

УДК 004.896

## ПРИМЕНЕНИЕ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ГРУППЕ ОБЪЕКТОВ С ЦЕЛЬЮ СРАВНЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Афонин С.П., студент гр. ЦСб-221, 1 курс

Гончаров М.А., студент гр. ЦСб-221, 1 курс

Феоктистова У.С., студент гр. ЦСб-221, 1 курс

Научный руководитель: Симикина А.А., к.т.н., доцент каф. ИиАПС,  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово.

Роевой интеллект (РИ) (англ. Swarm intelligence) был введен Ван Цзином и Херардо Бени ещё в 1989 году, однако он так и не получил точного определения. Его суть заключается в использовании моделей биологических систем поведения для нахождения оптимального решения поставленной задачи. С развитием роевого интеллекта исследователи начали применять его в качестве алгоритма обработки и оптимизации высоконагруженных информационных потоков, которые появились вследствие интеграции высокоточной электроники в производственные процессы.

В процессе познания человеком окружающего мира, ему всё чаще встречались ситуации, когда группа живых организмов действовала как единая система, каждый член которой, действуя независимо от других особей, способствовал достижению оптимального результата для всей группы.

На примере природных систем были сформулированы основные принципы поведения различных видов животных, на основе которых составлены методы нахождения оптимальных состояний систем для решения аналитических задач. Исследования в данной сфере привели к формированию основных типов поведения роя частиц, повторяющих поведение своих природных аналогов при взаимодействии с их окружением.

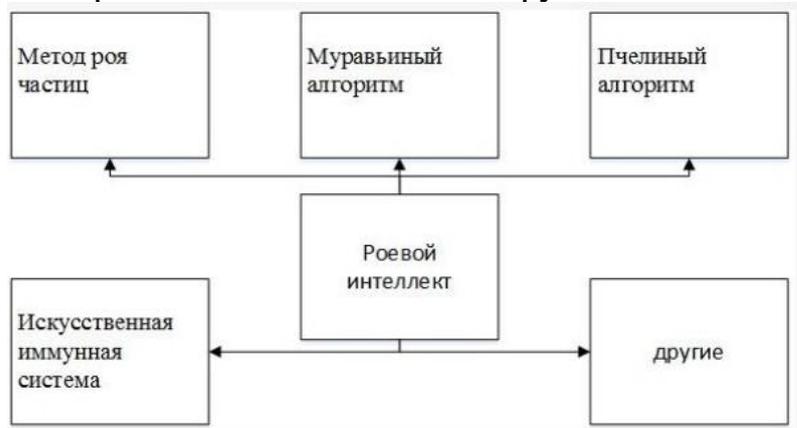


Рисунок 1 – Методы роевого интеллекта

С момента создания роевого интеллекта, исследователями выявлены основные, наиболее обширные и функциональные модели поведения роя в живой природе, которые легли в основу главных методов (рисунок 1) анализа прогнозирования и оптимизации производственных задач.

Метод роя частиц был придуман на основе поведения стаи птиц, которые, коммуницируя между собой, сохраняли оптимальную дистанцию для поддержания связи между особями и расширения области взаимодействия всей стаи для её выживания. Этот метод изначально предназначался для имитации социального поведения, однако со временем был упрощен и стал пригоден для выполнения численной оптимизации, который, на основе общего количества решений, задаёт движение частиц в центр глобального экстремума функции. Основными формулами роя частиц являются:

$$V_{i,t+1} = A_c V_{i,t} + C_p r_p (p_i - x_{i,t}) + C_g r_g (g_i - x_{i,t})$$

$$x_{i,t+1} = x_{i,t} + V_{i,t+1}$$

Где  $p_i$  — координата лучшего решения конкретной частицы,  $g_i$  — координата лучшего решения для всех частиц за эту эпоху,  $C_p$  и  $C_g$  — весовые коэффициенты (подбираются под конкретную модель),  $A_c$  — коэффициент инерции, его можно сделать зависимым от номера эпохи, тогда скорости частиц будут меняться плавно. [4]

Основными областями применения данного алгоритма являются: нахождение нескольких неизвестных параметров на выделенной области, нахождение минимального и максимального значения для заданной функции.

В горной промышленности данный алгоритм используется для настройки высокоточного оборудования и определения погрешности индивидуального измерения.

Муравьиный алгоритм основан на модели поведения колонии муравьёв, стремящихся найти кратчайшие пути от муравейника до источников ресурсов. В структуре данного решения заложен принцип того, что каждая особь во время своего движения оставляет в пространстве информацию о проложенном пути, который могут прочесть другие особи и, при прохождении этого пути, они увеличивают его значимость для всей колонии.

Данный алгоритм является одним из наиболее популярных и эффективных методов нахождения маршрутов в графах и выполнения комбинаторных задач различной сложности, а его общая формула имеет вид:

$$P_m = \begin{cases} \frac{(\tau_{km})^\alpha (\eta(r_{km}))^\beta}{\sum_{z=1, t_z=0}^l ((\tau_{kz})^\alpha (\eta(r_{kz}))^\beta)}, & t_m = 0, \\ 0, & t_m = 1. \end{cases}$$

Где:  $P_m$  – вероятность перехода в  $m$  узел,  $\tau_{km}$  – длина перехода  $km$ ,  $n(r_{km})$  – некоторая функция от веса дуги,  $\alpha$  – величина, определяющая значимость феромонов на дуге,  $\beta$  – величина, определяющая степень влияния веса дуги графа на вероятность её выбора. [3]

В горной промышленности используется для планирования оптимальной закладки коммуникаций и прокладки оптимальных путей для служебной техники.

Пчелиный алгоритм разработан на основе поведения колонии пчел при поиске нектара. Рой пчел отправляет несколько разведчиков в случайных направлениях для поиска нужного ресурса, а вернувшись, разведчики сообщают о направлении найденных на поле участках с цветами, содержащими нектар и на лучший, из предложенных вариантов, отправляются остальные особи. Для использования данного алгоритма требуется топологическая разметка используемого окружения, на основе которой будут ориентироваться в пространстве все особи роя, а основной областью применения подобного метода является оптимизация управления множеством связанных между собой параллельно работающих задач. Основные формулы данного алгоритма имеют вид:

$$X_{(i-1)c^b+kj} = N_{ij-1}^b + \text{Rnd} \cdot \text{rad}, i = 1, \dots, n^b, k = 1, \dots, c^b$$

$$X_{n^b c^b + (i-1)c^b + kj} = N_{ij-1}^g + \text{Rnd} \cdot \text{rad}, i = 1, \dots, n^g, k = 1, \dots, c^g$$

$$X_i = \text{rand}(G(X)), i = 1, \dots, n^s$$

Где:  $\text{rand}(G(X))$  – вектор равномерных величин, которые удовлетворяют ограничениям на область поиска. [1]

В горной промышленности используется для диспетчерского контроля, а также регулирования конвейерных лент в зависимости от степени загруженности промышленной установки.

Алгоритм серых волков — это алгоритм, основанный на механизме охоты серых волков в природе, где все особи делятся на иерархические типы: альфа, бета, дельта и омега. Используя принципы иерархии в стае, группа особей окружает предполагаемое место добычи и каждый её член выбирает свою позицию относительно главенствующих над ними особей, в результате чего образуется кольцо вокруг предполагаемой добычи. Основная формула модели окружения имеет вид:

$$\vec{D} = |\vec{C} * \vec{X}_p(t) - \vec{X}(t)|$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_p(t) - \vec{A} * \vec{D}$$

$$\vec{A} = 2\vec{a} * \vec{r}_1 - \vec{a}$$

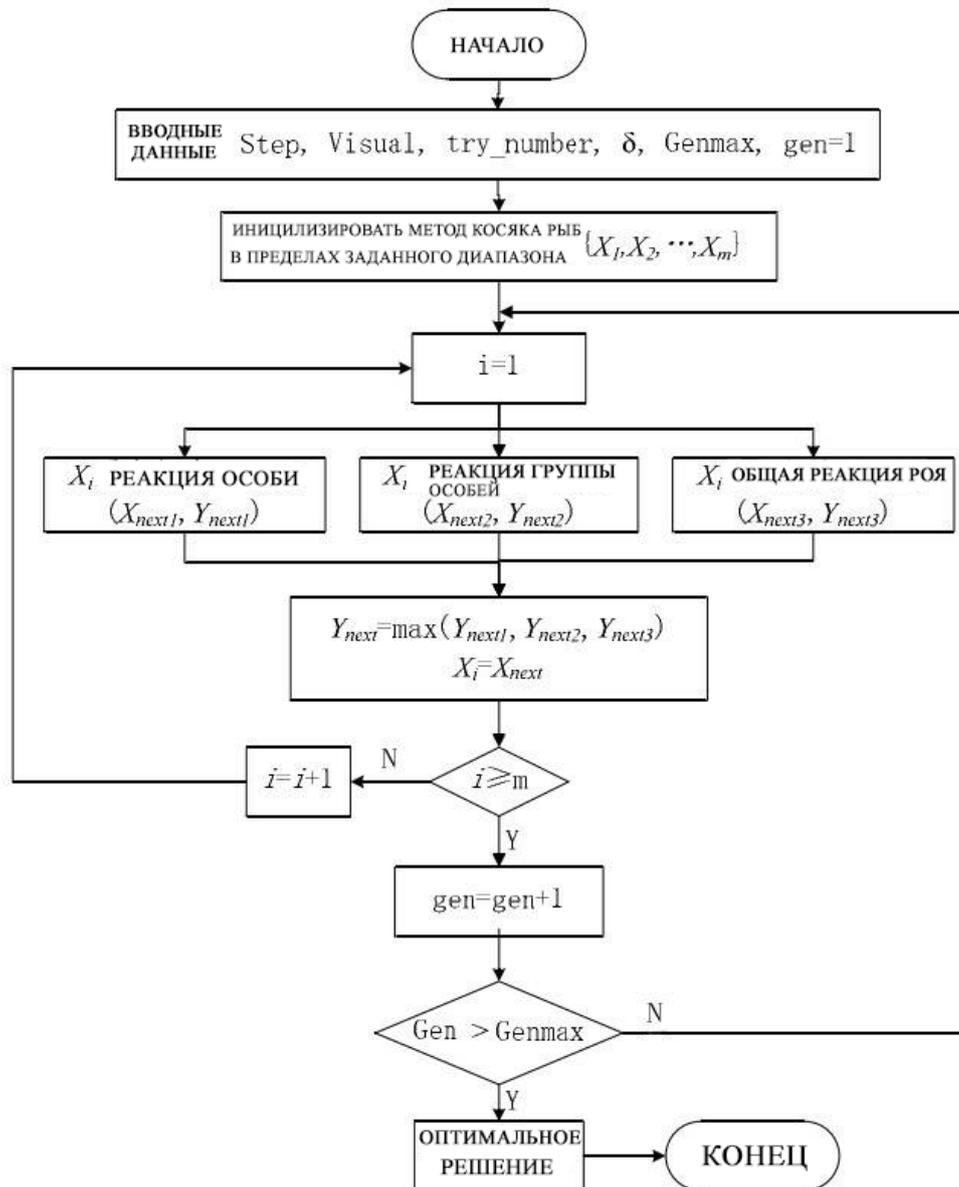
$$\vec{C} = 2 * \vec{r}_2$$

Где  $t$  – текущая итерация,  $A$  и  $C$  – вспомогательные коэффициенты векторов,  $\vec{X}_p$  – вектор положения одного из 3-х лучших волков,  $\vec{X}$  – положение рассматриваемого волка. [2]

Данный алгоритм предназначен для вычисления нелинейных задач и не имеющих четкого алгоритма построения задач.

В горной промышленности может использоваться для обнаружения выгодного к разработке места залегания полезных ископаемых.

Алгоритм поиска косяком рыб разработан на основе движения рыб в одном направлении с близкими скоростями, которые способны поддерживать согласованное движения и приблизительно одинаковое расстояние между соседями и поддерживать направление движения всего роя. Данный метод помогает эффективнее перемещаться на большие расстояния, находить пищу и защищаться от хищников. Данный алгоритм применяется для эвристического решения оптимизации непрерывных задач, а его общая формула имеет вид:



В горной промышленности может использоваться для подстройки параметров производственных установок под постоянно изменяющиеся характеристики поступающей породы.

В данной работе были рассмотрены основные используемые алгоритмы роевого интеллекта и их применение в горной промышленности; проанализированы достоинства методов.

Использование роевого интеллекта в горной промышленности является актуальной и перспективной задачей.

#### Список литературы:

1. Водолазский, И. А. Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации / И. А. Водолазский, А. С. Егоров, А. В. Краснов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 4 (138). — С. 147-153. — URL: <https://moluch.ru/archive/138/38900/> (дата обращения: 26.03.2023).
2. В.А. Частикова, Исследование алгоритма серых волков / В.А. Частикова, С.А. Жерлицын. — Текст: Научные труды КУБГТУ, №16, 2016 год — С. 137-139. — URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0038/1532.pdf> (дата обращения: 25.03.2023).
3. Матренин, П. В. Методы стохастической оптимизации : учебное пособие / П. В. Матренин, М. Г. Гриф, В. Г. Секаев. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 67 с. — ISBN 978-5-7782-2861-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118265> (дата обращения: 25.03.2023).
4. Блок, И. Н. О способе унификации программно-алгоритмической модели многоагентных методов оптимизации на примере метода роя частиц / И. Н. Блок. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 16 (75). — С. 45-49. — URL: <https://moluch.ru/archive/75/12758/> (дата обращения: 28.03.2023).