



А.К. Изтай<sup>1</sup>, Ж.Р. Уалиев<sup>2</sup>, А.О. Кабдолдина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Институт цифровой техники и технологии, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан  
(E-mail: [almaz.iztay@gmail.com](mailto:almaz.iztay@gmail.com))\*

## Исследование алгоритмов распознавания и идентификации при видеофиксации в реальном времени

Исследование посвящено анализу алгоритмов распознавания и идентификации при видеофиксации в реальном времени. Рассмотрены современные методы компьютерного зрения и машинного обучения, применяемые для выделения лицевых характеристик. Обсуждаются этапы детекции, экстракции признаков и алгоритмы аутентификации, с акцентом на применение машинного обучения. Обозначены перспективы применения в сферах безопасности и видеонаблюдения, а также выделены этические и правовые аспекты, связанные с обработкой личных данных. Исследование предоставляет обзор современных тенденций и вызовов в данной области. Проведена оценка влияния архитектуры системы на эффективность процессов распознавания и идентификации лиц по видеозаписи в реальном времени, по результатам которой разработаны рекомендации по проектированию эффективной системы видеозаписи в условиях реального времени в контексте данного исследования.

*Ключевые слова:* анализ, алгоритмы, распознавание, идентификация, видеофиксация, аутентификация, компьютерного зрения, машинное обучение и глубокое обучение.

### *Введение*

Идентификация при видеофиксации в реальном времени представляет собой передовую технологию, которая находит широкое применение в различных областях. Основной задачей этой технологии является автоматическое распознавание и подтверждение личности человека на основе видеоданных, получаемых в реальном времени.

### *Методы исследования*

В ходе данного исследования использовались следующие методы: аналитические, иммитационные, эмпирико-статистические, а также методы триангуляции, системно-логический анализ, набор и обработка данных LFW.

### Основная часть

Процесс идентификация при видеофиксации начинается с детекции лиц на видеозаписи, где специализированные алгоритмы компьютерного зрения выделяют области, содержащие лица. Затем система извлекает уникальные характеристики, такие как форма лица, расположение ключевых точек (глаза, нос, рот) и текстуры кожи. Эти данные обычно сохраняются в базе данных для последующего сравнения.

В режиме реального времени лицевые характеристики сравниваются с данными из базы, что позволяет системе определить личность. Технологии машинного обучения часто применяются для улучшения точности и эффективности этого процесса.

Одним из ключевых применений этой технологии является обеспечение безопасности в общественных местах и контроль доступа в здания. В сфере видеонаблюдения идентификация при видеофиксации позволяет оперативно реагировать на потенциальные угрозы и инциденты.

Важным аспектом является также обеспечение защиты приватности и соблюдение законов, регулирующих использование личных данных. Этические вопросы, связанные с возможностью злоупотребления технологией, требуют внимательного внимания и регулирования. Таким образом, идентификация при видеофиксации в реальном времени не только улучшает безопасность и контроль доступа, но также вызывает важные обсуждения относительно приватности и этики в использовании подобных технологий [1].

Область применения систем распознавания и идентификации при видеофиксации в реальном времени включает:

1. *Распознавание лиц нарушителей и злоумышленников:* Системы в режиме реального времени анализируют данные из видеонаблюдения в общественных местах и на мероприятиях. Это позволяет выявлять нарушителей и передавать информацию правоохранительным органам.

2. *Управление доступом:* Видеонаблюдение интегрируется в системы управления доступом, обеспечивая контроль на турникетах. Такая система применяется для эффективного контроля на закрытых территориях.

3. *Безопасность на предприятиях.* На больших предприятиях системы автоматического распознавания лиц сравнивают данные с базой сотрудников, обеспечивая безопасность и эффективность работы компании.

4. *Противодействие кражам в торговых центрах:* Системы распознавания лиц предотвращают систематические кражи в магазинах, обнаруживая потенциальных злоумышленников еще на входе.

5. *Фейс-контроль в общественных заведениях:* Системы обеспечивают контроль посещаемости и могут предотвращать нахождение нежелательных лиц в общественных заведениях.



б. *Организация продаж и целевая реклама*: Распознавание лиц используется для определения характеристик клиентов и направления целевой рекламы, а также для удобства оплаты без участия человека.

Эти системы предоставляют уникальные возможности для повышения безопасности, эффективности работы предприятий и персонализации взаимодействия с клиентами [2].

Независимо от алгоритма обработки видеопотока, функция распознавания и идентификации лиц оперирует на основе сравнения отсканированных изображений с эталонами в базе. Уникальность данного подхода заключается в возможности сканирования лица на ходу, где посетителю достаточно просто повернуть лицо к сканеру в движении.

Системы распознавания лиц представляют собой компьютерные программы, которые анализируют изображения лиц для их идентификации. Алгоритм измеряет характеристики лица, такие как расстояние между глазами, длина носа, угол челюсти, создавая уникальный "шаблон". Этот шаблон затем используется для сравнения с другими изображениями в базе данных, позволяя оценить степень их схожести. Источниками изображений могут быть видеокамеры или фотографии, сохраненные в базе данных [3].

Однако, такой подход предполагает определенные требования к качеству изображения из видеопотока. Эффективность системы проявляется в способности идентификации лица на расстоянии не менее 10 метров от видеокамеры, даже при изменениях во внешности, таких как изменение прически или наличие бороды. Важным параметром является также время, за которое происходит идентификация, и характеристики используемого оборудования для видеонаблюдения, соответствующего поставленным задачам.

Ввиду высокой степени влияния вышеописанных требований на процесс идентификации и распознавания, процент ложных срабатываний в системах распознавания идентификации лиц оказывается значительным. Эта проблема обусловлена тем, что, в отличие от отпечатков пальцев или радужной оболочки, наши лица подвержены изменениям со временем. Факторы, такие как изменение прически, наличие бороды, изменение веса, использование косметики или других методов изменения внешности, а также признаки старения, вносят дополнительные трудности в процесс распознавания [4].

Недостаточная стабильность и постоянство лицевых характеристик сопряжены с высоким процентом ложной идентификации. Национальным институтом стандартов и технологий (NIST) проведено исследование, результаты которого показали, что уровень ложной идентификации субъектов, чьи фотографии были сделаны всего 18 месяцев назад, достигает 43%. Важно отметить, что в данном исследовании использовались фотографии, сделанные в идеальных условиях, что подчеркивает сложность программ распознавания

лиц в оценке изменений освещенности и угла наклона камеры. На рисунке 1 изображены угловые позиции головы, которые требуется учесть при проведении процедур распознавания и идентификации лица.

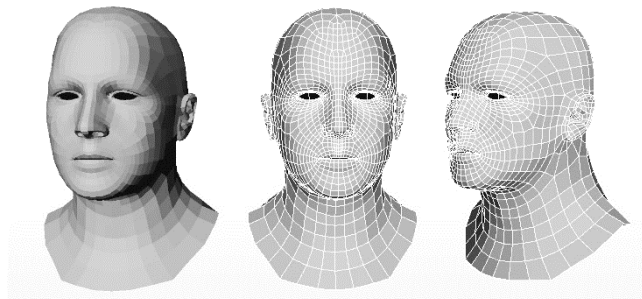


Рисунок 1- угловые позиции головы для идентификации лица.

Эксплуатация системы распознавания и идентификации лиц в режиме реального времени начинается с генерации шаблонов индивидуальных лиц. Обычно эти шаблоны представлены двумерными изображениями или кадрами, извлеченными из видеопотока. При анализе статей в были показаны алгоритмы идентификации которые показаны на рисунке 2.

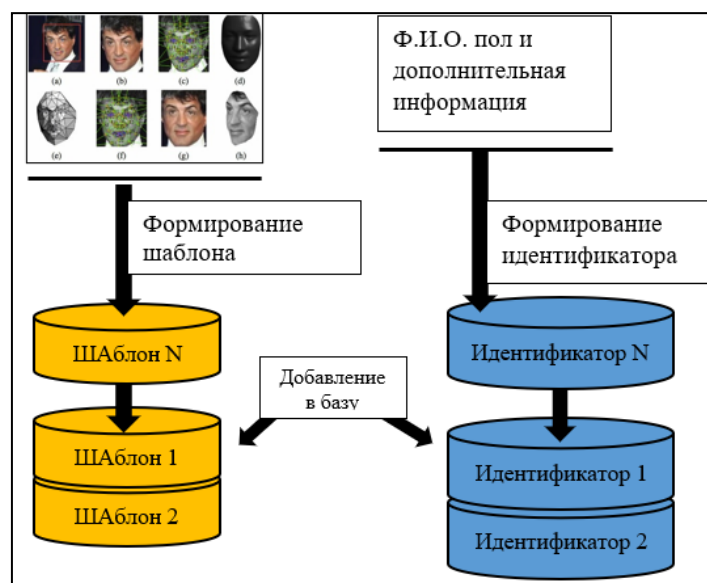


Рисунок 2 - процесс регистрации нового шаблона в системе распознавания и идентификации лиц.

В современных условиях все чаще используются трехмерные модели, которые интегрируют триангуляцию при обработке двумерных изображений, или же включают трехмерные образцы с добавлением матрицы глубины  $D$  к RGB-массиву. Эта матрица глубины  $D$  получается с использованием

инфракрасного сенсора. Альтернативно, трехмерные модели могут быть созданы путем применения метода триангуляции к фотоснимкам, полученным специальными техниками.

Способ формирования шаблона зависит от методологии, применяемой в системе распознавания и идентификации лиц, от формата исходных данных, а также от конкретных задач, которые ставит перед собой данная система. Анализ литературы показал общие этапы формирования шаблона для системы распознавания и идентификации лиц проиллюстрированы на рисунке 3.



Рисунок 3 - Иллюстрация процесса создания шаблона на примере системы распознавания и идентификации лиц.

Рекомендации для работы с алгоритмами и кодом по распознаванию лиц в реальном времени:

- Обученная модель для распознавания лиц: В коде используется модель nn4.small2.v1.t7, которую можно скачать с официального сайта OpenFace: <https://cmusatyalab.github.io/openface/models-and-accuracies/#pretrained-models>

- Каскады Хаара для обнаружения лиц: В коде используется каскад для обнаружения лиц, который можно скачать с GitHub OpenCV: <https://github.com/opencv/opencv/tree/master/data/haarcascades>

- Face Recognition: Это библиотека Python для распознавания лиц, которую можно установить с помощью pip:

```
pip install face_recognition
```

Код для распознавания лиц в реальном времени:

```
import cv2
```

```
import numpy as np
```

```
import os
```

```
face_cascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.haarcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml') # Инициализация каскада Хаара для
распознавания лиц
```

```
model = cv2.dnn.readNetFromTorch('nn4.small2.v1.t7') # Загрузка модели,
обученной на наборе данных LFW
```

```
cap = cv2.VideoCapture(0) # Запуск видеопотока с камеры
while True:
    ret, frame = cap.read() # Чтение кадра из видеопотока
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY) # Перевод кадра в
    оттенки серого
    faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.1,
    minNeighbors=5, minSize=(30, 30)) # Обнаружение
    for (x, y, w, h) in faces: # Перебор найденных лиц
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2) # Выделение
        лица на кадре
        face = frame[y:y+h, x:x+w] # Обрезка лица
        face = cv2.resize(face, (96, 96)) # Уменьшение размера лица до 96x96
        blob = cv2.dnn.blobFromImage(face, 1.0 / 255, (96, 96), (0, 0, 0),
        swapRB=True, crop=False) # Преобразование
        model.setInput(blob) # Запуск модели
        embedding = model.forward()
        known_embeddings = np.load('known_embeddings.npy',
        allow_pickle=True) # Загрузка известных
        ids = np.load('ids.npy', allow_pickle=True)
        distances = np.linalg.norm(known_embeddings - embedding, axis=1) #
        Вычисление расстояния
        idx = np.argmin(distances) # Поиск индекса ближайшего известного
        лица
        id = ids[idx] # Получение идентификатора ближайшего лица
        cv2.putText(frame, str(id), (x, y-10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
        1, (0, 255, 0), 2) # Отображение
        cv2.imshow('Video', frame) # Отображение кадра
        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'): # Ожидание нажатия клавиши
        'q' для выхода из цикла break
        cap.release() # Освобождение видеопотока
        cv2.destroyAllWindows() # Закрытие окон
```

Данный код выполняет распознавание и идентификацию лиц на видео в реальном времени с использованием каскадов Хаара для обнаружения лиц и нейронной сети для вычисления эмбеддингов лиц. Для выполнения эмбеддингов необходимо загрузить эти файлы с векторами признаков известных лиц и соответствующие им идентификаторы. Для этого необходимо выполнить следующие шаги:

- собрать набор данных, содержащий изображения лиц и соответствующие им идентификаторы. Например, это может быть набор данных LFW (Labeled Faces in the Wild) или MS-Celeb-1M;



- предварительно обучить модель для распознавания лиц на этом наборе данных. Вы можете использовать алгоритмы классификации, такие как SVM или нейронные сети;

- для каждого известного лица вычислить его эмбединг (вектор признаков) с помощью обученной модели;

- сохранить эмбединги и соответствующие им идентификаторы в файлы `known_embeddings.npy` и `ids.npy`.

Пример кода для сохранения эмбедингов и идентификаторов в файлы:

```
import face_recognition
import numpy as np
# Список известных лиц и их идентификаторы
known_faces = ['known_face_1.jpg', 'known_face_2.jpg', 'known_face_3.jpg']
known_face_ids = [1, 2, 3]
face_images = [face_recognition.load_image_file(face) for face in
known_faces] # Список изображений лиц
known_embeddings = [face_recognition.face_encodings(face)[0] for face in
face_images] # Вычисление эмбедингов
known_embeddings = np.array(known_embeddings) # Преобразование
списка в массив
np.save('known_embeddings.npy', known_embeddings) # Сохранение
массива в файл
np.save('ids.npy', known_face_ids) # Сохранение идентификаторов в файл
```

На этапе предварительной обработки выполняется обнаружение лиц и их преобразование в определенный формат, включая в себя выравнивание, масштабирование, преобразование каналов и другие техники.

Второй этап может включать как поиск ключевых точек, так и представление пиксельной матрицы лица в пространстве признаков. Здесь признаки представляют собой различные дескрипторы изображения, полученные в результате обработки исходных данных [5].

На заключительном этапе происходит кодирование и сохранение шаблона в базе моделей. Сформированная база шаблонов затем используется в качестве набора эталонов.

Приведем схематичное изображение принципа идентификации и распознавания лиц на рисунке 4. В этой схеме представлены следующие элементы:

1. Передача изображения из видеопотока в систему.
2. Идентификация образца среди имеющихся в базе шаблонов.
3. Верификация наиболее близкого образца из списка и предъявленного системе на вход.

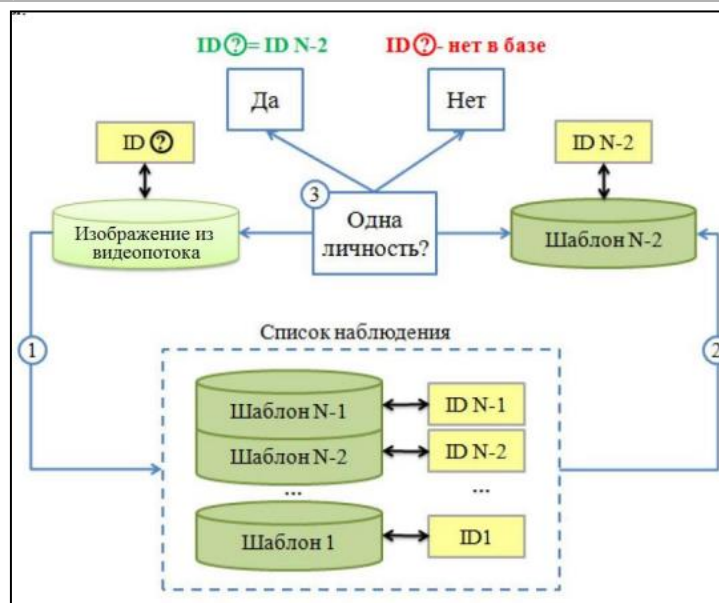


Рисунок 4 – Схематичное изображение принципа идентификации и распознавания лиц.

Если процесс идентификации проходит успешно, система возвращает положительный результат, заключающийся в соответствии человека на изображении из видеопотока идентифицированному субъекту.

Выбор подходящего описания лиц, подлежащего последующему анализу и распознаванию, представляет собой критически важную задачу в контексте проблемы идентификации и распознавания лиц. Умело выбранное описание (пространство признаков) может сделать задачу распознавания тривиальной, в то время как неудачный выбор может усложнить дальнейшую обработку данных или даже привести к невозможности решения.

Например, алгоритмы, работающие с двумерными изображениями, проявляют хорошие результаты при сканировании лиц в анфас в хорошо освещенных помещениях. Путем анализа уникальных точек и расстояний между ними, система распознавания лиц определяет факт идентификации по коэффициентам различия между "живым" снимком и зарегистрированным шаблоном [6].

Трехмерные технологии оказываются устойчивыми к изменениям светового потока и допускают отклонение от фронтального ракурса до 45 градусов. Здесь анализу подвергаются не только точки и линии, но и свойства поверхностей, такие как кривизна и профиль, а также метрики расстояний между ними. Однако для эффективной работы таких алгоритмов необходима обработка видеозаписей высокого качества с частотой не менее 200 кадров в секунду, что требует высокой оптической разрешающей способности видеокамер и минимальной погрешности синхронизации, а также высокой производительности систем распознавания.





Таким образом, основной вызов, связанный с распознаванием и идентификацией лиц в режиме реального времени, заключается в необходимости уменьшения зависимости системы от факторов освещения, ракурса и возрастных изменений лиц, а также в сбалансированном использовании вычислительных ресурсов.

### *Результаты исследования*

Несмотря на обширные исследования по разработке эффективных алгоритмов распознавания лиц, до сих пор не существует системы, способной функционировать, игнорируя множество ограничений, таких как шумы, расстояние до объекта или уровень освещенности. В действительности существует множество эффективных алгоритмов, но на практике достижение качественных результатов ограничивается вычислительными мощностями или воздействием внешних негативных факторов [7 - 11].

В работе предлагаются рекомендации по совершенствованию алгоритмов распознавания лиц, стремясь к оптимальному балансу между эффективностью распознавания и вычислительной эффективностью, учитывая воздействие внешних факторов, при сохранении структуры системы видеофиксации и вычислительных ресурсов.

### *Заключение*

Несмотря на обширные исследования, до настоящего времени не разработана система, способная функционировать независимо от многочисленных ограничений, таких как шумы, расстояние до объекта, уровень освещенности и прочие внешние факторы. В действительности существует множество эффективных алгоритмов, однако их успешная реализация на практике ограничивается вычислительными мощностями или воздействием внешних негативных факторов. В данной статье предложены рекомендации по совершенствованию методов распознавания лиц с целью достижения оптимального баланса между эффективностью распознавания и вычислительными мощностями в условиях воздействия внешних факторов.

Авторы выражают искреннюю благодарность за финансовую поддержку Министерству науки и высшего образования Республики Казахстан: грант на проведение фундаментальных исследований ИММаш им. У.А.Джолдасбекова (номер гранта: BR18574136).

### *Список литературы:*

1. Юрко И. В., Алдобаева В. Н. Исследование основных проблем, связанных с распознаванием и идентификацией лиц по видеофиксации и совершенствование работы

алгоритмов распознавания лиц по видеофиксации в режиме реального времени //Проблемы современной науки и образования. 2018. – №. 6 (126). – С. 36-42.

2. Юрко И. В., Алдобаева В. Н. Области применения и принципы работы систем распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в реальном времени //Международный студенческий научный вестник. 2018. – №. 2. – С. 66-66.

3. Воробьев Д. В., Глазунов Д. М. Алгоритм идентификации и верификации лиц. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://repository.mgup.by/jspui/bitstream/123456789/2549/1/>(дата обращения: 12.12.2023).

4. Долгинов С. Д. Цифровые видеоизображения в криминалистической идентификации //Ex jure. 2022. – №. 3. – С. 116-127.

5. Косухина О. И., Шакирьянова Ю. П. Искусственные нейронные сети в судебно-медицинской идентификации личности. – Хабаровск «АСТ», 2021. – 76 с.

6. Абдуалиев Е. О., Савостин А. А., Ларгин А. В. Система двухфакторной идентификации сотрудников предприятия // Тенденции развития естественных и технических наук в современном мире. 2022. – С. 502-506.

7. Сухарев Н. В. Система слежения за автомобильным транспортом на базе беспилотных летательных аппаратов с применением технологии радиочастотной идентификации и камер инфракрасного диапазона //Автоматика на транспорте. 2023. – Т. 9. – №. 2. – С. 141-152.

8. Kuang W., Baul A. A Real-time Attendance System Using Deep-learning Face Recognition. 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://scholarworks.utrgv.edu/ece\\_fac/11/](https://scholarworks.utrgv.edu/ece_fac/11/) doi: 10.18260/1-233949 (дата обращения: 12.12.2023)

9. Jayaswal R., Dixit M. Comparative Analysis of Human Face Recognition by Traditional Methods and Deep Learning in Real-Time Environment. 2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.semanticscholar.org/paper/C> (CSNT). (дата обращения: 12.12.2023)

10. Greco A., Saggese A., Vento M. Digital Signage by Real- Time Gender Recognition from Face Images. 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/342859808> (дата обращения: 12.12.2023)

11. Jahan, N. Bhuiyan, P. K. Moon, P. A. Akbar M. A. Real Time Face Recognition System with Deep Residual Network and KNN. 2020 International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/343436602>(дата обращения: 12.12.2023)

12. А.К. Изтай, Ж.Р. Уалиев, А.О. Кабдолдина

### **Нақты уақытта бейнежазбаны тану және сәйкестендіру алгоритмдерін зерттеу**

Зерттеу нақты уақыт режимінде бейне жазу үшін тану және сәйкестендіру алгоритмдерін талдауға арналған. Бет сипаттамаларын алу үшін қолданылатын компьютерлік көру және машиналық оқытудың заманауи әдістері қарастырылады. Анықтау, мүмкіндіктерді шығару және аутентификация алгоритмдері талқыланады, бұл ретте машиналық оқытуды қолдануға баса назар аударылады. Қауіпсіздік және бейнебақылау салаларында қолдану перспективалары баяндалған, жеке деректерді өндеуге қатысты этикалық және құқықтық аспектілер көрсетілген. Зерттеу осы саладағы ағымдағы үрдістер мен қиындықтарға шолу жасайды. Жүйе архитектурасының нақты уақыт



режиміндегі бейнежазбалардан тұлғаны тану және сәйкестендіру процестерінің тиімділігіне әсерін бағалау жүргізілді, оның нәтижелері бойынша нақты уақыт режимінде бейне жазбаның тиімді жүйесін жобалау бойынша ұсыныстар әзірленді.

*Кілт сөздер:* талдау, алгоритмдер, тану, сәйкестендіру, бейне жазу, аутентификация, компьютерлік көру, машиналық оқыту және терең оқыту.

A.K. Iztay, J.R. Ualiev, A.O. Kabdoldina

### **Study of recognition and identification algorithms for video recording in real time**

The study is devoted to the analysis of recognition and identification algorithms for real-time video recording. Modern methods of computer vision and machine learning used to highlight facial characteristics are considered. The stages of detection, feature extraction and authentication algorithms are discussed, with an emphasis on the application of machine learning. The prospects of application in the fields of security and video surveillance are outlined, as well as ethical and legal aspects related to the processing of personal data are highlighted. The study provides an overview of current trends and challenges in this area. An assessment was made of the influence of the system architecture on the efficiency of face recognition and identification processes from real-time video recordings, based on the results of which recommendations were developed for designing an effective video recording system in real-time conditions in the context of this study.

*Keywords:* analysis, algorithms, recognition, identification, video recording, authentication, computer vision, machine learning and deep learning.

#### References:

1. Yurko, I. V., Aldobaeva, V. N. (2018). Issledovanie osnovnyh problem, svyazannyh s raspoznavaniem i identifikaciej lic po videofiksacii i sovershenstvovanie raboty algoritmov raspoznavaniya lic po videofiksacii v rezhime real'nogo vremeni // Problemy sovremennoj nauki i obrazovaniya. – № 6 (126). – P. 36-42.
2. Yurko, I.V., Aldobaeva V. N. (2018). Oblasti primeneniya i principy raboty sistem raspoznavaniya i identifikacii lic po videofiksacii v real'nom vremeni //Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. – №. 2. – P. 66-66.
3. Vorobev,D. V., Glazunov, D. M. (2021). Algoritm identifikacii i verifikacii lic. [Electronic resource]. - Retrieved from: <https://repositorio.mgup.by/jspui/> in Russian].
4. Dolginov, S. D. (2022). Cifrovye videoizobrazheniya v kriminalisticheskoy identifikacii // Ex jure. – №. 3. – P. 116-127.
5. Kosuhina, O. I., Shakiryanova, Yu. P. (2021). Iskusstvennyye nejronnyye seti v sudebno-medicinskoj identifikacii lichnosti // BBK 58 I 32. – 76 p.
6. Abdualiev, E. O., Savostin, A. A., Largin, A. V. (2022). Sistema dvuhfaktornoj identifikacii sotrudnikov predpriyatiya // Tendencii razvitiya estestvennyh i tekhnicheskikh nauk v sovremennom mire. – P. 502-506.
7. Suharev, N. V. (2023). Sistema slezheniya za avtomobil'nym transportom na baze bespilotnyh letatel'nyh apparatov s primeneniem tekhnologii radiochastotnoj identifikacii i kamer infrakrasnogo diapazona //Avtomatika na transporte. — T. 9. – №. 2. – S. 141-152.

8. Kuang W., Baul A. A Real-time Attendance System Using Deep-learning Face Recognition. 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings. [Electronic resource]. - Retrieved from: [https://scholarworks.utrgv.edu/ece\\_fac/11/](https://scholarworks.utrgv.edu/ece_fac/11/) doi:10.18260/1-233949

9. Jayaswal, R., Dixit, M. Comparative Analysis of Human Face Recognition by Traditional Methods and Deep Learning in Real-Time Environment. 2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT). [Electronic resource]. - Retrieved from: doi:10.1109/csnt48778.2020.911577[in Engl].

10. Greco, A., Saggese, A., Vento M. Digital Signage by Real- Time Gender Recognition from Face Images. 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT. [Electronic resource]. - Retrieved from: doi:10.1109/metroind4.0iot48571.2[in Engl].

11. Jahan, N. Bhuiyan, P. K. Moon, P. A. Akbar M. A. Real Time Face Recognition System with Deep Residual Network and KNN. 2020 International Conference on Electronics and Sustainable Communication (ICESC). [Electronic resource]. – Retrieved from: [Systemshttps://www.researchgate.343436602](https://www.researchgate.343436602) [in Engl].

Ізтай Алмаз Көңлімхошұлы	Алматы технологиялық университетінің магистранты, Алматы, Қазақстан
Изтай Алмаз Көңлімхошұлы	магистрант Алматинского технологического университета, Алматы, Казахстан
Iztay Almaz	master's student at Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

Уалиев Жомарт Разханович	PhD, Цифрлық инженерия және технологиялар институты, Алматы, Қазақстан
Уалиев Жомарт Разханович	PhD, институт цифровой техники и технологии, Алматы, Казахстан
Ualiev Zhomart	PhD, Institute of Digital Engineering and Technology, Almaty, Kazakhstan

Кабдолдина Асем Оралхановна	PhD, У.А. Жолдасбекова атындағы механика және инженерия институты, Алматы, Қазақстан
Кабдолдина Асем Оралхановна	PhD, Институт механики и машиноведения им. У.А.Джолдасбекова, Алматы, Казахстан
Kabdoldina Asem	PhD, Institute of Mechanics and Engineering named after. U.A. Dzholdasbekova, Almaty, Kazakhstan