



*Ғылым бар жерде - жеңіс бар!
Победа там - где наука!
Victory is where science is!*



ISSN 2958-5694 (Print)
ISSN 2958-5708 (Online)

Ғылыми-білім беру журналы
Научно-образовательный журнал
Scientific and educational journal

Ұлттық Ұлан Академиясының ХАБАРШЫСЫ

№ 51 (1-2024)

ВЕСТНИК
Академии Национальной
гвардии Республики Казахстан

BULLETIN
of the National Guard
of the Republic of Kazakhstan



**«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҰЛАНЫ
АКАДЕМИЯСЫНЫҢ ХАБАРШЫСЫ»
ҒЫЛЫМИ-БІЛІМ БЕРУ ЖУРНАЛЫ**

**«ВЕСТНИК
АКАДЕМИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ**

№ 1 (51), наурыз 2024 ж.

№ 1 (51), март 2024 г.

<p>Журнал 2011 жылдан шыға бастады Қазақстан Республикасы Ұлттық ұланы академиясының басылымы Бас редакторы полковник А.Қ. Тоқышев</p>	<p>Журнал издается с 2011 года Издание Академии Национальной гвардии Республики Казахстан Главный редактор полковник Токушев А.К.</p>
<p>Ғылыми-білім беру журналы «Қазақстан Республикасы Ұлттық ұланы академиясының ХАБАРШЫСЫ» – «ВЕСТНИК Академии Национальной гвардии Республики Казахстан» Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпараттандыру комитетінде тіркелген, 28 қазан 2022 ж. № KZ73VPY00058079 куәлігі. Журнал ҚР ҒЖЖБМ ҒЖЖБССҚК әскери іс және қауіпсіздік бойынша негізгі қорытындыларды жариялауға ұсынған ғылыми басылым (2023 жылғы 28 сәуірдегі № 188 бұйрығы)</p>	<p>Научно-образовательный журнал «Қазақстан Республикасы Ұлттық ұланы академиясының ХАБАРШЫСЫ» – «ВЕСТНИК Академии Национальной гвардии Республики Казахстан» зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан, свидетельство № KZ73VPY00058079 от 28 октября 2022 г. Журнал рекомендован КОКСНиВО МНиВО РК для публикации основных результатов по военному делу и безопасности (Приказ № 188 от 28 апреля 2023 года)</p>
<p>Редакцияның мекен-жайы мен телефоны: 150009, Петропавл қаласы, Ж. Қизатов к., 6. Қазақстан Республикасы Ұлттық ұланының академиясы. Әскери-ғылыми орталығы Телефон: (8 7152) 50-78-88, Тел./факс: (8 7152) 50-74-83; E-mail: Vestnik@ang.edu.kz Журнал жылына 4 рет шығарылады</p> <p><i>Мақала авторларының пікірлері редакция көзқарасын білдірмейді</i></p>	<p>Адрес и телефон редакции: 150009, г. Петропавловск, ул. Ж. Кизатова, 6, Академия Национальной гвардии Республики Казахстан. Военно-научный центр. Телефон: (8 7152) 50-78-88, Тел./факс: (8 7152) 50-74-83; E-mail: Vestnik@ang.edu.kz Журнал выходит 4 раза в год</p> <p><i>Мнения авторов не отражают точку зрения редакции</i></p>

Главный редактор

Токушев А.К., начальник Академии Национальной гвардии Республики Казахстан, полковник.

Заместитель главного редактора

Альназиров Р.Б., заместитель начальника Академии Национальной гвардии Республики Казахстан, доктор философии (PhD), полковник.

Ответственный секретарь

Ж.А. Атыгаев, начальник военно-научного центра, полковник.

Ответственный за выпуск

Абильмажинова А.Е., начальник службы редакционно-издательской работы военно-научного центра, подполковник.

Редакционная коллегия:

Ахметов Ж.Х., доктор военных наук, профессор, генерал-майор.

Корабельников А.А., доктор военных наук, профессор, полковник.

Булойчик В.М., доктор технических наук, профессор, полковник.

Рустамбаев М.Х., доктор юридических наук, профессор, полковник.

Серкпаев М.О., доктор исторических наук, профессор, полковник.

Петрусевиц А.А., доктор педагогических наук, профессор.

Мурзалинова А.Ж., доктор педагогических наук, профессор.

Василевский В.Б., кандидат военных наук, профессор.

Абжанов Б.С., доктор философии (PhD), ассоциированный профессор (доцент), генерал-майор.

Батыров М.Е., кандидат педагогических наук, полковник.

Плешаков А.А., кандидат исторических наук.

Сартаев Ж.Н., доктор медицинских наук, профессор.

Корнилов А.А., кандидат военных наук, ассоциированный профессор (доцент), полковник.

Бектурсунов Н.К., доктор философии (PhD), полковник.

Алтынбеков Д.Ш., доктор философии (PhD), полковник.

Абильмажинов А.А., доктор философии (PhD), подполковник.

Гроскоп Р.В., доктор философии (PhD), подполковник.

Саркенқызы А., кандидат филологических наук, ассоциированный профессор (доцент), майор.

Альжанова Р.С., кандидат исторических наук, ассоциированный профессор (доцент), майор.

Иманов А.К., кандидат педагогических наук.

Анцибор Е.С., преподаватель-исследователь.

Бенке А.А. История и современное состояние культурных взаимоотношений Казахстана и Узбекистана..... 154

ТЕХНИКА И ВООРУЖЕНИЕ. ВОЙСКОВОЙ ТЫЛ

Батыров М.Е., Алиев Б.Ж. Жаңа физикалық принциптердегі қару.....161

Кадиркулов Ш.К. Анализ особенностей современных операций и состояния управления автотехническим обеспечением группировки войск.....165

Батыров М.Е., Сапабеков А.Е. Солтүстік Кавказ аймағындағы әскерлердің біріккен тобын материалдық құралдарды тасымалдауды және келіктік қамтамасыз етуді ұйымдастыру ерекшеліктерін талдау.....173

Yergaliyev D.S., Shaposhnikov I.E. Assessment of risk factors during takeoff and landing in icy conditions.....179

Никитенко Д.В., Гроскоп Р.В. «Адская молотилка» из прошлого в современных боевых реалиях.....186

Қарсыбаев Е.Е., Бакаева С., Самылтыров К.М., Жантлесов Е.Ж. Әуе кемелеріне техникалық қызмет көрсету жүйелерін жетілдіру әдістемесі.....191

Ахметжанов А.С. Производство автомобильной техники в Республике Казахстан: история и современность.....197

Карипбаев С.Ж., Орымбаев Д.Е., Серимбетов Б.А., Тайшығара Ж.Т. Шасси механизмдерінің жұмыс істеудің технологиялық ерекшеліктері.....204

Гончаров А.Г. Совершенствование организации промежуточного питания и обеспечения водой военнослужащих Национальной гвардии Республики Казахстан при выполнении служебно-боевых задач.....211

Кадиркулов Ш.К., Нигметуллаев Д.М., Макаев Е.Т. Сравнительный анализ ремонтно-эвакуационных машин российского производства и стран НАТО.....217

Савостин А.А., Риттер Д.В., Савостина Г.В., Мазоров Р.А. Автоматическое обнаружение утомляемости оперативного персонала методами компьютерного зрения.....225

Бейсенов Ж.Т. Интеллектуальная система охраны и безопасности.....233

Ергалшев Д.С., Анаятова Р.К., Қадыр А.Қ., Коржумбаев А.Б. Ауа-райының қиын жағдайларында авиациялық техниканың ұшуын техникалық-аппараттық қамтамасыз ету244

Батыров М.Е., Конабаев О.Т. Ішкі қарулы қажығыста бригадалық буын қару жарағы мен әскери техникасын жөндеуге әсер ететін факторларды талдау.....251

Никитенко Д.В. Совершенствование способов и средств управления огнем артиллерии.....258

Касимов А.О., Хизирова М.А., Ермекбаев М.М., Суйеубаев О.Б., Абдуразак К. Анализ методов и средств волоконно-оптического контроля датчиков.....264

Мурталимов Ш.Р. АК-74 автоматының ұрыстын тексеру және оны жақын нелдік жағдайда қалыпты ұрысқа келтіру.....275

Даиров Д.К., Колисниченко С.Н., Колисниченко С.В., Коптяев Д.А. Имитационное 3d-моделирование в исследовании критических нагрузок коленчатых валов автомобильных двигателей внутреннего сгорания.....279

УДК 004.93

А.А. САВОСТИН¹, Д.В. РИТТЕР¹, Г.В. САВОСТИНА², Р.А. МАЗОРОВ³

¹кандидат технических наук, профессор кафедры «Энергетика и радиоэлектроника» Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск;

²доктор философии (PhD), доцент кафедры «Энергетика и радиоэлектроника» Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск;

³магистрант Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ УТОМЛЯЕМОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

В статье предложен метод автоматического обнаружения утомляемости и сонливости операторов человеко-машинных интерфейсов, основанный на анализе видеоизображений при помощи инструментов компьютерного зрения. Авторами разработано практическое решение по детектированию закрытия глаз и зевания человеком в кадре в режиме реального времени. Для этой цели используются специальные скалярные метрики Eye Aspect Ratio (EAR) и Mouth Aspect Ratio (MAR). Сравнение указанных метрик с определенными в статье пороговыми значениями на заданном временном интервале позволяет выявлять утомляемость оперативного персонала по известным поведенческим признакам. Возможность расчета метрик EAR и MAR достигается благодаря определению выбранных реперных точек на лице человека при помощи глубоких искусственных нейронных сетей в составе фреймворка MediaPipe. На языке программирования Python было разработано программное обеспечение, позволяющее использовать предложенный метод обнаружения утомляемости в реальных производственных задачах.

Ключевые слова: *компьютерное зрение, утомляемость, оперативный персонал, искусственные нейронные сети.*

Введение

Современный этап развития научно-технического прогресса характеризуется высоким уровнем внедрения автоматизации во все сферы деятельности человека. Однако, полному исключению человека-оператора из производственного процесса препятствует детерминированность реализуемых алгоритмов автоматизации.

Утомляемость и сонливость персонала при работе с человеко-машинными интерфейсами (ЧМИ) является главной причиной возникновения аварийных

ситуаций. В особенности снижение концентрации и потеря внимания чревато катастрофическими последствиями для водителей транспортных средств [1], операторов опасных производств и контролирующего персонала сложных технологических процессов [2].

Для предотвращения внештатных ситуаций, вызванных повышенной утомляемостью операторов ЧМИ, в данной работе представлены программные средства и технические решения, позволяющие разработать метод автоматического контроля сонливости оперативного персонала.

Основная часть

Для контроля утомляемости операторов ЧМИ предлагается использовать современные инструменты технологии компьютерного зрения. Данный подход будет наиболее эффективным с точки зрения информативности и наименьшего дискомфорта при получениях данных о состоянии человека, поскольку ориентирован на распознавание изображений с камеры. Визуальный анализ внешнего вида человека позволяет в режиме реального времени получать информацию об уровне утомляемости оператора на основании автоматического распознавания совокупности поведенческих дескрипторов.

В частности, об усталости и необходимости отдыха будет свидетельствовать зевота, закрытие глаз на продолжительное время в процессе трудовой активности, наклон головы и т.п. В таком случае для автоматического детектирования указанных признаков утомляемости по изображению могут быть применены глубокие искусственные нейронные сети (ИНС). На данный момент ИНС в задачах обработки и анализа изображений занимают лидирующие позиции среди доступных технических средств, а в ряде задач по распознаванию объектов превосходят по точности человека [3].

Как известно, разработка новых специализированных моделей ИНС для анализа видео и изображений является очень трудоемким процессом. В такой ситуации оптимальным решением поставленной в работе задачи может являться использование существующих эффективных инструментов для анализа видео в реальном времени. Данные инструменты должны быть способны обеспечить высокоскоростной процессинг видео, необходимую графическую обработку, предоставление обученных ИНС для детекции объектов на изображении, а также удовлетворять требованиям кроссплатформенности и доступности для использования без коммерческих лицензий.

Перечисленным требованиям удовлетворяет фреймворк с открытым исходным кодом MediaPipe [4] от компании Google. MediaPipe – это открытый и кроссплатформенный фреймворк для анализа мультимедийных данных при помощи мультимодальных конвейеров машинного обучения. В частности, он предоставляет набор интеллектуальных инструментов и библиотек для обработки видео и изображений в задачах компьютерного зрения. Главным преимуществом фреймворка MediaPipe по сравнению с другими решениями является легкость его интеграции и использования в разнообразных приложениях, включая мобильные устройства и встроенные системы [5].

Для контроля утомляемости персонала ЧМИ могут быть использованы такие возможности фреймворка MediaPipe, как распознавание лиц на изображении и реализация процедуры Face Mash, выполняющей построение 3D-модели лицевой карты реперных точек.

Для построения 3D-модели лица в фреймворке используется 468 реперных точек (маркеров). Каждая точка 3D-модели имеет свой уникальный номер, по которому могут быть получены ее координаты.

Таким образом, при помощи MediaPipe появляется возможность в реальном времени отслеживать любые части лица человека опираясь на полученные координаты реперных точек. В контексте решаемой задачи для контроля утомляемости необходимо реализовать программный метод отслеживания закрытия глаз человеком на более продолжительное время, чем время моргания. Это будет свидетельствовать о сонливости человека в кадре и связанной с этим потенциальной опасностью. Кроме этого, утомление и недостаток сна будет проявляться в виде зевоты. Тогда детекция открытия рта в процессе зевания также может использоваться как фактор, свидетельствующий об необходимости отдыха для персонала ЧМИ.

Методология исследования.

В соответствии с [4] для выделения областей глаз и рта на изображении лица будет достаточно использование следующих маркеров 3D-модели MediaPipe с номерами: правый глаз – 33, 160, 158, 133, 153, 144; левый глаз – 362, 385, 387, 263, 373, 380; рот – 76, 37, 267, 306, 314, 84 (рисунок 1).

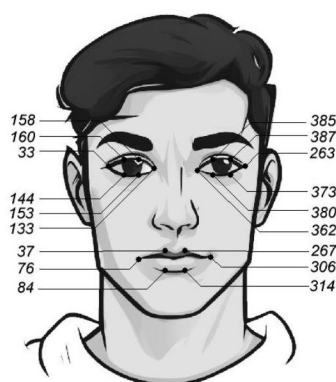


Рисунок 1 – Расположение и номера реперных точек для правого, левого глаза и рта

В исследовании [6] для детекции моргания глаз на видео предлагается использовать специальную метрику EAR (Eye Aspect Ratio). Данная метрика представляет собой скалярную величину и рассчитывается по формуле:

$$EAR = \frac{\|P_2 - P_6\| + \|P_3 - P_5\|}{2 \|P_1 - P_4\|}, \quad (1)$$

где выражение $\|P_i - P_j\|$ обозначает евклидово расстояние между точками P_i и P_j с координатами (x_i, y_i) и (x_j, y_j) соответственно. В качестве точек $P_1 - P_6$ принимаются маркеры для правого и левого глаза, выбранные ранее (рисунок 1) и показанные на рисунке 2. Итоговое значение метрики \overline{EAR} рассчитывается как среднее для EAR_L левого и EAR_R правого глаза.



Рисунок 2 – Реперные точки для расчета метрики EAR : а. глаз открыт; б. глаз закрыт

В данной работе для количественной оценки используемых метрик был собран набор данных, в состав которого вошла база YawDD [7], представляющая собой набор видеозаписей с автомобильного регистратора. На записях водители автомобиля с различной внешностью разговаривают, поют, молчат и зевают. Кроме этого, в используемый набор данных были включены видеофайлы из открытых источников, где люди также с различной внешностью сняты с закрытыми глазами.

В таблице 1 приведены статистических характеристик метрики \overline{EAR} для полученного набора данных. Характеристика EAR рассчитывалась для каждого кадра видеозаписи по группам людей с закрытыми (close) и открытыми глазами (open). Причем данные для людей с открытыми глазами разбиты на группы по категориям деятельности: normal – водитель смотрит на дорогу; talking – водитель разговаривает; yawning – водитель зевает; talking&yawning – водитель зевает и разговаривает.

Таблица 1 – Статистические параметры метрики \overline{EAR}

Состояние глаз	Действие	Число кадров	Среднее значение, μ	Среднее квадратическое отклонение, σ
close	normal	31711	0,0646	0,041
open	normal	57462	0,3188	0,077
	talking	81955	0,2834	0,0826
	talking&yawning	73345	0,2646	0,0677
	yawning	51390	0,2842	0,0730

На рисунке 3 показано изменение метрики \overline{EAR} , рассчитанной для фрагмента видеозаписи, где человек в кадре закрывает глаза (6 – 8 секунды на графике).

Момент закрытия глаз хорошо различим на рисунке 3, так как значение \overline{EAR} резко уменьшается в среднем с отметки 0,25 до 0,1. Кроме этого, значение \overline{EAR} мало изменяется, когда глаза открыты. Короткие уменьшения величины \overline{EAR} соответствуют моментам моргания.

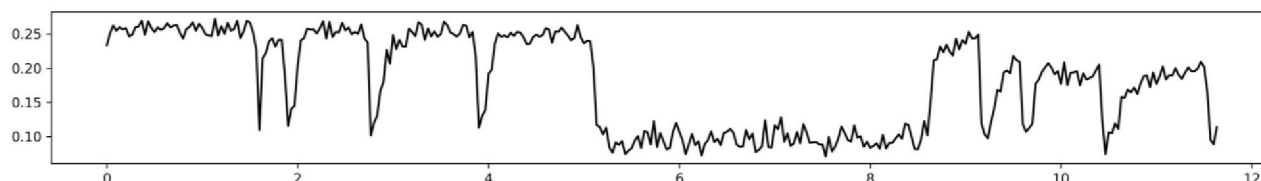


Рисунок 3 – Изменение метрики \overline{EAR} для видеозаписи

Также установлено, что \overline{EAR} частично зависит от формы глаза, но для открытого глаза имеет небольшую дисперсию среди индивидов и полностью инвариантна к равномерному масштабированию изображения и вращению в плоскости лица.

Рисунок 4а показывает диаграммы размаха метрики \overline{EAR} , рассчитанные по данным сформированного набора видеозаписей.

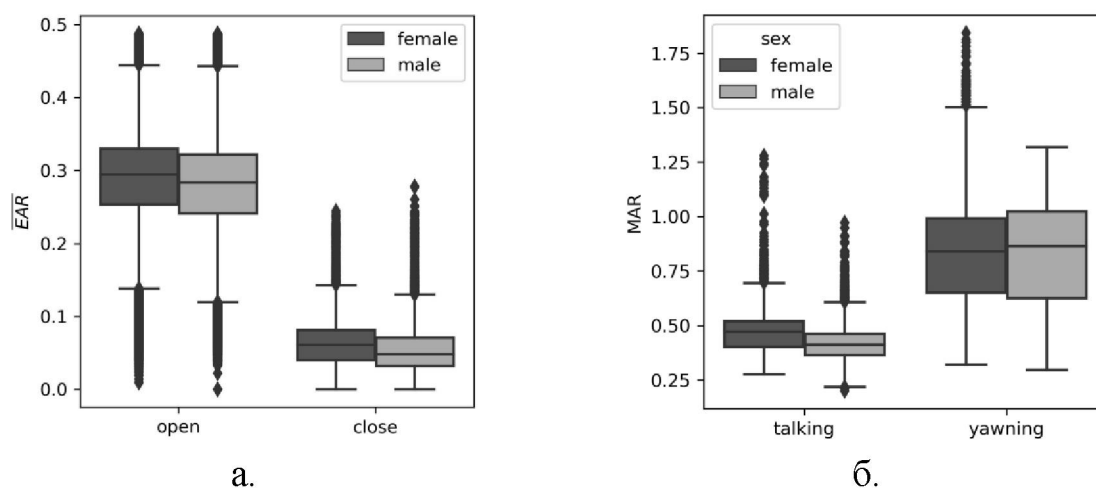


Рисунок 4 – Диаграммы размаха: а. для метрики \overline{EAR} ; б. для метрики MAR

Как следует из рисунка 4а, метрика \overline{EAR} мало зависит от пола. Также визуализация данных позволяет выбрать пороговое значение \overline{EAR} , по которому можно определить, что глаза у человека на изображении закрыты. Так выбор порогового значения $thr_{EAR} = 0.15$ позволит с высокой вероятностью разделять подвыборки “open” и “close”. Фильтрацию моментов моргания глаз можно производить, задав минимальный допустимый временной интервал $t_{close} = 2$ с снижения метрики \overline{EAR} ниже порога thr_{EAR}

Аналогичный подход предлагается использовать для обнаружения зевания. Для этого подобно метрике EAR рассчитывается показатель Mouth Aspect Ratio (MAR) для реперных точек рта, показанных на рисунке 1. Диаграммы размаха метрики MAR для имеющегося набора данных показаны на рисунке 4б.

В соответствии с информацией рисунка 4б авторами данного исследования было выбрано пороговое значение $thr_{MAR} = 0,8$, превышение которого метрикой MAR показывает высокую вероятность обнаружения зевания. Для большей точности также вводится минимальный допустимый временной интервал $t_{yawning} = 2$ с превышения порога. Это позволяет снизить число ложных срабатываний на речь и смех.

На рисунке 5 представлен алгоритм, поясняющий принцип работы предлагаемого метода.

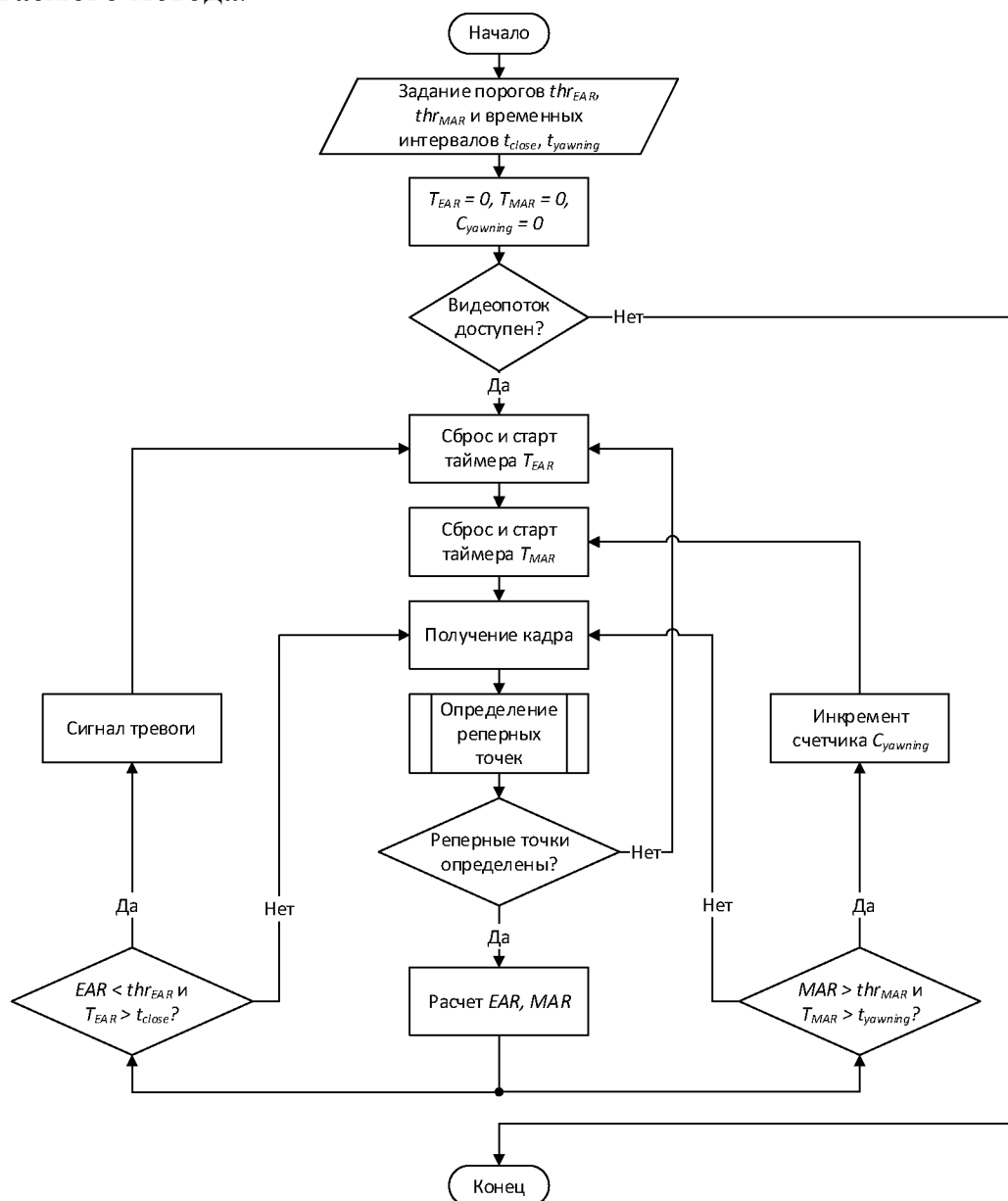


Рисунок 5 – Алгоритм метода определения сонливости оператора

мақалада анықталған шектермен салыстыру белгілі мінез-құлық белгілері бойынша жедел персоналдың шаршауын анықтауға мүмкіндік береді. EAR және MAR көрсеткіштерін есептеу мүмкіндігі mediapipe шеңберіндегі терең жасанды нейрондық желілерді қолдана отырып, адамның бетіндегі таңдалған сілтеме нүктелерін анықтау арқылы қол жеткізіледі. Python бағдарламалау тілінде нақты өндірістік тапсырмаларда шаршауды анықтаудың ұсынылған әдісін қолдануға мүмкіндік беретін бағдарламалық жасақтама жасалды.

A.A. SAVOSTIN, D.V. RITTER, G.V. SAVOSTINA, R.A. MAZOROV
AUTOMATIC DETECTION OF OPERATIONAL PERSONNEL FATIGUE
BY COMPUTER VISION METHODS

M. Kozybaev North-Kazakhstan university, Petropavlovsk.

The article proposes a method of automatic detection of fatigue and drowsiness of human-machine interface operators based on the analysis of video images using computer vision tools. The authors have developed a practical solution to detect eye closure and yawning by a person in the frame in real time. Special scalar metrics Eye Aspect Ratio (EAR) and Mouth Aspect Ratio (MAR) are used for this purpose. Comparison of these metrics with the threshold values defined in the article for a given time interval allows to detect fatigue of operating personnel by known behavioural signs. The possibility of calculating the EAR and MAR metrics is achieved by defining selected reference points on a person's face using deep artificial neural networks as part of the MediaPipe framework. Software has been developed in the Python programming language to utilise the proposed fatigue detection method in real-world production tasks.

БЕЙСЕНОВ Ж.Т.

магистр, старший преподаватель – начальник службы (ИТО) ТСБП Академии Национальной гвардии Республики Казахстан, г. Петропавловск, подполковник.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ

Статья «Интеллектуальная система охраны и безопасности» представляет собой обзор современных технологий и подходов к обеспечению безопасности объектов с помощью интеллектуальных систем охраны. В статье рассматриваются основные принципы работы таких систем, а также их преимущества и возможности.

Автор статьи анализируют основные компоненты интеллектуальной системы охраны, такие как видеоаналитика, системы распознавания лиц и