

Интеллектуальная модель управления рисками нарушения характеристик электромеханических устройств в многостадийной системе переработки рудного сырья

А. Ю. Пучков^{1*}, М. И. Дли^{1,2}, Н. Н. Прокимнов², А. М. Соколов¹

¹Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия,

²Университет «Синергия», Москва, Россия

*putchkov63@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по разработке структуры интеллектуальной модели управления рисками нарушения характеристик электромеханических устройств в многостадийной системе переработки рудного сырья. Такие устройства задействованы на всех циклах технологического процесса, поэтому оценка указанного риска для них является актуальной задачей. Предложен метод оценки рисков, в основе которых лежит оценка времени полезного использования оборудования, выполняемого на основе прогноза характеристик глубокой рекуррентной нейронной сетью с дальнейшим обобщением получаемых результатов оценки в блоке нечеткого вывода. Применялись рекуррентные нейронные сети с долгой краткосрочной памятью, являющиеся одним из самых мощных аппаратов решения задач регрессии временных рядов, в том числе прогнозирования их значений на длительные интервалы. Применение глубоких нейронных сетей для прогноза характеристик электромеханических устройств позволило получить высокую точность прогноза, что, в свою очередь, позволило применить относительно менее точный рекуррентный метод наименьших квадратов для итерационного процесса оценки времени полезного использования оборудования. Такой подход дал возможность построить вычислительный процесс оценки с постоянным ее уточнением по мере поступления новых результатов измерений характеристик электромеханических устройств. Представлены результаты модельного эксперимента с программной реализацией предложенного метода, выполненной в среде MatLab 2021a, которые показали согласованность работы программных модулей и получение результата оценки риска, согласующегося с предполагаемой динамикой его изменения.

Ключевые слова: оценка риска, методы искусственного интеллекта, переработка мелкодисперсного рудного сырья

Для цитирования: Пучков А.Ю., Дли М.И., Прокимнов Н.Н., Соколов А.М. Интеллектуальная модель управления рисками нарушения характеристик электромеханических устройств в многостадийной системе переработки рудного сырья // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 1. С. 22–36. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-1-22-36

An intelligent model for managing the risks of violation of the characteristics of electromechanical devices in a multi-stage system for processing ore raw materials

A. Puchkov^{1*}, M. Dli^{1,2}, N. Prokimnov², A. Sokolov¹

¹Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

²Synergy University, Moscow, Russia

*putchkov63@mail.ru

Abstract. The results of studies on the development of the structure of an intelligent model for managing the risks of violation of the characteristics of electromechanical devices in a multi-stage system for processing ore raw materials are presented. Such devices are involved in all cycles of the technological process, so the assessment of this risk for them is an urgent task. A method for assessing such risks is proposed, which is based on the assessment of the useful life of equipment, performed on the basis of the prediction of characteristics by a deep recurrent neural network, with further generalization of the results of such an assessment in a fuzzy inference block. Recurrent neural networks with long short-term memory were used, which are one of the most powerful tools for solving time series regression problems, including predicting their values for long intervals. The use of deep neural networks to predict the characteristics of electromechanical devices made it possible to obtain a high prediction accuracy, which made it possible to apply a relatively less accurate recurrent least squares method for the iterative process of estimating the useful life of equipment. This approach made it possible to build a computational evaluation process with its constant refinement as new results of measurements of the characteristics of electromechanical devices become available. The results of a model experiment with a software implementation of the proposed method, performed in the MatLab 2021a environment, are presented, which showed the consistency of the program modules and obtaining a risk assessment result that is consistent with the expected dynamics of its change.

Keywords: risk assessment, artificial intelligence methods, processing of fine ore raw materials

For citation: Puchkov A., Dli M., Prokimnov N., Sokolov A. An intelligent model for managing the risks of violation of the characteristics of electromechanical devices in a multi-stage system for processing ore raw materials. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.1, pp.22-36 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-1-22-36

Введение

Оценка рисков, связанных с функционированием сложных, высокоответственных и масштабных технологических систем, является необходимым элементом комплекса работ, выполняемых на всех этапах их жизненного цикла – начиная от предварительных расчетов надежности во время

проектирования и заканчивая оценками остаточного ресурса в процессе эксплуатации.

В соответствии с концепцией технического обслуживания GFМAM (Global forum on maintenance and asset management) для него выделяют четыре основные стратегии [1]:

- реактивное техническое обслуживание включает в себя обработку сбоев после их возникновения – эта стратегия может