

Использование алгоритмов роевого интеллекта для определения состава мультипроекта

О.В. Булыгина^{1}, Д.Д. Ярцев², А.В. Зедаина¹, О.В. Леднева³*

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

²Росинформагротех, Московская область, Россия

³Университет «Синергия», Москва, Россия

*baguzova_ov@mail.ru

Аннотация. Одним из перспективных способов снижения зависимости отечественной промышленности от поставок критически важных товаров, комплектующих и сырья, необходимых для построения и эффективного функционирования многостадийных производственно-технологических цепочек, является активизация процессов по их импортозамещению, в том числе с помощью различных мер государственной поддержки. Однако критическая потребность в обширнейшем перечне продукции приводит к необходимости проведения отбора наиболее «перспективных» проектов для включения в программно-целевые документы с использованием набора критериев (порой даже нефинансового характера). В результате возникает актуальная научно-практическая задача разработки подходов к формированию мультипроектов (совокупности проектов), которые могут претендовать на государственную поддержку в рамках различных программ снижения импортозависимости и преодоления технологического отставания российской промышленности, на основе применения современных экономико-математических методов. В приложении к поставленной задаче мультипроект можно представить в виде «набора» (множество несвязанных проектов), «цепи» (жесткая последовательность проектов) или «сети» (проекты со сложными логико-временными взаимосвязями). Специфика каждого из указанных видов определяет условия и накладывает ограничения на процесс отбора компонентов для включения в их составы, который заключается в поиске наилучшей комбинации проектов и/или программ, т. е. сводится к задаче условной многомерной оптимизации. В условиях отсутствия требования нахождения «строго оптимального» состава можно воспользоваться метаэвристическими методами, которые способны находить близкие к таковым решения за «приемлемое» время. Среди них наиболее масштабным и известным классом представляются алгоритмы роевого интеллекта, базирующиеся на принципах коллективного поведения популяции живых организмов. В данной статье предлагается для формирования состава мультипроектов воспользоваться алгоритмами, вдохновленными коллективным поведением стаи волков (Grey Wolf Optimizer) и косяка рыб (Fish School Search) для удовлетворения своих пищевых потребностей. Для повышения эффективности их использования при решении задачи поиска наилучшего состава «набора» и «сети» проектов была предложена их гибридизация с методами нечеткой логики (в частности, нечеткой кластеризацией и нечетко-логическим выводом).

Ключевые слова: многомерная оптимизация, роевый интеллект, мультипроект, Grey Wolf Optimizer, Fish School Search, нечеткая логика

Для цитирования: Булыгина О.В., Ярцев Д.Д., Зедаина А.В., Леднева О.В. Использование алгоритмов роевого интеллекта для определения состава мультипроекта // Прикладная информатика. 2024. Т. 19. № 6. С. 44–58. DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-6-44-58

Using swarm intelligence algorithms to determine the composition of a multi-project

O. Bulygina^{1*}, D. Yartsev², A. Zedaina¹, O. Ledneva³

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

²Rosinformagrotech, Moscow region, Russia

³Synergy University, Moscow, Russia

*baguzova_ov@mail.ru

Abstract. One of the promising ways to reduce the dependence of domestic industry on the supply of critical goods, components and raw materials necessary for the construction and effective functioning of multi-stage production and technological chains is to intensify processes for their import substitution, including through various measures of state support. However, the critical need for a wide range of products requires the selection of the most “promising” projects for inclusion in program-target documents using a set of criteria (sometimes even non-financial). As a result, there arises an urgent scientific and practical task of developing approaches to the formation of multi-projects (a set of projects) that can qualify for state support under various programs to reduce import dependence and overcome the technological backwardness of Russian industry, based on the use of modern economic and mathematical methods. In the application to this task, a multi-project can be represented as a “set” (unrelated projects), a “chain” (rigid sequence of projects) or a “network” (projects with complex logical-temporal interrelations). The specifics of each type determine the conditions and impose restrictions on the processes of selecting components for inclusion in their composition, which consists of finding the best combination of projects and/or programs, i. e., it is reduced to a task of conditional multidimensional optimization. In the absence of a requirement to find a “strictly optimal” composition, one can use metaheuristic methods that are capable of finding solutions close to these in an “acceptable” time. Among them, the largest and most well-known class are swarm intelligence algorithms based on the principles of collective behavior of a population of living organisms. To form the composition of multi-projects, the article proposes to use algorithms inspired by the collective behavior of a pack of wolves (Grey Wolf Optimizer) and a school of fish (Fish School Search) to satisfy their food needs. To increase the efficiency of their use for solving the task of finding the best composition of a “set” and “network” of projects, their hybridization with fuzzy logic methods (in particular, fuzzy clustering and fuzzy-logical inference) was proposed.

Keywords: multidimensional optimization, swarm intelligence, multi-project, Grey Wolf Optimizer, Fish School Search, fuzzy logic

For citation: Bulygina O., Yartsev D., Zedaina A., Ledneva O. Using swarm intelligence algorithms to determine the composition of a multi-project. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2024, vol.19, no.6, pp.44-58. DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-6-44-58

Введение

На протяжении последнего десятилетия отечественная экономика подвергается воздействию огромного пакета блокирующих и секторальных санкций. Одной из ключевых целей такого

беспрецедентного и долгосрочного давления выступило сдерживание технологического развития нашей страны, что проявилось во введении недружественными странами запрета на экспорт в Россию обширного перечня продукции и технологий.