

# The use of coevolutionary algorithms for optimizing the operating regimes of the roasting conveyor machine

V. Borisov<sup>1</sup>, O. Bulygina<sup>1\*</sup>, E. Vereikina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

<sup>2</sup>National Research University "MPEI", Moscow, Russia

baguzova\_ov@mail.ru

**Abstract.** In modern conditions of constant growth in prices for fuel and energy resources, the problem of increasing the energy and resource efficiency of technological processes of industrial enterprises has acquired particular relevance. It is especially acute for energy-intensive industries, which include high-temperature processing of mining and chemical raw materials. To reduce the energy intensity of complex chemical-technological processes, it is proposed to use the possibilities of computer simulation, for example, to optimize the operating regimes of existing equipment. The article has considered the scientific and practical problem of optimizing the charge heating regimes in various zones of the roasting conveyor machine used to produce phosphorite pellets from apatite-nepheline ore waste stored in dumps of mining and processing plants. The specifics of the optimization task (nonlinearity of the objective function, large dimension of the search space, high computational complexity) are significant limitations for the use of traditional deterministic search methods. It led to the choice of population algorithms, which are based on modeling the collective behavior and are distinguished by the possibility of simultaneous processing of several options. The cuckoo search algorithm, which is distinguished by a small number of "free" parameters that affect the convergence, was used to solve the stated optimization task. To select the optimal values of these parameters, it was proposed to use the idea of coevolution, which consists in the parallel launch of several versions of the selected algorithm with different "settings" for each subpopulation. The management of the chemical-technological system for the processing of apatite-nepheline ore waste, taking into account the basis of the results obtained, will minimize the amount of return and ensure an energy-saving operating regime of the roasting conveyor machine.

**Keywords:** energy and resource efficiency, phosphorite pellets, roasting conveyor machine, temperature regime, cuckoo search algorithm, coevolution, fuzzy logic

**For citation:** Borisov V., Bulygina O., Vereikina E. The use of coevolutionary algorithms for optimizing the operating regimes of the roasting conveyor machine. *Prikladnaya informatika=Journal of Applied Informatics*, 2023, vol.18, no.3, pp.52-60. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3-52-60

# Применение коэволюционных алгоритмов для оптимизации режимов функционирования обжиговой конвейерной машины

В. В. Борисов<sup>1</sup>, О. В. Булыгина<sup>1\*</sup>, Е. К. Верейкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

<sup>\*</sup>baguzova\_ov@mail.ru

**Аннотация.** В современных условиях постоянного роста цен на топливно-энергетические ресурсы особую актуальность приобрела проблема повышения энергоресурсоэффективности технологических процессов промышленного предприятия. Особенно остро она стоит перед энергоемкими производствами, к которым относится высокотемпературная обработка горно-химического сырья. Для снижения энергоемкости сложных химико-технологических процессов предлагается воспользоваться возможностями компьютерного моделирования, например, для оптимизации режимов функционирования существующего оборудования. В качестве примера была рассмотрена научно-практическая задача оптимизации режимов нагрева шихты в различных зонах обжиговой конвейерной машины, используемой для производства фосфоритовых окатышей из отходов апатит-нефелиновых руд, хранящихся в отвалах горно-обогатительных комбинатов. Специфика поставленной оптимизационной задачи (нелинейность целевой функции, большая размерность поискового пространства, высокая вычислительная сложность) существенно ограничила возможности применения традиционных методов детерминированного поиска. Это обуславливает выбор популяционных алгоритмов, которые основаны на биоинспирированном подходе к моделированию коллективного поведения и отличаются возможностью одновременной обработки нескольких вариантов. Для решения поставленной оптимизационной задачи использовался алгоритм кукушкиного поиска, отличающийся небольшим числом «свободных» параметров, влияющих на его сходимость. Для выбора оптимальных значений этих параметров предложено воспользоваться идеей коэволюции, заключающейся в параллельном запуске нескольких версий выбранного алгоритма с различными «настройками» для каждой подпопуляции. Управление химико-технологической системой переработки отходов апатит-нефелиновых руд с учетом полученных результатов позволит минимизировать количество возврата и обеспечить энергоресурсосберегающий режим функционирования обжиговой конвейерной машины.

**Ключевые слова:** энергоресурсоэффективность, фосфоритовые окатыши, обжиговая конвейерная машина, температурный режим, алгоритм кукушкиного поиска, коэволюция, нечеткая логика

**Для цитирования:** Борисов В.В., Булыгина О.В., Верейкина Е.К. The use of coevolutionary algorithms for optimizing the operating regimes of the roasting conveyor machine // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 3. С. 52–60. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3-52-60

## Introduction

In recent years, energy and resource saving has been one of the key directions of the national scientific and technical policy of the Russian Federation. It is believed that the rational use of fuel and energy resources and the introduction

of energy-saving technologies should create additional opportunities for sustainable industrial development on the one hand and on the other hand to reduce the technogenic burden on the environment [1].

The most acute tasks of creating and successfully implementing efficient energy-