

А. Н. Рудометкин

rudometkin_a@list.ru

*Департамент по информационным технологиям,
Администрация Смоленской области,
Смоленск, Российская Федерация*

Применение алгоритма пчелиной колонии при региональном управлении инновационными проектами

***Аннотация.** В статье обоснована необходимость разработки политики инновационного развития регионов, описана специфика реализации инновационных проектов в регионах, предложен модифицированный алгоритм пчелиных колоний для определения оптимального набора участников инновационных проектов (разработчиков, инвесторов и потребителей).*

***Ключевые слова:** алгоритм пчелиной колонии, оптимизация, инновационные проекты.*

A. N. Rudometkin

rudometkin_a@list.ru

*Department of Information Technology,
Smolensk region Administration,
Smolensk, Russian Federation*

Applying the algorithm of bee colonies at regional management of innovation projects

***Annotation.** The article substantiates the necessity of policy of innovation regional development, described the specifics of the innovative project implementation in the regions, and provided a modified algorithm of bee colonies for determining optimal set of innovative project participants (developers, investors and consumers).*

***Keywords:** bee colony algorithm, optimization, innovative projects.*

Поддержка перспективных инновационных проектов и программ на региональном уровне является важным элементом социально-экономической политики Субъекта Федерации. Основной задачей региональных властей в данной области является создание благоприятных условий для реализации инновационно-инвестиционной деятельности, в первую очередь, в области организации эффективного взаимодей-

ствия между различными участниками инновационных процессов (генераторами и потребителями инноваций, а также источниками их финансирования).

В российских региональных реалиях разработчики инновации практически всех видов экономической деятельности вынуждены самостоятельно искать инвесторов и научно-техническую поддержку, заниматься продвижением продукции на рынке. В то же время в России сегодня действует большое количество организаций, готовых инвестировать в реализацию перспективных инновационных проектов в регионах, а также продвигать их результаты в других регионах¹.

Указанная проблема обуславливает необходимость поиска решения оптимизационной задачи определения участников инновационных проектов в условиях ограниченности региональных возможностей. На рисунке 1 показана модель выбора оптимального состава участников реализации инновационных проектов в регионе, осуществляемого при поддержке региональных властей.

Специфика реализации инновационных проектов на региональном уровне, связанная практически с полным отсутствием требуемой для анализа статистической информации ввиду существенных социально-экономических и географических различий Субъектов Российской Федерации, приводит к необходимости применения методов искусственного интеллекта, которые позволяют стоять устанавливать закономерности на базе квазистатистики и накопленного экспертного опыта².

Среди методов искусственного интеллекта, применяемых для поиска оптимальных решений, широкое распространение получили алгоритмы роевого интеллекта, имитирующие коллективное поведение сложных самоорганизующихся живых систем. К биоинспирированным методам оптимизации относятся алгоритм пчелиных колоний, который моделирует поведение медоносных пчел в процессе поиска источников нектара.

Сущность алгоритма пчелиной колонии заключается в двухэтапном поиске оптимальных решений в некотором признаковом простран-

¹ Дли М.И., Какатунова Т.В. Процедура распространения результатов инновационной деятельности в регионах // Журнал правовых и экономических исследований. 2010. № 1. — С. 5–9; Дли М.И., Какатунова Т.В. Общая процедура взаимодействия элементов инновационной среды региона // Журнал правовых и экономических исследований. 2009. № 3. — С. 60–63; Дли М.И., Какатунова Т.В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем // Транспортное дело России. 2013. № 4. — С. 193–195.

² Дли М.И., Какатунова Т.В. Нечеткие когнитивные модели региональных инновационных систем // Интеграл. 2011. № 2. — С. 16–18.

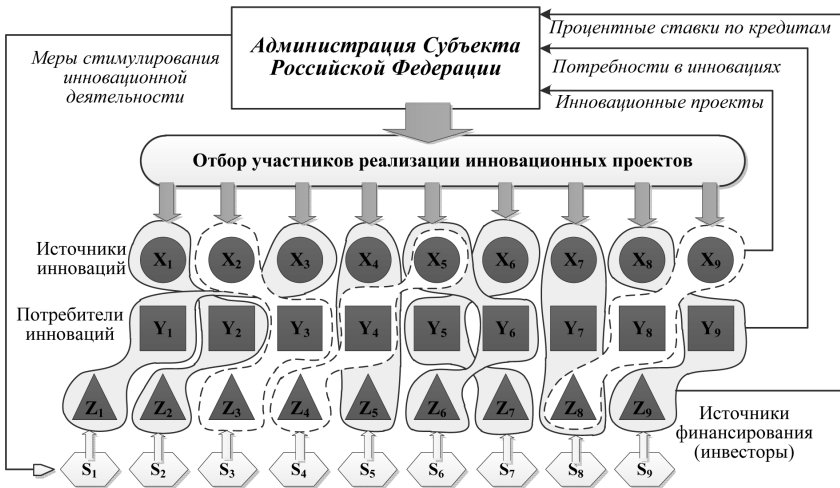


Рисунок 1. Модель выбора оптимального состава участников реализации инновационных проектов в регионе

стве. На первом этапе происходит определение перспективных областей поиска, а на втором – выбор оптимального решения.³ В исходном алгоритме начальные позиции поиска определяются случайным образом, однако особенности предметной области требуют более обоснованного подхода, поэтому предлагается использовать методы нечеткой логики для выбора исходных точек поиска.

В общем, модифицированный алгоритм пчелиных колоний включает следующие этапы:

1. Постановка оптимизационной задачи поиска наиболее выгодного инновационного проекта:

Пространство решений $R = \{ R_i \} = \{ (X_{k=1..K}, Y_{l=1..L}, Z_{m=1..M})_{i=1..N} \}$.

Каждая комбинация R_i представляет собой некоторую точку в трехмерном пространстве признаков, определяемых для каждого элемента.

Ограничение, определяющее область поиска, связано с обязательным наличием в кортеже X_k и Y_l , в то время как Z_m может отсутствовать.

Целевая функция (критерий оптимизации) определяется таким показателем, как эффективность реализации инновационного проекта (чистый приведенный эффект, который рассчитывается с учетом финансовых выгод от региональных мер стимулирования).

³ Курейчик В.В., Жиленков М.А. Пчелиный алгоритм для решения оптимизационных задач с явно выраженной целевой функцией // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. № 1 (21).

2. Генерация колонии пчел численностью $T = T_1 + T_2$, где T_1 — количество пчел-разведчиков и T_2 — количество пчел-фуражиров.

Первая итерация:

3. Определение P_o начальных позиций поиска с помощью нечетко-логического вывода по алгоритму Мамдани ⁴.

4. Расчет целевой функции (значения чистого приведенного дохода) для каждой начальной позиции (некоторой комбинации участников). На основе критерия максимизации выбор базовых позиций $P_o \leq P_o$.

5. Определение размера окрестностей базовых позиций (радиус отклонения от точки в пространстве признаков).

6. Определение с использованием нечетко-логического вывода по алгоритму Ларсена P_i точек в окрестности базовых позиций, которые будут исследоваться пчелами-фуражирами.

7. Расчет целевой функции (значения чистого приведенного дохода) для каждой точки в окрестности базовых позиций. На основе критерия максимизации выбор перспективных позиций (комбинаций участников).

Последующие итерации:

8. Формирование набора базовых позиций, включающего лучшие позиции, определенные в последнем пункте, и новые позиции, полученные в результате повторного выполнения первой итерации.

9. Если в результате расчета целевой функции для перспективных позиций на текущей итерации получились лучшие результаты, чем на предыдущей, то они принимаются за начальные и осуществляется переход на следующую итерацию. Выполнение алгоритма завершается по достижению заданного числа итераций.

Следует отметить, что время и сложность выполнения описанного алгоритма пчелиных колоний зависит от количества итераций, числа искоемых позиций и размера пчелиной колонии.

Как представляется, предложенная модификация алгоритма пчелиных колоний позволит эффективно решать задачу поиска оптимальных комбинаций участников инновационных проектов (в связи с существенным сокращением времени его реализации по сравнению с простым

⁴ Borisov V.V., Fedulov A.S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model // Lecture Notes in Computer Science. 2004. Т. 3316. — С. 918–922; Борисов В.В., Федулов А.С., Устиненков Е.С. Анализ динамики состояния сложных систем на основе обобщенных нечетких продукционных когнитивных карт // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. — С. 17–23; Федулов А.С. Устойчивая операция аккумуляции нечетких чисел // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. — С. 27–39.

перебором), что, в свою очередь, предоставит региональным властям возможность формировать экономически выгодные программы инновационного развития.

Список литературы

1. Дли М.И., Какатунова Т.В. Процедура распространения результатов инновационной деятельности в регионах // Журнал правовых и экономических исследований. 2010. № 1. — С. 5–9.
2. Дли М.И., Какатунова Т.В. Общая процедура взаимодействия элементов инновационной среды региона // Журнал правовых и экономических исследований. 2009. № 3. — С. 60–63.
3. Дли М.И., Какатунова Т.В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем // Транспортное дело России. 2013. № 4. — С. 193–195.
4. Дли М.И., Какатунова Т.В. Нечеткие когнитивные модели региональных инновационных систем // Интеграл. 2011. № 2. — С. 16–18.
5. Курейчик В.В., Жиленков М.А. Пчелиный алгоритм для решения оптимизационных задач с явно выраженной целевой функцией // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. № 1(21).
6. Borisov V.V., Fedulov A.S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model // Lecture Notes in Computer Science. 2004. Т. 3316. — С. 918–922.
7. Борисов В.В., Федулов А.С., Устиненков Е.С. Анализ динамики состояния сложных систем на основе обобщенных нечетких продукционных когнитивных карт // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. — С. 17–23.
8. Федулов А.С. Устойчивая операция аккумуляирования нечетких чисел // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. — С. 27–39.

References

1. Dli M.I., Kakatunova T.V. Protsedura rasprostraneniya rezul'tatov innovatsionnoi deyatel'nosti v regionakh // Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy. 2010. № 1. — S. 5–9.
2. Dli M.I., Kakatunova T.V. Obshchaya protsedura vzaimodeistviya elementov innovatsionnoi sredy regiona // Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy. 2009. № 3. — S. 60–63.
3. Dli M.I., Kakatunova T.V. Primenenie apparata kognitivnogo modelirovaniya dlya analiza slozhnykh sistem // Transportnoe delo Rossii. 2013. № 4. — S. 193–195.

4. Dli M.I., Kakatunova T.V. Nechetkie kognitivnye modeli regional'nykh innovatsionnykh sistem // Integral. 2011. №2. — S. 16–18.
5. Kureichik V.V., Zhilenkov M.A. Pchelinyi algoritm dlya resheniya optimizatsionnykh zadach s yavno vyrazhennoi tselevoi funktsiei // Informatika, vychislitel'naya tekhnika i inzhenernoe obrazovanie. 2015. № 1(21).
6. Borisov V.V., Fedulov A.S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model // Lecture Notes in Computer Science. 2004. T. 3316. — S. 918–922.
7. Borisov V.V., Fedulov A.S., Ustinenkov E.S. Analiz dinamiki sostoyaniya slozhnykh sistem na osnove obobshchennykh nechetkikh produktsionnykh kognitivnykh kart // Neirokomp'yutery: razrabotka, primeneniye. 2007. №1. — S. 17–23.
8. Fedulov A.S. Ustoichivaya operatsiya akkumulirovaniya nechetkikh chisel // Neirokomp'yutery: razrabotka, primeneniye. 2007. № 1. — S. 27–39.