам и т.п.

7. Бесконтактный доступ в офис сотрудников, с помощью биометрических данных.

Системы распознавания лиц упрощают вход и выход сотрудника в здание, офис, помещение. Основными инструментами являются методы распознавания, описанные выше, и терминалы Face ID. Большое количество как иностранных, так и отечественных компаний разрабатывают и выпускают подобное оборудование и необходимое для него программное обеспечение, конфигурации, приложения. Основным отечественным кон-

черном, производящим, подобные устройства, является компания RusGuard. Данная корпорация является производителем не только терминалов, но и всего сопутствующего оборудования: серверов, систем безопасности, ПО и т.п.

8. Использование биометрии человека в определенных системах хранения.

Системы хранения для большого количества пользователей уже долгое время оборудованы системами распознавания, для удобства. В отличие от классических ячеек с замком, который открывается с помощью ключей, современные системы хранения оборудуют камерой Face ID, которые в качестве "ключа" используют биометрию человека, т.е. лицо. Единственным минусом является нужда в периодическом мониторинге и заполнении базы.

#### 4 Недостатки и ограничения рассматриваемого подхода

Получив представление о данной технологии, сферах ее использования и методах, на которых базируется распознавание лиц, стоит обратить внимание на ее недостатки и минусы:

1. Дорогостоящее оборудование и комплектующие.

Надежные и проверенные варианты камер, терминалов, серверов системы распознавания лиц являются не дешевыми. Этот факт в

первую очередь отталкивает потенциального пользователя или заказчика.

2. Наличие в штате сотрудника, проводящего техническое обслуживание и мониторинг.

Для эксплуатации данных систем необходим сотрудник, который имеет не только техническое образование, но и прошедший определенное обучение, которое позволяет без всяких проблем устранить неполадки в системе, обновить прошивки и т.п. Также необходим постоянный мониторинг данных систем для поддержания эффективности работы и своевременного определения проблемных участков или нестабильно работающего оборудования.

3. Ограничения налагаемые Федеральным законом №572-ФЗ.

По закону в 2023 году вся собранная государственными и коммерческими системами биометрия должна быть передана в Единую биометрическую систему (ГИС ЕБС). Это установлено федеральным законом №572-ФЗ, принятым в декабре 2022 года. Передача данных означает, что те организации, которые регистрировали биометрические данные своих клиентов (изображение лица или голос) больше не смогут хранить её у себя и самостоятельно обрабатывать. Для повышения безопасности аккредитованным организациям разрешён доступ только к векторам – математическим шаблонам, которые не являются

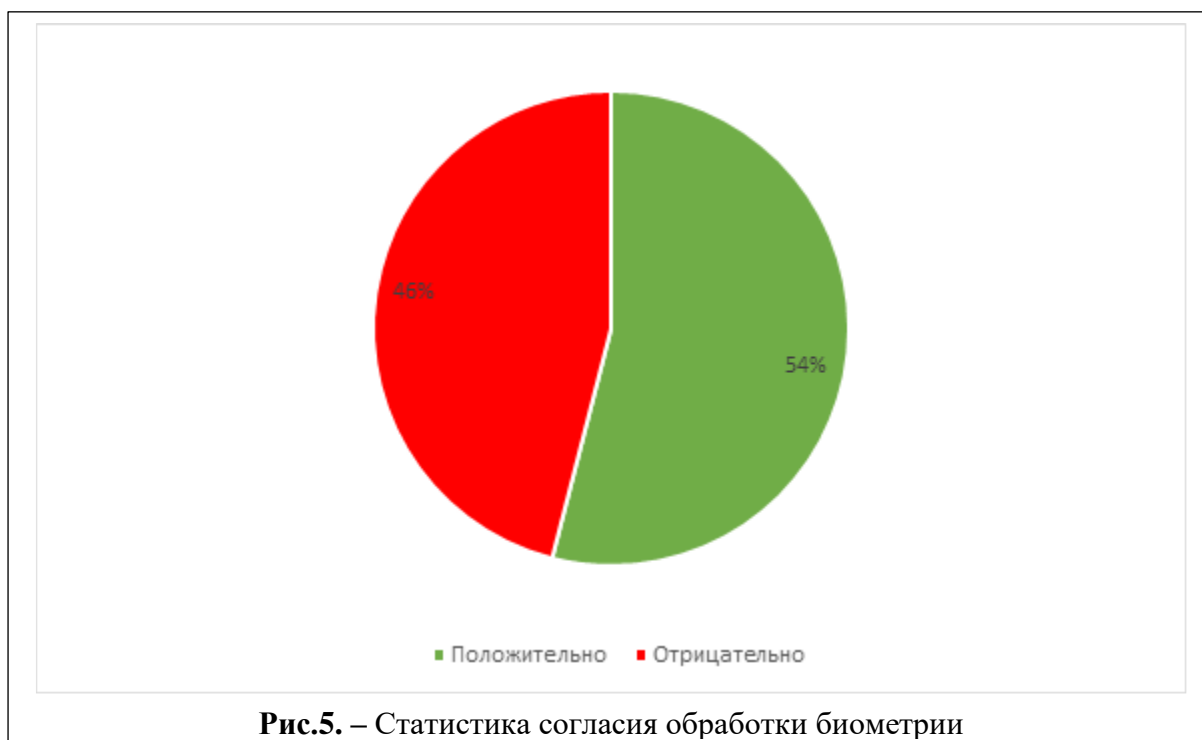


Рис.5. – Статистика согласия обработки биометрии

биометрией, а лишь описывают её. Основываясь на статистике, собранной в компаниях (рис. 5), можно сказать, что большой процент сотрудников не согласен передавать свои биометрические данные в Единую биометрическую систему [5].

### Заключение

Проведённый обзор внедрения систем распознавания лиц в офисные пространства, здания, рабочие помещения, позволяет сделать вывод о том, что за последнее время большое количество компаний и организаций заинтересованы в данной технологии, ведь она позволяет оптимизировать и автоматизировать большое количество процессов, которые раньше человеку приходилось делать вручную, также упрощается процесс сбора нужной информации, которая непосредственно влияет на рабочий процесс сотрудника, отдела или компании в целом.

Несмотря на имеющиеся недостатки использования системы распознавания лиц, технология продолжает развиваться и имеет большое будущее. По данным MarketsandMarkets, в ближайшие годы мировой рынок Face ID будет расти со скоростью около 14% в год и к 2023 году достигнет уровня \$7,5 млрд (в 2017 году он оценивался в \$4 млрд). Разработчики систем распознавания лиц рассчитывают, что такими же опережающими темпами будет идти проникновение биометрической идентификации.

В отличие от иностранного рынка, отечественных производителей и разработчиков

**Поступила 07 мая 2023 г.**

технологии распознавания лиц и детектирования объектов не так много. Поэтому данная сфера нуждается в развитии, совершенствовании, внедрении новых технологий, увеличении сфер использования, масштабном выходе отечественных технологий на иностранный рынок, производстве качественного и современного оборудования, программного обеспечения, появлении новых разработчиков, производителей, пользователей и дистрибьюторов.

### Литература

1. Система контроля и управления доступом (СКУД) // ИНИФИКС. - URL: <http://inifix.ru/skud.html> (дата обращения: 16.11.2023).
2. Системы видеонаблюдения // Urban Security Group. - URL: <https://urbansecurity.ru/napravleniya-deyatelnosti/sistemy-videonablyudeniya> (дата обращения: 16.11.2023).
3. Султанова А.И., Мокшин В.В. Использование нейронной сети YOLOv3 для распознавания нарушений техники безопасности // Сборник докладов Международной научно-практической конференции им. Э.К. Алгазинова «Информатика: проблемы, методы, технологии» (IPMT). 2022.
4. Redmon J., Farhadi A. YOLO9000: Better, Faster, Stronger // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017. PP. 6517-6525.
5. Единая биометрическая система // ЕБС. - URL: <https://ebs.ru/faq/zakon> (дата обращения: 16.11.2023).

---

This article discusses the main prospects for creating smart office systems based on widespread control and security systems. Such systems, in particular, involve a large number of video cameras and other sensors, which can additionally be used as a data source for video analytics using artificial neural networks. The article also discusses the main advantages and disadvantages of this approach.

*Key words:* artificial neural networks, video surveillance, video analytics, smart office, security systems.

---

*Смирнов Александр Евгеньевич* – магистрант кафедры информационных систем Муромского института (филиала) ФГОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*E-mail:* alexanderswift67@yandex.ru.

*Щаников Сергей Андреевич* – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории разработки систем искусственного интеллекта Муромского института (филиала) ФГОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*E-mail:* seach@inbox.ru.

602264, г. Муром, ул. Орловская, д. 23.