



---

## **ОЦЕНКА НА РИСКА ЗА ТРАНСПОРТА ПОРАДИ ПРИРОДНИ БЕДСТВИЯ**

**Пламена Златева<sup>1</sup>, Димитър Велев<sup>2</sup>**  
[plamzlateva@abv.bg](mailto:plamzlateva@abv.bg), [dvelev@unwe.bg](mailto:dvelev@unwe.bg)

<sup>1</sup>ИСИР – БАН, ул. „Акад. Г. Бончев”, бл.2, п.к. 79, София, 1113  
<sup>2</sup>УНСС, ж.к. Студ. град „Хр. Ботев”, София, 1700  
**БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** актюерски модели, индивидуален модел на риска, природни бедствия, общи загуби, транспорт, Cloud computing*

***Резюме:** През последните години значително се увеличиха природните бедствия на територията на нашата страна, които водят до значими негативни последствия за транспорта. Това налага извършването на обективна оценка на риска, на базата на която да се предприемат съответните ефективни мерки за намаляване на щетите. В настоящия доклад се предлага подход за комплексна оценка на риска от природни от бедствията за транспорта на базата на актюерски модел при отчитане на наличната количествена информация. По-конкретно, се представят се специфичните особености на индивидуалния модел на риска. Обосновава се идеята, предложеният модел да се включи в разработваната информационна система за оценка на риска от природни бедствия с използване на технологията Cloud computing.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

През последните години значително се увеличиха природните бедствия на територията на нашата страна, които водят до значими негативни последствия за транспорта [1, 2]. Това налага извършването на обективна оценка на риска, на базата на която да се предприемат съответните ефективни мерки за намаляване на щетите.

Икономическите аспекти на природните бедствия за транспорта не се свеждат само до причинените преки и косвени загуби. Огромни разходи се изискват на държавно и общинско ниво за гарантиране нормалната дейност на системите за противодействие на отрицателните последствия при възникване на природни бедствия [3]. Необходими са средства за превантивни мерки по предотвратяване на природните бедствия и намаляване възможните загуби от тях, както и за аварийно-спасителни и други неотложни работи в хода на ликвидацията на последствията. Поради това са необходими задълбочени научни изследвания и анализи, които да създават нови подходи за цялостно оценяване на потенциалните загуби при възникване на природни бедствия.

В настоящата работа се предлага подход за комплексна оценка на риска от природни от бедствията за транспорта на базата на актюерски модел при отчитане на наличната количествена информация. По-конкретно, се представят се специфичните

особености на индивидуалния модел на риска. Дават се формули за изчисляване на математическото очакване и дисперсията на общите загуби при разглеждания модел.

Обосновава се идеята, предложеният модел да се включи в разработваната информационна система за оценка на риска от природни бедствия с използване на технологията Cloud computing.

Трябва да се подчертае, че наличието на адекватна оценка за потенциалните общи загуби от природни бедствия за транспорта ще подпомогне вземането на по-информирани решения за ефективно планиране и използване на ограничените средства от бюджета за дейности в извънредни ситуации.

## ОСОБЕНОСТИ НА ИНДИВИДУАЛНИЯ АКТИВЕРСКИ МОДЕЛ НА РИСКА

Общата загуба от цялото количество застрахователни полици е сумата от всички претърпени загуби. Тази загуба може да се моделира с два подхода: индивидуален модел на риска и колективен модел на риска [4].

При *индивидуалния модел на риска* общата загуба представлява сума от загубите, породени от всички застрахователни полици [5]:

$$(1) \quad S = X_1 + X_2 + \dots + X_n,$$

където  $S$  е общата загуба;  $n$  е броят на наблюдаваните (отчитаните в модела) застрахователни полици;  $X_i$  е загубата от  $i$ -тата застрахователна полица,  $i = 1, \dots, n$ .

Предполага се, че загубите  $X_i$  от всяка една полица са независими и еднакво разпределени случайни величини (iid), както случайната величина  $X$ .

Така, индивидуалният модел на риска променливата  $S$  представлява сума от  $n$  iid случайни величини, където  $n$  е фиксирано число. Стойността на  $X_i$  е нула, когато няма загуби от застрахователната полица  $i$ .

При оценка на общите загубите от природни бедствия за транспорта посочения индивидуален модел на риска може да се използва по следния начин: Загубите  $X_i$  в индивидуалния модел на риска могат да се отнасят, например за месечните загуби от определен вид природно бедствие, в случая  $i = 1, \dots, 12$ . Ако за някой месец няма загуби от разглежданото бедствие, съответното  $X_i$  е нула.

Основното уравнение на индивидуалния модел на риска (1) определя общата загуба  $S$  като сума от  $n$  независими и еднакво разпределени дискретни случайни величини всяка, разпределена като  $X$ , поради това, математическото очакване и дисперсията на  $S$  могат се дават със следните формули:

$$(2) \quad ES = \sum_{i=1}^n EX_i = nEX \quad \text{и} \quad DS = \sum_{i=1}^n DX_i = nDX$$

Следователно, за да се изчислят математическото очакване и дисперсията на  $S$ , е необходимо да се знаят математическото очакване и дисперсията на  $X$ .

Нека вероятността да има загуба е  $\theta$ , а вероятността да няма загуба е  $1 - \theta$ . Приема се, че ако има загуба, то тя е с размер  $Y$ . Параметърът  $Y$  е положителна непрекъсната случайна величина с математическото очакване  $\mu_Y$  и дисперсия  $\sigma_Y^2$ . От тук следва, че  $X = Y$  с вероятност  $\theta$  и  $X = 0$  с вероятност  $1 - \theta$ . Тогава величината  $X$  може да се запише във вида:

$$(3) \quad X = IY,$$

където  $I$  е индикаторна случайна величина (тип Бернули), която е независимо разпредена спрямо  $Y$ , така че.

$$(4) \quad I = \begin{cases} 0, & \text{с вероятност } 1 - \theta \\ 1, & \text{с вероятност } \theta \end{cases}.$$

Следователно, математическото очакване на  $X$  е

$$(5) \quad EX = EI.EY = \theta.\mu_Y,$$

Дисперсията на  $X$  се изчислява по формулата:

$$(6) \quad \begin{aligned} DX &= D(I.Y) = (EY)^2.DI + E(I^2).DY = \\ &= \mu_Y^2.\theta.(1 - \theta) + \theta.\sigma_Y^2. \end{aligned}$$

За математическото очакване и дисперсията на  $S$ , след заместване на изразите (5) и (6) в уравнение (2) се получава

$$(7) \quad ES = n.\theta.\mu_Y \quad \text{и} \quad DS = n.(\mu_Y^2.\theta.(1 - \theta) + \theta.\sigma_Y^2).$$

▪ **Точно разпределение с използване на конволюция**

Основната техника за изчисляване на точното разпределение на сумата от независими случайни величини е *конволюцията* (convolution).

В случая се разглежда конволюция на сума от дискретни неотрицателни случайни величини.

Първо се показва простия случай, при който  $N$  има изродено разпределение, приемайки стойност  $n$  с вероятност 1. По този начин  $S$  е сума от  $n$  елемента  $X_i$ , където  $n$  е фиксирано число.

Нека  $n=2$ , така че  $S = X_1 + X_2$ . Тогава за вероятностната функция (probability function, pf) на случайната величина  $S$  се получава

$$(8) \quad f_S(s) = P(X_1 + X_2 = s) = \sum_{x=0}^s P(X_1 = x, X_2 = s - x).$$

Уравнение (8) за вероятностната функция на  $S$ ,  $f_S(s)$  се дава и във вида

$$(9) \quad f_S(s) = \sum_{x_2, s-x_2=0} f_{X_1}(s - x_2).f_{X_2}(x_2) = \sum_{x_1, s-x_1=0} f_{X_2}(s - x_1).f_{X_1}(x_1).$$

Когато  $X_1$  и  $X_2$  са неотрицателни величини, уравнението (9) може да се презапише за  $S = 0,1,\dots$ , както следва

$$(10) \quad f_S(s) = \sum_{x_2=0}^s f_{X_1}(s - x_2).f_{X_2}(x_2) = \sum_{x_1=0}^s f_{X_2}(s - x_1).f_{X_1}(x_1).$$

Вероятностната функция  $f_S(s)$ , изчислена чрез изразите (9) или (10) е *конволюция* на вероятностните функции  $f_{X_1}(\cdot)$  и  $f_{X_2}(\cdot)$ .

За вероятностната функция  $f_S(s)$  е в сила зависимостта

$$(11) \quad f_S(s) = (f_{X_2} * f_{X_1})(s) = (f_{X_1} * f_{X_2})(s)$$

която показва, че конволюциите са комутативни.

Понеже вероятностните функции на  $X_1$  и  $X_2$  са  $f_X(\cdot)$ , и  $X_1$  и  $X_2$  са независими, то уравнение (10) за вероятностната функция  $f_S(s)$  може да се запише във вида

$$(12) \quad f_S(s) = \sum_{x=0}^s f_X(s-x) \cdot f_X(x),$$

Следователно, функция  $f_S(s)$ , изразена като 2-кратна конволюция на  $f_X(\cdot)$  е

$$(13) \quad f_S(s) = f_{X_1+X_2}(s) = (f_X * f_X)(s) = f_X^{*2}(s).$$

Конволюциите могат да се оценяват рекурсивно. Когато  $n=3$ , то 3-кратната конволюция се описва с

$$(14) \quad f_{X_1+X_2+X_3}(s) = (f_{X_1+X_2} * f_{X_3})(s) = (f_{X_1} * f_{X_2} * f_{X_3})(s) = (f_X * f_X * f_X)(s) = f_X^{*3}(s)$$

Уравнението (11) е в сила за  $X_i$ ,  $i=1, \dots, n$ , които са еднакво разпределени както  $X$ . За  $n \geq 2$ , вероятностната функция на  $S$  е конволюцията  $(f_X * f_X \dots * f_X)(\cdot)$  с  $n$  елемента  $f_X$  и се означава с  $f_X^{*n}(\cdot)$ .

Следователно, за  $n$ -кратна конволюция може да се изчисли, както следва

$$(15) \quad f_S(s) = f_X^{*n}(s) = \sum_{x=0}^s f_X^{*(n-1)}(s-x) \cdot f_X(x) = \sum_{x=0}^s f_X(s-x) \cdot f_X^{*(n-1)}(x).$$

#### ■ Апроксимация на индивидуалния модел на риска

Общата загуба (1), която е сума от  $n$  независими и еднакво разпределени случайни величини  $X_i$  има приблизително нормално разпределение по силата на Централната гранична теорема, когато  $n$  е достатъчно голямо число.

Една апроксимация на *функцията на разпределение* (density function, df) на  $S$ ,  $F_S(s)$  може да се изчисли с използване на математическото очакване и дисперсията на  $S$ , определени с уравнения (3), (6) и (7), както следва:

$$(17) \quad F_S(s) = P(S \leq s) = P\left(\frac{S - ES}{\sqrt{DS}} \leq \frac{s - ES}{\sqrt{DS}}\right) \cong \\ \cong P\left(Z \leq \frac{s - ES}{\sqrt{DS}}\right) = \Phi\left(\frac{s - ES}{\sqrt{DS}}\right).$$

Нормалното разпределение на общия риск  $S$  е в сила, дори когато индивидуалните рискове  $X_i$  не са еднакво разпределени.

## СЪЩНОСТ НА ОБЛАЧНИЯ КОМПЮТИНГ

*Облачният компютинг* (Cloud Computing) представлява тип изчисления, при които динамични и често виртуализирани ресурси се предоставят като услуги в Интернет. От потребителите не се изисква познаване, експертност или контрол на технологичната инфраструктура на „облака“. Терминът *облак* (*cloud*) се използва като метафора за Интернет на базата на това как Интернет се представя в диаграмите за компютърни мрежи и представлява абстракция за сложната инфраструктура, която скрива. Често услугите на Cloud Computing предоставят онлайн общи бизнес приложения, които са достъпни чрез обикновен Уеб браузър, докато софтуерът и данните се съхраняват в Уеб сървъри.

Изчислителните ресурси са с възможност за разширение и с голяма степен на виртуализация. Най-често те се предоставят под формата на софтуерна услуга. В основата на модела за облачен компютинг е възможността за предоставяне на

виртуални сървъри със специфична конфигурация със специфични операционни системи, приложения и услуги. Физическото местоположение на процесорите, софтуера, данните и хранилищата на данни не е съществено за крайните потребители. По същество облачният компютинг е съчетание на виртуализация, ориентирана към услуги, архитектура и автономни изчисления.

Основните предимства на този модел изчисления са по-ниски разходи и по-малък на брой проблеми по поддръжка и обновяване на софтуер и хардуер. Компютърната инфраструктура и по-голямата част от приложния софтуер се основават на надеждни услуги, предоставяни от отдалечени изчислителни центрове, като достъпът до тях се осъществява през Уеб браузър. От своя страна облачният компютинг се подразделя на няколко категории в зависимост от типа на предоставяната услуга – SaaS, PaaS и IaaS [6].

Повечето големи доставчици на услуги и софтуер, като например IBM, Google, Amazon, Microsoft и др., изграждат и постоянно разширяват своите облачни услуги и предоставят достъп до своите бази данни посредством специализиран Уеб приложен програмен интерфейс. Понастоящем категориите облачни услуги обхващат голям набор стандартни приложения като [7]:

- *Бизнес приложения* – офис пакети и управление на бизнес процеси, управление на връзките с клиенти (Customer Relationship Management, CRM) и продажби, управление на веригата на доставките (Supply Chain Management, SCM), управление на човешките ресурси (Human Resources, HR), финансово-счетоводни приложения;
- *Социални приложения* – онлайн социални мрежи, сайтове за обмен на видео и фото материали, виртуални светове, он-лайн игри с множество потребители;
- *Специфични софтуерни приложения* – Skype, PayPal, p2p мрежи;
- Множество специфични услуги за статистическа обработка на данни, научни, географски, културни и други услуги.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В статията се обсъждат особеностите на индивидуалния модел на риска по отношение оценката на общите загуби. Предлага се актюерския модела да се използват за оценка на потенциалните разходи за транспорта, поради възникване на природни бедствия. Обосновава се идеята, предложеният модел да се включи в разработваната информационна система за оценка на риска от природни бедствия с използване на технологията Cloud computing.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Георгиева Кристилина, Да си пожелаем най-доброто, да се подготвим за най-лошото, сп. „Мениджър”, Декември, 2010.
- [2] Информация за Кризисните събития на Националния статистически институт, <http://www.nsi.bg/>
- [3] Padli J., M. S. Habibullah, A.H. Baharom, (2010), Economic impact of natural disasters' fatalities", International Journal of Social Economics, Vol. 37, Iss: 6, pp.429 – 441.
- [4] Klugman S., H. Panjer, G. Willmot (2004) Loss Models – From Data to Decisions, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley-Interscience, New Jersey.
- [5] Kaas R., M. Goovaerts, J. Dhaene, M. Denuit (2008) Modern Actuarial Risk Theory - Using R, 2<sup>nd</sup> ed., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- [6] DifferenceBetween.com, <http://www.differencebetween.com/>.
- [7] McEvoy, N., Cloud 2.0 – Socially Aware Cloud Storage, <http://cloudbestpractices.net/2011/05/25/1512/>.

# RISK ASSESSMENT FOR THE TRANSPORT DUE TO NATURAL DISASTERS

Plamena Zlateva<sup>1</sup>, Dimiter Velev<sup>2</sup>  
plamzlateva@abv.bg, dvelev@unwe.bg

<sup>1</sup>ISER – BAS, Acad. G. Bonchev Str., Bl.2, P.O.Box 79, Sofia, 1113

<sup>2</sup>UNWE, j.k. “Stud. Grad”, Sofia, 1700  
BULGARIA

**Key words:** *actuarial models, individual risk model, natural disasters, total losses, transport, Cloud computing*

**Abstract:** *In recent years significantly increased natural disasters within our country, which lead to significant negative consequences for the transport. This calls for an objective risk assessment on which basis to take appropriate effective action to reduce the damage. This paper offers a comprehensive approach to risk assessment due to natural disasters of the transport on the basis of actuarial model taking into account the available quantitative information. In particular, the specific peculiarities of the individual risk model are presented. Justified the idea, the proposed model to be involved in developing information system risk assessment due to natural disasters using technology Cloud computing.*