

## МОДЕЛ НА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ЕКСПЕРТНА ОЦЕНКА НА СЕИЗМИЧЕН РИСК – КОНЦЕПТУАЛНИ РАМКИ И ДЕФИНИЦИИ

М. Кутева-Генчева<sup>1</sup>

*Ключови думи:* сеизмичен риск, информационна база данни

*Научна област:* сеизмично инженерство и инженерна сеизмология

### РЕЗЮМЕ

Настоящата статия разглежда основните концептуални рамки и дефиниции, свързани с разработването на модел за експертна оценка на сеизмичния риск за територията на България. След кратко въведение за изясняване на основния смисъл на понятията „сеизмична опасност“ и „сеизмичен риск“ и основните различия между тях, са представени основните концепции за оценка на сеизмичен риск. Представен е широкият обхват на понятието „уязвимост“ във връзка с оценката на този риск. Обоснован е типът информационна система за целите на проект БН 164/14. В заключение са представени предметът и обхватът на информационната база данни в аспекта на разгледаните концептуални рамки.

### 1. Въведение

През последните години намаляването на риска от бедствия се превърна в световен приоритет. На територията на нашата страна често възникват бедствия, предизвикани от природни явления или човешка дейност, чиито социални и икономически последици могат да предизвикат редица извънредни аварийни ситуации, поради което намаляването на риска от бедствия е от изключително значение за устойчивото развитие на страната [3]. Земетресенията представляват основен дял в групата на природните бедствени явления. Съгласно тази Национална стратегия *“в основата на намаляването на риска от бедствия е събирането и разпространението на информация за приложимостта на добрите практики в планирането на превантивните мерки и мероприятия, а информираността на населението улеснява изпълнението им. Първата стъпка за преодоляване*

<sup>1</sup> Михаела Кутева-Генчева, доц., кат. „Автоматизация на инженерния труд“, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ 1, 1046 София, e-mail: kouteva\_fce@uacg.bg

на пропуските в наличната информация за риска от бедствия е извършване на оценката на риска.”

Понятията *сеизмичен риск* и *сеизмична опасност* са двете основни мерки за силата и въздействието на дадено земетресение. За специалистите тези две понятия имат ясно различимо съдържание по отношение на нивото на опасност на сеизмичното събитие. Въпросът за същинското прогнозиране на сеизмичната опасност – едновременното определяне на силата, мястото и времето на земетресението, все още няма еднозначно решение в световен мащаб. Сеизмичната опасност, известна още като *сеизмичен hazard*, обикновено се дефинира като вероятност за ненадвишение на зададено ниво на сътресаемост на земната основа на дадено място за определен период от време, а сеизмичният риск е свързан с последиците от съответното земетресение. Сеизмичната опасност най-често се описва количествено чрез площни разпределения на макросеизмична интензивност или максимално ускорение на земната основа. Рискът се измерва с жертви, пострадали и/или парични загуби вследствие на реализирано максимално ускорение по време на дадено земетресение. Очевидно е, че сеизмичната опасност зависи само от природния феномен, докато рискът е силно зависим от излагането на опасността и уязвимостта. Това означава, че за някои територии е възможно да има много сериозна опасност и практически нулев риск, поради това че няма елементи, изложени на тази опасност. От друга страна, средно високи ускорения на земната основа (средно ниво на опасност) в един голям град с лошо качество на проектиране и строителство на сградите могат да доведат до големи загуби. На практика картите на сеизмичната опасност са основани на познанието за нивото на минала сеизмичност и разпространението на сеизмичните вълни. Картите на сеизмичен риск са основани на картите на сеизмичната опасност, комбинирани с данни за населението, характеристики на сградите и съоръженията, както и друга налична информация за съществуващата инфраструктура.

Това кратко въведение показва, че сеизмичната опасност не може да бъде контролирана, но сеизмичният риск може да бъде управляван и намален. Картирането на информацията за сеизмичната опасност като нива на ускорение за различни територии предоставят важна необходима информация за инженери и изследователи, които се занимават с оценка на риска. За широката общественост обаче тези карти не са особено информативни [15]. Информираността е един от съвременните приоритети на националните и международните стратегии за намаляване на риска от бедствия. В тази връзка един от научноизследователските проекти, финансиран от ЦНИП през 2014 година БН-164/14, се занимава с проблемите, свързани с изграждането на модел на интегрирана информационна система за експресна експертна оценка на риска, свързан със сеизмични въздействия на територията на България.

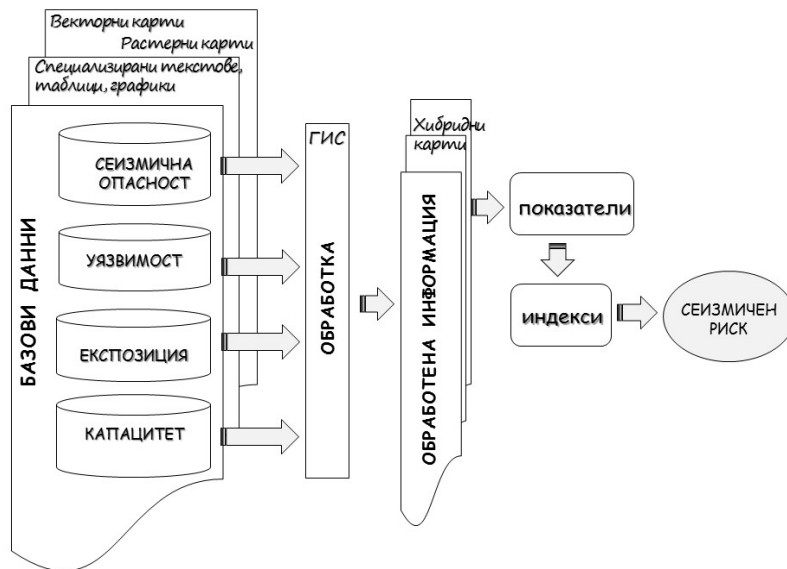
## **2. Основни концепции**

### **2.1. Методи за оценка на сеизмичния риск**

Концепцията за риска в зависимост от контекста бива осмисляна по различни начини – качествено или количествено. Общоприетото определение на сеизмичния риск дава качествена оценка на риска като произведение от вероятността на събитието и последиците [8]. Тази дефиниция стои в основата на известната матрица на риска [8]. Една количествена оценка на сеизмичния риск дефинира риска  $R$  като произведение от сеизмична опасност ( $H$ ), уязвимост ( $V$ ) и изложени на тази опасност елементи на заобикалящата ни среда ( $E$ ),  $R = HVE$  [14]. Съгласно това международно признато

определение [13, 8] сеизмичният риск се разбира като взаимодействие между зетърсната опасност, уязвимостта на обществото и съответната експозиция. Уязвимостта е доста обширно понятие, което може да бъде дефинирано по различни начини. В стратегията на Обединените нации за намаляване на риска [12] например уязвимостта е дефинирана като „условия, определени от физически, социални, икономически и екологични фактори и процеси, които повишават чувствителността на една общност към въздействието на „опасностите“.

В широкия спектър от техники за оценка на сеизмичния риск се открояват две основни групи: (а) Конвенционални методи, основани на прогнозна оценка на вероятни загуби, свързани с определен елемент на риска за даден период от време и (б) Холистични методи и модели, основани на мултидисциплинарно моделиране на източниците на риск. Докато конвенционалните методи са ориентирани към ограничена публича, холистичните методи покриват по-широк спектър от потребителски интереси. Втората група подходи описват риска като съвкупност от множество фактори в дадена система от показатели и индекси. Тези подходи са основани на общоприетата теоретична количествена дефиниция за сеизмичен риск  $R = HVE$  и имат за цел да предложат количествен израз на риска и уязвимостта с помощта на система от сравнителни показатели, което дава възможност за провеждане на сравнителни оценки и анализи на риска за различни територии [7, 13 и посочени там литературни източници]. Общоприетата първа стъпка в процедурите за оценка на сеизмичен риск е дефиниране на обсега на оценката и съответните показатели, които имат принос към оценката на риска. Следва математическа обработка с цел мащабиране на показателите и изчисляване на необходимите тежестни коефициенти за оценка на приноса на отделните показатели към крайната оценка на риска. Заклучителната фаза включва генерирането на различни индекси на базата на различни комбинации на показателите. Концептуална схема на холистична оценка на риска, включваща и йерархичната структура на данните в рамките на тази процедура [4], е показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Концептуална схема на холистична оценка на риска

Базовите данни, необходими за оценка на сеизмичния риск, включват данни, свързани с описанието на нивото на сеизмичната опасност, уязвимостта, елементите, изложени на риск (т.нар. *експонирани елементи* – хора, имоти, инфраструктурни и икономически дейности, включително обществените услуги) и евентуални обстоятелства, свързани с ограничаване на сеизмичния риск (разработване и прилагане на съвременни норми за земетръсно-устойчиво проектирани и строителство, системи за ранно предупреждение). Авторска схема на холистична процедура за оценка на сеизмичния риск е показана на фиг. 2 [4]. Оценките, основани на системи от показатели, имат и своите недостатъци, които са свързани със значителен субективизъм на оценката, избора на променливи, използваните техники за измерване, както и използваните процедури за събиране на данните и резултатите [6]. Един от често срещаните проблеми при съставяне на даден индекс е свързан с коефициентите на тежест и сумиране на неговите компоненти. Конвенционалните подходи представят индуктивна методология, основаваща се на концепциите за вероятност и въздействие и често изискват наличието на база данни с подробен опис на сгради и съоръжения в района. Такъв тип данни невинаги са на разположение. Холистичните методи отчитат социално-икономически характеристики, както и наличния капацитет за устояване на земетръсно въздействие. За разлика от конвенционалната оценка на сеизмичен риск в смисъла на физически щети жертви и еквивалентни икономически загуби, холистичните оценки включват и социални, организационни и институционални елементи.

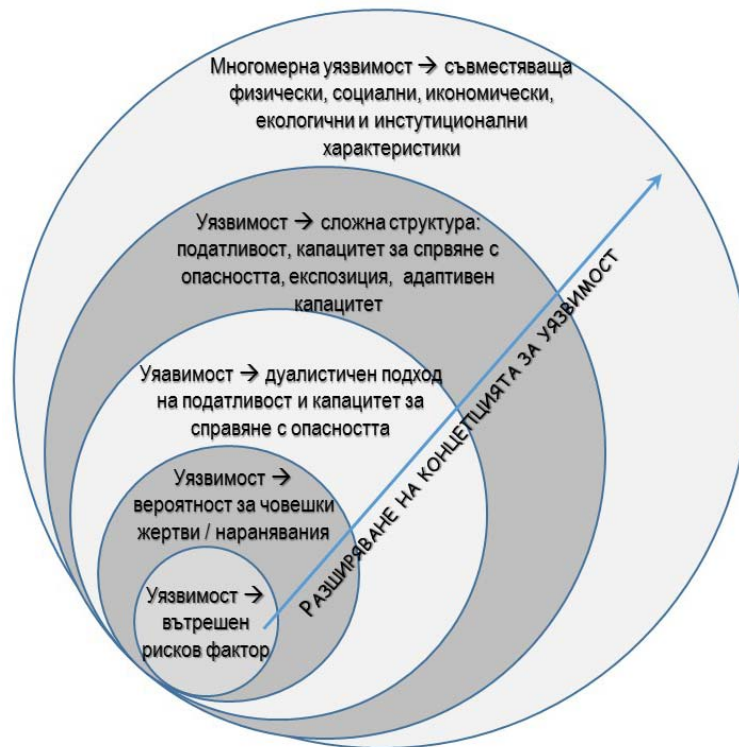


Фиг. 2. Авторска схема на холистична процедура за оценка на сеизмичен риск [4]

Интерпретацията на различните набори от хетерогенни показатели в качествени оценки /метриката/ ограничава влиянието и дори прикрива комплексната природа на различните фактори. Количествената комбинация от показатели от своя страна позволява по-дълбоко вникване в сложните процеси на взаимодействие, като по този начин прави по-осезаема концепцията за уязвимост и риск в сравнение с конвенционалната методология [13]. Както добре знаем, количествената оценка на риска невинаги е възможна поради липса на данни или труден достъп до тези данни, и в тези случаи можем да използваме количествени оценки, основани на експертни мнения.

## 2.2. Уязвимост

В литературата се срещат повече от двадесет и пет определения за термина *уязвимост*. Един съвременен поглед към различните сфери на концепцията за уязвимост е представен на фиг. 3 [5]. Почти всички концепции разглеждат уязвимостта като „вътрешната страна на риска“ – най-малката вътрешна сфера на фиг. 3. Това разбиране на уязвимостта може да се прилага за различни елементи на риска – обществени и/или социални групи, (социално-икономически условия, институционални рамки), конструкции и физически характеристики на сгради и съоръжения, екосистеми и екологични функции и услуги.



Фиг. 3. Сфери на концепцията за уязвимост [4]

Това определение може да бъде разширено в смисъла на вероятност за жертви, ранени, загуба или прекъсване на възможностите за прехрана в случай на екстремно събитие и/или изключително трудно възстановяване на хората от негативните после-

дици от такова събитие – с тях асоциираме втората сфера на уязвимостта от фиг. 3. Следващото разширение на разбирането за уязвимост обхваща дуалистичния ѝ характер, фокусиран върху податливостта, от една страна, и изключителните трудности при справяне и възстановяване, от друга. Този двойствен характер включва външни характеристики на уязвимостта на даден рисков елемент и съответните вътрешни фактори. Следващото разширение на концепцията за уязвимост, четвъртата сфера на фиг. 3, е промяната от двойствена към комплексна структура, която в допълнение към предните фактори включва и условията на реагиране на опасността.

Традиционната инженерна перспектива на уязвимостта се фокусира основно върху физическите аспекти. Съвременният дебат върху проблемите за дефиниране и измерване на уязвимостта ясно очертава необходимостта от отчитане на различните фактори, които имат влияние върху уязвимостта – физически, икономически, социални, екологични и институционални [12]. Както се вижда от фиг. 3, центърът на внимание се измества от анализ на физическата структура към широк интердисциплинарен анализ на многоизмерна концепция за уязвимост. Стрелката на фигурата следва процеса на разширяване на уязвимостта от общоприетото основно разбиране (най-малката сфера) към разбирането за многомерна уязвимост [4].

### **2.3. Тип информационна система**

Информационните системи принципно биват идентифицирани като компютърни системи за събиране на данни, преработка на тези данни в полезна информация и съхраняване на информацията за бъдещо използване [1]. В зависимост от прякото участие на човешкия фактор в дадена информационна система (ИС), потребителите различават два основни типа автоматизирани информационни системи: автоматични ИС, в които човекът е само наблюдател и диалогови ИС, които включват широко участие на потребителя в процеса на обработката. Потребителската квалификация предлага разнообразен спектър от информационни системи в зависимост от поставените пред ИС цели: комуникационни, информационно-познавателни, управляващи, изчислителни, информационно-търсещи, информационно-справочни, проектно-конструкторски, графични, диалогови. Основен елемент на всички АИС са информационните масиви от данни. Това са различни бази от данни, които съдържат целево организирана информация, позволяваща комплексно и широко използване на системата. От тези бази данни и възможността за бързата им актуализация се определя ефективността на съвременните ИС <http://www.allfn.com/index.php/uchilishte-i-univeristet-vishe-obazovanie/226-2013-08-26-18-44-30>. Настоящият проект УАСГ-БН-164/14 разглежда възможностите за изграждане на модел на информационно-познавателна, информационно – справочна диалогова ИС за оценка на сеизмичен риск в среда на ГИС.

## **3. Предмет и обхват на базата данни**

Базовите данни за целите на оценка на сеизмичния риск в рамките на проект БН 164/14 следват логиката на концептуалните рамки, описани по-горе (фиг. 1 – 3). Наборът от данни обединява шест тематични модула, съдържащи разнородни данни – карти, графики, таблици с данни, специализирани текстове [2, 10, 9]. Този набор е описан накратко в табл. 1. Концептуалният модел на информационната база данни [10] предоставя функционалност за въвеждане, обработка, анализ и визуализация с помощта на картографиране елементи под риск в ГИС среда.

Таблица 1. Базови данни за експертна оценка на сеизмичен риск

Модул	Съдържание	Формат на данните	Източници на информация	
ТЕМАТИЧНИ МОДУЛИ	Сеизмична опасност	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ нормативна база;</li> <li>✓ вероятностни оценки;</li> <li>✓ детерминистични оценки;</li> <li>✓ ко-сеизмични опасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ растерни карти;</li> <li>✓ текстове;</li> <li>✓ цифрови данни</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ нормативни документи;</li> <li>➤ специализирани научни списания;</li> <li>➤ интернет</li> </ul>
	Геоложка информация	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ повърхностни геоложки условия;</li> <li>✓ ко-сеизмични геоложки опасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ растерни карти;</li> <li>✓ цифрови данни;</li> <li>✓ векторни карти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ специализирани научни публикации;</li> <li>➤ фондови материали – ГИ-БАН, 1973 UNESCO – Balkan seismicity project;</li> <li>➤ Global V<sub>s</sub><sup>30</sup> Map Server</li> </ul>
	Сгради и съоръжения	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ типология;</li> <li>✓ статистика;</li> <li>✓ уязвимост</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ таблични цифрови данни;</li> <li>✓ графики;</li> <li>✓ векторни карти;</li> <li>✓ специализирани текстове</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ НСИ;</li> <li>➤ EMS98;</li> <li>➤ специализирани научни публикации;</li> <li>➤ интернет</li> </ul>
	Демографска и социална статистика	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ население и демографски процеси;</li> <li>✓ жилищен фонд;</li> <li>✓ информирано общество</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ таблични цифрови данни;</li> <li>✓ графики;</li> <li>✓ векторни карти;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ НСИ;</li> <li>➤ специализирани научни публикации;</li> <li>➤ интернет;</li> </ul>
	Бизнес статистика и икономическа информация	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ отраслова статистика;</li> <li>✓ индустрия;</li> <li>✓ добивна промишленост;</li> <li>✓ транспортна мрежа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ таблични цифрови данни;</li> <li>✓ графики;</li> <li>✓ векторни карти;</li> <li>✓ растерни карти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ НСИ;</li> <li>➤ специализирани научни публикации;</li> <li>➤ интернет;</li> </ul>
БАЗОВ МОДУЛ	Обща информация	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ геопространствени данни;</li> <li>✓ топография;</li> <li>✓ хидрология;</li> <li>✓ транспорт;</li> <li>✓ административни граници</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ векторни карти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ интернет;</li> <li>➤ ВГС – за изследователските цели на проект ЦНИП-УАСГ БН164/14</li> </ul>

## ЛИТЕРАТУРА

1. Информатика и информационни системи, Интернет сайт на ТУ Габрово, кат. „Компютърни системи и технологии“: последно посетен като <http://www.allfn.com/index.php/uchilishte-i-univeristet-vishe-obazovanie/226-2013-08-26-18-44-30>, 2015.
2. Кутева-Генчева, М., Л. Пацова. Използване на информационни системи в процеса на оценка и управление на сеизмичния риск, Първа научно-приложна конференция с международно участие "Управление на проекти в строителството", 4 – 5 декември 2014, УАСГ, София, България (*годишник УАСГ 2014 – под печат*), 2014.
3. Национална стратегия за намаляване на риска от бедствия, 2014-2020, Министерски съвет Р България, 2014.
4. Birkmann, J. (a). "Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies", United Nations University Press: 178-197, 2006.
5. Birkmann, J. (b). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions, AutoPDF V7 22/8 09:37) UNU (6.125\_9.25") TimesL J-1589 Birkmann PMU: WSL 03/08/2006 PMU: WSL(W) 15/8/06 pp. 7–54 1589\_01, 2006.
6. Cardona, O. D. Information and Indicators Program For Disaster Risk Management, Institut de Estudios Ambientals (IDEA), 2003.
7. Davidson, R., H. Shah. The Earthquake Disaster Risk Index: A holistic Comparison of Earthquake Risk in Cities Worldwide, Project "Understanding Urban Seismic Risk around the World", part of the RADIUS initiative of the INNDR Secretariat, 1998.
8. FEMA. "Primer for Design Professionals (FEMA 389)" Department of Homeland Security Emergency Preparedness and Response Directorate FEMA Mitigation Division Washington, D. C., 2004.
9. Marinova, S., T. Bandrova, M. Kouteva-Guentcheva, S. Bonchev. Thematic Mapping for Disaster Risk Assessment in Case of Earthquake, In: Conference Proceedings "FIG Working Week", 17–21 May 2015, Sofia, Bulgaria, 2015 (submitted in Feb. 2015, in print).
10. Pashova, L., Kouteva M., T. Bandrova. Review and Systematization of the Available Data for Earthquake Risk Mitigation in Bulgaria Using GIS, In: Conference Proceedings "FIG Working Week", 17–21 May 2015, Sofia, Bulgaria, 2015 (submitted in Feb. 2015, in print).
11. Natural Disasters and Vulnerability analysis, United Nation Disaster Relief Organization, UNDRO, Geneva, 1982.
12. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR 2004) Living with Risk – A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. 2 vols. Geneva: United Nations, 2004.
13. Vahdat, K. and N. J. Smith. Multidisciplinary Integrated Tools in Seismic Risk Management, 18th CIB World Building Congress, May 2010 Salford, United Kingdom, Lastly visited at available at <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB19110.pdf>, 2010.
14. Varnes, D. J. (1984). Landslide Hazard Zonation: a review of principles and practice, UNESCO, Paris, 63p.
15. Wyss, M. Do Probabilistic Seismic Hazard Maps Address the Need of the Population? Chapter 20, SECTION | IV Communication with the Public, Officials and the Media, *International Centre for Earth Simulation, Geneva, Switzerland pp239-249*; Geothics. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-799935-7.00020-4>, 2015.

Постъпила: април 2015 г.

# **A MODEL OF INFORMATION SYSTEM FOR EXPERT SEISMIC RISK EVALUATION – CONCEPTUAL FRAMEWORKS AND DEFINITIONS**

**M. Kouteva-Guentcheva<sup>1</sup>**

*Keywords: seismic risk, information data base*

*Research area: earthquake engineering and engineering seismology*

## **ABSTRACT**

In this paper major conceptual frameworks and definitions, related to the development of a model of information system for expert seismic risk estimation for the Bulgarian territory, are briefly introduced. The introduction clarifying the seismic hazard and seismic risk essence and basic differences between them is followed by an introduction to common concepts for earthquake risk evaluation. The widening of the vulnerability concept starting from intrinsic to multidimensional vulnerability is also discussed in brief. The type of the information system for the purpose of project BN 164/14 is justified. In conclusion, the subject and the scope of the BN 164/14 information database in the aspect of the reviewed conceptual frameworks are presented.

---

<sup>1</sup> Mihaela Kouteva-Guentcheva, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Computer-Aided Engineering”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia1046, e-mail: kouteva\_fce@uacg.bg

