

DOI: 10.37791/2687-0649-2026-21-2-5-26

EDN: UYUMZO

Научная статья

ВАК 5.2.2

ГРНТИ 06.39.21, 06.35.51

УДК 004.032.26:658.5

Ансамблевая нейросетевая модель для планирования производственных программ в условиях нестабильности факторов внешней и внутренней среды

В. С. Минин¹, Е. А. Кириллова^{2}, М. В. Черновалова², Н. Н. Прокимнов³*

¹ООО «ВИСОМ», Смоленск, Россия

²Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия

³Университет «Синергия», Москва, Россия

**kirillova.el.al@yandex.ru*

Аннотация. Предложена модель прогнозирования отклонений факторов внешней и внутренней среды промышленного предприятия от плановых значений, выполненная на основе ансамбля искусственных нейронных сетей. Повышение точности таких прогнозов представляет собой актуальную исследовательскую задачу, так как точность играет ключевую роль при разработке производственных программ предприятий, позволяя обоснованно выстраивать конкурентные стратегии взаимоотношений с поставщиками и потребителями. На точность прогнозов существенно влияет нестабильность факторов внутренней среды (данных, непосредственно характеризующих производственные процессы с точки зрения их воздействия на объемы выпуска и качество продукции) и внешней среды (объем спроса, сроки поставки, качество комплектующих и сырья). Под нестабильностью в постановке задачи исследования понималась не сама изменчивость значений факторов, а флуктуации их обобщенных характеристик, относящихся ко всему набору данных. К таким характеристикам относятся нерегулярность поступления данных и наличие аномалий в них. Новизну результатов исследования составляет предложенная структура нейросетевой модели прогнозирования отклонений факторов внешней и внутренней среды от плановых показателей в условиях нерегулярности поступления информации и наличия аномалий в данных, а также алгоритм ее применения. В основе модели лежит ансамбль из трех нейросетевых подмоделей, построенных на архитектурах сверточных и рекуррентных нейронных сетей, составляющих прогнозы факторов внутренней среды и внешней среды (с учетом декомпозиции на микро- и макросреду) предприятия. Взаимовлияние нестабильности указанных факторов учитывается в модели за счет применения на ее выходе сети долгой краткосрочной памяти для агрегации результатов работы подмоделей при получении итогового прогноза. Результаты проведенного модельного эксперимента показали, что учет нестабильности факторов внешней и внутренней среды позволяет повысить точность прогноза их отклонений от плановых значений.

Ключевые слова: производственное планирование, прогнозирование временных рядов, искусственные нейронные сети, ансамбли нейронных сетей

Для цитирования: Минин В. С., Кириллова Е. А., Черновалова М. В., Прокимнов Н. Н. Ансамблевая нейросетевая модель для планирования производственных программ в условиях нестабильности факторов внешней и внутренней среды // Прикладная информатика. 2026. Т. 21. № 2. С. 5–26. DOI: 10.37791/2687-0649-2026-21-2-5-26.

© Минин В. С., Кириллова Е. А., Черновалова М. В., Прокимнов Н. Н., 2026.

An ensemble neural network model for planning production programs under conditions of instability of external and internal environmental factors

V. Minin¹, E. Kirillova^{2*}, M. Chernovalova², N. Prokimnov³

¹VISOM LLC, Smolensk, Russia

²Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

³Synergy University, Moscow, Russia

*kirillova.el.al@yandex.ru

Abstract. A model for forecasting deviations of external and internal environmental factors at an industrial enterprise from planned values is proposed. This model is based on an ensemble of artificial neural networks. Improving the accuracy of such forecasts is a pressing research challenge, as accuracy plays a key role in developing enterprise production programs, enabling the sound development of competitive strategies for relationships with suppliers and customers. Forecast accuracy is significantly affected by instability in internal environmental factors (data directly characterizing production processes in terms of their impact on output volumes and product quality) and external factors (demand volume, delivery times, and the quality of components and raw materials). In the research problem statement, instability was understood not as the variability of factor values per se, but as fluctuations in their generalized characteristics relating to the entire data set. Such characteristics include irregular data receipt and the presence of anomalies in them. The novelty of the research results lies in the proposed structure of the neural network model for forecasting deviations of external and internal environmental factors from planned indicators in the face of irregular data receipt and the presence of anomalies in the data, as well as the algorithm for its application. The model is based on an ensemble of three neural network submodels built on convolutional and recurrent neural network architectures that forecast factors in the internal and external environments (taking into account decomposition into micro and macro environments) of the enterprise. The mutual influence of the instability of these factors is taken into account in the model by using a long short-term memory network at its output to aggregate the results of the submodels to produce the final forecast. The results of the model experiment showed that taking into account the instability of factors allows for increased accuracy in forecasting deviations of external and internal environmental factors from planned values.

Keywords: production planning, time series forecasting, artificial neural networks, neural network ensembles

For citation: Minin, V., Kirillova, E., Chernovalova, M., & Prokimnov, N. (2026). An ensemble neural network model for planning production programs under conditions of instability of external and internal environmental factors. *Journal of Applied Informatics*, 21(2), 5–26. <https://doi.org/10.37791/2687-0649-2026-21-2-5-26>

© Minin V., Kirillova E., Chernovalova M., Prokimnov N., 2026.