

УДК 612. 821.6

## ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В.А. ДУБОВСКИЙ, Е.А. ХОЛОД

*ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», (г. Минск, Республика Беларусь)*

**Аннотация.** Предложен подход к оценке профессионально важных психофизиологических качеств водителей транспортных средств в процессе трудовой деятельности, основанный на мониторинге состояния водителя, транспортного средства и внешней среды. Подход предполагает контроль полосы движения, дистанции до впереди идущего транспортного средства, наличия пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения транспортного средства. Особенностью предложенного подхода является то, что при управлении водителем транспортным средством регистрируются определенные дорожные ситуации и параметры его поведения в этих ситуациях, с использованием которых определяют показатели профессионально важных качеств водителя. Предложенный подход позволяет количественно оценить основные профессионально важные психофизиологические качества водителя транспортного средства в процессе его трудовой деятельности и создать постоянно обновляемую базу данных как для сопровождения деятельности персонала автотранспортных предприятий, так и для оперативного использования данной информации при организации взаимодействия водителя с высокоавтоматизированным транспортным средством, что повышает безопасность эксплуатации транспортных средств. При этом следует отметить, что рассматриваемый в статье подход к оценке профессионально важных психофизиологических качеств водителей транспортных средств может быть использован при разработке основанных на использовании симуляторов вождения технологий реабилитации пациентов с заболеваниями центральной нервной системы, сопровождающимися двигательными и когнитивными нарушениями.

**Ключевые слова:** автоматизированное вождение, безопасность дорожного движения, водитель, дорожная ситуация, мониторинг, психофизиологическое состояние человека, профессионально важные качества, система «человек-машина», транспортное средство, человеческий фактор, реабилитация.

## AN APPROACH TO ESTIMATING VEHICLE DRIVER'S PROFESSIONAL QUALITIES

VLADIMIR.A. DUBOVSKY, EGOR.A. HOLOD

*The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus  
(Minsk, Belarus)*

**Abstract.** The proposed approach to estimating vehicle driver's professional qualities is based on monitoring of the vehicle, driver, and environment states. The peculiarity of the proposed approach is that certain road situations and driver behavior parameters are recorded, using which the driver's professional qualities are determined. The implementation of the proposed approach will make it possible to obtain numerical values of indicators of such their psychophysiological abilities as "complex motor reaction", "readiness for urgent actions", "concentration of attention" and "perception of speed and distance", which can be used to monitor the activities of personnel of motor transport enterprises to ensure road safety.

**Keywords:** automated driving, road safety, driver, traffic situation, monitoring, psychophysiological state of a person, professionally important qualities, man-machine system, vehicle, human factor, rehabilitation.

### Введение

Известно, что основной причиной всех дорожно-транспортных происшествий в мире (около 90%) является человеческий фактор [1, 2]. Негативное проявление человеческого фактора на транспорте в значительной степени зависит от определенных

психофизиологических качеств водителей – профессионально важных качеств (ПВК) [3, 4]. К ПВК водителя ТС относятся такие психофизиологические качества, как «восприятие скорости и расстояния», «концентрация и распределение внимания», «сложная двигательная реакция», «склонность к риску», «эмоциональная устойчивость» и др. (полный список ПВК водителя ТС приведен на сайте ЗАО «Нейроком»: <https://www.neurocom.ru/products/professional-systems/avtopredpriyatie/>). Водитель с низким уровнем развития ПВК в условиях несложной дорожной ситуации успешно справляется с управлением ТС, но в сложной дорожной ситуации его действия могут быть ошибочными и опасными. В связи с этим одним из путей повышения безопасности дорожного движения является осуществление контроля уровня ПВК поступающих на работу и работающих водителей с целью выявления лиц, которым по психологическим показателям не рекомендована работа водителем, и лиц, которым требуется специальная и целенаправленная тренировка ПВК для снижения риска совершения ими ошибочных и опасных действий [3, 5].

В настоящее время в рамках решения проблемы безопасности на транспорте в Российской Федерации для контроля ПВК работающих и поступающих на работу водителей используется специализированное психодиагностическое оборудование, например, универсальный психодиагностический комплекс УПДК-МК, разработанный и производящийся ЗАО «Нейроком» (Россия) [3]. Положительный опыт использования такого оборудования при подготовке и сопровождении деятельности оперативного персонала автотранспортных предприятий в Российской Федерации подтверждает целесообразность подобного подхода к решению проблемы безопасности на транспорте. Вместе с тем применение такого оборудования связано с дополнительными материальными, организационными и временными затратами (необходимость обустройства рабочих мест для психолога и обследуемого водителя, а для проведения группового тестирования – компьютерного класса) [5]. Также следует отметить, что с ростом автоматизации ТС вероятность снижения уровня ПВК водителей повышается и соответственно повышается необходимость более частого их контроля [6, 7]. В связи с этим представляется целесообразным проведение тестирования ПВК водителей в процессе их трудовой деятельности, что позволит снять указанные проблемы.

Цель работы – разработка подхода к оценке профессионально важных психофизиологических качеств водителей транспортных средств в процессе трудовой деятельности.

### **Оценка психофизиологических ПВК водителей транспортных средств в процессе трудовой деятельности**

С использованием обобщенного алгоритма контроля ПВК водителей ТС в процессе трудовой деятельности [5], который предполагает идентификацию определенных дорожных ситуаций и тестирование характерных для них ПВК водителя непосредственно во время выполнения им алгоритмов деятельности по управлению ТС, формирование и актуализацию индивидуального профиля водителя в облачной базе данных, авторами разработаны алгоритмы оценки таких ПВК, как «сложная двигательная реакция», «готовность к экстренным действиям», «концентрация внимания» и «восприятие скорости и расстояния».

Для реализации предложенных алгоритмов ТС должно быть оснащено системой выявления потенциально опасных ситуаций на дороге и системой мониторинга состояния водителя. В качестве первой может быть использована приведенная на рис. 1 система помощи водителю «Mobileye 8 Connect» (Израиль, <https://www.mobileye.com>) [8], которая позволяет осуществлять контроль полосы движения, дистанции до впереди идущего транспортного средства, наличия пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения ТС. В качестве второй может быть использована приведенная на рис. 2 система контроля психофизиологического состояния водителя «Вигитон» (ЗАО «Нейроком», Россия) [9], которая позволяет осуществлять контроль уровня бодрствования водителя на основе анализа его электродермальной активности (ЭДА).



Рис. 1. Дисплей для визуального предупреждения об опасности системы «Mobileye 8 Connect»



1 – индикатор состояния водителя, 2 – браслет с датчиком ЭДА, 3 – перстень с датчиком ЭДА

Рис. 2. Комплект системы «Вигитон»

В соответствии с предлагаемым подходом к оценке психофизиологических ПВК водителей предварительно задаются два значения дистанции  $D_1$  и  $D_2$  ( $D_1 < D_2$ ) до впереди идущего ТС, первое из которых является минимально допустимым значением, а второе больше первого примерно на 20-50 %, и продолжительность  $T$  тестирования (оценочный период).

При управлении водителем ТС система «Вигитон» непрерывно осуществляет регистрацию и анализ электродермальных реакций водителя с целью определения его текущего уровня бодрствования (работоспособности). При этом система помощи водителю «Mobileye 8 Connect» осуществляет мониторинг дистанции  $D$  до впереди идущего ТС, обнаружение пешеходов и контроль расстояния до них, распознавание дорожных знаков и полосы движения. Для обеспечения достоверности оценки психофизиологических ПВК водителей необходимые данные регистрируются только в случаях, когда состояние водителя в норме и метеоусловия благоприятны для вождения.

Для оценки сложной двигательной реакции и готовности к экстренным действиям водителя (рис. 3) с помощью системы «Mobileye 8 Connect» регистрируются потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо опасным сближением с впереди идущим ТС ( $D < D_1$ ), либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота. В случаях выявления какой-либо из указанных потенциально опасных дорожных ситуаций система «Mobileye 8 Connect» информирует об этом водителя с помощью визуальных и/или звуковых сигналов, после чего измеряется время  $t_R$  реагирования водителя на предупреждающие сигналы и время  $t_S$  восстановления безопасной ситуации.

Под временем  $t_R$  реагирования понимается время между появлением предупреждающего сигнала об опасности столкновения с впереди идущим ТС или пешеходом и началом торможения ТС, управляемого водителем, а в случае съезда с полосы движения без включения указателей поворота – время между появлением предупреждающего сигнала и включением указателей поворота. Под временем  $t_S$  восстановления безопасной ситуации понимается длительность потенциально опасной ситуации (время между появлением и исчезновением предупреждающего сигнала).

Полученные значения  $t_R$  и  $t_S$  с помощью коммуникационной платформы могут быть переданы в платформу облачных вычислений, где по истечении времени  $T$  тестирования определяются показатели  $T_R$  сложной двигательной реакции и  $T_P$  готовности к экстренным действиям в соответствии с выражениями  $T_R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Ri}$  и  $T_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Si}$ , где  $n$  – общее количество зарегистрированных за время  $T$  указанных потенциально опасных дорожных ситуаций.

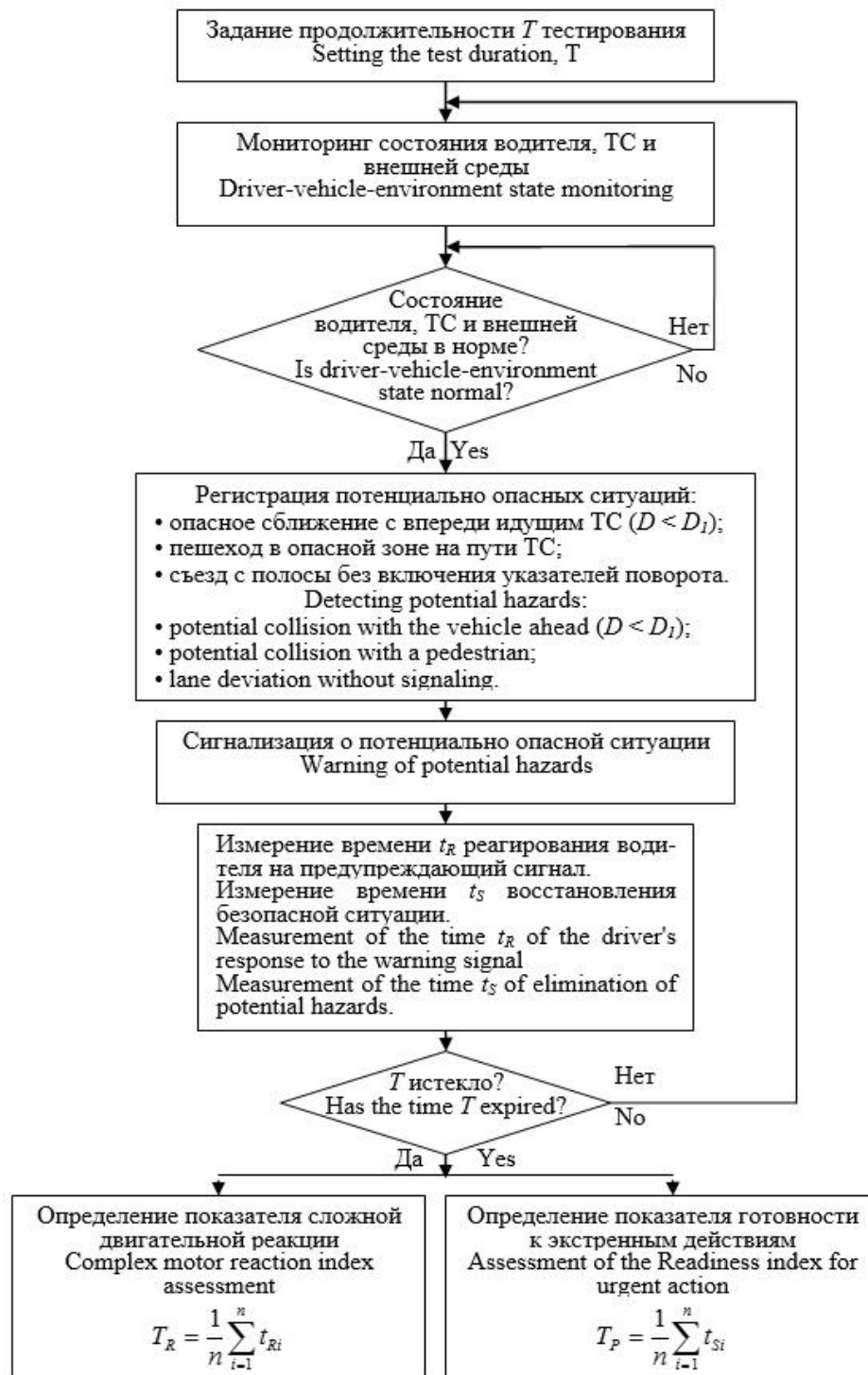


Рис. 3. – Алгоритм оценки сложной двигательной реакции и готовности к экстренным действиям водителя ТС

Для оценки концентрации внимания водителя (рис. 4) с помощью системы «Mobileye 8 Connect» регистрируются все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием  $D < D_2$ , либо наличием знака ограничения скорости, либо выполнением маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием  $D < D_1$ , либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота.

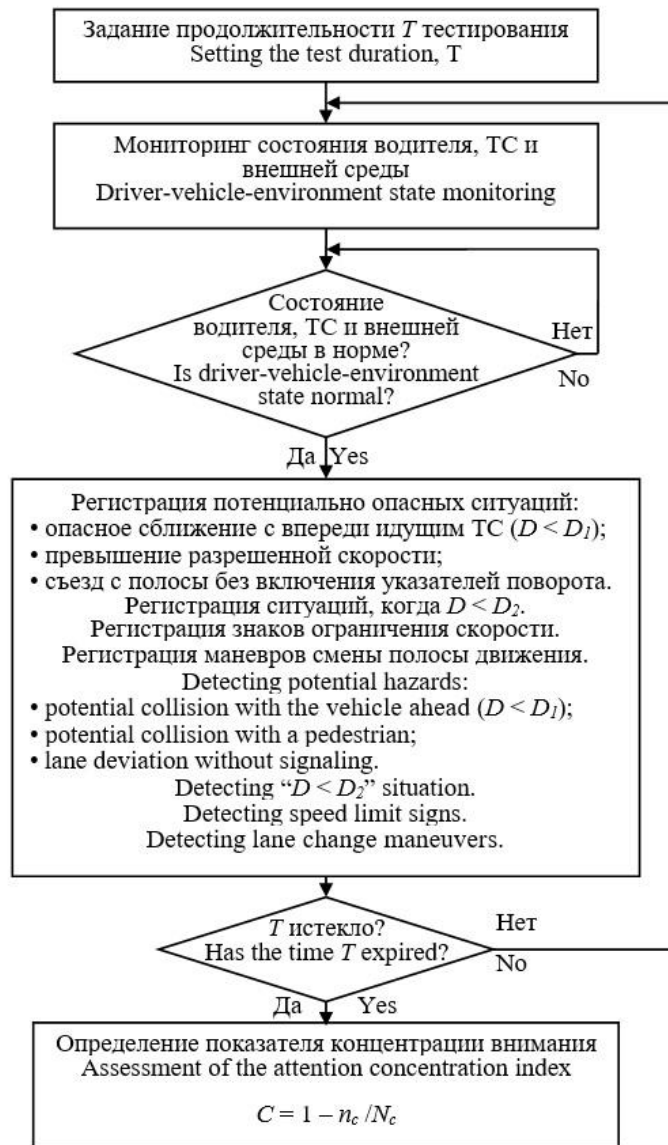


Рис. 4. – Алгоритм оценки концентрации внимания водителя ТС

Все зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы могут быть переданы в платформу облачных вычислений, где по истечении времени  $T$  тестирования определяется показатель  $C$  концентрации внимания водителя в соответствии с выражением  $C = 1 - n_c / N_c$ , где  $N_c$  и  $n_c$  – общее количество зарегистрированных для оценки концентрации внимания всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно.

Для оценки восприятия водителем скорости и расстояния (рис. 5) с помощью системы «Mobileye 8 Connect» регистрируются дорожные ситуации, характеризующиеся условиями  $D_1 < D < D_2$  и  $D < D_2$ , и их длительности  $t_{p1}$  и  $t_{p2}$  соответственно. Зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы могут быть переданы в платформу облачных вычислений, где по истечении времени  $T$  тестирования определяется показатель  $P$  восприятия скорости и расстояния в соответствии с выражением  $P = \sum_{i=1}^k t_{p1i} / \sum_{j=1}^l t_{p2j}$ , где  $k$  и  $l$  – количество дорожных ситуаций, характеризующихся условиями  $D_1 < D < D_2$  и  $D < D_2$ , соответственно.

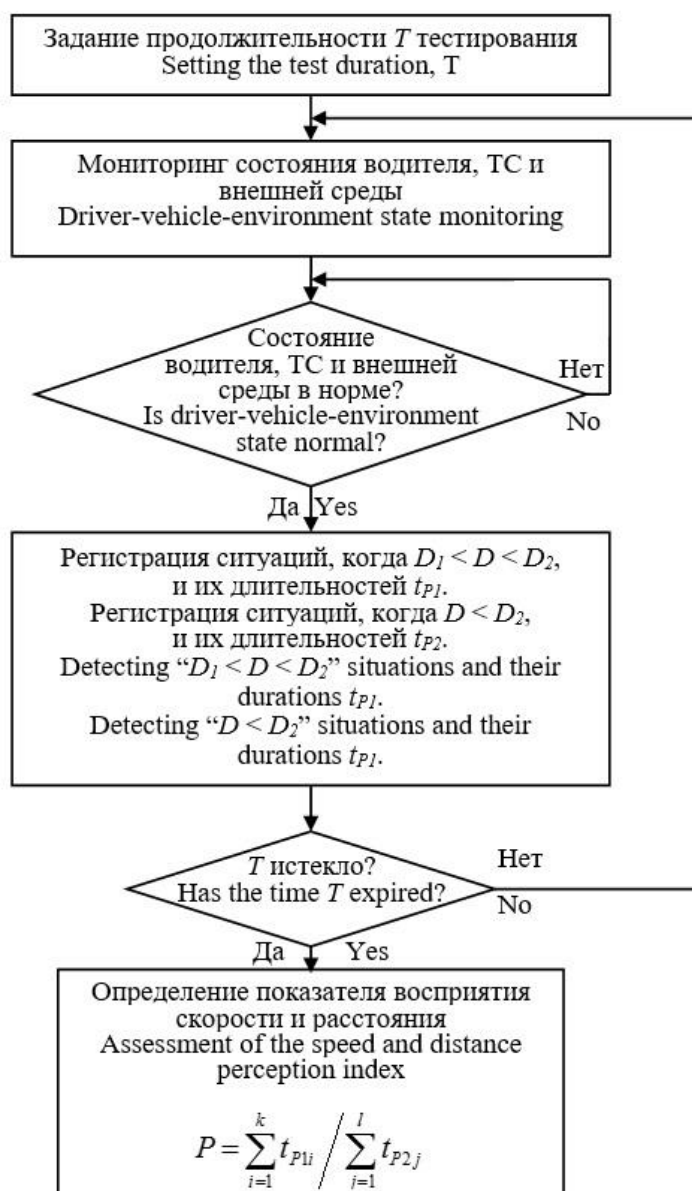


Рис. 5. – Алгоритм оценки восприятия водителем ТС скорости и расстояния

### Заключение

Предложенный подход к оценке ПВК водителей ТС в процессе трудовой деятельности основан на мониторинге состояния водителя, ТС и внешней среды. Особенностью предложенного подхода является то, что при управлении водителем ТС регистрируют определенные дорожные ситуации и параметры его поведения в них, с использованием которых определяют показатели ПВК водителя. Реализация предлагаемого подхода даст возможность создать постоянно обновляемую базу данных с численными значениями показателей таких психофизиологических способностей водителей, как «сложная двигательная реакция», «готовность к экстренным действиям», «концентрация внимания» и «восприятие скорости и расстояния», что может быть использовано как при сопровождении деятельности персонала автотранспортных предприятий, так и при организации взаимодействия водителя с высокоавтоматизированным транспортным средством для обеспечения безопасности дорожного движения. Предложенные алгоритмы оценки психофизиологических ПВК водителей также могут быть использованы при разработке основанных на применении

симуляторов вождения технологий реабилитации пациентов с заболеваниями центральной нервной системы, сопровождающимися двигательными и когнитивными нарушениями.

### Список литературы

1. Cabrall C.D.D., Eriksson A., Dreger F., Happee R. and Winter J.C.F. How to keep drivers engaged while supervising driving automation? A literature survey and categorisation of six solution areas. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. March 2019. DOI.org/10.1080/1463922X.2018.1528484.
2. Collet C. and Musicant O. Associating Vehicles Automation with Drivers Functional State Assessment Systems: A Challenge for Road Safety in the Future. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2019; 13:131. DOI: 10.3389/fnhum.2019.00131.
3. Kremez A.S., Bonch-Bruevich V.V. Psychological aspects of safety of operational personnel of technological installations. *Automation in industry*. 2011; 7: 43–48. (in Russ.) Кремез А.С., Бонч-Бруевич В.В. Психологические аспекты безопасности деятельности оперативного персонала технологических установок. *Автоматизация в промышленности*. 2011; 7: 43–48.
4. Ting P., Zhang Y., and Sun Q. Driver's Physiology-Psychological Characteristics and Traffic Safety. *International Journal of Applied Science and Mathematics*. 2017; 4(4): 84–88.
5. Dubovsky V.A., Savchenko V.V. A method of estimating driver's professional qualities. *Joint Inst. of Mech. Eng. of the NAS of Belarus: Aktualnye voprosy mashinovedeniya*. 2019. 8: 142–144. (in Russ.) Дубовский В.А., Савченко В.В. Метод контроля профессионально важных качеств водителей транспортных средств. *Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси: Актуальные вопросы машиноведения*. 2019. 8: 142–144.
6. Lu Z., Happee R., Cabrall C.D.D., Kyriakidis M. and Winter J.C.F. Human Factors of Transitions in Automated Driving: A General Framework and Literature Survey. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2016; 43(11): 183–198.
7. Dubovsky V.A., Savchenko V.V. A general approach to describing the driver-vehicle interaction. *BSUIR: BIG DATA and Advanced Analytics*. 2021: 67–73.
8. Nassi D, Netanel R. B., Elovici Y., Nassi B. MobilBye: Attacking ADAS with Camera Spoofing. *arXiv:1906.09765v1 [cs.CR]*. Jun 2019.
9. Dementienko V.V., Ivanov I.I., Makaev D.V. Comprehensive system of monitoring the state of the driver on the trip. *Vestnik NTsBZhd*. 2016; 29(3): 17–21. (in Russ.) Дементенко В.В., Иванов И.И., Макаев Д.В. Комплексная система мониторинга состояния водителя в рейсе. *Вестник НЦ БЖД*. 2016; 29(3): 17–21.