

УДК: 005.334;331.45;614.8

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Щербаков Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет,

г. Мичуринск, Россия

e-mail: Scherbakov78@yandex.ru

Фокин Алексей Анатольевич

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет,

г. Мичуринск, Россия

e-mail: ivan0068@bk.ru

Заборских Андрей Александрович

старший преподаватель

Мичуринский государственный аграрный университет,

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: В статье рассматриваются описание методов математического моделирования. Исходные данные, критерии оценки, особенности, ограничения использования.

Ключевые слова: риск, моделирование, техносферная безопасность.

Для оценки рисков используются количественные и качественные методы оценки. Математическое моделирование относится к группе количественных методов. Качественные методы позволяют дать комплексную оценку вероятности наступления риска и ущерба от его реализации, однако недостатком является то, что необходимо привлекать компетентных экспертов. Количественные методы являются, в свою очередь

более трудоемкими, но позволяют определить несколько альтернатив для принятия решений [1].

К количественным методам относят следующие виды расчетных методов (рис. 1).

Статистические методы количественной оценки наиболее часто используются для оценки рисков (регрессионный анализ, метод средних величин и др.). Данные методы основаны на расчете вероятности наступления случайного события. Достоинством статистических методов является простота расчетов, недостатком — для достоверности необходимо наличие большого количества ретроспективной информации [2].

Метод аналогий, согласно названию, основан на анализе баз данных об оценке рисков объектов-аналогов. Обязательным условием применения данного метода является сопоставимость информации исследуемого объекта с аналогичным. Этот метод обычно используется для оценки рисков часто повторяющихся событий или объектов.

Аналитическая группа методов чаще используется для оценки инвестиционных и инновационных проектов и подразделяется на две подгруппы: методы без учета распределения вероятности (стресс-тестирование) и методы с учетом распределения вероятностей (нетрадиционные методы) [3].

Математические модели и методы относятся к аналитической группе методов. Основная цель применения математического моделирования в оценке рисков сводится к описанию общей модели: $R = f(P, I)$, где P — вероятность наступления рисковомого события, I — потенциальные последствия влияния факторов.

Использование математических моделей в зависимости от постановки задачи и наличия исходной информации можно свести к применению таких типов моделей, как детерминированные, стохастические, лингвистические и игровые [3, 4].

Игровые (нестохастические) модели используются тогда и только тогда, когда отсутствует исходная информация для использования других типов моделей [5]. На основе теории игр формируются несколько исходов при осуществлении риска, и с помощью статистических и стратегических игр определяется значение меры или вероятности риска.

Лингвистические модели основаны на методах нечеткой логики. Неопределенность описывается функцией принадлежности, благодаря которой не требуется уверенность в повторяемости событий. Предполагается, что для использования данных методов имеется экспертная оценка о степени неопределенности.

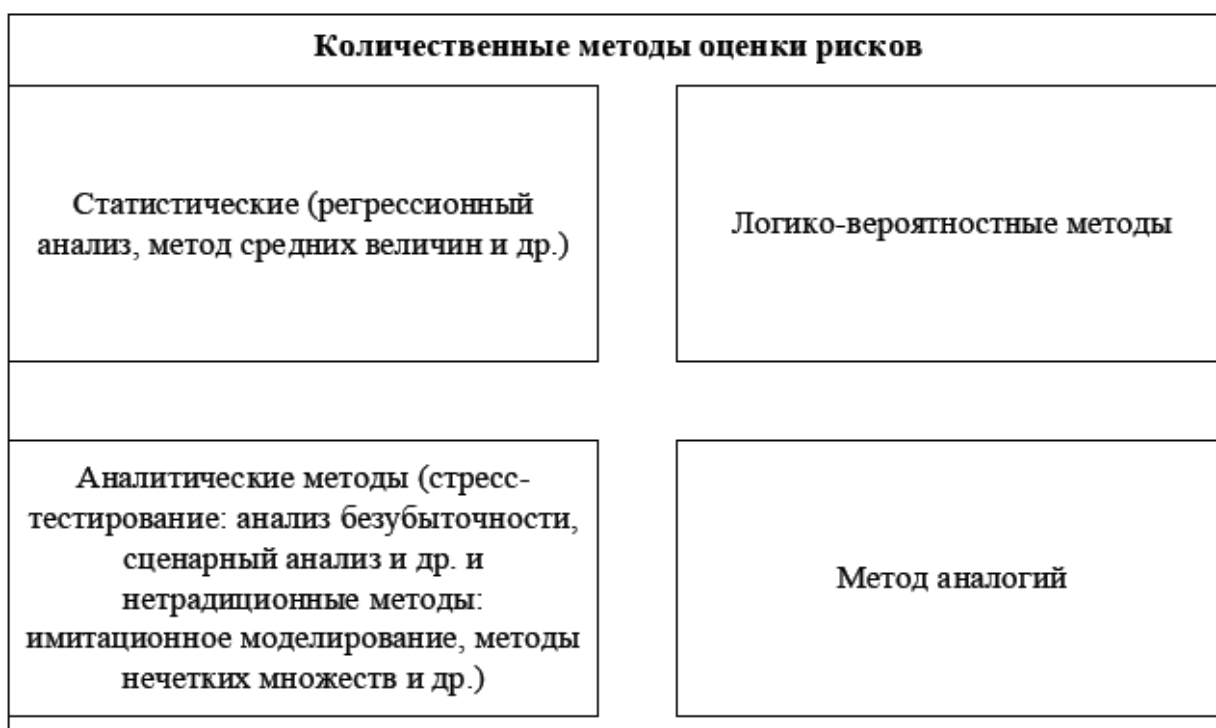


Рисунок 1-Методы количественной оценки рисков [6]

Стохастические модели базируются на применении статистических расчетов и наличии достаточного количества статистической информации о каком-либо событии. С помощью стохастических моделей на заданном множестве оценивается вероятность наступления риска, данные модели применяются при условии случайности возникновения факторов риска.

С помощью детерминированных моделей определяется наиболее достоверный результат, поскольку данные модели применимы в условиях,

когда факторы возникновения риска определены и носят регулярный характер и последствия принимаемых решений приводят к определенному результату. Для формирования моделей используются инструменты математического анализа, логики и др:

Для количественной оценки рисков часто используются такие аналитические методы, как анализ чувствительности и имитационное моделирование, поскольку данные методы применяются в том числе и для комплексной оценки эффективности (устойчивости) деятельности организации [7].

Анализ чувствительности предполагает анализ изменения результирующего показателя при малом изменении факторов. Если изменения факторов приводят к незначительным изменениям результатов, то риск незначительный. Однако, недостатком метода является то, что в процессе проведения анализа исключаются все факторы, кроме одного, что не дает возможности комплексно оценить результаты.

Для оценки возможных последствий от наступления какого-либо события используется имитационное моделирование. Имитационные методы основаны на пошаговом нахождении значения результирующего показателя путем проведения многократных опытов с моделью. В ходе процесса имитации строятся последовательные сценарии с использованием переменных модели (факторов неопределенности). На основании этих данных можно сделать вывод об уровне возможного ущерба [5, 6].

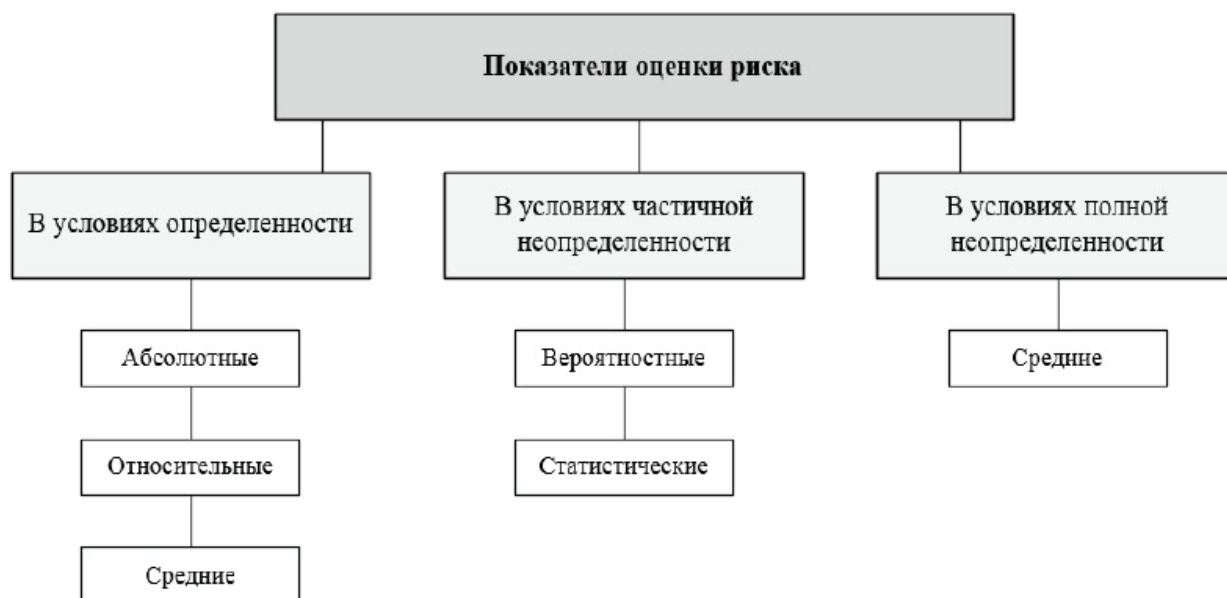


Рис. 2. Система показателей оценки риска

Результатом количественной оценки риска является показатель. Виды количественных показателей риска зависят от наличия достаточного количества информации (Рис.2).

Информация для анализа привлекается из различных доступных достоверных источников. Одним из видов наиболее полной и достоверной информации является внутренняя отчетность организации, которая также является и статистической.

Условия определенности предполагают наличие полной информации об анализируемом объекте [2]. Здесь чаще всего используется нормативная документация, внутренняя отчетность организации, справочники и другие достоверные показатели. В этих условиях применяются показатели абсолютные, относительные и средние. Абсолютные показатели выражаются в стоимостной или в материально-вещественной форме. Относительные показатели отражают результат сравнения возможных потерь с некоторой базой. Эти показатели могут рассчитываться непосредственно через коэффициенты, ориентированные на последствия рискованного события или опосредованно через финансовые показатели (коэффициенты ликвидности, платежеспособности, рентабельности и т.д.) [3]. Средние показатели

используются в качестве обобщающих, в них отражаются действующие причины возникновения риска, факторы риска и закономерности.

При частичной неопределенности информация о рискованной ситуации отражается в виде частот появления рискованых событий. В данном случае риск рассматривается как вероятностная категория. Для количественной оценки риска применяются методы теории вероятностей и математической статистики. Вероятностные показатели являются мерой наступления рискованого события и его последствий. Особую роль в использовании данных показателей играет закон распределения вероятностных величин. Статистические показатели характеризуют меру средних ожидаемых значений результатов деятельности и их возможных отклонений [1].

Условия полной неопределенности проявляются при полном отсутствии информации о рискованной ситуации, и тогда для ее получения привлекаются эксперты, с помощью которых разрабатываются индивидуальные показатели оценки.

Можно сделать вывод, что любые методы количественной оценки имеют свои достоинства и недостатки. Для комплексной оценки рисков необходимо комбинировать методы как качественного, так и количественного анализа, причем в конкретной ситуации сравнивать ограничения и возможности применения каждого из методов.

Список литературы

1. Оценка уровня обеспеченности и повышение пожарной безопасности на складах хранения нефтепродуктов предприятий АПК / С.Ю. Щербаков, А.В. Аксеновский, И.П. Криволапов, В.Б. // В сборнике: СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 85-ЛЕТИЮ МИЧУРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА в 4 т.. Мичуринск, - 2016. – С. 110-114.
2. Экспериментальные исследования определения освещенности и коэффициентов пульсации при использовании люминесцентных ламп и ламп

накаливания / С.Ю. Щербаков, В.Б. Куденко, А.В. Аксеновский, И.П. Криволапов, В.С. Тимофеева // В сборнике: СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 85-ЛЕТИЮ МИЧУРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА в 4 т.. Мичуринск, - 2016. – С. 106-110

3. Determination of the air purification efficiency when using a biofilter // I.P. Krivolapov, A.Yu. Astapov, D.V. Akishin, A.A. Korotkov, S.Yu. Shcherbakov // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Т. 20. – № 11. – С. 232-239

4. Совершенствование физической защиты объектов хранения и распределения нефтепродуктов в сельском хозяйстве / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, А.А. Заборских, Н.Г. Фролов, Д.И. Стрельников // Наука и Образование. – 2019. – № 2. С. 232.

5. Подготовка инженерных кадров в области техносферной безопасности в разрезе аграрного университета / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков, А.А. Заборских, В.С. Новикова // В сборнике: Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема. – 2018. – С. 177-181.

6. Сравнительный анализ существующих подходов к оценке травмоопасности / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, С.А. Петрушенко, А.П. Коробельников // Наука и Образование. – 2019. – № 4. – С. 252.

7. Характеристика методов проведения анализа риска / С.Ю. Щербаков С.Ю., И.П. Криволапов, Д.И. Стрельников, А.П. Коробельников // Наука и Образование. – 2019. – № 4. – С. 253.

BASIC PRINCIPLES OF MATHEMATICAL MODELING IN TECHNOSPHERE SAFETY

Sherbakov Sergey Yurievich

candidate of technical Sciences, associate Professor

e-mail: Scherbakov78@yandex.ru

Fokin Alexey Anatolyevich

candidate of technical Sciences, associate Professor

e-mail: ivan0068@bk.ru

Zaborskikh Andrey Alexandrovich

senior lecturer

Michurinsk state agrarian University,

Michurinsk, Russia

Abstract: the article describes the methods of mathematical modeling.
Source data, evaluation criteria, features, and usage restrictions.

Keywords: risk, modeling, technosphere safety.