

УДК 656.13.071:159.9.072

ИЗУЧЕНИЕ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ВОДИТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ АЙТРЕКЕРА

Виктор Владимирович Ермолаев, канд. психол. наук, доц., evv21@mail.ru,
Алена Ивановна Четверикова, ст. преп., alenachetverikova@yandex.ru,
Александра Николаевна Пучкова, канд. биол. наук, доц., puchkovaan@gmail.com,
Ольга Геннадиевна Венерина, вед. спец., olga.venerina@gmail.com,
Московский педагогический государственный университет,
119991, Россия, Москва, улица Малая Пироговская, 1/1

Аннотация. Науку не одно десятилетие интересуют психологические детерминанты аварийности на автомобильных дорогах, однако этот вопрос, учитывая рост количества аварий, всё еще является открытым. Результаты современных научных исследований подтверждают, что причины высокой аварийности следует искать не только в неудовлетворительных психофизиологических показателях, а скорее в состояниях, их формирующих. В качестве гипотезы исследования выступало предположение о том что метод диагностики движения глаз (айтрекинг) позволяет оперативно диагностировать психические состояния водителей. С целью выявления связи в показателях нормированных и проективных тестов и аппаратных методик был использован метод множественного регрессионного анализа (линейная регрессия) эмпирических данных (критерий значимости $p < 0,05$) и выявлена значимая прямая и обратная связь между отдельными показателями.

Ключевые слова: водители, психические состояния, айтрекинг, агрессивность, тревожность.

APPLICATION OF EYE TRACKING IN RESEARCH OF DRIVERS' MENTAL STATES

Viktor V. Ermolaev, Ph.D., associate professor, evv21@mail.ru,
Alena I. Chetverikova, senior lecturer, alenachetverikova@yandex.ru,
Alexandra N. Puchkova, Ph.D., associate professor, puchkovaan@gmail.com,
Olga G. Venerina, lead specialist, olga.venerina@gmail.com,
Moscow State University of Education, 1/1, Malaya Pirogovskaya st., Moscow, 119991, Russia

Abstract. For decades scientific research was focused on psychological determinants of road traffic accidents. But this question still remains open despite the increasing number of accidents. The results of recent studies show that the reasons of high road accident risk lay not only in unsatisfactory psychophysiological parameters, but in the states that are causing them. Linear regression was used for the search of connections between scored and projective tests results and eye tracking parameters. We have found significant direct and inverse connections between a number of parameters.

Keywords: drivers, mental states, eye tracking, aggression, anxiety.

Введение

На протяжении многих лет при оценке профессиональной пригодности водителей вектор научных исследований преимущественно был направлен на исследование их функциональных характеристик, значимых для эффективной профессиональной деятельности [3]. Однако ещё в прошлом столетии А.М. Емельянов и М.А. Котик впервые

употребили термин «психические состояния» применительно к исследованиям профессиональной деятельности водителя. Раскрывая природу ошибок в предметной деятельности водителя, они выделяют следующие аспекты этой проблемы: личностные и индивидуальные качества, текущее психическое и физическое состояния, психические процессы, протекающие в процессе практической деятель-

ности. Исследуя влияние состояния человека на возникновение у него ошибок, А.М. Емельянов и М.А. Котик соотносят это состояние как с его устойчивыми индивидуальными свойствами, так и с теми процессами, которые протекают в деятельности в момент совершения ошибки [1]. На связь психических состояний с эффективностью выполняемой деятельности указывали результаты исследований таких ученых, как Р. Беган, А. Хиршфельд, Т. Томашевский, Х. Бра-Гер, Д. Шинар, Л. Глендон, Р. Дорн. За последние два десятилетия начали принимать во внимание личностные особенности водителей, предрасполагающие к различным «сценариям вождения», а психические состояния водителей как таковые ранее практически не исследовались [2]. В современной научной литературе наблюдается явный научный интерес к проблематике психических состояний: образ психического состояния (А.О. Прохоров) [6], методологические и методические проблемы исследования состояния психики человека (В.И. Панов, Н.М. Сараева) [8].

Результаты современных научных исследований подтверждают, что причины высокой аварийности следует искать не только в неудовлетворительных психофизиологических показателях, а скорее в состояниях, их формирующих [2]. Следуя этой логике, мы провели эмпирическое исследование, в котором в качестве гипотезы исследования выступало предположение о том, что метод диагностики движения глаз (айтрекинг) позволяет оперативно диагностировать психические состояния водителей, а именно: оперативная диагностика психического состояния водителей возможна на основе фиксации системы зрительных репрезентаций полимодального образа. Исходя из того, что М. Люшер считал свой метод цветных выборов психовегетативной пробой, отражающей актуальное психоэмоциональное состояние испытуемого [9], мы выдвинули гипотезу относительно возможного наличия связи между цветовым выбором водителя и выбором вида действия в той или иной дорожной ситуации, моделируемой в ходе эксперимента, и предъявляемой с помощью айтрекера. Предполагалось, что наличие данной связи

позволит использовать метод цветового выбора в целях диагностики состояния водителя с помощью айтрекера. Целью нашего исследования было определение возможности оперативной диагностики психических состояний водителей автомобильного транспорта.

Основанием для выдвижения гипотезы послужило предположение о том, что «уровень психической активности сознания» позволяет делать выводы о наличии или отсутствии благоприятных и неблагоприятных психических состояний для безаварийного управления автотранспортом [5]. А наличие определенных аффективных и волевых психических состояний и их вес в системе актуальных психических состояний позволяет прогнозировать уровень психической активности сознания. Предполагалось, что аффективные и волевые состояния можно диагностировать на основе фиксации системы зрительных репрезентаций полимодального образа, а выбор человеком определенных образов – репрезентаций, то есть символов, знаков, позволяет сделать прогноз уровня его психической активности. Чувствительность айтрекеров к фиксации системы зрительных репрезентаций подтверждается результатами научных исследований [4, 7]. Кроме того, айтрекинг как метод уже широко применяется для оценки психофизиологического состояния водителя, его внимания, уровня бдительности [10]. Ведется и разработка систем мониторинга внимательности и уровня сонливости за рулем [11]. Данная работа расширяет диапазон применения этой методики в исследованиях водителей.

Программа исследования

Для участия в исследовании были сформированы группы водителей легковых автомобилей со стажем вождения от 1 до 31 года и пробегом от 1000 до 50000 км в год. Объем выборки составил 64 человека (34 – женского пола и 30 – мужского) в возрасте от 19 до 51 года. В связи с тем, что качество записи данных айтрекера зависит от физиологических особенностей испытуемых и чувствительности прибора, из 64 человек прошли отбор по качеству записи данных айтрекера – 36 человек: 16 – женского пола и 20 – мужского.

Процедура тестирования включала в себя два этапа: групповое тестирование с применением бланковых методик и индивидуальное тестирование на высокочастотной системе трекинга глаз (айтрекер) SMI Hi-Speed 1250.

С целью проверки выдвинутой гипотезы нами был применен следующий комплекс методик: «Дифференцированная оценка состояний сниженной работоспособности» А.Б. Леоновой и С.Б. Величковской, опросник для самооценки эмоциональных состояний и степени бодрствования, разработанный американскими психологами А. Уэссманом и Д. Риксом, «Самооценка психических состояний» по Г. Айзенку, цветовой тест М. Люшера, Hand-test Э. Вагнера, «Рисуночная фрустрация» С. Розенцвейга.

Второй этап исследования проводился индивидуально в звукоизолированном помещении с айтрекером. Для создания протокола предъявления стимулов использовалась программа SMI Experiment Center™ 3.4. Для анализа перемещения взгляда использовалась программа SMI BeGaze™ 3.4, с помощью которой выделялись области фиксации взгляда, строились тепловые карты и карты внимания [4]. Исследование на айтрекере заключалось в предъявлении двух серий стимульного материала (слайды с изображением различных ситуаций, возникающих на дороге, в центре и слов, семантически соответствующих какому-либо конкретному состоянию водителя, или цветowych карточек М. Люшера по периметру изображения). Слайды-стимулы описывали следующие значимые для водителя ситуации: приборная доска (спидометр) со скоростью 240 км/ч; авария (столкновение двух автомобилей); пешеход, внезапно появившийся на дороге; сотрудник дорожно-патрульной службы. Перед предъявлением каждого стимула испытуемому показывали видеоролик, имитирующий управление автомобилем, для ассоциации с ситуацией дорожного движения. Каждый стимул-изображение предъявлялся испытуемому 3 раза. Время предъявления стимула – 5 секунд.

Результаты и их интерпретация

Обработка полученных данных проводилась методами качественного и количе-

ственного, в том числе регрессионного, анализов. Количественный анализ данных бланковых методик проводился с целью выявления доминантного состояния и разделения испытуемых в зависимости от уровня психической активности сознания на четыре группы: испытуемые с повышенным уровнем психической активности сознания, пониженным, оптимальным и неустойчивым.

Уровень психической активности сознания определялся согласно систематике В.А. Ганзена [5] в соответствии с выявленным доминантным состоянием испытуемого. При анализе учитывались следующие шкалы: спокойствие-тревожность, энергичность-усталость, приподнятость-подавленность, чувство уверенности-беспомощности (методика для самооценки эмоциональных состояний и степени бодрствования); утомление, монотония, пресыщение, стресс (ДОРС); тревожность, агрессивность, ригидность («Самооценка психических состояний»); суммарное отклонение от аутогенной нормы (цветовой тест М. Люшера); показатель склонности испытуемого к открытому агрессивному поведению (Hand-test); экстрапунитивное направление реакций («рисуночная фрустрация»). Таким образом, в состав группы водителей с оптимальным уровнем психической активности сознания вошли 6 человек, с неустойчивым – 10 человек, с повышенным – 4 человека, с пониженным – 6 человек.

По результатам анализа данных в программе SMI BEGAZE 3.4 отбраковывались некачественные записи с потерей отслеживаемых глаз более 10% времени записи и отклонением от калибровки более чем на 1,5 градуса. После этого, для каждого изображения стимула в программе выделялись 9 зон интереса (AOI, area of interest). Первая зона – центральная – на изображении или фотографии. Вокруг нее восемь зон соответствуют расположенным вокруг центрального стимула состояниям (реакциям на ситуацию) или цветам таблицы М. Люшера. Для каждого испытуемого и каждого предъявления стимула вычислялись параметры внимания: количество заходов взгляда в каждую зону (количество возвратов взгляда в зону), общее время пребывания взгляда в зоне. Дальнейшая об-

работка велась в программной среде MATLAB и STATISTICA 10. Отдельно для каждого испытуемого вычислялись среднее время пребывания и стандартное отклонение среднего для каждой зоны интереса и каждого стимула. Так как испытуемые были разделены на 4 группы по уровню психической активности, для каждой группы вычислялись усредненные показатели времени пребывания взора и стандартного отклонения среднего в каждой зоне.

Качественный анализ данных, полученных в программе SMI BeGaze™ 3.4 в соответствии с разработанной методикой, проводился по следующим направлениям:

1. Анализ психических состояний водителей, выявленных посредством словесных ассоциаций, возникающих при предъявлении слайдов с изображением, соответствующим реальной или потенциальной аварийной ситуации, в центре, и слов, описывающих состояния человека, по периметру.

2. Анализ психических состояний водителей, выявленных посредством цветовых ассоциаций, возникающих при предъявлении слайдов с изображением, соответствующим реальной или потенциальной аварийной ситуации, в центре, и изображением цветовых карточек М. Люшера по периметру.

Полученные данные свидетельствуют о том, что стимул с изображением аварии (столкновение двух автомобилей) провоцирует состояние подавленности у испытуемых с оптимальным уровнем психической активности сознания, воодушевление у испытуемых с пониженным уровнем, уверенность и подавленность у испытуемых с повышенным уровнем, обиду у испытуемых с неустойчивым уровнем психической активности сознания. Стимул с изображением пешехода, внезапно появившегося на дороге, ассоциируется с состояниями уверенности у испытуемых с оптимальным уровнем психической активности сознания, вины у испытуемых с пониженным уровнем, уверенности у испытуемых с неустойчивым уровнем психической активности сознания. Стимул с изображением сотрудника ДПС вызывает у испытуемых с любым уровнем психической активности созна-

ния состояние уверенности, причем время пребывания взгляда в данной зоне максимально высоко по сравнению с остальными. Стимул с изображением приборной доски (спидометра со скоростью 240 км/ч) вызывает у испытуемых состояние уверенности.

Анализ психических состояний водителей, выявленных посредством цветовых ассоциаций, показал, что изображение приборной доски (спидометра со скоростью 240 км/ч) вызывает у испытуемых ассоциации с черным, зеленым и желтым цветами, изображение аварии (столкновения двух автомобилей) – с черным, зеленым и желтым, изображение пешехода, внезапно появившегося на дороге, ассоциируется с желтым, черным и серым цветами, изображение сотрудника ДПС – с желтым, черным и синим.

С целью выявления связи в показателях нормированных и проективных тестовых и аппаратурных методик каждого испытуемого был проведен статистический анализ методом множественного регрессионного анализа (линейная регрессия) эмпирических данных.

Статистический анализ с целью выявления связи в показателях нормированных и проективных тестовых и аппаратурных методик по группам не был проведен в связи с малым количественным составом представленных групп.

Сравнение проводилось отдельно по двум шкалам: агрессивность и тревожность. В качестве зависимой переменной выступало время пребывания взора на 8 зонах каждого слайда-стимула. Критерий значимости $p < 0,05$. Данные по каждому стимулу рассчитывались отдельно. Результаты представлены в таблице.

В результате статистического анализа было обнаружено:

1) существует прямая связь (чем больше время пребывания взора в данной зоне, тем выше уровень психической активности сознания) между уровнем психической активности сознания и временем пребывания взора в зоне изображения красной цветовой карточки М. Люшера на слайде с изображением аварии;

Таблица

Стандартизированные коэффициенты регрессии (b^*)

Название слайда-стимула	Цветовая карточка М. Люшера	b^* для показателя агрессивности	Цветовая карточка М. Люшера	b^* для показателя тревожности
Авария – цветные карточки М. Люшера	красная	0,48	желтая	-0,44
Сотрудник ДПС – цветные карточки М. Люшера	серая	-0,34	серая	-0,48

2) существует обратная связь (чем больше время пребывания взора в данной зоне, тем ниже уровень психической активности сознания) между:

- уровнем психической активности сознания и временем пребывания взора в зоне изображения серой цветовой карточки М. Люшера на слайде с изображением сотрудника ДПС;
- уровнем психической активности сознания и временем пребывания взора в зоне изображения желтой цветовой карточки М. Люшера на слайде с изображением аварии.

Анализ статистических данных указал на особенности применения стимульного материала при использовании айтрекера. Так, стимул с изображением приборной доски (спидометра со скоростью 240 км/ч) подобран без учета восприятия приборов, привычных для испытуемых – особая форма спидометра не позволила испытуемым идентифицировать его со спидометром собственного автомобиля, провоцируя ориентировочный рефлекс. По нашему мнению в результате выпадения из поля внимания спидометра стимул вызывал у испытуемых состояние уверенности.

Методика оперативного прогнозирования психических состояний водителей с применением айтрекера на основе системы цветных ассоциаций (на основе цветового теста М. Люшера), возникающих при предъявлении слайдов с изображением, соответствующим реальной или потенциальной аварийной ситуации, не позволяет решить задачи исследования, если учитывается длительность пребывания взора на зоне интереса стимульного материала, а не первичность выбора. Мы полагаем, что в целях оптимизации использования методики необходимо сократить время предъявления каждого сти-

мула до 3 секунд, так как испытуемые успевают осознавать зоны интереса на предъявляемом изображении, а также проводить фокус-группы с целью стандартизации стимульного материала.

Выводы

1. Метод диагностики движения глаз (айтрекинг) позволяет оперативно прогнозировать психические состояния водителей, а именно: оперативная диагностика психического состояния водителей возможна на основе фиксации системы зрительных репрезентаций полимодального образа.

2. Существует связь между цветовым выбором водителя и выбором вида действия в той или иной дорожной ситуации, моделируемой в ходе эксперимента и предъявляемой с помощью айтрекера.

Авторы считают перспективным продолжение исследований психических состояний, проявляющихся при неоптимальном уровне психической активности сознания, на выборке водителей, неоднократно попадавших в ДТП, с целью возможного прогнозирования сценариев поведения в дорожной ситуации.

Практическая значимость данного исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы психологами в научной деятельности, а также для проведения диагностической работы в автошколах и на автотранспортных предприятиях.

Работа выполнена при поддержке Российским гуманитарным научным фондом проекта №15-06-10881.

Список литературы

1. Емельянов, А.М. Ошибки человека-оператора (психологический и кибернетический аспекты) / А.М. Емельянов, М.А. Котик. – М.: Знание,

1988. – 64 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Транспорт»; № 12).
2. Ермолаев, В.В. Социально-психологические детерминанты проявления агрессии водителями пассажирского транспорта на российских дорогах / В.В. Ермолаев, О.П. Макушина, А.И. Четверикова // Социальная психология и общество. – 2013. – № 2. – С. 108–118.
 3. Ермолаев, В.В. К вопросу о критериях профессионально-психологического отбора водителей / В.В. Ермолаев, А.И. Четверикова // Вестник МГГУ им. М.А. Шолохова. Сер. «Педагогика и психология». – 2014. – № 2. – С. 105–111.
 4. Огнев, А.С. Использование инструментальной психодиагностики для оценки информационного контента / А.С. Огнев, О.Г. Венерина, В.А. Яковлев // Вестник МГГУ им. М.А. Шолохова. Сер. «Педагогика и психология» – 2012. – № 4 – С. 103 – 112.
 5. Психология состояний: учеб. пособие / под ред. А.О. Прохорова. – М.: Когито-Центр, 2011. – 624 с.
 6. Прохоров, А.О. Ментальные корреляты саморегуляции психических состояний/ А.О. Прохорова // Психология психических состояний: сб. статей. – Казань: Отечество, 2014. – Вып. 9. – С. 9–19.
 7. Современная экспериментальная психология: в 2 т. / под ред. В.А. Барабанщикова. – М.: Институт психологии РАН, 2011. – Т. 1. – 555 с.
 8. Современная экспериментальная психология: в 2 т. / под ред. В.А. Барабанщикова. – М.: Институт психологии РАН, 2011. – Т. 2. – 493 с.
 9. Тимофеев, В.И. Цветовой тест М. Люшера (стандартизированный вариант): методическое руководство / В.И. Тимофеев, Ю.И. Филимоненко. – СПб.: ИМАТОН, 2006. – 40 с.
 10. Application of eye-tracking in the testing of drivers: a review of research / В. Kapitaniak, М. Walczak, М. Kosobudzki, Z. Jóźwiak, А. Bortkiewicz // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. – 2015. – Vol. 28 (6). – P. 941–954.
 11. Dongare, H. Eye Gaze Tracking and Eyes off the Road Detection for Traffic Safety on Raspberry Pi / H. Dongare, S. Shah // International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering. – 2016. – Vol. 4, issue 6. – P. 154-157.

References

1. Emel'janov A.M., Kotik M.A. *Oshibki cheloveka-operatora (psihologicheskij i kiberneticheskij aspekty)* [Person operator's mistakes (psychological and cybernetic aspects)], Moscow, Znanie, 1888, 64 p.
2. Ermolaev V.V., Makushina O.P., Chetverikova A.I. *Social'naja psihologija i obshhestvo*, 2013, no. 2, pp. 108–118.
3. Ermolaev V.V., Chetverikova A.I. *Vestnik MGGU im. M.A. Sholohova*, 2014, no 2, pp. 105–111.
4. Ognev A.S., Venerina O.G., Jakovlev V.A. *Vestnik MGGU im. M.A. Sholohova*, 2012, no 4, pp. 103–112.
5. Prohorov A.O. *Psihologija sostojanij* (Psychology of states), Moscow, Kogito-Centr, 2011, 624 p.
6. Prochorov A.O. *Psihologija psihicheskikh sostojanij*, Sbornik statei, Kazan, 2014, pp. 9–19.
7. Barabanshnikov V.A. *Sovremennaja jeksperimental'naja psihologija* (Modern experimental psychology), Moscow, Institut psihologii RAN, 2011, vol. 1, 555 p.
8. Barabanshnikov V.A. *Sovremennaja jeksperimental'naja psihologija* (Modern experimental psychology), Moscow, Institut psihologii RAN, 2011, vol. 2. 493 p.
9. Timofeev V.I., Filimonenko Ju.I. *Cvetovoj test M. Ljushera* (Luscher colour test), St. Petersburg, IMATON, 2006, 40 p.
10. Kapitaniak B., Walczak M., Kosobudzki M., Jóźwiak Z., Bortkiewicz A. Application of eye-tracking in the testing of drivers: a review of research, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2015, vol. 28 (6), pp. 941–954.
11. Dongare H., Shah S. Eye Gaze Tracking and Eyes off the Road Detection for Traffic Safety on Raspberry Pi, *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, 2016, vol. 4, issue 6, pp. 154–157.

Рецензент: С.В. Жанказиев, д-р техн. наук, проф. МАДИ

Статья поступила 05.12.2016