

### **Формирование среднесрочных помесечных прогнозов цен на сырье на основе экспертной и количественной информации**

*Рассматривается задача формирования прогнозов цен на сырье на год вперед с помесечным разбиением. Такие прогнозы являются необходимым элементом формирования планов промышленного предприятия. Однако неопределенность прогноза, вызываемая событиями внешней среды, возрастает по мере увеличения горизонта. Для уменьшения этой неопределенности предложена гибридная модель формирования и коррекции помесечного прогноза цен на год вперед. Предлагаемая модель, помимо прогнозируемых показателей и оказывающих влияние на прогноз временных рядов цен, использует информацию, полученную путем обработки экспертных суждений когнитивной картой ситуации. Модель прогнозирования основана на использовании ансамблей многомерных цифровых моделей временных рядов, при формировании которых учитывается сила влияния ключевых факторов, оцениваемая на основе экспертной информации. Для коррекции прогнозируемого показателя на горизонте прогноза разработан алгоритм, основанный на сигналах ситуационного и цифрового мониторинга. Процесс коррекции прогноза на горизонте прогнозирования продемонстрирован на примере прогнозирования цен на черный лом на 2019 г. по сигналам ситуационного и цифрового мониторинга.*

*Ключевые слова: среднесрочный прогноз, мониторинг ситуации, нечеткие когнитивные карты, анализ временных рядов цен.*

*Авдеева Зинаида Константиновна – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,  
Гребенюк Елена Алексеевна – д-р техн. наук, главный научный сотрудник,  
Коврига Светлана Вадимовна – научный сотрудник ИПУ РАН.*

### **Список литературы**

1. Kannegiesser M., Günther H.-O., P. van Beek, Grunow M., Habla, C. Value chain management for commodities: a case study from the chemical industry // OR Spectrum, 2009. 31: 63–93.
2. Dooley G., Lenihan H. An Assessment of time series methods in metal price forecasting // Resources Policy, 2005. 30(3): 208–217.
3. Taylor S.J. Forecasting market prices // International Journal of Forecasting, 1988. 4(3): 421–426.
4. Perera H.N., Hurley J., Fahimnia B., and Reisi M. The human factor in supply chain forecasting: A systematic review // European Journal of Operational Research, 2019. 274 (2): 574–600.
5. Tang L., Zhang C., Li L., Wang S. A multi-scale method for forecasting oil price with multi-factor search engine data // Applied Energy, 2020. 257, 114033.
6. Zhang X., Yu L., Wang S., Lai K.K. Estimating the impact of extreme events on crude oil price: An EMD-based event analysis method // Energy Economics, 2009. 31(5):768–778.
7. Dickerson J.A., Kosko B. Virtual worlds as fuzzy cognitive maps // Teleoperators & Virtual Environments, 1994. 3(2): 173–189.
8. Авдеева З.К., Коврига С.В. Подход к постановке задач управления на когнитивной модели ситуации для стратегического мониторинга // Управление большими системами. 2016. № 59. С. 120–146.
9. Büyükköçkan G., Feyzioglu O., and Vardaloglu Z. Analyzing CPFR Supporting Factors with Fuzzy Cognitive Map Approach // In: Proc. of 2009 International Conference on Computers & Industrial Engineering. 2009.
10. Алеева Е.А., Волкова И.И. Использование нечетких когнитивных карт при разработке экспериментальной модели автоматизации производственного учета материальных потоков // Экономика промышленности, 2019. 12(1): 97–106.

11. Перспективные технологии для авиационной промышленности: Аналитический обзор. – М.: Наука, 2017. 463 с.
12. Hogarth R.M., Makridakis S. Forecasting and planning: an evaluation // Management science, 1981. 27(2): 115-138.
13. Avdeeva Z.K., Grebenyuk E.A., Kovriga S.V. The Technology of the Strategic Goal-Setting and Monitoring of a Manufacturing System Development on the Basis of Cognitive Mapping. Chapter 3 in Manufacturing Systems: Recent Progress and Future Directions, edited by M.A. Mellal. New York: Nova Science Publishers.
14. Гребенюк Е.А. Алгоритмы обнаружения изменений свойств нестационарных процессов в режиме мониторинга // Труды 14-й Международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем" (MLSD-2021). М.: ИПУ РАН, 2021. С. 738-746 .
15. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике: [учеб.-метод. пособие для вузов по специальности 080601 "Статистика" и др. междисциплинар. специальностям: пер. с англ.]. Корреляция. 2008.
16. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 480 с.

**Avdeeva Z.K., Grebenyuk E.A., Kovriga S.V.** Developing medium-term monthly forecasts of feedstock prices based on expert and quantitative information

*The development of a yearly feedstock price forecast with monthly breakdown is discussed. Such forecasts are a necessary element of industrial enterprise planning activity. However, the forecast uncertainty caused by external factors grows with the planning horizon extension. To reduce the uncertainty, the paper offers a hybrid model for monthly development and update of the annual price forecast. Along with the indicators predicted and the prices affecting the time series forecast, the proposed model allows for the information obtained from expert judgement processing by means of the cognitive map of the situation. The predictive model uses the ensembles of multi-dimensional time series models, which allow for the intensity of the influence of the key factors estimated on the basis of expert information. For correcting the predicted index at the prediction horizon an algorithm was developed based on the signals of situational and digital monitoring. The process of forecast update at the prediction horizon is illustrated by the example of ferrous scrap price prediction for 2019 based on situational and digital monitoring signals.*

*Keywords: medium-term forecast, situation monitoring, fuzzy cognitive maps, analysis of price time series.*