

С.Д. Фарунцев (ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»)

От цифрового двойника к системам интеллектуального управления.

Синтез гибридной модели управления теплотехническими объектами установок подготовки нефти

Предложено рассмотреть и актуализировать роль концепции цифровых двойников в процессах построения систем мониторинга, оперативной диагностики, «интеллектуального» управления объектами установок подготовки нефти нефтегазовых месторождений. В качестве базисного метода построения цифрового двойника для целей управления предлагается принять подход синтеза гибридной аналитико-экспериментальной модели. Описана методология формирования и идентификации параметров статических и динамических моделей теплотехнических объектов с применением математического принципа ячеечного моделирования. На примере промышленного подогревателя нефтяной эмульсии ПП,б описаны способы разработки модели, идентификации её параметров и построения системы усовершенствованного управления данным объектом с применением широтно-импульсной модуляции управляющего сигнала.

Ключевые слова: цифровой двойник, гибридная модель, теплотехнические объекты управления, математическая ячейная модель, подогреватель нефтяной эмульсии, система усовершенствованного управления, искусственная нейронная сеть, широтно-импульсная модуляция.

Фарунцев Сергей Дмитриевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизация и робототехника», ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет».

Список литературы

1. Rasheed A., San O., Kvamsdal T. Digital Twin: Values, Challenges and Enablers from a Modeling Perspective. IEEE Access. 2020. V. 8. Pp. 21980-22012.
2. Digital twins: The art of the possible in product development and beyond. 2022. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/digital-twins-the-art-of-the-possible-in-product-development-and-beyond>
3. AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What's the Difference? 2020. <https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>
4. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2016. – Pp. 770–778.
5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справ. / под общ. ред. Э. Клименко, В.М. Зорина; М.: МЭИ, 2004. – 632 с.
6. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Ч. 2. Ключевые технологии цифровых двойников. Типы моделирования физического объекта // Автоматизация в промышленности. – 2020. – №11. – С. 3–10.
7. Торгашев А.Ю. Моделирование динамики и исследование оптимального функционирования теплообменного технологического процесса // Информатика и системы управления. –2011. – №2(28).– С. 86–93.
8. Mizonov V.E., Yelin N.N., Yakimichev P.V. A Cell Model to Describe and Optimize Heat and Mass Transfer in Contact Heat Exchanger // Energy and Power Engineering. – 2011. – Vol. 3. – Pp.144–149.
9. Хамухин А.А. Ячеечная модель устройства для решения дифференциальных уравнений в частных производных // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – Т. 316, № 5. – С. 63–67.
10. Faruntsev S.D. Method for Creation of Cell Models and Universal Tool for the Development of Mathematical Models of Dynamics Used to Perform Smart Control of Oil Production Facilities // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1546. – P. 012012.

Faruntsev S.D. From digital twin to intelligent control systems. Synthesis of a hybrid control model for thermal facilities of crude oil heating units

The paper suggests to examine and update the role of digital twin concept in the design monitoring, on-line diagnosis, and intelligent control of thermal facilities of crude oil heating units at oil and gas fields. The synthesis of a hybrid analytical and experimental model is offered as the basic digital twin design method. The methodology of development and identification of static and dynamic model parameters of thermal facilities with the help of network modeling is described. With the example of PPI,6 industrial crude emulsion heater, the paper describes the methods for model development, parameter identification, and advanced process control design with the help of pulse-duration modulation of the control signal.

Keywords: digital twin, hybrid model, thermal control objects, network mathematical model, crude emulsion heater, advanced process control system, artificial neural network, pulse-duration modulation.