

Формирование требований к технологическим параметрам серийного производства на основе нейросетевого подхода

Л. Н. Ясницкий^{1,2*}, М. А. Голдобин^{3,4}

¹Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермь, Россия

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

³Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

⁴АО «ОДК-Пермские моторы», Пермь, Россия

*yasn@psu.ru

Аннотация. В настоящее время нейросетевые методы и технологии довольно широко используются на производственных предприятиях для обнаружения, классификации, устранения и выявления причин возникновения брака, прогнозирования качества и свойств получаемых изделий, подбора оптимальных параметров производственно-технологических процессов, выявления и исследования их закономерностей. Однако остается не решенной важная задача определения таких диапазонов значений технологических параметров, при которых вероятность возникновения брака сводится к минимуму. В недостаточной степени развиты подходы к применению нейронных сетей для ликвидации нештатных ситуаций либо уменьшения их нежелательных последствий путем оперативного изменения параметров производственно-технологических процессов. В статье представлен подход к созданию и применению программного комплекса на основе нейросетевого подхода, предназначенного для разработки технологических параметров серийного производства. Описание особенностей построения и применения комплекса дается на примере производства литейных керамических стержней, предназначенных для изготовления лопаток газотурбинных двигателей, которые характеризуются значительной долей брака и повышенными требованиями к качеству изделий. С использованием разработанного комплекса методом сценарного прогнозирования проводится серия компьютерных экспериментов, позволяющих выявить закономерности моделируемого процесса и установить диапазоны значений технологических параметров, обеспечивающих сведение вероятности возникновения брака к минимуму. Моделируются нештатные ситуации, такие как выход из строя компрессора, что сопровождается падением давления прессования изделий и, как следствие, повышением вероятности возникновения брака. Разработанный комплекс открывает возможности проводить восстановление компрессора и оперативную перенастройку технологических параметров без приостановки производства, уменьшая вызванный нештатной ситуацией возросший процент брака.

Ключевые слова: программный комплекс, нейронная сеть, вычислительный эксперимент, регламент, нештатная ситуация, сырьевой материал

Для цитирования: Ясницкий Л. Н., Голдобин М. А. Формирование требований к технологическим параметрам серийного производства на основе нейросетевого подхода // Прикладная информатика. 2025. Т. 20. № 3. С. 85–100. DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-3-85-100

Formation of requirements for the technological parameters of mass production based on a neural network approach

L. Yasnitsky^{1,2*}, M. Goldobin^{3,4}

¹National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia

²Perm State National Research University, Perm, Russia

³Perm State Humanitarian and Pedagogical University, Perm, Russia

⁴JSC "UEC-Perm Motors", Perm, Russia

*yasn@psu.ru

Abstract. Currently, artificial intelligence methods are widely used in the practice of serial production enterprises. They are used to detect defects, classify and eliminate them, identify the causes of defects, predict the quality and properties of the resulting product, select optimal parameters of the production process, and identify and study its patterns. However, outside the field of research remains an important task from a practical point of view, the task of determining regulations for production parameters, i. e. the task of determining such ranges of values of these parameters, in which the probability of defects is minimal. In addition, there are no reports in the literature on the use of neural networks to eliminate or reduce the undesirable consequences of abnormal situations due to the prompt change of technological production parameters. The purpose of this article is to eliminate these gaps. This article shows the possibilities of solving these two important production problems using the example of serial production of casting ceramic rods intended for the manufacture of blades for gas turbine engines. This production is characterized by increased requirements for product quality, so the percentage of rejected products is especially high here and the problem of combating defects is especially relevant. The article describes the creation of neural network models of the production process, which are combined using the user interface into a single software package. Using this software package, a series of virtual computer experiments are performed using the scenario forecasting method, which made it possible to identify important patterns in the modeled process and, based on them, obtain and justify regulations for process parameters that ensure a minimum probability of defects. Further, using the same software package, emergency situations are modeled, for example, compressor failure, which is accompanied by a drop in the pressing pressure of the product and, as a consequence, an increase in the probability of defects. The article shows that using the developed software package, while the compressor is being repaired, without stopping the production process, it is possible to quickly reduce the increased percentage of defects caused by an emergency situation by changing only the process parameters. The methods for determining regulations and eliminating or reducing the undesirable consequences of emergency situations proposed in the article can be applied to other production processes.

Keywords: software package, neural network, computational experiment, regulations, emergency situation, raw material

For citation: Yasnitsky L., Goldobin M. Formation of requirements for the technological parameters of mass production based on a neural network approach. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2025, vol.20, no.3, pp.85-100 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-3-85-100