генетическая склонность к новшествам

применение генетического алгоритма при оценке рисков инновационных проектов

Аннотация

Осуществлен комплексный анализ фактора неопределенности, под воздействием которого реализуются инновационные проекты в экономических условиях РФ. В качестве одного из методов снижения негативного воздействия рисков предложен особый метод оптимизации – генетические алгоритмы, где отличительной особенностью является возможность одновременного манипулирования многими параметрами и генерация новых решений посредством использования различных операторов.

Ключевые слова: инновационное развитие, неопределенность, риск, генетический алгоритм, популяция, мутация

Ковшов Евгений Евгеньевич
доктор технич. наук, профессор кафедры финансового менеджмента,

Горяева Ольга Викторовна
кандидат технич. наук, старший преподаватель кафедры финансового менеджмента,

Olga_gor@bk.ru

Московский государственный строительный университет

Управление инновационным развитием предприятия является высшей формой управления на уровне отдельного предприятия, региона и страны в целом.

Управление инновационным развитием предприятия осуществляется в условиях информационной, процедурной и конъюнктурной неопределенности, противодействия со стороны конкурентов, а также случайного характера комбинаций факторов и причин, определяющих потенциальную эффективность инноваций.

Поэтому необходимо разработать математический аппарат, позволяющий успешно реализовывать

инновационные стратегии и создающий возможности эффективного функционирования предприятия, реализующего эти стратегии.

Для решения поставленной задачи целесообразно применение математического аппарата генетических алгоритмов, которые составляют адекватный инструментарий оптимизационных задач управления инновационным развитием предприятия и анализа инновационных рисков.

Аппарат для стратегий

Генетический алгоритм (ГА) представляет собой метод оптимизации, основанный на концепциях естественного отбора и генетики. В этом подходе переменные, характеризующие решение, представлены в виде ген в хромосоме. ГА оперирует конечным множеством решений (популяцией) – генерирует новые решения как различные комбинации частей решений популяции, используя такие операторы, как отбор, рекомбинация (кроссинг-овер) и мутация. ГА позволяет решать задачи прогнозирования, классификации, поиска оптимальных вариантов и совершенно незаменим в тех случаях, когда в обычных условиях решение задачи основано на интуиции или опыте, а не на строгом (в математическом смысле) ее описании.

Ювиесивам

Достоинство ГА заключается в его способности манипулировать одновременно многими параметрами. В рассматриваемом процессе оптимизации управления инновационным развитием предприятия исследуемое пространство параметров достаточно велико, и задача не требует строгого нахождения глобального оптимума – достаточно за короткое время найти приемлемое, наиболее подходящее решение. В данном случае ГА имеет хорошие шансы стать эффективной процедурой поиска, конкурируя с другими математическими методами, которые не используют знания о пространстве поиска, даже превосходя их.

Управление инновационным развитием предприятия связано с решением ряда непростых задач, одной из которых является выбор инновационного проекта, который планируется реализовать с учетом рисков. Здесь возможно применение одного из способов стохастической оптимизации, хорошо зарекомендовавшего себя при решении сложных задач.

необходимо разработать математический аппарат, позволяющий успешно реализовывать инновационные стратегии и создающий возможности эффективного функционирования предприятия, реализующего эти стратегии

Проанализировав предметную область и поставленную задачу, выделим следующие сущности (объекты реального мира):
– инновационный проект;
– инновационные риски;
– инновационное предприятие.
Исходными данными для работы ГА являются предикаты при обозначениях, указанных в *табл. 1*.

достоинство ГА заключается в его способности манипулировать одновременно многими параметрами.

Необходим баланс ресурсов

Задача управления заключается в локализации и/или нейтрализации возможных рисков, для чего необходимо предусматривать увеличение инвестиционных затрат, сопоставление их с величиной потерь. Под оптимальным определением затрат на локализацию рисков понимается принцип непревышения величины затрат по сравнению с величиной возможных потерь. Рациональное распределение ограниченных ресурсов между основными и вспомогательными процессами и инновационными проектами позволяет предприятию реализовать эти проекты.
Каждый объект (элемент любого вектора из *таблицы 1*) можно представить в виде совокупности атрибутов, численно характеризующей данный объект. Атрибуты определены на ограниченном множестве положительных значений.
Значение каждого веса из вектора $W_R=\{W_{R,1}...W_{R,Y}\}$ для объектов вектора R вычисляется по формуле:

$$W_{R,i} = \prod_{j=1}^{Z} R_{i,j} \quad , \qquad (1)$$

где Z – число атрибутов у объекта из вектора R;
R_{ij} – значение j-го атрибута у i-го объекта из R;
$i = 1..Y, Y$ – размер вектора R.
Вектор процесса управления инновационным развитием предприятия представлен как $INNOV=\{INNOV_1...INNOV_K\}$, каждая операция которого определяется

Таблица 1

Исходные данные

1.	Инновационный проект	$P = \{P_1...P_K\}$	K – число инновационных проектов
2.	Инновационный риск	$S = \{S_1...S_L\}$	L – число инновационных рисков
3.	Резервы эффективности	$A = \{A_1...A_M\}$	M – число резервов
4.	Инвестиционные затраты	$N = \{N_1...N_N\}$	N – число затрат
5.	Инвестиционные потери	$T = \{T_1...T_Q\}$	Q – число потерь

рациональное распределение ограниченных ресурсов между основными и вспомогательными процессами и инновационными проектами позволяет предприятию реализовать эти проекты

вектором порядковых номеров $INNOV_i$ = {1...K, 1...L, 1...M, 1...N, 1...Q, 1...K} объектов из векторов P, S, A, N, T соответственно.

Таким образом, задача управления инновационным развитием предприятия сводится к выбору такого варианта вектора INNOV из числа возможных, который с учетом ограничений и критериев будет в максимальной степени способствовать достижению поставленной цели.

Ограничения:

– число инновационных проектов, реализуемых на предприятии, не должно превышать заданного количества.

–число инновационных рисков не должно превышать заданного количества.

Критерии:

– минимизация числа инновационных рисков S по отношению к числу резервов эффективности инновационного предприятия Ai, то есть Ai. – S → min;

– минимизация числа инвестиционных затрат N по отношению к числу инвестиционных потерь

$T\left(\sum_{\forall D} N \to \min\right)$.

зации работы ГА необходимо определить используемые генетические операторы:

1. *Оператор селекции (selection)*. В рассматриваемом случае используется элитная селекция. Выбираются лучшие (элитные) элементы на основе сравнения значений целевой функции. Далее они вступают в различные преобразования, после которых снова выбираются элитные элементы. Процесс продолжается до тех пор, пока продолжают появляться элитные элементы.

2. *Оператор кроссинг-овера (crossing-over)*. Для реализации работы данного ГА используется двухточечное скрещивание. При этом две особи, выбранные оператором отбора, становятся «родителями» и обмениваются генами для воспроизведения новых особей – двух «потомков». При скрещивании особи обмениваются генами. Учитывается, что весовой коэффициент гена-инновационного проекта должен быть больше или равен весовому коэффициенту гена-инновационного риска. Оператор действует с вероятностью 50%.

3. *Оператор мутации (mutation)*. В данном случае используется точечная мутация и инверсия. Ген у

Ювелирные

двух особей, выбранных оператором отбора, заменяется случайным значением с учетом его известной предельной величины. При этом происходит переход мутированных особей в следующее поколение. Учитывается то, что у особи, подвергшейся мутации, весовой коэффициент гена-инновационного проекта должен быть больше или равен весовому коэффициенту гена-инновационного риска. Этот оператор также действует с вероятностью 50%.

4. *Оператор редукции (reduction)*. Выполняется после действия оператора скрещивания или мутации. Выбирает две лучшие особи из пар родителей и потомков (особей и особей-мутантов), имеющих максимальное произведение весовых коэффициентов, и помещает их в популяцию. При этом две оставшиеся особи в популяцию не попадают.

Работа ГА определяется следующей последовательностью действий:

1. Создание первой популяции посредством заполнения случайными числами элементов вектора $INNOV_i$ с учетом их возможных значений. Необходимо также учитывать, что весовой коэффициент инновационного проекта должен быть больше или равен весовому коэффициенту инновационных рисков.

2. Проверка условия прекращения работы ГА, если критерий выполнен. Осуществляется выбор особи, значение целевой функции *F(INNOV)* у которой будет максимальным, в противном случае переходим к следующему шагу.

3. Выполнение отбора в популяции с целью выбора пары особей для их последующего скрещивания или мутации.

4. Применение оператора скрещивания или оператора мутации для пар родителей, выбранных оператором отбора.

5. Применение оператора редукции для выбора наилучших особей из пар родителей и потомков (особей и особей-мутантов).

6. Проверка условия прекращения работы ГА. Если критерий не выполнен, то необходимо вернуться к шагу 3, в противном случае перейти к шагу 7.

7. Выбор особи кандидата, значение целевой функции *F(INNOV)* у которой будет максимальным.

При реализации ГА будет использоваться подход, получивший название концепции островов.

задача управления инновационным развитием предприятия сводится к выбору такого варианта вектора INNOV из числа возможных, который с учетом ограничений и критериев будет в максимальной степени способствовать достижению поставленной цели

Применение данного подхода повышает скорость работы ГА, происходит распараллеливание на уровне организации работы ГА.

Для организации работы ГА необходимо ввести следующие понятия:

Целевая функция (fitness function):

$$F(INNOV) = \sum_{i=1}^{K} (W_{Pi} \cdot W_{Si} \cdot W_{Ai} \cdot Rp(INNOV_i)) \quad , \qquad (2)$$

где *INNOV* – вектор управления инновационным предприятием; W_{Pi} – вес инновационного проекта; WSi – вес инновационного риска; W_{Ai} – вес резерва эффективности; $R_p(INNOV_i)$ – функция подсчета количества инновационных рисков из $INNOV_i$.

$$Rp(x) = \begin{cases} 1 & \text{если на один инновацион ный проект из } x \le 2 \text{ инновационных рисков} \\ 0 & \text{если на один инновацион ный проект из } x > 2 \text{ инновационных рисков} \end{cases}$$

Целевая функция численно характеризует процесс управления инновационным предприятием в целом.

В *таблице 2* представлены параметры, от которых зависит вес инновационного проекта, инновацион-

Таблица 2

Параметры предикатов ГА

1.	Инновационный проект	Эффективность	экономическая	1
			бюджетная	2
			финансовая	3
2.	Инновационные риски	По источникам возникновения	технологический	1
			рыночный и операционный	2
			финансовый	3
			риск политической и регулятивной нестабильности	4
			законодательный и правовой риски	5
			экологический	6
			риск воздействия обстоятельств непреодолимой силы	7
3.	Резервы эффективности	По основным элементам	в создании инноваций	1
			в рыночной конкуренции	2
			при внедрении инноваций	3
			в расширении инновационной продукции	4
			в определении эффективности инноваций	5

ного риска, резервов эффективности инновационного предприятия, и их возможные значения.

Программная реализация модели управления инновационными рисками предприятия на основе генетического алгоритма выполнена посредством популярной и широко распространенной системы программирования Borland Delphi 7.0 Enterprise с использованием свободно-распространяемой библиотеки компонентов с открытым программным кодом, реализованным посредством языка программирования высокого уровня Object Pascal.

Литература

1. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. А.И. Осипов – М.: ДМК Пресс, 2004.
2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского /Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
3. http://www.basegroup.ru/download/genebase.htm
4. Гофман В.Э. Работа с базами данных в Delphi / В.Э. Гофман, А.Д. Хомоненко. – СПб: БХВ-Петербург, 2002.

рп

Yevgeniy Ye. Kovshov
Dr. of Techn. Sci., Professor, Chair of Financial management
Olga V. Goryaeva
Cand. of Techn. Sci., Senior lecturer, Chair of Financial management,
Moscow State Construction University
✉ Olga_gor@bk.ru

Implementation of genetic algorithms in the assessment of innovative projects risks

Abstract

The article provides comprehensive analysis of the uncertainty factor influencing implementation of innovative projects in the economic environment of the Russian Federation. As one of the methods of reducing negative influence of risks, the author proposes a special optimization method – a genetic algorithm, the distinctive feature of which is the possibility of simultaneous manipulation with many parameters and generation of new solutions using various operators.

Keywords: innovative development, uncertainty, risk, genetic algorithm, population, mutation