

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

© 2018 В.М. Алюшин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Обоснована важность осуществления контроля времени реакции (ВР) оператора управления опасным объектом непосредственно во время его профессиональной деятельности. Показана актуальность применения автоматизированных средств контроля ВР. Анализируются возможности разработанных инструментальных программных средств (ИПС) для контроля ВР. Показана перспективность их применения при создании автоматизированных систем тестирования, а также при оценке уровня приобретенных знаний и навыков.

Ключевые слова: время реакции, инструментальные программные средства, фоновый режим работы

Поступила в редакцию: 02.08.2018

Одной из важных характеристик деятельности оператора управления опасным объектом является его ВР [1, 2]. Данная характеристика относится к интегральным показателям, характеризующим текущее функциональное и психоэмоциональное состояние человека. Применительно к проблеме обеспечения надежной безаварийной работы опасных объектов, к числу которых, в первую очередь, относятся тепловые и атомные станции, данная характеристика обуславливает своевременность реагирования оператора на возникающие события, требующие его незамедлительных действий. Для некоторых сфер экономики допустимые границы изменения ВР закреплены соответствующими отраслевыми нормативными документами. Наиболее показательным в этом плане является, например, скоростной пассажирский транспорт. Так, например, регламентируемое максимально допустимое ВР машиниста должно гарантировать, в ряде случаев, своевременное начало экстренного торможения скоростного поезда при появлении запретительных красных сигналов светофора.

Как правило, измерение ВР осуществляется перед началом профессиональной деятельности, либо при периодических медицинских осмотрах и психофизиологических обследованиях. Мониторинг за изменением величины данной характеристики непосредственно в процессе профессиональной деятельности достаточно затруднителен [3]. В некоторых случаях для определения ВР используются технические средства слежения за направлением взгляда [4, 5]. Создание средств контроля ВР в автоматизированном режиме в настоящее время является актуальной задачей.

Целью исследования является лабораторная апробация инструментальных программных средств, позволяющих осуществить измерение времени реакции (ВР) непосредственно в процессе деятельности оператора.

Проведенный анализ использующихся в настоящее время автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), применяемыми, в том числе, для управления опасными объектами, показал, что возможность реализации полностью автоматизированного режима измерения ВР непосредственно в процессе профессиональной деятельности операторов в значительной степени зависит от типа АСУ ТП.

АСУ ТП в своем технологическом развитии прошли несколько этапов. В таблице 1 выделены наиболее характерные поколения систем, отличающиеся принципиально различным уровнем использования средств вычислительной техники, обуславливающим, в том числе, особенности построения и возможности применяемых

органов управления опасным объектом.

Таблица 1– Основные поколения АСУ ТП [Basic generations of automated process control systems]

Поколение	Уровень использования средств вычислительной техники	Тип органа управления опасным объектом
1	Низкий	Блочные щиты управления
2	Средний	Комбинированные щиты управления
3	Высокий	Виртуальные щиты управления

Наиболее перспективными с точки зрения реализации технологии автоматизированного определения ВР являются комбинированные и так называемые виртуальные щиты управления [6, 7]. Комбинированные щиты управления содержат в своем составе как элементы блочных щитов управления, отображающих основные мнемосхемы управления опасным объектом, так и компьютерные системы управления. Виртуальные щиты управления для отображения текущей информации о состоянии систем управления опасным объектом используют широкоформатные компьютерные мониторы, либо проекционные экраны. Данные устройства дают возможность отобразить требуемую мнемосхему [8, 9], которая может быть полностью аналогична по структуре блочному щиту управления первых поколений АСУ ТП.

Разработанные ИПС для определения ВР предполагают наличие средств вычислительной техники, характерных для рассмотренных выше типов щитов управления.

Такие ИПС ориентированы на работу в фоновом режиме одновременно с профессиональным программным обеспечением. Основными реализованными функциями разработанных инструментальных средств являются:

- выбор элементов используемого информационного интерфейса и органов управления для анализа временной динамики изменения их состояния;
- определение моментов времени, соответствующих заданным изменениям в выбранных элементах информационного интерфейса;
- определение моментов времени, соответствующих действиям оператора и изменениям в состоянии выбранных органов управления;
- определение точности выполнения оператором управляющих действий;
- накопление и анализ статистики.

На рисунке 1 представлен типичный вид фрагмента рабочего окна (1) компьютеризированного рабочего места оператора, иллюстрирующего возможности разработанных ИПС (2, 3, 4 – выбранные элементы используемого информационного интерфейса; 5, 6, 7 – выбранные органы управления).

Выделение областей рабочего окна, содержащих контролируемые информационные элементы (2-4) и органы управления (5-7), осуществляется на этапе конфигурации ИПС. Размер (форма и площадь) контролируемых областей рабочего окна также задается на этом этапе.

Разработанные ИПС дают возможность при выполнении оператором управляющих действий фиксировать не только соответствующие моменты времени, но также и точность их осуществления. Например, для органа управления 6 (кнопка) ИПС позволяют определить величину отклонения курсора мышки от центра этого органа в момент нажатия на клавиши мышки. Статистическая обработка данной информации, а также информации о ВР используется при оценке текущего функционального и психоэмоционального состояния оператора.

Было проведено экспериментальное исследование эффективности разработанных ИПС при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий на компьютерных стендах различной интенсивности.

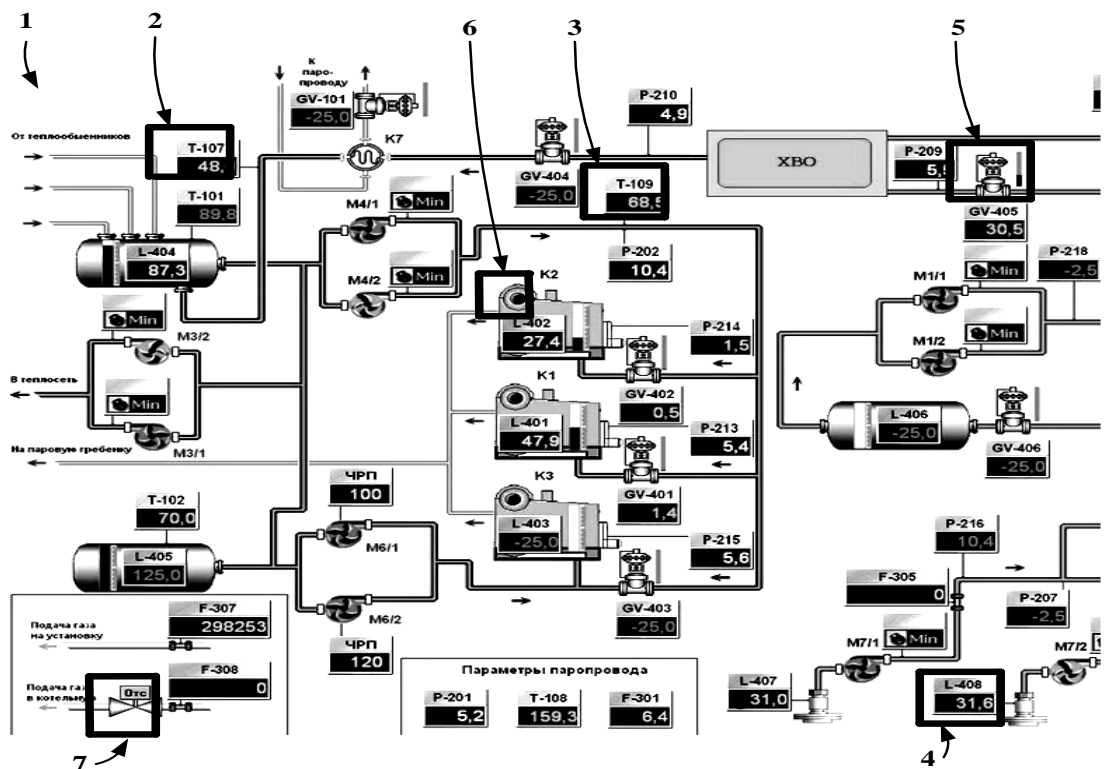


Рисунок 1 – Типичный вид рабочего окна с мнемосхемой [A typical view of the working window with a mnemonic diagram]

На рисунке 2 показано характерное изменение ВР человека в процессе его деятельности в нормальной рабочей обстановке (t – ВР в относительных единицах, $N(t)$ – число ответных реакций человека с ВР, равным t).

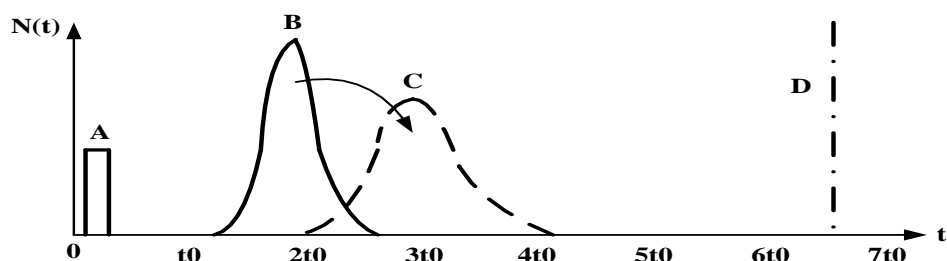


Рисунок 2 – Изменение ВР в процессе нормальной профессиональной деятельности [Change of reaction time in the normal professional activity]

Моменты времени возникновения важной информации на мнемосхеме, требующей незамедлительных ответных действий, соответствуют на рисунке 2 точке А (начало координат). Временной масштаб t_0 имеет характерный диапазон изменения 0,1-0,5 с в зависимости от сложности ответной сенсомоторной реакции. Гистограмма распределения ВР в начале занятий имеет вид А. В конце, как правило, восьмичасовых занятий гистограмма приобретает вид С. При этом, как правило, максимальные значения ВР не превышают предельно-допустимых значений D, устанавливаемых соответствующими отраслевыми нормативными документами.

На рисунке 3 показано характерное изменение ВР при напряженной работе. Разработанные ИПС дают возможность своевременно выявлять ситуации (E), при которых ВР начинает превышать допустимые значения D.

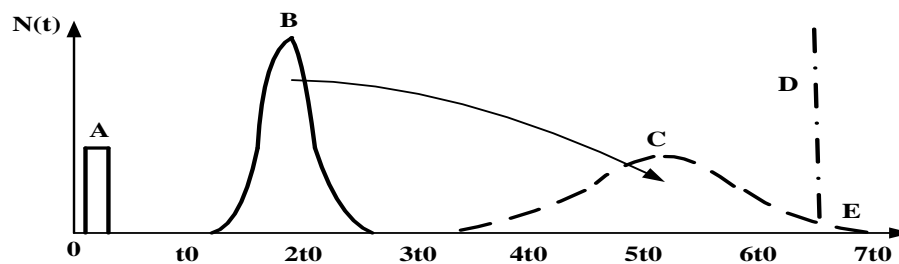


Рисунок 3 – Изменение ВР в процессе напряженной деятельности [Change of the reaction time in the strenuous activity process]

Представляется перспективным применение данных ИПС при создании автоматизированных средств тестирования персонала [10]. В этом случае разработанные ИПС дают возможность при формировании результатов тестирования учитывать не только итоги выполнения тестовых заданий (ответы на тестовые вопросы), но и данные о затраченных временных ресурсах и о текущем психоэмоциональном состоянии тестируемого с привязкой к конкретным выполняемым разделам тестового задания.

Применение данных средств в учебном процессе при автоматизированной оценке уровня приобретенных знаний и навыков позволяет более объективно подойти к проблеме квалификационного отбора. В этом случае ИПС дают возможность учесть временную динамику решения тестовых задач.

Необходимо отметить, что автоматизированное определение ВР имеет большое значение для оценки текущего психоэмоционального состояния пациента при проведении медицинских обследований [11].

Проведенные лабораторные испытания разработанных ИПС подтвердили их универсальность и высокую надежность.

Таким образом, разработанные ИПС позволяют на новом технологическом уровне подойти к решению проблемы мониторинга за такой важной характеристикой, как ВР оператора управления опасным объектом. Их использование на практике дает возможность повысить объективность и достоверность психологического тестирования, а также эффективность учебного процесса.

Областями возможного использования таких средств являются также компьютеризированные рабочие места операторов, пульты управления с микропроцессорным управлением, информационно-измерительные и управляющие пульты на основе планшетных компьютеров.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 16-18-00069 «Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф техногенного происхождения за счет минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алюшин, М.В.* Методика измерения времени реакции оператора управления [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2015. – № 5. – С. 157-165.
2. *Алюшин, М.В.* Экспериментальное исследование времени реакции человека в условиях действия акустических помех [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2016. – № 1. – С. 163-168.
3. *Алюшин, М.В.* Прямые и косвенные методы измерения времени реакции оператора управления АЭС [Текст] / М.В. Алюшин, А.М. Алюшин, М.Э. Аткина // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – № 1. – С. 93-101.
4. *Saez de Urabain, I.R., Johnson, M.H., Smith, T.J.* GraFIX: A semiautomatic approach for parsing low- and high-quality eye-tracking data. *Behavior Research Methods*. Springerlink.com. 2014. V. 47. № 1, P. 53-72. Available at: <https://link.springer.com/article/10.3758%2Fs13428-014-0456-0>
5. *Salvucci, D.D., Goldberg, J.H.* Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols // *Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium: ETRA 2000*. – New York: ACM Press. 2000. P. 71-78. Available at: <https://www.cs.drexel.edu/~salvucci/publications/Salvucci-ETRA00.pdf>
6. *Клименко, С.В.* Использование систем виртуального окружения для визуализации информации в сфере управления электроэнергетическими системами [Текст] / С.В. Клименко, М.В. Брагуга // Вестник ИГЭУ. – 2008. – Вып. 4. – С. 1-7.
7. *Prasolova-Forland, E.* Virtual spaces as artifacts: implications for the design of educational CVEs. *Proc. Of Cyberworlds*. Singapore. 2003. December 3-5. P. 418-422.
8. Стандарт организации профессиональной подготовки, переподготовки, повышения квалификации персонала // СОЕЭСПП12005. – Москва : РАО «ЕЭСРоссии», 2006.
9. ГОСТ 21480-76. Система «человек-машина». Мнемосхемы. Общие эргономические требования.
10. *Алюшин, М.В.* Автоматизация психологических обследований сотрудников правоохранительных органов [Текст] / М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина, Г.В. Шутко, Е.Ш. Гибадулин // Вопросы психологии. – 2017. – № 3. – С. 92-101.
11. *Алюшин, М.В.* Ядерная медицина: мониторинг психоэмоционального состояния пациента [Текст] / М.В. Алюшин, А.И. Жаворонко, Л.В. Колобашкина, Е.В. Скачков // Вопросы психологии. – 2017. – № 2. – С. 134-140.

REFERENCES

- [1] Alyushin M.V., Alyushin V.M. Metodika izmereniya vremeni reakcii operatora upravleniya [A Technique for Measuring Time of Response in a Control Operator]. *Voprosy Psikhologii [Psychology Issues]*. 2015. Issue 5. P. 157-165 (in Russian).
- [2] Alyushin M.V., Alyushin V.M. Eksperimental'noe issledovanie vremeni reakcii cheloveka v usloviyah dejstviya akusticheskikh pomekh [Experimental study of human reaction time under the action of acoustic noise]. *Voprosy Psikhologii [Psychology Issues]*. 2016. Issue 1. P. 163-168 (in Russian).
- [3] Alyushin M.V., Alyushin A.M., Atkina M.E. Pryamye i kosvennye metody izmereniya vremeni reakcii operatora upravleniya AEHS [Direct and Indirect Methods of the NPP Management Operator Reaction Time Measuring]. *Global'naya yadernaya bezopasnost' [Global Nuclear Safety]*. 2017. issue 1 (22). P. 93-101 (in Russian).
- [4] Saez de Urabain I.R., Johnson M.H., Smith T.J. GraFIX: A Semiautomatic Approach for Parsing Low- and High-Quality Eye-Tracking Data. *Behavior Research Methods*. 2015. Vol. 47. Issue 1. P. 53-72. Available at: <https://link.springer.com/article/10.3758%2Fs13428-014-0456-0>
- [5] Salvucci D.D., Goldberg J.H. Identifying Fixations and Saccades in Eye-Tracking Protocols, *Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium: ETRA 2000*. New York: ACM Press. 2000. P. 71-78. Available at: <https://www.cs.drexel.edu/~salvucci/publications/Salvucci-ETRA00.pdf>
- [6] Klimentko S.V., Braguta M.V. Ispol'zovanie sistem virtual'nogo okruzheniya dlya vizualizatsii informatsii v sfere upravleniya ehlektroehnergeticheskimi sistemami [Using the Virtual Environment System for Information Visualization in the Field of Power Engineering Systems Management]. *Vestnik IGEHU [IGEU Bulletin]*. 2008. Issue 4. P. 1-7 (in Russian).
- [7] Prasolova-Forland E. Virtual Spaces as Artifacts: Implications for the Design of Educational CVEs, *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*. 2004. Vol. 2. Issue 4. P. 94-115.
- [8] Standart organizatsii professional'noj podgotovki, perepodgotovki, povysheniya kvalifikatsii personala, SOEEHSPP12005 [Standard of Organization of Vocational Training, Retraining, Advanced Training of Personnel, SOEESPP12005]. Moscow: RAO UES of Russia. 2006 (in Russian).
- [9] GOST 21480-76. Sistema «chelovek-mashina». Mnemoskhemy. Obshchie ehrgonomicheskie trebovaniya [GOST 21480-76. The "Man-Machine" System. Mnemonic Diagrams. General Ergonomic Requirements] (in Russian).

- [10] Alyushin M.V., Kolobashkina L.V., Shutko G.V., Gibadulin E.S. Avtomatizaciya psihologicheskikh obsledovaniy sotrudnikov pravoohranitel'nyh organov [Automation of Psychological Examinations of Law Enforcement Officials], Voprosy Psikhologii [Voprosy Psikhologii]. 2017. Issue 3. P. 92-101 (in Russian).
- [11] Alyushin M.V., Javoronko A.I., Kolobashkina L.V., Skachkov E.V. Yadernaya medicina: monitoring psihoehmocional'nogo sostoyaniya pacienta [Nuclear medicine: monitoring of the patient's mental and emotional state]. Voprosy Psikhologii [Psychology Issues]. 2017. Issue 2. P. 134-140 (in Russian).

Instrumental Software Tools for Measuring the Reaction Time of a Person

V.M. Alyushin

National Research Nuclear University «MEPhI», Kashirskoye Shosse, 31, Moscow, Russia 115409

ORCID iD: 0000-0002-3816-6239

WoS Researcher ID: R-7963-2016

e-mail: VMalyushin@mephi.ru

Abstract – The importance of monitoring the reaction time (RT) of the dangerous object managing operator directly during his professional activity is substantiated. The relevance of the use of RT automated controls is shown. The capabilities of the developed instrumental software tools for RT control are analyzed. The perspectivity of the instrumental software tools application is shown when creating automated testing systems, as well as assessing the level of acquired knowledge and skills.

Keywords: reaction time, instrument software, background mode of operation.