

УДК 368.8+368.041+368.025.1
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-5-72-79>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2020

Статистический метод оценки экономической эффективности программы имущественного страхования

Шевченко А.В.,

Газпром ВНИИГАЗ,
142717, Россия,
Московская обл.,
Ленинский городской
округ, с. п. Развилковское,
пос. Развилка,
Проектируемый пр-д № 5537,
вл. 15, стр. 1

Аннотация

Программа имущественного страхования, разрабатываемая страхователем, определяет основные требования к условиям, особенностям заключения, исполнения и прекращения заключаемых договоров имущественного страхования. При ее реализации в течение ряда лет, когда происходит периодическое возобновление договоров страхования на стандартных условиях, у страхователя возникает необходимость оценить экономическую эффективность такой страховой защиты, желательно с использованием количественных показателей. Существующие методы оценки экономической эффективности программ имущественного страхования в недостаточной степени учитывают стохастический характер процесса страхования и, в частности, что возникающие убытки подчинены законам распределения экстремального типа, изучаемым в рамках асимптотической теории вероятностей экстремальных значений. Поэтому, например, затруднительно адекватно оценить экономическую эффективность программы имущественного страхования в довольно часто складывающейся ситуации, когда суммарные затраты страхователя по уплате страховых премий превышают суммарные страховые возмещения. В основу предложенного статистического метода оценки экономической эффективности программы имущественного страхования положены определяемые по статистическим данным функции распределения экстремального типа, характеризующие заявленные убытки и выплаченные страховые возмещения. Оценка экономической эффективности осуществляется с использованием показателя экономической эффективности программы имущественного страхования, который вычисляется по двум параметрам: ожидаемой доли страховых выплат (страховых возмещений) и премиального коэффициента эффективности. Ожидаемая доля страховых выплат определяется отношением математических ожиданий функций распределения, характеризующих заявленные убытки и выплаченные страховые возмещения. Премиальный коэффициент эффективности находится отношением суммарной по программе имущественного страхования брутто-премии, вычисляемой с использованием функции распределения заявленных убытков, и общего размера выплаченных премий за весь период действия программы имущественного страхования. Складывая значения ожидаемой доли страховых выплат (страховых возмещений) и премиального коэффициента эффективности с учетом их весов, получают величину показателя экономической эффективности программы имущественного страхования. Формирование вывода об экономической эффективности программы имущественного страхования проводится на основе величины показателя экономической эффективности программы имущественного страхования по предложенной шкале.

Ключевые слова: брутто-премия, заявленный убыток, программа имущественного страхования, страховое возмещение, функция распределения экстремального типа, экономическая эффективность.

Для цитирования: Шевченко А.В. Статистический метод оценки экономической эффективности программы имущественного страхования // Проблемы анализа риска. Т. 17. 2020. № 5. С. 72–79, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-5-72-79>

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Statistical Method for Assessing the Cost-effectiveness of the Property Insurance Program

Andrey V. Shevchenko,

Gazprom VNIIGAZ
Proektiruemyy proezd 5537,
15, 1, Razvilka,
s.p. Razvilkovskoe,
Leninsky dist., Moscow region,
Russia, 142717

Abstract

The property insurance program developed by the insured determines the main requirements to the conditions, features of the conclusion, execution and termination of the concluded property insurance contracts. When it is implemented for a number of years, when there is a periodic renewal of insurance contracts on standard conditions, the insured has the need to assess the economic effectiveness of such insurance protection, preferably using quantitative indicators. Existing methods of estimating the cost-effectiveness of property insurance programs do not sufficiently take into account the stochastic nature of the insurance process and, in particular, that the resulting losses are subject to extreme type distribution laws studied within the framework of the asymptotic theory of extreme values probabilities. Therefore, for example, it is difficult to adequately assess the economic effectiveness of the property insurance program in a rather frequent situation where the total costs of the insured for paying insurance premiums exceed the total insurance compensation. The proposed statistical method of estimating the economic effectiveness of the property insurance program is based on extreme type distribution functions determined by statistical data, characterizing the claimed losses and insurance compensation paid. The cost-effectiveness assessment is carried out using the cost-effectiveness indicator of the property insurance program, which is calculated according to two parameters: the expected share of insurance payments (insurance indemnities) and the premium efficiency coefficient. The expected share of insurance payments is determined by the ratio of mathematical expectations of distribution functions, which characterize the claimed losses and insurance compensation paid. The premium efficiency ratio is the ratio of the gross premium total for the property insurance program, calculated using the function of distributing the claimed losses, and the total amount of premiums paid for the entire period of the property insurance program. Adding up the values of the expected share of insurance payments (insurance indemnities) and the premium efficiency factor taking into account their weights, the value of the economic efficiency indicator of the property insurance program is obtained. The formation of a conclusion on the economic effectiveness of the property insurance program is carried out on the basis of the value of the economic efficiency indicator of the property insurance program according to the proposed scale.

Keywords: gross premium, claimed loss, property insurance program, insurance indemnity, extreme type distribution function, economic efficiency.

For citation: Shevchenko A.V. Statistical method for assessing the cost-effectiveness of the property insurance program // Issues of Risk Analysis. Vol. 17. 2020. No. 5. P. 72—79, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-5-72-79>

The author declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

Статистический метод оценки экономической эффективности программы имущественного страхования

Заключение

Литература

Введение

В крупных компаниях одним из наиболее эффективных и часто используемым экономическим механизмом защиты имущественных интересов от рисков является имущественное страхование. Вертикально интегрированная система страховой защиты таких компаний, как правило, основывается на принципах централизации, предполагающих реализацию программ страхования, в том числе программ имущественного страхования, на основе единых подходов. Одним из критериев целесообразности и возможности осуществления программы имущественного страхования является ее экономическая эффективность. Для достижения экономического эффекта от реализации программы имущественного страхования следует обеспечить оптимальное соотношение между структурой и объемом страхового покрытия программы имущественного страхования, а также величиной расходов на их реализацию.

В настоящее время самым распространенным подходом установления соотношения между объемом страхового покрытия программы имущественного страхования и величиной расходов является изучение соответствующего рынка страховых услуг и выбор оптимального (по мнению страхователя) страхового тарифа из тарифов, предлагаемых страховыми компаниями. Окончательный размер соотношения устанавливается в результате заключения договоров имущественного страхования, например по итогам конкурентных закупок.

В период действия программы имущественного страхования страхователем осуществляются сбор и накопление информации о страховых премиях и страховом покрытии, состоявшихся убытках, выплатах страхового возмещения, об отказах в выплатах страхового возмещения, причинах отказов и др. Если эта информация отвечает требованиям, предъявляемым к материалам статистического наблюдения, то она может быть использована для оценки экономической эффективности программы имущественного страхования с использованием метода, предлагаемого автором.

Статистический метод оценки экономической эффективности программы имущественного страхования

Суть метода заключается в определении показателя экономической эффективности программы имущественного страхования на основе анализа информации о заявленных убытках и выплаченных страховых возмещениях, а также оценки «справедливой» (с точки зрения страхователя) премии по программе имущественного страхования.

Метод включает последовательное выполнение следующих действий:

- сбор информации и определение по статистическим данным функций распределения по показателям, характеризующим процесс возмещения убытков¹;
- нахождение ожидаемой доли страховых выплат (страховых возмещений);
- определение «справедливой» (с точки зрения страхователя) суммарной брутто-премии по программе имущественного страхования и сравнение этой суммарной брутто-премии с величиной выплаченных премий по заключенным договорам имущественного страхования с нахождением премиального коэффициента эффективности;
- расчет показателя экономической эффективности и формирование вывода об экономической эффективности программы имущественного страхования.

К информации для целей статистической оценки экономической эффективности программы имущественного страхования дополнительно предъявляются требования об ее актуальности, непротиворечивости, полноте и точности, а также, что эффект от использования уточненной информации преобладает над затратами на ее поиск, приобретение и обработку.

Основными источниками, используемыми в ходе сбора статистических данных, являются:

- сведения по программе имущественного страхования;

¹ Возмещение убытков — процесс, включающий выполнение страхователем комплекса мероприятий в порядке, установленном федеральным законом и (или) договором страхования, в целях получения страховой выплаты (страхового возмещения).

- договоры имущественного страхования, заключенные, например, по результатам процедуры конкурентного отбора страховых компаний на право заключения договоров страхования имущественных интересов крупной компании по программе имущественного страхования;

- корпоративная статистическая отчетность крупной компании, содержащая сведения о заключенных договорах имущественного страхования и страхования ответственности;

- сведения по событиям, имеющим признаки страхового случая, по договорам имущественного страхования;

- иные источники из базы данных крупной компании по возмещению убытков.

Сбор и обобщение статистических данных производится по форме, приведенной на рисунке, по событиям, имеющим признаки страхового случая, в порядке возрастания даты события.

В качестве основных показателей, характеризующих процесс возмещения убытков, функции распределения случайных величин которых подлежат определению при статистическом анализе экономической эффективности программы имущественного страхования, принимаются:

- заявленный убыток;
- страховая выплата (страховое возмещение).

Для определения функции распределения «Заявленный убыток, руб.» и функции распределения «Страховое возмещение, руб.» предложено применение комбинации техники графического статистического анализа — квантиль-квантиль диаграмм и методов, базирующихся на асимптотической теории вероятностей экстремальных значений [1, 2].

Техника графического статистического анализа для определения функции распределения случайной величины по показателю процесса возмещения убытков включает:

- обработку статистических данных с целью получения упорядоченного ряда наблюдаемых значений по показателю процесса возмещения убытков;

- построение на основе полученного упорядоченного ряда наблюдаемых значений графика квантилей с использованием выбранного теоретического закона распределения в соответствии с асимптотической теорией вероятностей экстремальных значений;

- определение по графику квантилей параметров линейного уравнения регрессии;

- определение по параметрам линейного уравнения регрессии показателей функции распределения по показателю процесса возмещения убытков.

Обработка статистических данных, характеризующих случайную величину X (см. рисунок), проводится путем расположения статистических данных в порядке неубывания с получением вариационного ряда величин:

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n.$$

Для построения на основе полученного упорядоченного ряда наблюдаемых значений графика квантилей вводится предположение о теоретическом законе (функции) распределения. Рекомендуемые теоретические законы (функции) распределения экстремального типа приведены в табл. 1. В том случае если предположение о конкретном теоретическом законе (функции) распределения не делается, то статистические данные анализируются по всем рекомендуемым теоретическим законам (функциям) распределения.

Массив данных для проведения статистического анализа экономической эффективности программы имущественного страхования _____

(наименование программы страхования)

№ п/п	Номер договора имущественного страхования	Дата события	Заявленный убыток, руб.	Страховая выплата, руб.

Рисунок. Форма для сбора и обобщения статистических данных

Figure. Form for the collection and compilation of statistics

Таблица 1. Формулы для построения графика и нахождения параметров функции распределения экстремального типа

Table 1. Formulas for plotting and finding parameters of the extreme type distribution function

Теоретический закон (функция) распределения	Формульный вид теоретического закона (функции) распределения	Формулы для построения графиков квантилей		Формулы для расчета параметров функции распределения	
		ось абсцисс	ось ординат	δ	β
1	2	3	4	5	6
Вейбулла	$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\delta\right]$	$\ln\left[-\ln\left(1 - \frac{i}{n+1}\right)\right]$	$\ln x_i$	$\frac{1}{\beta}$	$\exp(a)$
Парето	$F(x) = 1 - \left(\frac{x}{\beta}\right)^{-\delta}$	$-\ln\left(1 - \frac{i}{n+1}\right)$	$\ln x_i$	$\frac{1}{\beta}$	$\exp(a)$
Логарифмически нормальный	$F(x) = \Phi\left(\frac{\ln\left(\frac{x}{\beta}\right)}{\delta}\right)$	$\Phi^{-1}\left(\frac{i}{n+1}\right)$	$\ln x_i$	b	$\exp(a)$
Экспоненциальный	$F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right)$	$-\ln\left(1 - \frac{i}{n+1}\right)$	x_i	—	b
Фреше	$F(x) = \exp\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^{-\delta}\right]$	$-\ln\left(-\ln\left(\frac{1}{n+1}\right)\right)$	$\ln x_i$	$\frac{1}{\beta}$	$\exp(a)$

Примечание: δ, β — параметры функции распределения; x_i — наблюдаемое i -е значение случайной величины X ; n — общее количество наблюдений случайной величины; Φ — функция стандартного нормального распределения; Φ^{-1} — функция квантилей стандартного нормального распределения; a, b — параметры линейного уравнения регрессии ($y = a + bz$), получаемого с использованием метода наименьших квадратов.

Для выбранного распределения с использованием формул для построения графиков квантилей, приведенных в табл. 1, наблюдаемые значения случайной величины X наносятся на график, например, с помощью программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel. График представляет собой неубывающую функцию.

По нанесенным на график наблюдениям с помощью классического метода наименьших квадратов вычисляются параметры линейного уравнения регрессии вида $y = a + bz$ и коэффициент корреляции, показывающий степень правдоподобия гипотезы.

Если анализируются все рекомендуемые теоретические законы (функции) распределения, то действия по нанесению на график наблюдаемых значений случайной величины X и вычисление па-

раметров линейного уравнения регрессии повторяются и для других распределений, указанных в табл. 1.

По вычисленному коэффициенту корреляции с использованием шкалы Чеддока по показателям тесноты связи устанавливается характеристика силы корреляционной связи. Полученная регрессионная модель признается пригодной для практического использования при значении коэффициента корреляции (тесноты связи), превышающего 0,7.

Если анализируются все рекомендуемые теоретические законы (функции) распределения, то в качестве предпочтительного распределения, описывающего случайную величину X , может выбираться то, у которого коэффициент корреляции (детерминации) наибольший.

Например, для крупных нефтегазовых компаний по программам имущественного страхования ответственности за причинение вреда природной среде (экологические риски), жизни, здоровью и имуществу третьих лиц было определено, что для функции распределения «Заявленный убыток, руб.» и функции распределения «Страховое возмещение, руб.» предпочтительным является теоретический закон (функция) распределения Вейбулла.

С использованием формул для расчета параметров функции распределения, приведенных в табл. 1, определяются параметры δ и β выбранной функции распределения.

Зная параметры δ и β функции распределения случайной величины X , рассчитывают математическое ожидание и дисперсию (табл. 2).

В результате получают:

- математическое ожидание размера заявленного убытка по функции распределения «Заявленный убыток, руб.»;
- дисперсию заявленного убытка по функции распределения «Заявленный убыток, руб.»;

Таблица 2. Формулы для нахождения математического ожидания и дисперсии

Table 2. Formulas for finding mathematical expectation and variance

Теоретический закон (функция) распределения	Математическое ожидание	Дисперсия
Вейбулла	$\beta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\delta}\right)$	$\beta^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\delta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\delta}\right) \right]$
Парето	$\frac{\delta\beta}{\delta-1}$	$\left(\frac{\beta}{\delta-1}\right)^2 \frac{\delta}{\delta-2}$
Логарифмически нормальный	$\beta \exp\left(\frac{\delta^2}{2}\right)$	$\beta^2 \exp(\delta^2) [\exp(\delta^2) - 1]$
Экспоненциальный	β	β^2
Фреше	$\beta \cdot \Gamma\left(1 - \frac{1}{\delta}\right)$	$\beta^2 \left[\Gamma\left(1 - \frac{2}{\delta}\right) - \Gamma^2\left(1 - \frac{1}{\delta}\right) \right]$

Примечание: $\Gamma(\dots)$ — гамма-функция, которую рассчитывают с использованием системы компьютерной алгебры Mathcad (оператор $\Gamma(\blacksquare)$) или онлайн-калькулятора (<https://planetcalc.ru/4520/>).

- математическое ожидание размера страховой выплаты (страхового возмещения) по функции распределения «Страховое возмещение, руб.».

Ожидаемую долю страховых выплат (страховых возмещений) K_1 определяют по формуле

$$K_1 = \frac{\mu_y}{\mu_3}, \quad (1)$$

где μ_y — математическое ожидание размера страховой выплаты (страхового возмещения), руб.;

μ_3 — математическое ожидание размера заявленного убытка, руб.

Премиальный коэффициент эффективности K_2 находят по формуле

$$K_2 = \frac{\Pi^{\text{брутто}} \cdot \tau_{\Pi}}{\Pi}, \quad (2)$$

где $\Pi^{\text{брутто}}$ — брутто-премия, руб./год, определяется по формуле (3);

τ_{Π} — период действия программы имущественного страхования, год;

Π — общий размер выплаченных премий за весь период действия программы имущественного страхования, руб.

Брутто-премия рассчитывается с использованием статистических данных по убыткам с учетом лимита ответственности на один страховой случай по формуле [2]

$$\Pi^{\text{брутто}} = \frac{\lambda \cdot \mu_{3Л} + x_p \sqrt{\lambda (\sigma_{3Л}^2 + \mu_{3Л}^2)}}{1 - \eta}, \quad (3)$$

где λ — частота страховых случаев, ед./год, определяется по формуле (4);

$\mu_{3Л}$ — математическое ожидание размера заявленного убытка с учетом лимита ответственности, руб.;

$\sigma_{3Л}^2$ — дисперсия заявленного убытка с учетом лимита ответственности, руб.²;

x_p — квантиль уровня p стандартного нормального распределения. Рекомендуется задавать уровень p равным 0,95, которому соответствует значение квантиля 1,645;

η — доля нагрузки к нетто-премии.

Частота страховых случаев λ , ед./год, определяется по формуле

$$\lambda = \frac{N_{\Pi}}{\tau_{\Pi}}, \quad (4)$$

где N_{Π} — число страховых случаев за весь период действия программы имущественного страхования, ед.;

τ_{Π} — период действия программы имущественного страхования, год.

Математическое ожидание заявленного убытка с учетом лимита ответственности $\mu_{3Л}$ и дисперсия заявленного убытка с учетом лимита ответственности $\sigma_{3Л}^2$ соответствуют функции распределения «Заявленный убыток, руб.» при условии, что наибольшее значение $x_{\max}$ в статистических данных, по которым определяется функция распределения «Заявленный убыток, руб.», не меньше лимита ответственности L на одно событие, установленного в договорах страхования. В противном случае производится корректировка параметров δ и β функции распределения «Заявленный убыток, руб.» с использованием коэффициентов a и b уравнения регрессии, полученного в результате графического статистического анализа. Для этого сначала определяется параметр корректировки K по формуле:

- для функции распределения Парето и экспоненциальной функции распределения

$$K = \frac{L}{x_{\max}}; \quad (5)$$

- для функций распределения Вейбулла, Фреше и логарифмически нормальной

$$K = \frac{\ln L}{\ln x_{\max}}. \quad (6)$$

Затем коэффициенты a и b умножаются на параметр корректировки K , и по ним корректируются параметры δ и β функции распределения «Заявленный убыток, руб.» с использованием формул, приведенных в табл. 1 (столбцы 5, 6). По откорректированным параметрам δ и β определяются откоррек-

тированные математическое ожидание заявленного убытка и дисперсия заявленного убытка, которые и используются при расчетах по формуле 3.

Показатель экономической эффективности программы имущественного страхования Θ находят с использованием выражения

$$\Theta = 0,4K_1 + 0,6K_2. \quad (7)$$

Вывод об экономической эффективности программы имущественного страхования формируют по шкале на основе сопоставления значения показателя экономической эффективности программы имущественного страхования со следующими величинами:

- при значении показателя Θ не менее величины 0,8 программу имущественного страхования следует отнести к категории экономически эффективных программ имущественного страхования;
- при значении показателя Θ меньше величины 0,8, но не меньше величины 0,6 — к категории программ имущественного страхования с приемлемой экономической эффективностью, которые рекомендуется актуализировать;
- при значении показателя Θ меньше величины 0,6 — к категории программ имущественного страхования с низкой экономической эффективностью, от которых рекомендуется отказаться.

Заключение

Предложенный метод позволяет проводить оценку экономической эффективности программы имущественного страхования на количественном уровне. Метод также может применяться для установления «справедливой» (с точки зрения страхователя) премии по программе имущественного страхования. Ограничением метода является объем статистических данных, по которым определяются функции распределения. Предложенная в методе техника графического статистического анализа на основе квантиль-квантиль диаграмм может применяться для нахождения функций распределения при наличии не менее 15 наблюдений.

Литература [References]

1. Акимов В.А., Быков А.А., Щетинин Е.Ю. Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. 524 с. [Akimov V.A., Bykov A.A., Shchetinin E.Yu. Introduction to the statistics of extreme values and its applications. M.: FSU VNII GOCHS (FC), 2009. 524 p. (Russia)]
2. Быков А.А. Статистический анализ урегулирования убытков по программам имущественного страхования: рекомендации для страхователей и риск-менеджеров крупных компаний / А.А. Быков. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. 242 с. [Bykov A.A. Statistical analysis of the settlement of losses under property insurance programs: recommendations for insurers and risk managers of large companies / A.A. Bykov. M.: Gazprom VNIIGAZ, 2014. 242 p. (Russia)]

Сведения об авторе

Шевченко Андрей Владимирович: доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГАЗ»

Количество публикаций: более 100, в т. ч. 13 монографий, 5 учебных изданий

Область научных интересов: управление риском, теория безопасности человека и окружающей среды, теория гражданской обороны, химическая безопасность

Контактная информация:

Адрес: 142717, Россия, Московская обл., Ленинский городской округ, с. п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

E-mail: A_Shevchenko@vniigaz.gazprom.ru

Статья поступила в редакцию: 28.09.2020

Принята к публикации: 01.10.2020

Дата публикации: 30.10.2020

The paper was submitted: 28.09.2020

Accepted for publication: 01.10.2020

Date of publication: 30.10.2020