

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-7-484-488>

УДК 613.67:[57.087.1+159.9.072]+[355.233.11+331.108.2]

© Коллектив авторов, 2020

Дмитриев П.И.¹, Чермянин С.В.², Рознова И.А.²**Оценка прогностической возможности комплекса биометрической видеоаналитики для совершенствования мероприятий профессионального психофизиологического отбора кандидатов в военно-учебные заведения**¹ООО «НПП «Видеомикс», Красногвардейский пер., 15 литер п, Санкт-Петербург, Россия, 197342;²ГАОУ ВО АО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина», Петербургское шоссе, 10, Санкт-Петербург, Россия, 196605

На современном этапе развития физиологии труда остаются актуальными вопросы научного обоснования методов исследований профессиональной пригодности кандидатов на военные специальности и их нового приборного обеспечения в связи с повышением требований профессии к психофизиологическим возможностям и качествам работников. Цель работы — оценка прогностической способности системы биометрической видеоаналитики (на примере комплекса «МИКС-ГТ-19») для определения профессиональной пригодности лиц военных специальностей.

Методом видеоокулографической фиксации ответных реакций обследовались юноши в возрасте 17–20 лет, отнесенные к разным категориям профессиональной пригодности, при ответе на вопросы экспресс-анкет двух типов (адаптация и девиантное поведение).

Предложена классификация современных систем биометрической видеоаналитики. Описаны принципы их работы и функциональные возможности. Проведена оценка прогностической способности комплекса «МИКС-ГТ-19» путем выявления корреляции его работы с методикой работы МЛО «Адаптивность». Приведены результаты исследований, проводимых с помощью комплекса «МИКС-ГТ-19». Описаны перспективы его дальнейшего развития и применения. Установлена физиологическая эффективность применения аппаратно-программного комплекса (АПК) на базе технологии айтрекер для целей профессионального отбора путем исследования психофизиологических и поведенческих реакций.

Ключевые слова: профессиональный отбор; биометрическая видеоаналитика; айтрекинг; распознавание мимики; распознавание жестов; личностный опросник «Адаптивность»

Для цитирования: Дмитриев П.И., Чермянин С.В., Рознова И.А. Оценка прогностической возможности комплекса биометрической видеоаналитики для совершенствования мероприятий профессионального психофизиологического отбора кандидатов в военно-учебные заведения. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(7). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-7-484-488>

Для корреспонденции: Павел Иванович Дмитриев, рук. отдела видеоаналитики, ООО «НПП «Видеомикс», канд. тех. наук. E-mail: dmitriev@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 17.04.2020 / **Дата принятия к печати:** 02.06.2020 / **Дата публикации:** 22.07.2020

Pavel I. Dmitriev¹, Sergey V. Chermianin², Irina A. roznova²**Assessment of the predictive capability of the biometric video analytics complex for improving the professional psychophysiological selection of candidates for military educational institutions**¹LLC “NPP Videomiks”, 15 litera p, Krasnogvardeisky ln., St. Petersburg, Russia, 197342;²Leningrad State University named after A.S. Pushkin, 10, Peterburgskoe Highway, St. Petersburg, Russia, 196605

At the present stage of development of labor physiology, the issues of scientific substantiation of research methods for the professional suitability of candidates for military specialties and their new instrumentation remain relevant in connection with the increasing requirements of the profession to the psychophysiological capabilities and qualities of employees.

The aim of study is to assess the predictive ability of the biometric video analytics system (for example, the “MIX-GT-19” complex) to determine the professional fitness of military personnel.

The method of videoculographic recording of responses was used to examine young men aged 17–20 years, classified in different categories of professional aptitude, when answering questions from two types of express questionnaires (adaptation and deviant behavior).

A classification of modern systems of biometric video analytics is proposed. The principles of their operation and functionality are described. The prognostic ability of the MIX-GT-19 complex was evaluated by identifying the correlation of its operation with the MLO “Adaptability” method of operation. The results of research conducted using the “MIX-GT-19” complex are presented. The prospects for its further development and application are described.

The physiological efficiency of using hardware and software complex (HSC) based on eye-tracker technology for the purposes of professional selection by studying psychophysiological and behavioral responses is established.

Keywords: *professional selection; biometric video analytics; itracking; facial recognition; gesture recognition; personal questionnaire "Adaptability»*

For citation: Dmitriev P. I., Chermyanin S.V., Roznova I.A. Assessment of the predictive capability of the biometric video analytics complex for improving the professional psychophysiological selection of candidates for military educational institutions. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(7). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-7-484-488>

For correspondence: Pavel I. Dmitriev, the head of Department of video Analytics of LLC "NPP Videomix", Cand. of Sci. (Tech.). E-mail: dmitriev@mail.ru

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 17.04.2020 / Accepted: 02.06.2020 / Published: 22.07.2020

Введение. Ранее проблемы психофизиологического профессионального отбора решались в рамках инженерной психологии [1,2]. Разработка системы профессионального отбора включала ряд этапов, среди которых важное место занимали вопросы выделения требований трудовой деятельности и изучение функционального состояния и физиологических реакций работающего человека.

В настоящее время один из основных принципов психофизиологического профотбора остается тем же: соответствие требований профессии психофизиологическим возможностям и качествам работников [3]. Однако вопросы научного обоснования методов исследований профессиональной пригодности кандидатов для конкретных видов деятельности и их нового приборного обеспечения актуальны на современном этапе развития физиологии труда.

На сегодняшний день под термином «биометрическая видеоаналитика» чаще всего подразумевают различные технологии аутентификации. Сюда можно отнести алгоритмы распознавания лиц, сканеры радужной оболочки глаза, оптическое распознавание отпечатков пальцев. В профессиональном сообществе данный термин трактуется шире. Система биометрической видеоаналитики представляет собой программно-аппаратный комплекс, осуществляющий: видеорегистрацию объекта интереса (человека, группы людей); обработку полученных видеоданных и извлечение из них целевых признаков; анализ полученных признаков с целью выделения из них данных более высокого уровня абстракции; формирование системной целевой решения.

Задачи, решаемые сегодня биометрическими системами видеоаналитики различны, и, соответственно, многообразны и сами технические комплексы. Тем не менее, можно привести следующую классификацию систем по функциональному назначению:

1. Системы биометрического контроля доступа и распознавания людей. Исходными данными могут быть фотография, изображение радужной оболочки, отпечатков пальцев и т. д.

2. Системы определения психофизиологических состояний: от простых, пытающихся идентифицировать доминирующую эмоцию (радость, гнев), до сложных, способных диагностировать расстройство психики, детектировать ранние неврологические синдромы, служить бесконтактным аналогом полиграфа.

Системы, относящиеся к первой группе, в силу массовости подробно описаны в литературе. Разработки, относящиеся ко второй группе, развиты меньше. Периодически встречаются публикации, описывающие принципиальные концепции подобных систем, результаты научных исследований, но законченных образцов, представленных на рынке, до сих пор относительно немного.

Технологией биометрической видеоаналитики, относящейся ко второй группе приведенной классификации,

имеющей сегодня массовое производство и внедрение, является айтрекер. Программно-аппаратное устройство, детектирующее перемещение взгляда и изменение зрачка на мониторе, или каком-либо другом экране. На рынке эту технологию представляют различные производители, самыми известными являются Tobii, GazePoint, SMI. Данная технология имеет как массовое применение (маркетинговые исследования, игровые приложения), так и специализированное исследовательское.

В научных и научно-популярных публикациях достаточно часто освещаются вопросы, связанные с биометрической видеоаналитикой [4,5]. Публикуются исследования алгоритмов распознавания поз, жестов, мимики. Однако информация о создании серийных образцов, решающих определенные целевые задачи, например, психофизиологический отбор кандидатов на экстремальные виды профессий или на обучение по этим профессиям, отсутствует. Это определяет актуальность проведенных исследований.

НПП «Видеомикс» разрабатывает и производит аппаратно-программные комплексы (АПК) биометрической видеоаналитики, осуществляющие полный цикл обработки видеоданных от регистрации до выработки решения. Одна из разработок «МИКС-ГТ-19» (рис. 1) представляет собой АПК на базе технологии «eye tracking». Комплекс реализован как в стационарной, так и в мобильной (малогабаритной) версии. Регистрация взгляда осуществляется по классической схеме с помощью камеры, работающей в инфракрасном (ИК) диапазоне, и специализированной импульсной ИК подсветке. На основании собранных видеоданных и имеющейся математической модели локализуется местоположения глаз и зрачков в пространстве, вычисляется направление зрительной оси и рассчитывается точка взгляда на экране. За счет развитых алгоритмов цифровой обработки изображений и проработанной математической модели комплекс функционирует при достаточно сложных условиях наблюдения: наличии перемещения головы человека, паразитной засветки, исключая контражур в ИК диапазоне (освещение, при котором источник света располагается позади объекта съемки). Регистрация взгляда осуществляется с частотой 250 герц, что позволяет улавливать не только направление и перемещение взгляда, но и быстрые фиксации, саккады. С технической точки зрения работа в режиме реального времени на такой частоте (при FHD разрешении) потребовала проведения глубокой оптимизации быстродействия алгоритмов обработки данных. Ошибка при определении взгляда составляет не более 18 угловых минут, что соответствует лучшим мировым аналогам из профессионального сегмента.

Работа с комплексом предполагает прохождение испытуемым целевой презентации, созданной в определенных диагностических целях. На базе регистрируемых параметров проводится статистическая обработка результатов и формируется заключение, согласно решающим правилам, специфическим для конкретного исследования.

АПК включает в себя программные средства для создания презентаций, для проведения исследований. На рисунке показан экран администратора АПК «МИКС-ГТ-19», отображаемый на отдельном мониторе.

Изучалась возможность оценки бесконтактным способом психофизиологического состояния юношей, испытывающих выраженное нервно-психическое напряжение («экзаменационный стресс») в ходе сдачи экзамена для обучения в одном из военно-учебных заведений. Для этого использовался АПК «МИКС-ГТ-19», позволяющий осуществлять регистрацию движения глаз по 21 показателю: максимальный и минимальный диаметр зрачков, частота моргания, количество фиксаций глаз на вопросе методики, длительность фиксаций на вопросе, площадь отклонений движения глаз (саккад).

Достоинством метода видеоокулографической фиксации ответных реакций обследуемых лиц является то, что основные центры регуляции органа зрения, ответственные за реакции зрачков, за аккомодационные реакции, за частоту моргания находятся в стволовых структурах головного мозга. Эти филогенетически древние структуры иннервации органа зрения в меньшей степени подвержены волевой регуляции в ходе ответов на эмоционально-значимые стимулы.

Обследование проходили юноши в возрасте 17–20 лет. Обследование проводилось в два этапа, вначале кандидаты сдавали квалификационный экзамен (мероприятия группового профессионального психологического отбора). Затем была сформирована группа юношей ($n=57$), отнесенных к разным категориям профессиональной пригодности, которые на втором этапе обследования проходили индивидуальное обследование с применением АПК «МИКС-ГТ-19».

У лиц из данной группы регистрировались показатели функционального состояния по параметрам глазодвигательных реакций в ходе ответов на экспресс-анкету «Нервно-психическая адаптация» и экспресс-анкету «Склонность к девиантным формам поведения».

В дальнейшем, в ходе статистического анализа и моделирования выявлялись основные параметры функционального состояния респондентов по показателям зафиксированных глазных реакций, которые сопоставлялись с данными индивидуально-характерологических особенностей тех же респондентов, обследованных в ходе квалификационного экзамена с помощью многоуровневого личностного опросника «Адаптивность» [6].

В ходе статистического анализа и моделирования в рамках факторного анализа были проанализированы данные индивидуально-характерологических особенностей обследованных лиц и также показатели функционального состояния обследованных лиц, полученные с использованием АПК «МИКС-ГТ-19».

Анализ результатов свидетельствовал, что из всех действовавших каналов бесконтактного обследования, наибольшее количество статистически достоверных связей имели показатели окулоmotorных реакций: максимальный диаметр зрачка; минимальный диаметр зрачка; частота морганий; количество фиксаций на вопросе; площадь отклонения саккад; среднее значение длительности фиксаций на вопросе.

Результаты факторного анализа представлены в таблице.

Установлено, что обследованные лица, отличавшиеся недостаточно развитыми адаптационными способностями личности (шкала ЛАП), при выборе ответа на поставленный вопрос значительно чаще фиксировали свой взгляд на вопросах опросника, и затрачивали большее количество

Таблица / Table

Структура факторного решения с включением данных, полученных в ходе видеоокулографического обследования и индивидуально-характерологических особенностей кандидатов

The structure of the factor decision with the inclusion of data obtained during the video-oculographic examination and individual characterological features of candidates

Переменная	Компонент		
	1	2	3
Шкала ЛАП, МЛО «Адаптивность»	0,991	–	–
<u>Шкалы 1-го уровня МЛО «Адаптивность»:</u>			
Шкала L	–	–	–0,506
Шкала F	0,882	–	–
Шкала K	–	–	–0,882
Шкала Hs	–	–	–
Шкала D	0,954	–	–
Шкала Hy	–	–	–0,395
Шкала Pd	–	0,369	–
Шкала Mf	0,503	–	–
Шкала Pa	–	0,351	–
Шкала Pt	0,920	–	–
Шкала Sc	0,931	–	–
Шкала Ma	–	0,790	–
Шкала Si	0,919	–	–
Max Diametr Pupil (макс. диаметр зрачка)	–	–	–0,430
Min Diametr Pupil (мин. диаметр зрачка)	–	0,412	–
Frequency Blinks (частота морганий)	–	–	–0,390
Number fixations (число фиксаций вопроса слайда)	0,612	0,516	–
Deviation area (площадь отклонения саккад)	–		
Duration fixations (среднее значение длительности фиксаций)	0,590		

времени, выбирая наиболее «социально желательный» ответ ($r=0,991$, при $p<0,0001$).

Выявлено, что эти показатели глазных реакций в большинстве случаев отмечались у обследуемых, имевших ряд индивидуально-характерологических особенностей, таких как: наличие неразрешенных внутренних и внешних личностных проблем, а также повышенную сенситивность (шкала F, шкала Mf, методики МЛО), склонность к психастеническим и депрессивным реакциям (шкалы Pt и D методики МЛО) при ($0,0001>p<0,01$).

Два других показателя — площадь отклонения саккад и минимальный диаметр зрачка вошли в другой фактор, вместе с показателями шкал опросника МЛО «Адаптивность»: Pd (шкала психопатии), Pa (шкала ригидности мышления) и шкала Ma (шкала гипомании).

В ходе видеоокулографического обследования у кандидатов, отличающихся склонностью к импульсивным формам поведения, эгоцентризму и эмоциональной незрелости, тенденцией к упорному и активному насаждению своих взглядов и ценностей, приводящих к частым конфликтам с окружающими, на айтрекере отчетливо фиксировалось превалирование миозоподобных зрачковых реакций (сужение зрачка), а также большая площадь отклонения саккад (по типу «бегающих глаз»).

Вероятно, темпераментальные черты характера таких кандидатов обусловлены в ходе обследования превалированием парасимпатотонии, что находит свое проявление ответными реакциями со стороны органа зрения. Подтверждением могут служить исследования, проведенные рядом отечественных и зарубежных авторов, в ходе которых было показано, что сужение зрачка (миоз) отмечается при преимущественной активации парасимпатического отдела ВНС. Поэтому стенические реакции (агрессия, ярость, нервно-психическая напряженность и др.) всегда сопровождаются сужением зрачка [4,5,7,9].

Напротив, состояние страха, неуверенности, выраженной тревожности, склонность к паническим атакам и др. преимущественно сопровождается расширением зрачка (реакции мидриаза), что косвенно может свидетельствовать о превалировании симпатического влияния вегетативной нервной системы организма человека. В ряде исследований показано, что по расширению и сужению зрачка можно определить, насколько данный стимул является для индивида эмоционально-значимым, в зависимости от того, как расширяются зрачки, что также является диагностическим признаком [5,7,8,10,11].

Подтверждением сказанного могут являться данные обследования на айтрекере лиц при ответах на вопросы, касающиеся неискренности (шкала L) и ответов, относящихся к «социальной желательности» (шкала K, методика МЛО «Адаптивность»). В частности, у кандидатов, отличающихся склонностью к неискренности и поиску социально одобряемых ответов, на айтрекере отчетливо фиксировалось изменение показателя «максимальный диаметр зрачка» и показателя «частота морганий».

То есть, при поиске респондентом «правильного» (социально одобряемого) ответа у него отмечается усиление проявлений симпатического отдела ВНС, что в большей степени связано со страхом испытуемого «неправильно» ответить на поставленный вопрос, а это, в свою очередь, вызывало расширение зрачков (мидриаз-реакции).

Одновременно с наличием мидриаз-реакций у кандидатов на айтрекере отчетливо определялось увеличение частоты моргания.

Установлено, что частое моргание — симптом негативного отношения к явлениям и предметам окружающей действительности, развивающегося вне зависимости от пола и возрастной категории. Повышенная частота моргания в большинстве случаев связана с неприятными чувствами, с чувством опасности и состоянием нервно-психического напряжения субъекта. Поэтому в ситуациях стресса, когда испытуемому предъявляются эмоционально-значимые стимулы, частота морганий резко увеличивается.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о достаточной прогностичности оценки психофизиологического состояния лиц юношеского возраста, определяемой с помощью бесконтактного способа диагностики параметров физиологических функций организма человека.

Несомненно, что полученные результаты являются предварительными и требуют дальнейших экспериментальных исследований для изучения диагностических возможностей АПК «МИКС-ГТ-19» в целях раннего выявления признаков дезадаптационных нарушений и преморбидных расстройств у лиц юношеского возраста.

Следует отметить, что, возможности биометрической видеоаналитики, разумеется, не могут аппаратно ограничиваться одним лишь айтрекером. Сбор и анализ других видео биометрических данных позволяет осуществлять более детальную и точную диагностику. Так, например, разработанный НИП «Видеомикс» комплекс «МИКС-ВР-19» позволяет регистрировать мимические реакции и жестикуляцию человека. Аппаратная часть комплекса масштабируема: может быть использовано от двух камер (для регистрации мимики и жестикуляции), обеспечивающих наблюдение за испытуемым, находящимся фронтально перед комплексом, до шестнадцати камер, обеспечивающих круговой обзор.

В общей сложности регистрируется более восьмидесяти различных базовых мимических состояний и жестов. При этом, добавление новых состояний, например, для проведения какого-либо специфического исследования не требует больших временных затрат. Комплекс может работать как в видимом, так и в ИК диапазоне (используя собственную ИК подсветку). Возможна организация скрытого наблюдения.

Алгоритмически регистрация большинства мимических реакций и жестов осуществляется посредством обработки и анализа результатов работы сверхточных глубоких нейронных сетей, других гибридных математических моделей. Точность определения фактов различных состояний достигает 95%.

Следует отметить, что АПК производства компании «Видеомикс» сегодня используются в различных медицинских и научных исследованиях. Важнейшие темы сотрудничества:

1. Совместно с Военно-медицинской Академией им С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург) ведутся работы над автоматизацией процесса диагностики по следующим направлениям: ранняя диагностика психических расстройств; позитивная диагностика профессионально важных качеств; оценка факторов безопасности.

2. Совместно с ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтерева Российской академии наук (ИМЧ РАН) готовятся исследования: разработка экспресс-метода оценки лицевой брадикинезии для скрининга и мониторинга лечения паркинсонизма; разработка метода дифференциальной диагностики болезни Паркинсона и атипичного паркинсонизма (прогрессирующий надъядерный паралич, мультисистемная атрофия, кортико-базальная дегенерация,

деменция с тельцами Леви); разработка технологии анализа состояния мимических мышц и глазодвигательных реакций для автоматизации диагностики поражения черепных нервов в практике невролога.

3. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» — в рамках ведущегося сотрудничества изучается возможность использования видеоаналитики в авиатренажерах.

4. В СКР Российской Федерации изучается возможность использования айтрекера компании «Видеомикс» в практике кадровых обследований, служебных проверок и расследованиях уголовных преступлений.

Выводы:

1. Установлено, что использование автоматизированных методов биометрической видеоаналитики для бесконтактного анализа глазодвигательной активности, мимики, жестикуляции, расширяет стандартные средства экспресс-диагностики, применяется для выявления факта предоставления заведомо недостоверной информации, а в ряде случаев способно выступать самостоятельным средством диагностики.

Результатами исследований показано, что аппаратно-программные комплексы биометрической видеоаналитики предоставляют большие возможности для исследований поведенческих реакций, проведения диагностики неврологических синдромов и психических расстройств.

Результаты апробации подтверждают хороший потенциал АПК для целей профессионального отбора, с ростом многообразия стимульного материала, различных тестов и раскрытия психофизиологических и поведенческих реакций, упростят процесс проведения скрининговых исследований, а также окажут помощь врачам и экспертам-психофизиологам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котик М.А., Курс инженерной психологии. Таллин: Валгус; 1978.
2. Котик М.А., Психология и безопасность. Таллин: Валгус; 1989.
3. Матюхин В.В., Юшкова О.И., Порошенко А.С., Ямпольская Е.Г., Значение профессионального отбора в обеспечении безопасности труда. *Безопасность жизнедеятельности*. 2006; 2: 34–39.
4. Иванов О.С., Экспертная разметка видеозаписей с кодированием биометрических событий для классификации психофизиологических состояний. В кн.: «XXI Царско-сельские чтения: материалы междунар. науч. конф». (25–26.04.2017 г). СПб, ЛГУ им. А.С. Пушкина; 2017. ч. II. 316–322.

5. Алексеев Л.Г., *Психофизиология детекции лжи. Методология*. М. 2011.

6. Пухов В.А., Иванов И.В., Чепур С.В., *Оценка функционального состояния организма военных специалистов*. СПб: СпецЛит; 2016.

7. Хэссет Дж., *Введение в психофизиологию*. М.: Мир; 1981.

8. Аграшников А.В., *Психология в таможенном деле*. СПб: ПК; 1995.

9. Харский Н.В., *Благонадежность и лояльность персонала*. СПб: Питер; 2012.

10. Купер Д., Робертсон А., *Психология в отборе персонала*. СПб: Питер; 2003.

11. Особенности симпатической нервной системы. Available at: <https://nervzdorov.ru/> (10.04.2020)

REFERENCES

1. Kotik M.A., *Engineering psychology course*. Tallin: Valgus; 1978 (in Russian).
2. Kotik M.A., *Psychology and safety*. Tallin: Valgus; 1989 (in Russian).
3. Matyukhin V.V., Yushkova O.I., Poroshenko A.S., Yampol'skaya E.G., The importance of professional selection in ensuring occupational safety. *Occupational safety*. 2006; 2:34–39.
4. Ivanov O.S., Expert markup of the video records with biometric event encoding for classification of psychophysiological states. In book: «XXI Tsarsko-sel'skie readings: materials of the International Scientific Conf. (25–26.04.2017 г)». St. Petersburg, Leningrad State University named after A.S. Pushkin; 2017. part II. 316–22.
5. Alekseev L.G., *Psychophysiology of Lie Detection. Methodology*. Moscow; 2011.
6. Pukhov V.A., Ivanov I.V., Chepur S.V., *Evaluation of the functional state of the organism of military specialists*. St. Petersburg: SpetsLit; 2016.
7. Hassett J., *Introduction to Psychophysiology*. Moscow: Mir; 1981.
8. Agrashnikov A.V., *Psychology in Customs Business*. St. Petersburg: PIK; 1995.
9. Kharskiy N.V., *Reliability and loyalty of the staff*. St. Petersburg: Piter; 2012.
10. Cooper D., Robertson A., *Psychology in Personnel Selection*. St. Petersburg: Piter; 2003.
11. Features of the sympathetic nervous system. Available at: <https://nervzdorov.ru/> (10.04.2020).