

**Будущее компьютерного тренинга: от формирования отдельных навыков к управлению компетенциями операторов**

*Дается краткий обзор развития и текущего состояния компьютерных тренажеров для обучения операторов ТП. Описываются тренды современного тренажеростроения с фокусом на построение обратной связи операторам, предоставляемой в форме автоматической оценки их действий и компетенций. Описываются существующие подходы к построению оценок, сравниваются их сильные и проблемные стороны.*

*Ключевые слова: компьютерные тренажеры, нормативные и нарративные методы оценки действий обучаемых, компетентностный подход к подготовке и развитию персонала, система управления компетенциями операторов, автоматическая оценка компетенций.*

**Дозорцев Виктор Михайлович** – д-р техн. наук, директор по развитию бизнеса ООО «Центр цифровых технологий» МФТИ (НИУ).

**Список литературы**

1. Дудырев Ф.Ф., Максименкова О.В. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты // Вопросы образования. 2020. №3. С. 255–276.
2. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. – М.: Синтег, 2009. – 372 с.
3. ARC's Operator Training Simulators Market Research Report, 2022-2027. – URL: <https://www.arcweb.com/market-studies/operator-training-simulators>
4. Дозорцев В.М. Мировой рынок компьютерных тренажеров для обучения операторов: тенденции, вызовы, прогнозы // Автоматизация в промышленности. 2016. № 2. 47-50.
5. Koteswara Reddy, Kiran Yarrakula. Analysis of Accidents in Chemical Process Industries in the period 1998-2015 // Int. Journ. of ChemTech Research. 2016. Vol. 9. No. 4. Pp.177–191.
6. Дозорцев В.М., Агафонов Д.В., Назин В.А., Новичков А.Ю., Фролов А.И. Компьютерный тренинг операторов: непреходящая актуальность, новые возможности, человеческий фактор // Автоматизация в промышленности. 2015. № 7. С. 8–20.
7. Дозорцев В.М. Обучение операторов технологических процессов на базе компьютерных тренажеров // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 1999. №8. С. 61–70.
8. Баулин Е.С., Локшин А.В., Новичков А.Ю., Погорелов В.П., Фролов А.И. О проблеме эмуляции среды управления в компьютерных тренажерных комплексах для обучения операторов технологических процессов // Автоматизация в промышленности. 2019. № 4. С.41–46.
9. Naranjo J.E. et al. A Scoping Review on Virtual Reality-Based Industrial Training // Applied Sciences. 2020. Vol.10. No. 22. Pp. 8224–8854.
10. Patle D.S. et al. Operator training simulators in virtual reality environment for process operators: a review // Virtual Reality. 2019. Vol. 23. Pp. 293–311.
11. Alsop N., Ferrer J. Step-test free APC implementation using dynamic simulation / Proc. AIChE Annual Meeting, Orlando, FL, USA, 2006. – URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.130.4773&rep=rep1&type=pdf>
12. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 1. Возникновение и становление цифровых двойников. Как существующие определения отражают содержание и функции цифровых двойников? // Автоматизация в промышленности. 2020. № 9. С. 3–11.

13. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 3. Прикладные платформы, практические примеры, прогнозы развития, вызовы. // Автоматизация в промышленности. 2021. № 1. С. 3–12.
14. Bloxham S., Boyd P. Developing Effective Assessment in Higher Education: a practical guide. – Open University Press, Berkshire, England, 2007. URL: [https://www.researchgate.net/publication/263088354\\_Developing\\_Effective\\_Assessment\\_in\\_Higher\\_Education\\_a\\_practical\\_guide](https://www.researchgate.net/publication/263088354_Developing_Effective_Assessment_in_Higher_Education_a_practical_guide)
15. Tichon J., Diver P. Plant operator simulation: benefits and drawbacks for a construction training organization // Cognition, Technology and Work. 2010. Vol. 12. Pp. 219–229.
16. Дозорцев В.М. Методики компьютерного тренинга операторов – ключевой элемент тренажерных систем (современные тенденции) // Автоматизация в промышленности. 2011. № 7. С. 3–9.
17. Kluge A. et al., 2014. Advanced Applications in Process Control and Training Needs of Field and Control Room Operators // IE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors. 2014. Vol. 2. Pp. 121–136.
18. Alamo J., Ross M. Solve operator training in a challenging refining industry // Hydrocarbon Processing. 2017. Vol. 96. Pp. 67–69.
19. Manca D et al. Performance Indicators for Training Assessment of Control-Room Operators // Chemical Engineering Transactions. 2012. Vol. 26. Pp. 285–290.
20. Bell B. S. et al. Current issues and future directions in simulation-based training in North America // Intern. Journ. Human Resource Management. 2008. Vol. 19. 1416-1434.
21. Дозорцев В.М., Назин В.А., Баулин Е.С. О проблеме управления компетенциями операторов ТП в свете внедрения системы профессиональных стандартов // Автоматизация в промышленности. 2019. № 10. С. 48-55.
22. Speshilov K., Khabarov V. Creating a Model of an Operator of a Simulator Complex Using Commonsense Reasoning // Procedia Engineering. 2017. Vol. 178. Pp. 394 – 400.
23. Кулида Е.Л. Метод реализации тренировочных упражнений в компьютерном тренажерном комплексе // Проблемы управления. 2006. № 5. 69-72.
24. Погорелов В.П., Фролов А.И., Новичков А.Ю., Локшин А.В., Сокорева Н.Ю., Дозорцев В.М. Российская тренажерная платформа DeltaSim: история создания, характеристики, преимущества // Автоматизация в промышленности. 2022. № 9.
25. Marcano L. et al. Using the concept of data enclosing tunnel as an online feedback tool for simulator training // Proc. 59th Conf. Simulation and Modelling, 2018, Oslo, Norway. Linköping Electronic Conference Proceedings. Vol. 153(19). Pp. 132–139.
26. Marcano L. A methodology for building a data-enclosing tunnel for automated online-feedback in simulator Training // Computers and Chemical Engineering. 2020. Vol. 132. 106621.
27. Cicek K. A practical training assessment methodology for engine room simulator trainings // 13<sup>th</sup> Intern. Conf. Engine Room Simulators, 2017. Odessa, Ukraine. Pp. 129–135.
28. Saaty T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures // Journ. Mathematical Psychology. 1977. Vol. 15(3). Pp. 234–281.
29. Manca D. et al. Procedure for Automated Assessment of Industrial Operators // Chemical Engineering. 2014. Vol. 36. Pp. 391–396.
30. Дозорцев В.М., Обознов А.А. и др. Формирование у операторов концептуального понимания технологического объекта: актуальная задача и объективный результат компьютерного тренинга // Автоматизация в промышленности. 2014. № 12. С. 13–19.
31. Дозорцев В.М., Миронова А.С. К использованию характеристик структурного знания для оценки переноса в тренинге операторов технологических процессов / В кн.: Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики, вып. 9. С. 117–162. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2020.
32. Schvaneveldt R. PathFinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization. – N. J.: ABLEX Publishing Corporation, 1990.

**Dozortsev V.M.** The future of computer-based operator training: from individual skills development to competence management

*The paper reviews the evolution and the status quo of operator training simulators. It describes the current trends of simulator-making with the focus on operator feedback provided in terms of automatic evaluation of operator activities and competences. The available approaches to rating development are examined, their merits and drawbacks are discussed.*

*Keywords: computer-based training simulators, normative and narrative methods of operator performance evaluation.*