

Алгоритм выбора тарифов страхования промышленных рисков на основе анализа больших массивов данных об объектах страхования

М.И. Гераскин

Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
Самара, Россия
innovation@ssau.ru

Е.П. Ростова

Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
Самара, Россия
el_rostova@mail.ru

Аннотация—Предлагается решение задачи обработки больших массивов информации об объектах страхования промышленных рисков с целью оптимального формирования системы тарифов страховых компаний, аккумулирующих в портфелях десятки и сотни миллионов застрахованных объектов, дифференцированных по большому числу параметров. Многомерные функции страховых тарифов от параметров застрахованных объектов моделируются на основе оптимизации с учетом вероятности ущерба, зависящей от превентивных мероприятий страхователей.

Ключевые слова— промышленный риск, управление рисками, аварийность, страховой портфель.

1. ВВЕДЕНИЕ

Управление промышленными рисками возможно с помощью такого инструмента, как страхование. В РФ действует добровольное страхование гражданской ответственности владельцев опасных производственных объектов. Данный вид страхования охватывает производственные объекты, эксплуатирующие резервуары под давлением, подъемные механизмы (включая лифты, эскалаторы и траволаторы), гидротехнические сооружения и др. Объем страхового портфеля отдельных компаний превышает десятки миллионов договоров (см. таблица 1), для формирования тарифной ставки обрабатывается информация о десятках параметров по каждому объекту [1].

Таблица 1. Количество застрахованных объектов в 2020 году

Страховая компания	Количество действовавших договоров страхования, млн	Количество заключенных (новых) договоров страхования, млн
ПАО СК «Росгосстрах»	12, 087 299	16, 237 078
САО «РЕСО-Гарантия»	10, 906 426	12, 424 164
АО «Альфастрахование»	16, 949 637	34, 688 211

Проблемы формирования страхового портфеля в отечественных [2], [3] и зарубежных [4], [5] исследованиях рассматриваются с точки зрения финансовых механизмов и методов эконометрического моделирования. В последнем случае исследователи рассматривают различные варианты распределения случайных величин ущерба и частоты наступления

страхового случая. В данном исследовании разработана модель формирования портфеля страхования промышленных рисков с учетом параметров всех застрахованных объектов.

2. МЕТОДЫ

Рассмотрим страховую компанию, имеющую n застрахованных объектов. Плотность вероятности наступления страхового события $p=e^{-f\xi}$ зависит от превентивных мероприятий, проводимых страхователем на сумму f , эффективность которых ξ определяется по результатам статистики об объекте страхования за несколько временных периодов по ряду параметров. Ожидаемый ущерб $X=p\chi$ зависит от вероятности p и от величины ущерба χ . Страховая премия V зависит от доли застрахованного риска γ^S ($X^S = \gamma^S X$) и тарифной ставки T : $V=V(X^S, T)$. Размер страхового возмещения W зависит от ущерба $X=p\chi$ и от уровня ответственности страховщика α : $W=W(X, \alpha)$. Тогда функция прибыли страховщика:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (V_i - p_i W_i) = \quad (1)$$

$$= \sum_{i=1}^n \left(\gamma_i^S e^{-\xi_i f_i(T_i)} \chi_i T_i - e^{-\xi_i f_i(T_i)} \chi_i \alpha_i \right)$$

Тарифная ставка является инструментом страховой компании, с помощью которого, возможно формирование страхового портфеля. В предыдущих работах было показано взаимное влияние тарифной ставки и предупредительных мероприятий по снижению застрахованного риска: чем выше скидка страхователю, тем выгоднее предприятию проводить предупредительные мероприятия. Задача определения вектора оптимальных тарифных ставок T_i^* , $i = \overline{1, n}$ по критерию максимизации прибыли будет иметь вид:

$$\{T_i^*\} = \arg \max_{0 < T_i < 1} \Pi, \quad \begin{cases} \frac{df_i}{dT_i} < 0 \\ 0 < \xi_i < 1 \\ \sum_{i=1}^n (\gamma_i^S T_i - \alpha_i) > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Решив поставленную задачу, получим следующий вид функции страхового тарифа:

$$T_i^* = \frac{\xi_i k_i}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{4\alpha_i}{\xi_i k_i \gamma_i^S}} - 1 \right) \quad (3)$$

при условии

$$\frac{\xi_i \gamma_i^S k_i + 2\alpha_i}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4\alpha_i}{\xi_i \gamma_i^S k_i}} - 1 \right] - \alpha_i < 0 \quad (4)$$

Поставленная задача (1), (2) позволяет определить страховой тариф с учетом предупредительных мероприятий и параметров всех застрахованных рисков.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Предложенная задача (1), (2) была решена для предприятий металлургической и электротехнической отраслей. В таблице 2 представлены функции тарифных ставок для каждого из исследуемых объектов.

ТАБЛИЦА 2. ФУНКЦИЯ T^* ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Предприятие	T^*
Металлургическое	$T_M^* = 39 \cdot 10^{-5} \left(\sqrt{1 + 5065,2 \frac{\alpha_M}{\gamma_M^S}} - 1 \right)$
Электротехническое	$T_E^* = 2,9 \cdot 10^{-5} \left(\sqrt{1 + 68610,6 \frac{\alpha_E}{\gamma_E^S}} - 1 \right)$

Построим графики, являющиеся линиями уровня для T_M^* при различных значениях уровня ответственности страховщика α (рисунок 1).

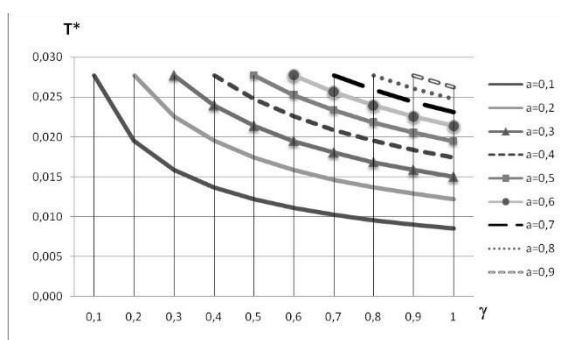


Рис. 1. Зависимость T_M^* от значений α и γ^S

Из графика видно, что максимальный уровень тарифной ставки достигается при $\alpha=0,9$, что соответствует наибольшей доле ответственности страховщика. Также заметно влияние параметра γ^S , отражающего долю застрахованного риска, состоящее в снижении тарифа при увеличении данного параметра.

Для сравнения результатов для двух исследуемых предприятий были построены графики тарифов (рисунок 2) для $\alpha=0,1$. Тариф для металлургического предприятия выше по причине его рискованных характеристик и низкой эффективности предупредительных мероприятий по сравнению с электротехническим предприятием, являвшимся объектом исследования.

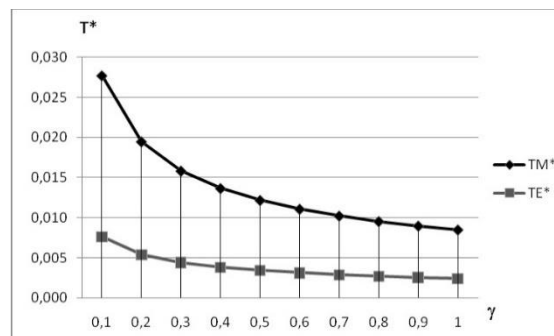


Рис. 2. Тарифы металлургического T_M^* и электротехнического T_E^* предприятий при $\alpha=0,1$

В результате решения задачи (1), (2), получены функциональные зависимости T^* , максимизирующие прибыль страховщика с учетом всех объектов, входящих в страховой портфель. Полученные функции позволяют определить оптимальные размеры тарифа по принимаемому на страхование риску с учетом параметром ущербов и выплат по застрахованным объектам, количество которых может превышать 10^7 (см. таблица 1).

В данном исследовании представлен результат только для портфеля по рисковым видам страхования, вероятность наступления страхового события которых описывается функцией $p = e^{-f\xi}$. В работе не учитываются законы распределения ущерба от застрахованного риска и распределение во времени в течение срока действия договора страхования.

Результаты могут быть использованы страховыми компаниями при формировании тарифной политики в области страхования промышленных рисков

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Интернет-портал «Страхование сегодня» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.insur-info.ru>.
- [2] Лившиц, К.И. Оценка вероятности разорения страховой компании для модели Крамера-Лундберга с ММР-потокм страховых выплат / К.И. Лившиц // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур. Материалы Двенадцатой конференции с международным участием. – 2018. – С. 128-129.
- [3] Береговая, М.П. Построение портфеля по модели У. Шарпа / М.П. Береговая // Разработка и применение наукоёмких технологий в целях модернизации современного общества. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2020. – С. 90-92.
- [4] Shi, P. Regression for copula-linked compound distributions with applications in modeling aggregate insurance claims / P. Shi, Z. Zhao // The Annals of Applied Statistics. – 2020. – Vol. 14(1). – P. 357-380.
- [5] Miljkovic, T. On two mixture-based clustering approaches used in modeling an insurance portfolio / T. Miljkovic, D. Fernández // Risks. – 2018. – Vol. 6(2). – P. 57.