

УДК 368.171

СТРАТЕГИИ СТРАХОВАНИЯ - ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТИПА ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИН УЩЕРБА

Родкин М.В. ^(1,2)

⁽¹⁾ Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва, Россия

⁽²⁾ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия, rodkin@mitp.ru

***Аннотация:** Дан краткий обзор по статистике числа жертв и ущербов от природных (в частности, от сильных землетрясений) и техногенных катастроф в сравнении с данными МЧС по типичным страховым случаям. Показано принципиальное различие характера законов распределения. Значения числа жертв и экономических потерь при сильных катастрофах распределены по степенному закону, что кардинальным образом меняет условия для компенсации ущербов (в частности, по страхованию рисков). Кратко обсуждается практика компенсации ущербов (страхования рисков) в случае сильных природных и антропогенных катастроф (в частности, при страховании от землетрясений).*

INSURANCE STRATEGIES - DEPENDENCE ON THE TYPE OF THE LAW OF DISTRIBUTION OF DAMAGE VALUES

Rodkin M.V. ^(1,2)

⁽¹⁾ Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics RAS, Moscow, Russia

⁽²⁾ Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, rodkin@mitp.ru

***Abstract:** A brief review of the statistics of the fatalities and damages from the natural disasters (in particular, from strong earthquakes) and man-made disasters is given in comparison with the data of the Ministry of Emergency Situations for typical insured events. A fundamental difference in the nature of distribution laws is shown. The values of the number of victims and economic losses in major disasters are distributed according to a power law, which radically changes the conditions for damage compensation (in particular, for risk insurance). The practice of compensation for damages (risk insurance) in the event of major natural and man-made disasters (in particular, earthquake insurance) is briefly discussed.*

Введение

Стратегия страхования обычно построена на накоплении сумм от страховых взносов, которые позволяют покрывать страховые выплаты. Успешность страхового бизнеса при этом зависит от правильного расчета рисков и страховых взносов. В случае массового страхования это, как правило, достаточно хорошо рассчитывается. Существенно иная ситуация складывается в случае страхования от сильных редких природных катастроф, в частности от землетрясений. В этом случае, во-первых, чрезвычайно трудно (реально почти невозможно) заранее оценить величину и вероятность максимально возможного ущерба, во-вторых, величина этого ущерба может оказаться столь большой, что никакая страховая компания не сможет

компенсировать ущербы такого масштаба. В этом случае исторически выработались и теоретически возможны иные практики уменьшения ущерба.

Статистика ущербов

Обсуждение страхования от сейсмических катастроф естественно предварить кратким обзором основных результатов исследования статистики ущербов от природных катастроф, в частности, от землетрясений (более подробный анализ можно найти в монографиях и обзорах [1 - 3; и др.]). Принципиально важно, что распределения величин потерь от природных и техногенных катастроф, в частности, и от землетрясений, описываются, как правило, степенными законами распределения с тяжелым хвостом. Такой закон и определяет некоторые непривычные свойства таких распределений. В частности, при таких распределениях основной вклад в суммарные значения ущерба дают несколько сильнейших и обычно весьма редких событий. Наиболее известным примером такого типа распределения является закон распределения землетрясений Гутенберга-Рихтера, если его представить в терминах величин сейсмического момента или сейсмической энергии. Но аналогичный по характеру закон распределения описывает и величины ущерба. Так число жертв от одного Таншаньского землетрясения 28 июля 1976 года. $M=7.5$ (8.3 по другой шкале) или Андаманского землетрясения 26 декабря 2004 года с магнитудой $M=9.1$ (по другим оценкам, 9.3) сравнимо с числом жертв от всех других землетрясений XX века. Аналогично, экономический ущерб от единичных сильнейших землетрясений сравним с ущербом от всех остальных землетрясений за 50 или 100 лет. Вполне очевидно, что страховые компании, функционирующие с расчетом на фоновый режим величин потерь, оказываются бессильны компенсировать такие экстремальные значения ущерба.

И это не исключение. На рис. 1 и 2 приведены данные по распределению числа жертв от сильнейших исторических землетрясений и величин экономического ущерба от ураганов, наводнений и землетрясений в США. Более менее представительные данные о числе жертв известны за историческое время. Данные об экономических ущербах известны для недавних и коротких интервалов времени и преимущественно для более развитых стран. Можно видеть, что для всех представленных наборов данных выполняется степенной закон распределения, причем показатель степени этого распределения β обычно меньше единицы. Такие распределения называются распределениями с тяжелым хвостом, для них эффект одного максимального события сравним с суммарным эффектом от всех остальных событий; более того, теоретическое среднее значение для таких распределений бесконечно. Естественно, это некоторая математическая абстракция. Реальные значения числа пострадавших и экономических

потерь не могут быть бесконечными. Отсюда следует, что степенной закон должен быть где-то ограничен; на особо больших интервалах времени, в области экстремально больших событий он уже не выполняется. Так всегда и имеет место. Однако период повторяемости таких экстремальных событий может быть достаточно большим. В частности, период повторяемости редкого максимально возможного для данного региона землетрясения может составлять несколько тысяч лет (см., например, обзор, приведенный в [4]). Для целей прогноза на несколько десятков лет такое ограничение обычно не столь существенно, и при расчетах можно исходить из степенного закона распределения (тем более, что точный закон в области экстремально редких событий заведомо не известен).

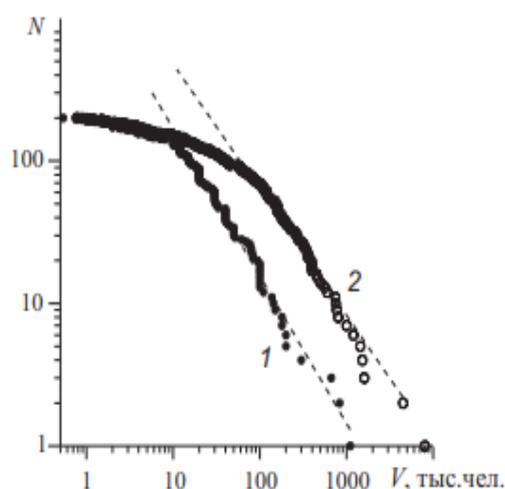


Рис.1. Ненормированные дополнительные функции распределения числа жертв V при сильных исторических сейсмических катастрофах: 1 – реальное число жертв, 2 – нормированное на современную численность населения. Пунктиром показаны аппроксимирующие степенные законы распределения, N – число событий, по [1].

Подчеркнем, степенной закон распределения числа жертв и величин ущерба от природных катастроф, в частности, землетрясений (рис. 1 и 2), кардинально отличается от более привычных для страховых компаний случаев (например, величин ущерба от пожаров). На рис.3 представлены графика эмпирических распределений числа жертв при пожарах (данные МЧС России за 1992-1996 годы) и числа жертв при крупнейших техногенных катастрофах мира за 1900-1988 годы. Величины ущерба и число жертв при сильнейших пожарах не столь сильно превосходит типичные значения. Различие здесь может быть в десятки, но не в сотни или тысячи раз, что вполне типично для случая природных катастроф, в частности, для землетрясений. Это различие порождает принципиальные различия в стратегиях уменьшения ущербов (страховании) в более привычных страховых случаях и в случае природных катастроф.

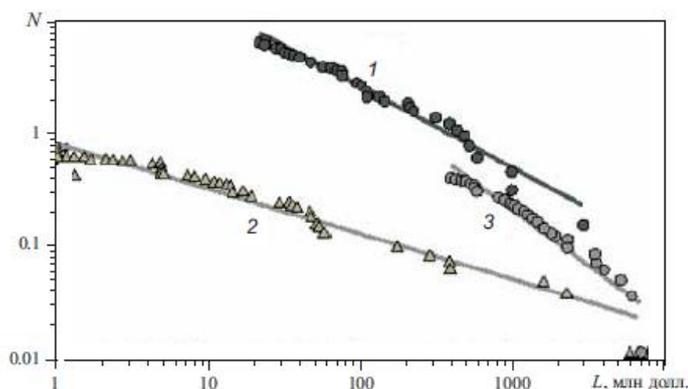


Рис.2. Дополнительные ненормированные функции распределения величин экономических потерь L в США от единичных событий (млн долл.) в год для наводнений (1), землетрясений (2) и ураганов (3).

Данные за 1900–1989 гг. (землетрясения и ураганы) и за 1986–1992 гг. (наводнения). Линиями показаны графики аппроксимирующих степенных распределений со значениями показателя степени $\beta = 0.74$ (для наводнений), $\beta = 0.98$ (для ураганов) и $\beta = 0.41$ (для землетрясений), по [1].

Выше были приведены только отдельные примеры распределения величин ущерба в разных случаях, но они вполне типичны, и хорошо характеризуют ситуацию в целом. Далее обсуждаются исторически сложившиеся практики и возможные стратегии страхового бизнеса в случае природных катастроф, большинство приводимых примеров касается случая землетрясений.

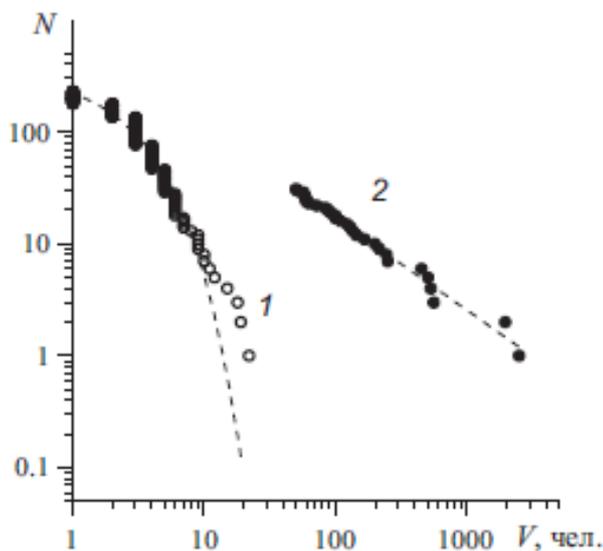


Рис. 3. Дополнительные ненормированные функции распределения числа жертв V при (1) взрывах и пожарах в РФ в 1992–1996 гг., по данным [5], и при (2) крупнейших техногенных катастрофах, по мировым данным за 1900–1988 гг., по [6].

Пунктиром показаны аппроксимирующие законы распределения: экспоненциальный для (1) и степенной для (2), по [1].

Повторимся, при типичном страховом случае сильнейший ущерб сравним с привычной ситуацией. Такого рода страховки достаточно точно оцениваются успешно покрываются страховыми компаниями. Принципиально иная ситуация возникает при попытках страхования от сильных редких природных катастроф, в частности, от землетрясений. В этом случае экстремальные страховые выплаты на много порядков величины превышают типичные затраты. Попытки их сформировать за счет накопленных страховых взносов почти заведомо безнадежны. Причины этого носят принципиальный характер, и даже не столь уж и зависят от трудностей оценки величин и вероятности реализации максимальных значений ущерба.

Практики решения означенной проблемы оказались, по сути, довольно близки, даже в столь различных экономических системах как бывший Советский Союз и США. Вспоминаются рассказы В.И.Уломова о ситуации с известным Ташкентским землетрясением. Вышло так, что определенные и научные, и народные приметы указывали на возможное скорое сильное землетрясение. Валентин Иванович пошел с этими данными к руководству города с предложением принять некоторые меры, которые могли бы уменьшить возможные потери в случае землетрясения. И получил отказ. Отказ этот базировался как на недоверии к прогнозу (что было, вообще то, вполне обосновано), но также и на нижеследующем рассуждении. На проведение этих мероприятий потребуются ресурсы, которые непонятно откуда взять и как их объяснять и компенсировать, если землетрясение не произойдет. Да, конечно, если землетрясение произойдет, ущерб будет многократно выше, и превентивные меры могли бы этот ущерб заметно уменьшить, но в случае сильного землетрясения будут уже задействованы общегосударственные ресурсы, а не местные. Так оно, естественно, и случилось; новый Ташкент был отстроен совместными усилиями всех республик Советского Союза.

Заметим, что близкая логика описывается и применительно к случаю США [7]. Муниципальные власти и власти Штатов ответственны за превентивные меры. Федеральная власть и общегосударственные резервы оказываются задействованы в случае реализации масштабной природной катастрофы. И здесь реализуется тот-же конфликт. Муниципальные власти и власти Штатов оказываются менее заинтересованными в проведении дорогостоящих превентивных мероприятий. Основные затраты в случае катастрофы это уже затраты не местного, а федерального уровня. Дополнительная проблема связана с расчетом отношения стоимости превентивных мероприятий и величин предотвращенного этим способом ущерба. Примеры таких расчетов приведены, например, в [8], где они касаются только частных случаев, пусть и с

указанием на возможность применения использованной методологии в более широком аспекте.

Предположительно более экономичный вариант компенсации экстремальных ущербов может быть реализован без массивированной государственной поддержки, но на основе перестраховки с локального на региональный и надрегиональный финансовый уровень, такой вариант решения проблемы описан, например, в [9]. Но этот подход возможен только при высоком развитии как местных, так и региональных и надрегиональных финансовых институтов. Такой вариант решения проблемы вряд ли может быть реализован в настоящее время в странах бывшего СССР. Заметим, что при этом некоторые специфические проблемы возникают в задачах уменьшения ущербов в развивающихся и бедных странах. В развивающихся и более бедных странах, при относительно меньших величинах экономического ущерба, большие значения числа жертв, и большая доля потерь, относительно национального валового продукта; эти вопросы обсуждаются, в частности, в [2, 10, 11].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Писаренко В.Ф., Родкин М.В.** Распределения с тяжелыми хвостами: приложения к анализу катастроф. В: *Вычислительная сейсмология*, Вып.38, М., ГЕОС, 2007, 240 с.
2. **Pisarenko V, Rodkin M** (2014) *Statistical Analysis of Natural Disasters and Related Losses*. Springer Briefs in Earth Sciences. Springer, Germany, p. 82.
3. **Rodkin, M.V.** (2020) *Dependence of Losses from Natural Hazards on the Prosperity of Societies: A Brief Review*. *Journal of Anthropological and Archaeological Sciences*. 1, 5, 134-137. ИТПЗ DOI: 10.32474/JAAS.2020.01.000123; ISSN: 2690-5752
4. **Pisarenko, V.F., Rodkin, M.V.** *Approaches to Solving the Maximum Possible Earthquake Magnitude (M_{max}) Problem*. *Surv Geophys* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10712-021-09673-1>
5. **Шахраманьян М.А., Акимов В.А., Козлов К.А.** *Оценка природной и техногенной безопасности России, теория и практика*. М.: ВНИИ ГОЧС, 1998. 218 с.
6. **Порфирьев Б.Н.** *Организация управления в чрезвычайных ситуациях*. М.: Знание, 1989. N5. 48 с.
7. **Lewis T., Nickerson D.** (1989) *Self-insurance against natural disasters*. *Journal of Environmental Economics and Management*. 16, 3, 209-223, ISSN 0095-0696, [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(89\)90010-7](https://doi.org/10.1016/0095-0696(89)90010-7).
8. **Smyth A.W., Altay G., Deodatis G., Erdik M., Franco G., Gülkan P., Kunreuther H., Luş H., Mete E., Seeber N., Yüzügüllü Ö.** (2004). *Benefit-Cost Analysis for Mitigating Seismic Losses: Probabilistic Evaluation of Retrofit Measures for Residential Buildings in Turkey*, *Earthquake Spectra* 20 (1), 171-203.
9. **Dahlen S., Goetz P.** (2012). *Natural Catastrophes and Global Reinsurance – Exploring the Linkages*. BIS Q. Rev.. https://www.researchgate.net/publication/254953905_Natural_Catastrophes_and_Global_Reinsurance_-_Exploring_the_Linkages
10. *United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)* (2007). <http://www.unisdr.org/disaster-statistics/impact-economic.htm>
11. **Pisarenko V.F, Rodkin M.V** (2010) *Heavy-tailed distributions in disaster analysis*. Springer, Germany.