

## Эволюционные вычисления в задаче управления информационными рисками защищенных экономических систем

© 2017 Скляр Алексей Викторович

кандидат технических наук, доцент

© 2017 Тищенко Евгений Николаевич

доктор экономических наук, профессор

© 2017 Шарыпова Татьяна Николаевна

кандидат экономических наук

© 2017 Ефимова Елена Владимировна

кандидат экономических наук, доцент

Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, д. 69

E-mail: SAV0701@mail.ru, celt@inbox.ru, TNT72@mail.ru

Предложен алгоритм управления информационными рисками защищенных экономических систем, базирующийся на формальных аналогиях с методами естественного эволюционного отбора, позволяющий обрабатывать гетерогенную информацию о параметрах объекта управления (представленную в виде сложных качественных лингвистических описаний и количественных данных), при этом обеспечивающий получение квазиоптимальных оценок показателей информационной безопасности организации.

*Ключевые слова:* управление информационными рисками, аппарат эволюционных вычислений, генетический алгоритм, квазиоптимальные оценки.

В современных условиях эффективное ведение коммерческой деятельности немислимо без привлечения информационных систем поддержки бизнес-процессов. Расширение возможностей ИТ-индустрии в этой области, связанное с применением облачных технологий обработки и хранения огромных объемов коммерческой информации и мобильных технологий для ее передачи, порождает новые вызовы в сфере информационной безопасности (ИБ) и требует применения более эффективных методов ее обеспечения.

В российском бизнес-сообществе при обеспечении информационной безопасности бизнеса наибольшее распространение получила риск-ориентированная стратегия, представляющая собой способ оценки информационной безопасности, при котором рассматриваются риски ИБ, возникающие в информационной сфере организации, и сопоставляются существующие риски ИБ и принимаемые меры по их обработке. В результате формируется оценка способности организации эффективно управлять рисками информационной безопасности для достижения целей бизнеса. Такой подход характерен для коммерческих организаций, ведущих обработку сведений, содержащих коммерческую и профессиональную тайны.

Указанный подход оперирует как количественными, так и качественными показателями

и критериями безопасности. При этом получение количественных оценок ориентировано на анализ вероятности реализации угроз информационной безопасности и величины их последствий, которые выражены в денежном исчислении и статистика по которым не всегда объективна или даже отсутствует. Качественные же оценки не защищены от субъективных факторов – от банальных ошибок до стремления скрыть истинное положение дел. К этому следует добавить, что в силу ряда причин<sup>1</sup> задача оценки показателей ИБ организации является плохо формализуемой, поэтому для ее решения привлекают методы экспертных оценок.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих поддержку экспертных решений, является интеллектуальный анализ данных или Data Mining, подразумевающий такие способы решения задач, в основе которых лежат алгоритмы и действия, в большей или меньшей степени связанные с интеллектуальной деятельностью человека, в частности аппарата нечеткой логики<sup>2</sup>. Однако привлечение для получения оценок информационных рисков аппарата, обеспечивающего переход от лингвистических и нестрогих экспертных оценок к их формализованному представлению, хотя и позволяет решить задачу повышения объективности и адекватности оценок, но и в данном случае вести речь об оптимально-

сти принимаемых решений не представляется возможным. Следует отметить, что привлечение к решению этой задачи классических методов оптимизации, предполагающих наличие формализованного представления целевой функции и последующую ее обработку соответствующим математическим аппаратом, в силу неформализуемости рассматриваемой задачи неприменимы.

По мнению авторов, для принятия оптимальных, т.е. наилучших с точки зрения некоторого критерия, решений целесообразно привлечь аппарат эволюционных вычислений (ЭВ), включающий методы поиска, оптимизации или обучения, основанные на некоторых формальных аналогиях с методами естественного эволюционного отбора<sup>3</sup>. В общем случае методы ЭВ реализуют вероятностные алгоритмы, содержащие популяцию индивидуумов  $P(t) = \{x_1^t, x_2^t \dots x_n^t\}$  на некоторой итерации  $t$ , представляющих собой потенциальные решения рассматриваемой задачи. Каждое потенциальное решение оценивается на предмет его пригодности и при необходимости создается новая популяция (итерация  $t+1$ ) путем отбора наиболее пригодных индивидуумов. При этом некоторые члены новой популяции подвергаются преобразованиям посредством генетических операторов для формирования новых решений. Среди операторов можно выделить оператор мутации, который создает новый индивидуум путем малых изменений исходного, и оператор скрещивания, формирующий новые индивидуумы посредством комбинирования частей нескольких исходных. После ряда таких генераций находится лучший индивидуум, который представляет собой оптимальное решение. Следует отметить, что в силу нечеткости задания исходных данных полученные решения являются близкими к оптимальным, т.е. могут считаться лишь квазиоптимальными.

Поскольку в настоящее время сложно определить четкие границы между различными модификациями эволюционных методов, остановимся на наиболее разработанном из них - генетических алгоритмах (ГА). ГА являются классом общецелевых поисковых методов, комбинирующих элементы направленного и стохастического типов поиска, что приводит к хорошему балансу между исследованием и использованием поискового пространства. При этом накопленная информация используется механизмом отбора, в то время как посредством данных алгоритмов исследуются новые области пространства поиска.

Для ГА определены три основных вида генетических операторов: селекция, скрещивание, мутация. Оператор скрещивания применяется как основной, и поведение генетической системы в

значительной степени зависит от него. Оператор мутации осуществляет спонтанные случайные изменения в различных хромосомах.

В сравнении с классическими алгоритмами оптимизации генетические алгоритмы обладают следующими преимуществами:

- не имеют значительных математических требований к видам целевых функций и ограничений и в процессе работы не требуют дополнительной информации, что позволяет не упрощать модель объекта, теряя ее адекватность и искусственно добываясь возможности применения доступных математических методов. При этом могут использоваться самые разнообразные целевые функции и виды ограничений, определенные на дискретных, непрерывных и смешанных универсальных множествах;

- для поиска оптимума используют несколько точек одновременно, а не переходят от точки к точке, как это делается в традиционных методах. При этом используют и детерминированные правила для перехода от одних точек к другим, и вероятностные правила для порождения новых точек анализа. Все это позволяет избежать попадания в локальный экстремум целевой функции и увеличивает скорость работы нахождения оптимальных решений;

- работают с кодами, в которых представлен набор параметров, зависящих от аргументов целевой функции. Интерпретация этих кодов происходит только перед началом работы алгоритма и после завершения его работы для получения результата. В процессе работы манипуляции с кодами происходят совершенно независимо от их интерпретации; код рассматривается просто как битовая строка.

Для поиска оптимального решения ГА должен содержать следующие компоненты:

- генетическое представление потенциальных решений задачи;

- способ создания начальной популяции потенциальных решений;

- оценочную функцию, которая играет роль окружения и ранжирует решения по степени их пригодности;

- генетические операторы, изменяющие генетический состав потомства;

- значения параметров ГА (вероятности скрещивания и мутации, размер популяции, количество поколений и др.).

В качестве критерия остановки выполнения алгоритма следует использовать момент достижения потенциальным решением заданного качества.

Таким образом, для реализации ГА необходимо закодировать каждый оптимизируемый па-

раметр бинарной строкой, длина которой зависит от требуемой точности и определяется выражением

$$2^{n_j-1} \leq (\beta_j - \alpha_j) \cdot T \leq 2^{n_j} - 1, \quad (1)$$

где  $n_j$  - требуемое число битов для представления  $j$ -го параметра, находящегося в интервале  $[\alpha_j; \beta_j]$  с точностью  $T$  знаков после запятой.

Тогда каждое потенциальное решение (хромосома) будет иметь размер

$$n = \sum_{j=1}^k n_j, \quad (2)$$

где  $k$  - число оптимизируемых параметров.

Кроме того, зададим размер популяции  $M$  (число хромосом).

Далее работа ГА может быть представлена в следующем виде:

- в каждой генерации оценивается каждая хромосома на предмет ее пригодности на декодированном наборе переменных;

- осуществляется селекция, новая популяция с учетом рассчитанной пригодности;

- с помощью операторов скрещивания и мутации хромосомы комбинируются в новую популяцию.

После некоторого числа генераций, когда не наблюдается улучшения популяции, лучшая хромосома представляет оптимальное решение.

Процесс селекции состоит в реализации следующих шагов:

- вычисляется пригодность  $\mu(a_i)$  для каждой хромосомы  $a_i = \overline{1, N}$ ;

- находится общая функция пригодности всей популяции

$$M = \sum_{i=1}^N \mu(a_i); \quad (3)$$

- определяется вероятность выбора  $p_i$  для каждой хромосомы  $a_i$

$$p_i = \frac{\mu(a_i)}{M}; \quad (4)$$

- вычисляется кумулятивная вероятность  $q_i$  для каждой хромосомы

$$q_i = \sum_{i=1}^N p_i. \quad (5)$$

Процесс селекции основан на  $M$ -кратном отборе одиночных хромосом в новую популяцию по алгоритму:

- генерируется случайное число  $g$  из диапазона  $[0, 1]$ ;

- если  $g < q_1$ , то выбирается первая хромосома  $a_1$ ; в противном случае отбирается  $i$ -я хромосома так, чтобы  $q_{i-1} < g < q_i$ .

Лучшие хромосомы дают больше копий, средние - остаются неизменными, плохие - исключаются.

Далее реализуется процесс скрещивания, для чего задается вероятность скрещивания  $p_c$  и для каждой хромосомы в новой популяции генерируется случайное число  $s$  из диапазона  $[0, 1]$ . Если  $s < p_c$ , то данная хромосома выбирается для скрещивания. Выбор точки скрещивания тоже случаен и организуется также на основе генератора случайных чисел.

Для реализации процесса мутации необходимо задать вероятность мутации  $p_m$ . Для обеспечения равных шансов всем битам во всех хромосомах во всей популяции прибегают к процедуре случайного выбора, реализованной по аналогии выбора хромосом в процессе селекции (3-5).

После отбора, скрещивания и мутации новая популяция готова для дальнейшего оценивания. Остальная часть эволюции представляет, по существу, циклическое повторение процесса, критерием останова которого является момент достижения потенциальным решением заданного качества.

Таким образом, предложенный подход к решению задачи управления информационными рисками защищенных экономических систем базируется на формальных аналогиях с методами естественного эволюционного отбора. Привлечение аппарата эволюционных вычислений для оценки показателей информационной безопасности организации обеспечивает существенные преимущества перед традиционными методами оптимального оценивания. Оперирруя гетерогенной информацией о параметрах объекта управления, представленной в виде сложных качественных лингвистических описаний и количественных данных, возможно получение квазиоптимальных оценок, что выводит управление информационными рисками защищенных экономических систем на иной качественный уровень.

<sup>1</sup> Управление информационными рисками защищенных экономических систем на основе анализа нечетких временных рядов / А.В. Скляров [и др.] // Вопросы экономики и права. 2016. □ 8. С. 58.

<sup>2</sup> Нечеткая модель функционирования учебно-лабораторных и производственных мощностей / П.П. Беленький [и др.] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. □ 8. С. 18.

<sup>3</sup> Де Янг К. Эволюционные вычисления: новейшие достижения и нерешенные проблемы // Обозрение прикладной и промышленной математики. 1996. Т. 3. Вып. 5.