

Последнее указывает на значительное увеличение поглощения ультразвука в кавитационной области.

Увеличение объемной концентрации пузырьков в кавитационной области выше некоторой оптимальной и образование больших полостей – два фактора, способствующих снижению эффективности преобразования и концентрации энергии ультразвука при их захлопывании [5], что и приводит к уменьшению интенсивности ЗЛ на 4-й стадии развития кавитационной области. Из представленных выше данных следует, что спектральные характеристики кавитационного шума кардинально различаются для каждой из упомянутых выше стадий развития кавитационной области. Последнее обстоятельство позволяет надежно идентифицировать упомянутые выше стадии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Триестского университета (Италия), Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Российского фонда фундаментальных исследований.

Литература

- 1 F. Ahmadi et.al. Bio-effects and safety of low-intensity, low-frequency ultrasonic exposure. Progress in Biophysics and Molecular Biology. V.108, 2012, 119-138;
2. T.J. Mason. Therapeutic ultrasound: an overview. Ultrasonics Sonochemistry, 2011, p. 847-852.
3. Н.В. Дежкунов, А.В. Котухов, В.А. Столер, В.А. Колтович, А.Л. Николаев. Влияние импульсного модулирования ультразвукового поля на динамику развития кавитационной области и активность кавитации // Доклады БГУИР. 2012. №2 .-С. 92-98.
4. Сиротюк М. Г. Акустическая кавитация. М.: Наука, 2008. 271С.
5. N.V. Dezhkunov, A. Francescutto, F. Calligaris, A.L. Nikolaev. The Evolution of a Cavitation Zone in a Focused Ultrasonic Field. Technical Physics Letters, 2014, Vol. 40, No. 8, pp. 712–715.

СПОСОБ ТРЕНИНГОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

О.В. Павловская, А.Г. Давыдовский

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул.П.Бровки,6, БГУИР, каф. ИПиЭ, 220013, тел. +375296635527, e-mail: pavlovolga@mail.ru,
+375291753819, e-mail: agd2011@list.ru.*

Abstract. New research results of psycho-physiological state of autotransport drivers were presents in this article. The reliability of drivers is damaded by stress factors in professional causes. The conceptual model of informational system for driver reliability assesment at informational stress was proposed. This conceptual model consist ten complex modules. Possible informational system may be usefull as well for monitoring of functional state of autotransport driver, as for correction it at stress in professional causes.

Целью работы является обоснование способа тренинговой оптимизации функциональной надежности водителей автотранспортных средств на основе информационных психодиагностических технологий.

Объекты и методы экспериментального исследования. Объектами исследования были 20 мужчин и женщин в возрасте от 18 до 57 лет. Все участники были заранее проинформированы о цели и содержании исследования. Для исследования динамики показателей психофизиологических характеристик был использован аппаратно-программный комплекс (универсальный психодиагностический комплекс (АПК УПДК-МК), производства ЗАО «Нейроком») (РФ). В настоящее время УПДК-МК широко применяется для психофизиологического тестирования курсантов автошкол, а также оценки

профессиональной надежности водителей автотранспортных средств [1]. Результаты исследования были обработаны статистически с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена с помощью электронного процессора MS Excel 2010.

Результаты и их обсуждение. Сложная двигательная реакция (СДР) водителя имеет сильное прямое влияние на количество правильных реагирований при отсутствии сигнала (распределение внимания водителя) ($r=0,68$ при $p \leq 0,05$), то есть чем больше количество ошибок склонен совершать водитель при СДР, тем эффективнее его реакция в отсутствие зрительного сигнала в ситуации, требующей высокого распределения внимания. Установлено, что сложная двигательная реакция, представленная в виде среднего времени реагирования при усложнении деятельности, выражается в увеличении количества ошибочных моторных реакций, а также продолжительности принятия управленческих решений.

В исследовании показано, что количество ошибок при усложнении двигательной реакции, допущенных испытуемыми при выполнении заданий обратно пропорционально количеству правильных реагирований на зрительный стимул при распределении внимания ($r = -0,63$; $p \leq 0,05$). Это указывает на возможность увеличения правильных действий в условиях СДР в отсутствие визуальных и аудиальных стимулов, что является фактором повышения надежности деятельности водителя в транспортном потоке.

Вместе с тем, увеличение среднего времени реагирования водителя автотранспортного средства в СДР сопровождается возрастанием показателя распределения внимания водителя при усложнении деятельности ($r=0,62$; $p \leq 0,05$). Анализ динамики среднего времени реагирования в СДР позволяет прогнозировать надежность деятельности водителя автотранспортного средства в сложных дорожных ситуациях. Время реакции и количество ошибочных действий являются количественными критериями для оценки надежности деятельности водителя в условиях психологического стресса.

Корреляционный анализ выявил ухудшение ряда психофизиологических характеристик функциональной надежности под влиянием факторов информационного стресса. Вместе с тем, отмечено повышение функциональной надежности при использовании тренинговых методик, которые оказывают влияние на отдельные психофизиологические характеристики функциональной надежности водителя транспортного средства [2]. При этом обнаружена значительная корреляция между временем выбора в СДР и уровнем эмоциональной устойчивости (ЭУ) ($r=0,68$; $p \leq 0,05$), то есть чем больше количество ошибок склонен совершать водитель при СДР, тем эффективнее его реакция в отсутствие зрительного сигнала в ситуации, требующей высокого распределения внимания.

Установлено, что СДР, которая может быть оценена как среднее время реагирования при усложнении деятельности, характеризуется в увеличении количества ошибочных моторных реакций, а также продолжительности принятия управленческих решений. Показана корреляционная связь ($r=0,75$; $p \leq 0,05$) между продолжительностью времени выбора в СДР и показателем ЭУ. Причем в отсутствие помех возрастает уровень ЭУ при уменьшении времени выбора СДР.

На основе анализа времени, необходимого для совершения перехода от простой к более сложной моторной деятельности, можно оценить такие аспекты функциональной надежности водителя, как продолжительность адаптации к сложной дорожной ситуации, требующих быстрой моторной реакции, а также при информационном стрессе.

Для эффективной оценки, прогнозирования и тренинговой оптимизации функциональной надежности водителя автотранспортного средства [3] могут быть использованы нижеследующие психофизиологические характеристики и соответствующие методики их диагностики.

1. Уровень восприятия скорости и расстояния (УВСП), оцениваемый в тесте УВСП, предназначенном для характеристики восприятия скорости движения и расстояния до объектов в быстро меняющейся дорожной ситуации.

2. Склонность к риску (ОСР), оцениваемая в тесте ОСР, который позволяет прогнозировать совершение водителем необоснованно рискованных действий во время дорожного движения.

3. Распределение внимания (РВ) в тесте, позволяющем выявить способность водителя одновременно контролировать и, при необходимости, быстро и точно выполнять наиболее важные действия при ведении автомобиля, без потери контроля над другими значимыми аспектами дорожной ситуации (манипулирование органами управления, оценка дорожной ситуации, общение с пассажирами и т.д.).

4. Оценка ЭУ в тесте ЭУ для оценки способности водителя выполнять деятельность при наличии помех и отрицательных эмоциональных факторов.

5. Характеристика СДР в тесте для оценки способности водителя принимать правильное решение в быстро меняющейся дорожной обстановке.

6. Оценка бдительности в тесте, определяющем способность водителя сохранять на достаточном уровне бдительность при чередовании, во время дорожного движения, монотонных и оживленных участков трассы.

7. Оценка концентрации внимания в тесте, определяющем способность водителя сосредотачивать свое внимание на дорожной обстановке при наличии отвлекающих факторов.

8. Оценка мононоустойчивости в тесте для характеристики способности водителя сохранять бдительность на достаточном уровне при длительном непрерывном движении по трассе, особенно в ночное время суток.

9. Оценка глазомера в тесте, характеризующем способность водителя зрительно оценивать размеры предметов и расстояний до них находясь в статическом положении.

10. Оценка устойчивости внимания в тесте динамики устойчивости работоспособности водителя в течение рабочей смены.

11. Проба на моторную согласованность (МС) в тесте моторной согласованности действий обследуемого при работе двумя руками. Тест МС имеет прогностическое значение для оценки способности обследуемого выполнять согласованные действия по управлению транспортным средством.

12. Оценка переключения внимания и помехоустойчивости в тесте скорости переключения и устойчивости к слуховым помехам.

13. Оценка критической частоты слияния световых мельканий в тесте функциональной подвижности нервной системы, характеризующейся наибольшей частотой световых мельканий, с которой нервная система обследуемого может возбуждаться в ритме раздражителя.

14. Данные теппинг-теста (ТЕП) для оценки динамики максимального темпа движений рук. ТЕИ позволяет определить индивидуальные особенности нервной системы (силу и подвижность нервной системы) и функциональное состояние (работоспособность) обследуемого. Значимое снижение (более 20%) текущих от обычных индивидуальных показателей ТЕП свидетельствовать о развитии утомления и снижении функциональной надежности водителя.

15. Тремор-тест (ТРЕМ). Тест ТРЕМ предназначен для оценки показателей произвольных ритмичных движений рук. Тест позволяет оценить функциональное состояние (работоспособность) обследуемого. Результаты теста ТРЕМП показывают индивидуальные особенности произвольных движений рук обследуемого, возникающих впоследствии поочередного сокращения мышц-агонистов и мышц-антагонистов. Увеличение тремора у обследуемого, по сравнению с его обычными показателями, может

свидетельствовать об эмоциональном возбуждении, о тревожном состоянии, об усталости, алкогольном или постанкольном состоянии.

Заключение. АПК УПДК-МК позволяет оценить и осуществить коррекцию функциональной надежности водителей автотранспортных средств. Разработана векторная математическая модель оценки функциональной надежности водителей на основе анализа многомерного пространства психофизиологических характеристик. Таким образом, использование современных информационных психодиагностических технологий позволяет проектировать перспективные инструментальные способы тренинговой оптимизации функциональной надежности и эффективность деятельности труда водителей автотранспортных средств.

Литература

1. **Пейсахов, Н. М.**, Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н. М. Пейсахов [и др.] // Казань, 1996. – 81 с.
2. **Сидоренко Е. В.** Методы математической обработки в психологии : учеб. пособие / Е. В. Сидоренко // СПб.: М., 2007. – 16 с.
3. **Дымерский, В. Я.** Технические средства обучения водителей автомобилей : учеб. пособие для учащихся техникумов / В. Я. Дымерский // – М.: Высшая школа, 1982. – 279 с.

CALIBRATION FACTORS FOR THE DETERMINATION OF RADIATION-INDUCED OXYGEN-VACANCY COMPLEXES AND OXYGEN DIMER CONCENTRATIONS IN SILICON CRYSTALS BY INFRARED ABSORPTION

I.F. Medvedeva¹, L.I. Murin², E.A. Tolkacheva², V.P. Markevich³

¹Belarusian State Medical University, 83, Dzerzinsky Ave, 220016, Minsk, Belarus;
E-mail: medvedeva@iftp.bas-net.by, phone 375 17 2841308

²Scientific-Practical Materials Research Center of NAS of Belarus, Minsk 220072, Belarus

³Photon Science Institute, The University of Manchester, Manchester M13 9PL, UK

Combined electrical (Hall effect) and optical (Infrared absorption) studies of similar silicon crystals irradiated with fast electrons have been carried out. On the base of analysis of the data obtained the calibration factors for the determination of concentrations of the radiation-induced oxygen-vacancy complexes in silicon crystals by infrared absorption are deduced. The calibration coefficient for the determination of the oxygen dimer concentration is estimated as well.

Oxygen is one of the most abundant and technologically important impurities in silicon. In as-grown Si crystals oxygen is mainly present in the form of interstitial (O_i) atoms. The O_i concentrations are usually determined from room temperature (RT) measurements of the intensity of the infrared (IR) absorption band at 1107 cm^{-1} [1]: $[O_i] = 3.14 \times 10^{17} \times \alpha_{1107}\text{ cm}^{-3}$ [2]. Although O_i atoms in Si are electrically neutral and immobile at RT, they contribute to formation of a large variety of oxygen-related radiation- and thermally-induced defects [1, 3]. All these centers give rise to local vibrational modes [1] and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) has been successfully used in the studies of many oxygen-related aggregates including vacancy-oxygen complexes VO_n ($n \geq 1$) [4] and oxygen dimer (O_{2i}) [5]. Among the above mentioned defects only VO (A-center) in n-type S_i and VO_2 complex (in a metastable state [6]) can be detected by electrical measurements. On the other hand, absorption lines due to all of these defects can be observed in FTIR absorption spectra. In many cases it is important to know the absolute values of defect concentrations. However, the available information on calibration coefficients for the determination of the VO_n ($n = 1-4$) and O_{2i} concentrations by IR absorption is very limited [7, 8].

In 1986 Oates and Newman [9] determined the calibration coefficient for the VO absorption peak at 830 cm^{-1} (measurements at room temperature). According to their work, $[VO] =$