



УДК 519.516

ОЦЕНКА РИСКОВ СТРАТЕГИЙ ГОРОДСКОГО РАЗВИТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МЕТОДОВ

Н. К. Усачева

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема оценки экологических рисков в проектах городского развития. Приводится классификация методов оценки рисков, основанная на полноте информации, имеющейся у исследователя. Кратко излагается суть методов имитационного моделирования, статистического метода, метода анализа чувствительности, метода деревьев решений, экспертного метода и подхода, основанного на применении нечеткой логики. Приводится более подробное описание оценки экологических рисков с помощью метода, основанного на применении аппарата нечеткой логики.

Ключевые слова: *развитие города, неопределенность, риск, рискообразующие факторы, экологические риски, оценка рисков, классификация методов оценки рисков, методы оценки рисков, нечеткая логика, нечеткий логический вывод.*

This paper considers the problem of environmental risk assessment in urban development projects. The paper describes classification of methods for risk assessment based on completeness of information available to the researcher. The authors summarize the essence of simulation techniques, statistical methods, methods of sensitivity analysis, method of decision trees, expert methods and approaches based on application of fuzzy logic. The paper contains a more detailed description of the environmental risk assessment using a fuzzy logic approach.

Key words: *urban development, uncertainty, risk, risk-forming factors, environmental risks, risk assessment, classification of risk assessment methods, risk assessment methods, fuzzy logic, fuzzy inference.*

Введение

На текущий момент стратегия развития Волгограда предусматривает реализацию различных проектов по реорганизации городских территорий: планируется строительство завода по производству автобусов, цементного завода, предприятий химико-фармацевтический кластера и др. [6]. При реализации проектов подобного плана наиболее важным моментом считается минимизация негативного влияния создаваемых объектов на окружающую среду и человека.

При разработке проектов принятие каких-либо решений осуществляется в условиях неопределенности. Неопределенность выражается в неоднозначности протекания реальных процессов, так как существует множество состояний, в которых объект может находиться в будущий момент времени. Неопределенность прогнозируемых результатов приводит к возникновению риска того, что поставленные цели могут быть достигнуты лишь частично или не достигнуты. Поэтому очень важно предусмотреть изменение факторов и условий, которые могут оказать негативное влияние на проект.

В проектах развития города особенно важно оценить риски, связанные с экологической безопасностью [4]:

- загрязнение окружающей среды в ходе производственной деятельности;
- аварийные риски с экологическими последствиями;
- риски ухудшения здоровья населения и персонала;
- риски ухудшения социального и культурного благополучия людей.

1. Выбор и обоснование методов оценки рисков проектов городского развития

Все факторы рисков можно разделить на две группы: определенные и неопределенные. К определенным факторам относят переменные, значения которых известны с некоторой требуемой точностью. К неопределенным факторам относят переменные, о значениях которых в реальном процессе исследователь осведомлен не полностью. Для неопределенных факторов можно выделить две категории: стохастическая неопределенность и нестохастическая неопределенность. Стохастическая неопределенность обычно описывается с помощью вероятностных моделей. Нестохастическая неопределенность обычно возникает при недостаточной изученности некоторых явлений или нечетком представлении цели операции, приводящем к неоднозначной трактовке соответствия реального результата операции желаемому.

Порожденная неопределенностью возможность того, что при осуществлении выбранного варианта решения поставленная цель не достигается, называется риском [2]. Обычно риск рассматривают как сочетание двух компонент – вероятности наступления события и величины ущерба, которое может принести наступление события.

В вопросе об оценке рисков различных проектов нет методологической однозначности. Обычно все методы делят на две категории: качественные и количественные, – но это деление весьма условно. Мы будем рассматривать классификацию методов в зависимости от полноты информации, имеющейся у исследователя. Согласно этому критерию методы оценки рисков



можно объединить в три группы: методы, применяемые в условиях определенности; методы, применяемые в условиях частичной (стохастической) неопределенности; методы, применяемые в условиях полной (нестохастической) неопределенности [3, 5, 7–9].

В условиях определенности применяются расчетно-аналитические методы. Они используются при расчете показателей риска в основном по данным управленческого или бухгалтерского учета.

В условиях частичной неопределенности риск рассматривается как вероятностная категория, поэтому в этих случаях целесообразно использовать вероятностные и статистические методы оценки риска. Сюда можно отнести статистический метод, имитационное моделирование, анализ чувствительности.

Статистический метод применяется в случае наличия достаточной статистической базы по искам данного вида. Данный метод позволяет оценить частоту проявления данного вида рисков, вероятность наступления рисков ситуации, определить величину возможных потерь. Статистические методы оценивания уровня риска дают высокую степень достоверности лишь при достаточно большом объеме статистической информации.

При использовании метода имитационного моделирования (метода Монте-Карло) генерируется множество возможных комбинаций факторов проекта с учетом их вероятностного распределения.

Метод Монте-Карло дает точную и четкую оценку рискам проекта. Он позволяет учесть максимально возможное число факторов внешней среды. Недостатками этого метода являются трудность в определении вида вероятностного распределения для исследуемого параметра; некоррелированность параметров, что сильно усложняет модель, и не всегда возможно оценить зависимость между параметрами; исследование модели возможно только с помощью вычислительной техники; при разработке реальных моделей может возникнуть необходимость привлечения специалистов или научных консультантов со стороны.

При использовании метода анализа чувствительности риск рассматривается как степень чувствительности результирующих показателей реализации проекта к изменению условий функционирования. Анализ начинается с установления базового значения результирующего показателя при фиксированных значениях параметров, которые могут влиять на результат оценки проекта. Затем производится изменение одного из факторов при неизменности остальных и рассчитывается процентное изменение

результата. Вариации параметров обычно составляют 10–15 %.

Наиболее информативным методом, применяемым для анализа чувствительности, является расчет показателя эластичности, представляющего собой отношение процентного изменения результирующего показателя к изменению значения параметра на один процент. Чем выше значение данного показателя, тем чувствительнее проект к изменениям данного фактора, и тем сильнее подвержен проект соответствующему риску.

Среди положительных сторон метода можно выделить простоту применения и наглядность результатов. Недостатком метода является допущение изменения только одного из факторов, в то время как остальные остаются неизменными, хотя на практике все экономические факторы, как правило, взаимозависимы (коррелированы). На практике данный метод используется лишь в совокупности с другими методами.

Метод дерева решений применяется в тех ситуациях, когда решения, принимаемые в каждый момент времени, сильно зависят от предыдущих решений и в свою очередь определяют сценарии дальнейшего развития событий. В результате применения этого метода создается иерархическая (древовидная) структура вида «Если ... то ...». Ограничением использования данного метода является то, что проект должен иметь обозримое или разумное число вариантов развития.

В условиях полной неопределенности могут быть использованы экспертные методы оценки риска, а также методы, основанные на использовании аппарата теории нечетких множеств.

Экспертный метод представляет собой обработку оценок экспертов по каждому виду рисков и определение интегрального уровня риска. В целях получения более объективной оценки специалисты, проводящие экспертизу, должны обладать полным спектром информации об оцениваемом проекте. После определения вероятностей все показатели сводятся к интегральной оценке. Наиболее часто для этого используется подход, предполагающий ранжирование рисков по степени приоритетности и определение весовых коэффициентов в соответствии со значимостью этих рисков. Положительными сторонами метода являются простота расчетов и отсутствие необходимости в точной информации.

Нечеткий логический вывод для оценки рисков включает в себя следующие основные этапы: идентификацию рисков, заполнение базы правил, преобразование входных переменных в нечеткую форму (фаззификация), нечеткий логический вывод и получение количественного значения величины риска (дефаззификация) [10].

Недостатки метода – наличие некоторой субъективности в оценках эксперта и трудности в поиске высококвалифицированных специалистов (инженеров по знаниям). Также при использовании нечеткого вывода база правил может получаться достаточно объемной.

2. Применение аппарата нечеткой логики к оценке риска

Не существует универсального метода, который позволил бы дать точную оценку рисков. При оценке экологических рисков применение

вероятностных и статистических методов может быть ограничено вследствие отсутствия статистических данных или сложностей в подборе вида распределения исследуемой величины.

Использование аппарата нечетких множеств позволяет оперировать качественными переменными, учитывать скрытые закономерности и нелинейные зависимости между данными.

Общая схема нечеткого вывода представлена на рис. 1 [1].

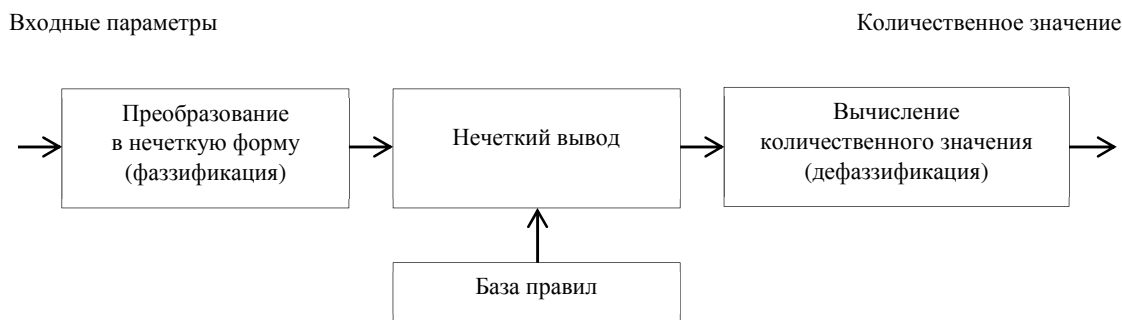


Рис. 1. Общая схема нечеткого логического вывода

Рассмотрим подробнее основные этапы нечеткого вывода. Для примера возьмем оценку риска загрязнения окружающей среды. В качестве факторов угрозы загрязнения окружающей среды в ходе производственной деятельности были выделены:

- загрязненность почвы;
- загрязненность атмосферы;
- загрязненность водной среды.

База правил систем нечеткого вывода есть формальное представление эмпирических знаний эксперта в рассматриваемой предметной области. В этих системах используются правила нечетких продукций, в которых условия и заключения сформулированы в терминах нечетких лингвистических высказываний. Для риска загрязнения окружающей среды база правил могла бы выглядеть следующим образом:

«IF <загрязненность атмосферы = очень низкая> & <загрязненность почвы = очень низкая> & <загрязненность водной среды = очень низкая> THEN <риск = очень низкий>»;

«IF <загрязненность атмосферы = очень низкая> & <загрязненность почвы = низкая> & <загрязненность водной среды = низкая> THEN <риск = очень низкий>»;

...

«IF <загрязненность атмосферы = очень высокая> & <загрязненность почвы = высокая> & <загрязненность водной среды = высокая> THEN <риск = очень высокий>».

Здесь факторы риска «загрязненность почвы», «загрязненность атмосферы», «загрязненность водной среды» являются входными переменными, а «риск» – выходной переменной.

На этапе фаззификации числовое значение входного параметра преобразуется в нечеткую форму, то есть находится функция принадлежности для данного параметра. Например, для параметра «Загрязненность атмосферы», оцененного в значение 20 по стобалльной шкале, функция принадлежности будет иметь вид, представленный на рис. 2.

На этапах агрегирования и активизации определяется степень истинности каждого из подзаключений по каждому из правил систем нечеткого вывода, и далее полученные нечеткие подмножества каждой выходной переменной объединяются в одно нечеткое подмножество. Результаты данного процесса представлены на рис. 3.

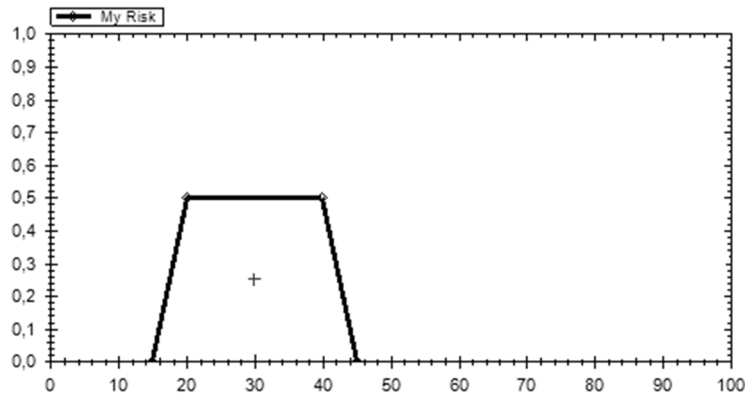


Рис. 2. Функция принадлежности параметра «Загрязненность атмосферы»

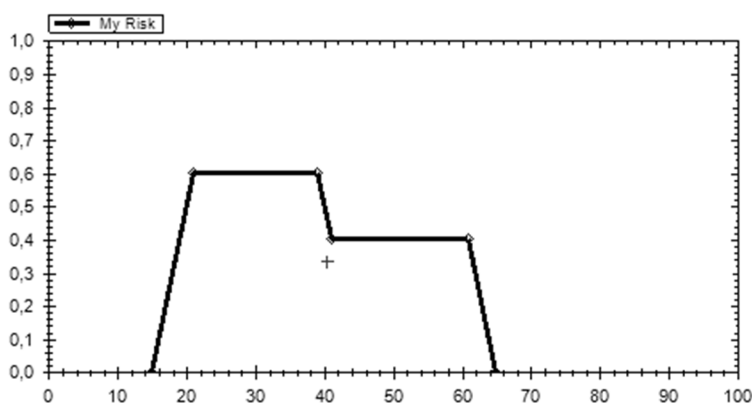


Рис. 3. Итоговая функция принадлежности

На этапе дефаззификации полученные выходные переменные преобразуются в количественные значения по одному из методов дефаззификации. Чаще всего для этого используется метод центра тяжести [10].

Заключение

Таким образом, оценка экологических рисков в проектах развития города является одним

из наиболее важных моментов при разработке проекта. Для рисков ущерба состоянию окружающей среды и людей наиболее подходящим является метод, основанный на использовании аппарата нечеткой логики, который позволяет получать оценки в условиях неопределенности или при наличии слабоформализованной информации.

Список литературы

1. Иванова Н. Н., Ярушкина Н. Г. Исследование многошагового нечеткого вывода на примере построения экспертной системы оценки экологической безопасности производственной деятельности. URL: www.raai.org/resurs/papers/kii-2006/doklad/Ivanova.doc
2. Качалов Р. М. Управление хозяйственным риском. М.: Наука, 2002. 192 с.
3. Лаптева Н. А. Оценка рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта на примере бизнес-центра // Magazine of civil engineering. 2011. № 2.
4. Мурзин А. Д. Эколого-экономические риски инвестиционно-строительных проектов развития городских территорий // Всероссийская конференция «Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития». URL: <http://stroy.isea.ru/mat/Stat>
5. Попова А. Ю. Оценка риска инвестиционного проекта. URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/03/07/>
6. Проекты, реализуемые в Волгоградской области. URL: http://www.investvolgograd.ru/for_investors
7. Садовникова Н. П., Ермощенко А. К. Общие вопросы применения методологии имитационного моделирования для оценки эколого-экономической эффективности проектов градостроительной деятельности // Изв. ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. Вып. 11: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. Волгоград, 2011. № 9. С. 94–97.
8. Садовникова Н. П., Кузнецов М. С., Васильев С. А. Управление экологическими рисками проектов территориального развития // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. Строительная информатика. 2012. № 8 (24). URL: http://vestnik.vgasu.ru/attachments/SadovnikovaKusnetsov-2012_8%2824%29.pdf
9. Токаренко Г. С. Методы оценки рисков // Финансовый менеджмент. 2006. № 6. С. 129–144.
10. Фиронова Е. Применение нечеткой логики для анализа рисков инвестиционных проектов. URL: http://ecsocman.hse.ru/data/152/124/1231/Fuzzy_tekst_dlya_sajta.doc