***Автоматизация в промышленности 2022. №07***
***www.avtprom.ru***

DOI: 10.25728/avtprom.2022.07.04

*Л.В. Массель, А.Г. Массель, Н.И. Щукин, А.Р. Цыбиков,*
*А.С. Лосев (Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН)*

**Построение цифровых двойников ветровой и солнечной электростанций на основе Онтологического подхода**

*Рассматриваются актуальные вопросы разработки цифровых двойников объектов солнечной и ветровой энергетики. Описан онтологический подход, который авторы развивают и используют при проектировании и разработке цифровых двойников. Приводятся адаптированные этапы онтологического инжиниринга, примеры фрагментов онтологического пространства знаний в области возобновляемой энергетики и онтология задач цифрового двойника фотоэлектрической системы. Отдельное внимание уделяется анализу современных технологий визуализации и возможности их применения при разработке цифровых двойников1.*

*Ключевые слова: цифровые двойники, онтологический инжиниринг, визуализация, возобновляемые источники энергии.*

***Массель Людмила Васильевна*** *– д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник, зав. отделом систем искусственного интеллекта в энергетике,*
***Массель Алексей Геннадьевич*** *– канд. техн. наук, старший научный сотрудник,*
***Щукин Никита Игоревич*** *– инженер-исследователь,*
***Цыбиков Алексей Ринчинович*** *- инженер-исследователь,*
***Лосев Алексей Сергеевич*** *– инженер-исследователь Института систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН.*

**Список литературы**

*1.* Renewable capacity highlights. 2022. (Отчет международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) за 2021 г.). https://www.irena.org
*2. Gavrilova T., Laird D.* In Industrial Application of Semantic Web (Eds. Brammer M. and Terzyan V.), Springer, 61 (2005)
*3. Боровков А. И., Рябов Ю.А.* Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Цифровая трансформация экономики и промышленности: Тр. научно-практической конф. 2019. СПбПУ Петра Великого. – С. 234-245.
*4. Оганесян Э.В., Бекиров Э.А., Асанов М.М.* Математическая модель для определения параметров работы ветроэнергетический установки // Строительство и техногенная безопасность. – 2016. – №3 (55). – С. 82-86.
*5. Карамов Д.Н., Наумов И.В.* Моделирование солнечной электростанции с учётом изменения параметров окружающей среды // Электрические станции. – 2020. – №1. – С. 21-28
*6. Массель А.Г., Щукин Н.И., Цыбиков А.Р.* Разработка ЦД солнечной электростанции с использованием технологии BigData. Тр. международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии - 2021». – Таганрог: Изд-во Ступина С.А., 2021. С. 598-605.
*7. Массель Л.В., Массель А.Г., Щукин Н.И., Цыбиков А.Р.* Разработка цифрового двойника ветровой электростанции: постановка задачи и проектирование // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 1 (25). – С. 79-90.
*8.* ПНСТ 428-2020. Умное производство. Двойники цифровые производства. Элементы визуализации цифровых двойников производства 6 с.
*9. Lutters, E.; Damgrave, R.* The development of Pilot Production Environments based on Digital Twins and Virtual Dashboards // Procedia CIRP. 2019, 84, 94–99.

*10. Kychkin, A.; Deryabin, A.; Vikentyeva, O.; Shestakova, L.* Architecture of compressor equipment monitoring and control cyber-physical system based on influxdata platform // Int Conf Ind Eng Appl Manuf ICIEAM. 2019.
*11. Eastman, C.; Teicholz, P.; Sacks, R.; Liston, K.* BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2nd Edition - Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, et al. 2011, 490.
*12. Deng M.; Menassa C.C., Kamat V.R.* From BIM to digital twins: a systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry // Journal of Information Technology in Construction. 2021. Vol 26. pp. 58-83.
*13. Dembski F., Wössner U., Letzgus M., Ruddat M., Yamu C.* Urban Digital Twins for Smart Cities and Citizens: The Case Study of Herrenberg, Germany. Sustain. 2020, Vol. 12, Pp. 2307 2020, 12, 2307.
*14. Lee J.-H., Lee Y.* The Effectiveness of Virtual Reality Simulation on the Qualitative Analysis of Lighting Design // Digit Landsc Archit 195–202, doi:10.14627/537705016.

**Massel' L.V., Massel' A.G., Shchukin N.I., Tsybikov A.R., Losev A.S.** Building digital twins of wind and solar power plants on the basis of ontological approach

*Topical questions of digital twin development for solar and wind power industries are examined. The authors describe an ontological approach, which they develop and apply in the design and implementation of digital twins. The paper outlines the adapted phases of ontological engineering, cites examples of ontological knowledge space fragments, and provides the ontology of tasks for a digital twin of a photoelectric system. Special attention is paid to the analysis of present-day visualization technologies and their possible application in digital twin development*

*Keywords: digital twins, ontological engineering, visualization, renewable energy sources.*