

Оптимизация затрат на предупреждение рисков производственных инцидентов по видам экономической деятельности

М.И. Гераськин¹, Е.П. Ростова¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

В статье проанализированы статистические данные об аварийности на производственных объектах. Исследованы статистические данные за период 2010 – 2018 гг. по следующим видам экономической деятельности: добыча полезных ископаемых, обрабатывающее производство, производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Построены функциональные зависимости между количеством человек, пострадавших на производстве, объемом производимой продукции и затратами на мероприятия по охране труда, на основе которых сформирована модель управления рисками.

Ключевые слова

Промышленный риск, управление рисками, аварийность, затраты на снижение риска

1. Введение

Объем производства отдельных видов экономической деятельности (ВЭД), например, обрабатывающие производства, добыча полезных ископаемых составляет для каждого более 14% в структуре ВВП. С 2015 по 2019 года индекс роста объема производства добычи полезных ископаемых в среднем составляет 102,5%, обрабатывающих производств - 101,7%. Однако, увеличение производства сопряжено с увеличением аварийности, о чем свидетельствуют статистические данные [1]. Повлиять на уровень аварийности, количество пострадавших на производстве, можно с помощью превентивных мероприятий, направленных на снижение промышленного риска.

Проблемы управления рисками в отечественных [2], [3] и зарубежных [4], [5] исследованиях рассматриваются с различных точек зрения: с позиции надежности технических систем, с точки зрения риск-менеджмента, с позиции экономической эффективности затрат на снижение промышленного риска. Аппаратом для анализа процессов управления риском выступают методы многокритериальной оптимизации, двояковыпуклые модели и алгоритмы, методы управления в сложных системах, методы нелинейного программирования, многопараметрического моделирования, системно-ориентированного моделирования.

Целью данного исследования является разработка экономико-математической модели управления промышленным рисками для различных видов экономической деятельности.

2. Методы

Исследование проведено на основе статистических данных за 2010-2018 годы о количестве пострадавших на производстве, объеме производимой продукции и затратах на мероприятия по охране труда по таким ВЭД, как обрабатывающие производства, добыча полезных ископаемых, распределение электроэнергии, газа и воды. Суммарно, в ВЭД, рассмотренных в статье, численность работающих превышает 8 млн.чел., число пострадавших более 23 тыс. чел. Для структурирования информации о травматизме и аварийности по ВЭД требуется инструментарий обработки больших данных.

Рассмотрим ВЭД с индексом k , включающий n предприятий, объем выработки отдельного предприятия составляет Q_{ki} , затраты на производство продукции – $C_{Q_{ki}}$, затраты на снижение риска – f_{ki} , ущерб от промышленных инцидентов – $X_{ki}(f_{ki}, Q_{ki})$, страховая премия – $V_{ki}(f_{ki}, Q_{ki})$, затраты на устранение последствий промышленного рисковог о события – $H_{ki}(f_{ki}, Q_{ki})$. Тогда функция издержек ВЭД:

$$C_k = \sum_{i=1}^n (C_{Q_{ki}} + f_{ki} + X_{ki} + V_{ki} + H_{ki}), k=1, \dots, K. \quad (1)$$

Задача определения вектора оптимальных значений $f_k^*, k=1, \dots, K$ о критерию минимизации издержек будет иметь вид:

$$\{f_k^*\} = \arg \min_{f_{ki} > 0} C_k. \quad (2)$$

Каждый ВЭД имеет соответствующие усредненные по n предприятиям функции $X_k = \chi_k(Q_k)e^{-\xi_k f_k}$, $V_k = \nu_k(Q_k)e^{-\xi_k f_k}$, $H_k = h_k(Q_k)e^{-\xi_k f_k}$, зависящие от объема производства Q_k и затрат на снижение риска $f_k, k=1, \dots, K$.

3. Результаты и обсуждения

В результате решения задачи (1), (2), получены функциональные зависимости f_k^* , минимизирующие общие издержки ВЭД:

$$f_k^* = \frac{1}{\xi_k} \ln[\xi_k (\chi_k(Q_k) + h_k(Q_k) + \nu_k(Q_k))]. \quad (3)$$

Полученные функции позволяют определить оптимальные суммы на мероприятия по охране труда для каждого ВЭД с учетом его специфики. Результаты базируются на статистических данных по десяткам тысяч предприятий, на которых работают миллионы человек.

В данном исследовании не представлено разделение затрат по охране труда на отдельные составляющие и не проанализировано влияние каждой из них на показатели травматизма. Также не рассмотрены отдельные разновидности производства, составляющие ВЭД, не представлен сравнительный анализ уровня риска для каждого из них.

Результаты исследования могут быть использованы промышленными предприятиями при определении затрат на мероприятия по охране труда с целью минимизации общих издержек, а также при формировании стратегии управления рисками на уровне ВЭД и отдельных организаций.

4. Литература

- [1] Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 27.12.2020).
- [2] Бурков, В.Н. Управление промышленными предприятиями: стратегии, механизмы, системы / В.Н. Бурков, О.В. Логиновский, В.Н. Бурков, И.В. Буркова, Я.Д. Гельруд, К.А. Коренная, А.А. Максимов, А.Л. Шестаков // Научная мысль. – Москва, 2018.
- [3] Дедков, В.К. Принципы минимизации затрат на повышение надежности сложной системы при ее проектировании // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2012. – С. 89-92.
- [4] Heller, S. Managing industrial risk – Having a tested and proven system to prevent and assess risk // Journal of Hazardous Materials. – 2006. – Vol. 130(1-2). – P. 58-63. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.067.
- [5] Sherali, H.D. Biconvex models and algorithms for risk management problems / H.D. Sherali, A. Alameddine, T.S. Glickman // American Journal of Mathematical and Management Sciences. – 1994. – Vol. 14(3-4). – P. 197-228.