

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИРОВОГО ОПЫТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФАКТОРОВ УКРАИНСКОЙ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ**

Дорофеев В.С., Мурашко А.В., Бенради И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
г. Одесса, Украина

**АННОТАЦИЯ:** У статті наведено аналіз найбільш широко використовуваних у світі систем візуальної оцінки сейсмостійкості із застосуванням регресійного аналізу для виявлення факторів Української системи візуальної оцінки сейсмостійкості будівель, що розробляється .

**АННОТАЦИЯ:** В статье приведен анализ наиболее широко используемых в мире систем визуальной оценки сейсмостойкости с применением регрессионного анализа для выявления факторов разрабатываемой Украинской системы визуальной оценки сейсмостойкости зданий.

**ABSTRACT:** This paper provides an analysis of the world's most widely used rapid visual screening systems with application of regression analysis to identify factors for developing Ukrainian system of visual screening of buildings seismic resistance.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** визуальная оценка сейсмостойкости, регрессионный анализ, фактор.

На сегодняшний день в Украине, как и во многих других государствах, назрела острая необходимость в массовой оценке сейсмостойкости зданий. Это обусловлено различными причинами. В Украине это связано с введением ДБН В.1.1-12:2006, в соответствии с которым, карты общего сейсмического районирования существенно изменились и сейсмическая опасность для многих территорий возросла

Для разрешения этой проблемы существуют различные решения: паспортизация, технические обследования, численные методы, динамические испытаниями т.д.

Однако для массовой оценки все вышеперечисленные решения не подходят, ввиду их дороговизны и значительного временного промежутка необходимого для их реализации. Поэтому, проанализировав мировой опыт в области оценки сейсмостойкости зданий и сооружений, было принято решение о необходимости разработки системы визуальной оценки сейсмостойкости зданий.

Данная система нашла широкое применение во многих странах мира. Fema 154 (USA) [1], Швейцарская RVS [2], Новозеландская RVS [3, 4] Индийская RVS [5,6], Турецкая h RVS [7].

Визуальная оценка сейсмостойкости (RVS) – это система оценки, в основе которой лежит заключение эксперта, которое выполняется в результате визуального обследования объекта и заполненной на его основании специальной формы, составляемое в течение короткого промежутка времени (в Швейцарском нормативе не более 4-х часов на объект).

Данный подход к оценке сейсмостойкости является первым этапом разрабатываемой в настоящее время системы оценки фактической сейсмостойкости зданий [8, 9].

Проанализировав мировой опыт в области Систем визуальной оценки можно сделать вывод о том, что есть подобные FEMA-154 Индийская и Турецкая, и существенно отличающиеся от нее Швейцарская и Новозеландская. Апробация этих систем на ряде зданий в Одессе (статья готовится к изданию) свидетельствует о противоречивых результатах, в соответствии с одними системами эти здания являются сейсмостойкими, а с другими – нет. Поэтому необходима разработка собственной Украинской системы

На этапе исследований, который представлен в данной работе, необходимо выявить факторы, которые оказывают наиболее сильное влияние на сейсмостойкость здания.

**Цель исследования:** на основе регрессионного анализа наиболее известных систем визуальной оценки сейсмостойкости выявить наиболее сильно влияющие факторы и с учетом Украинской системы нормативных документов предложить систему факторов определяющих сейсмостойкость здания

**Методы исследования:** математическое планирование эксперимента, регрессионный анализ реализованный в программе COMPEX и пакета анализа данных Excel.

Для каждой из указанных ранее зарубежных систем был разработан математический план эксперимента, так в табл. 1 приведены исследуемые факторы и уровни их варьирования для FEMA-154, для которого был подобран план на 54 точки. В результате регрессионного анализа этого плана были получены следующие гистограммы, которые приведены на рис.1 и рис. 2.

## Исследуемые факторы и уровни их варьирования по FEMА 154

№ п/п	Исследуемые факторы	Уровни варьирования		
		кодированные		натуральные
1	Количество этажей	X <sub>1</sub>	-1	0
			0	0,2
			+1	0,5
2	Нерегулярность по высоте	X <sub>2</sub>	-1	0
			0	-
			+1	-2
3	Нерегулярность в плане	X <sub>3</sub>	-1	0
			0	-
			+1	-0,5
4	Pre-Code (Предшествование нормативу - здание построено до введения нормативного документа)	X <sub>4</sub>	-1	0
			0	-
			+1	-1
5	Post-benchmark (здание возведено после введения нормативного документа или существенного его изменения)	X <sub>5</sub>	-1	0
			0	-
			+1	1,2
6	Категория грунтов по сейсмическим свойствам	X <sub>6</sub>	-1	0
			0	-1
			+1	-1,6

В соответствии с приведенными на рис. 1 и рис. 2 гистограммами можно сделать вывод о том, что наиболее сильно влияющими на сейсмостойкость здания являются: наличие вертикальной нерегулярности (100%), категория грунтов (58%) и фактор учитывающий возведение здания после введения нормативного документа или существенного его изменения (34%). В зоне максимумов (рис. 2) наиболее сильно влияющие факторы не изменились, а отличаются только степени их влияния.

Аналогичный анализ был выполнен и для других систем, так например для Турецкого и Новозеландского стандартов были проведены 11 факторные численные эксперименты по синтезированным планам на 516 точек. В качестве примера ниже приведена гистограмма распределения влияния факторов для турецкого стандарта (рис. 3).

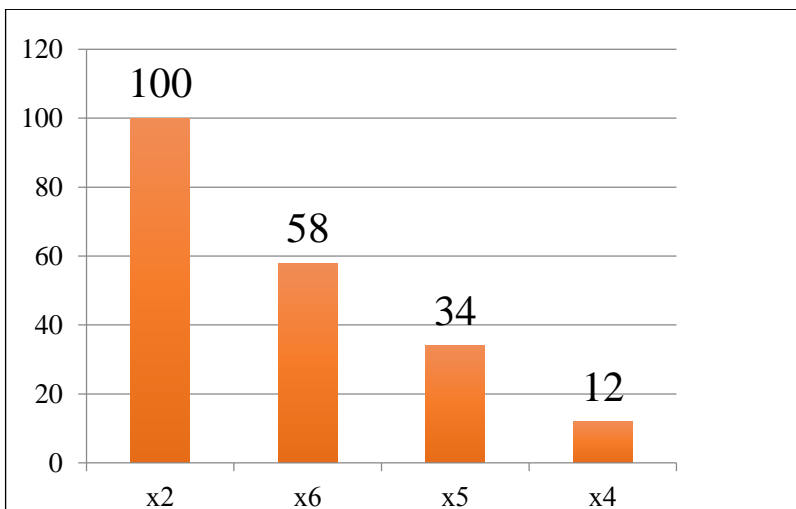


Рис. 1. Гистограмма влияния факторов для американской FEMA-154 для зоны средней сейсмичности в зоне минимумов

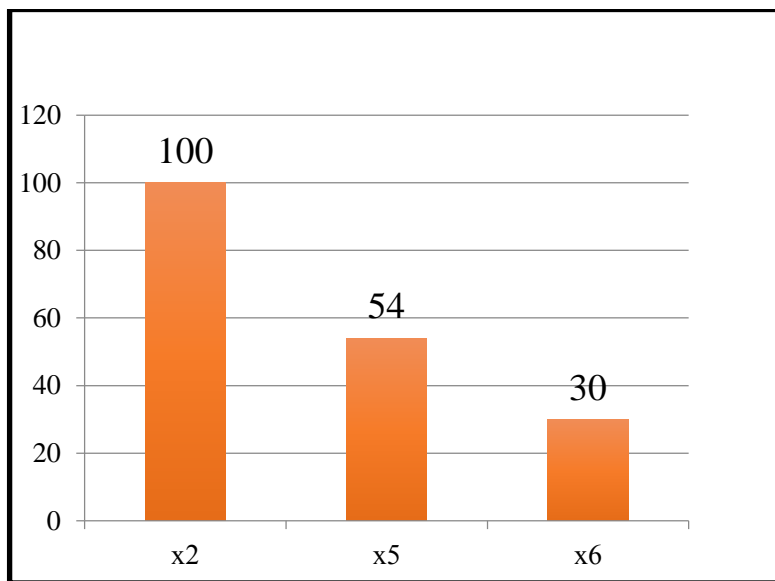


Рис. 2. Гистограмма влияния факторов для американской FEMA-154 для зоны средней сейсмичности в зоне максимумов

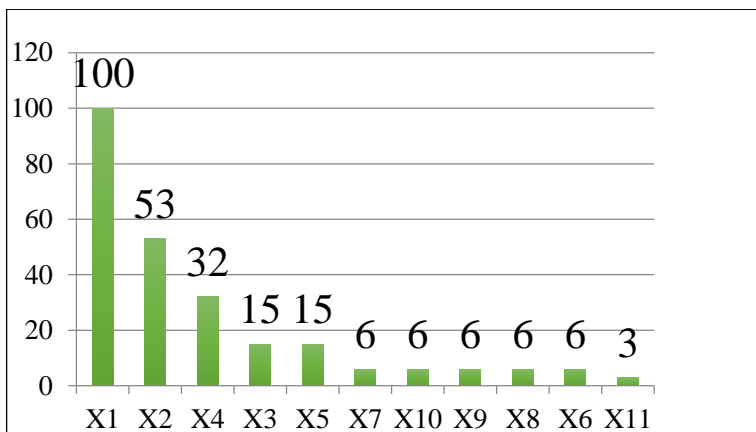


Рис. 3. Гистограмма влияния факторов для Турецкой системы в зоне максимумов

К изображённой на рис. 3 гистограмме пояснение факторов

X<sub>1</sub> : Базовый рейтинг здания.

X<sub>2</sub> : Влияние конструктивной схемы в сочетании с этажностью.

X<sub>3</sub>: Наличие «гибкого» этажа.

X<sub>4</sub>: Видимое качество.

X<sub>5</sub>: Наличие консолей.

X<sub>6</sub>: недостаточная ширина антисейсмического шва.

X<sub>7</sub>: Перекрытия, расположенные в разных уровнях.

X<sub>8</sub>: Вертикальная нерегулярность.

X<sub>9</sub>: нерегулярность в плане.

X<sub>10</sub>: Наличие «коротких колонн».

X<sub>11</sub>: Влияние склонов.

Таким образом на основании анализа зарубежных систем визуальной оценки сейсмостойкости в качестве наиболее сильно влияющих были выбраны следующие факторы.

- Базовый рейтинг здания – в разных системах этот фактор зависит от конструктивной схемы здания, а в турецкой еще и сочетает в себе и влияние этажности.
- Фактор, учитывающий возведение здания после введения или существенного изменения нормативного документа.
- Видимое качество (в некоторой мере соответствует термину «физический износ».
- Количество этажей.

- Фактор, учитывающий поведение конструктивной схемы при сейсмических воздействиях, зависит от податливости конструкций.
- Конструктивная схема.
- Фактор, учитывающий влияние податливости конструкций.
- Вертикальная нерегулярность.
- Нерегулярность в плане.
- Категория грунтов по сейсмическим свойствам.
- Характеристики площадки (наличие сложных ИГУ).
- фактор, учитывающий масштабирование сейсмической опасности (присутствует только в новозеландской системе, соответствует Украинскому делению на сейсмические зоны).
- Возможность соударения с рядом стоящими зданиями.

## **ВЫВОДЫ**

1. В рамках данного исследования приведены результаты для следующих систем ( $x_1 - x_{11}$ ).
2. В результате примененных методов анализа был выделен список наиболее сильно влияющих факторов, которые лягут в основу разрабатываемой Украинской системы визуальной оценки сейсмостойкости ( $x_1 - x_{11}$ ).
3. На сегодняшний день ведется численное исследование влияния каждого из определенных выше факторов на сейсмостойкость зданий.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards A Handbook / FEMA 154, Edition 2, March 2002 .
2. Vérification de la sécurité parasismique des bâtiments existants Concept et directives pour l'étape 1 Richtlinien des BWG. – Directives de l'OFEG – Directive dell'UFAEG Berne, 2005, Deuxième édition.
3. Assessment and Improvement of the Structural Performance of Buildings in Earthquakes Prioritisation Initial Evaluation Detailed Assessment Improvement Measures Recommendations of a NZSEE Study Group on Earthquake Risk Buildings June 2006 Including Corregendum No. 1.
4. NZS 1170.5-2004. Earthquake actions - New Zealand <http://wenku.baidu.com/view/67b025681eb91a37f1115cf3.html>
5. Handbook on seismic retrofit of buildings (April 2007) central public works department & indian building congress in association with indian institute of technology – madras.
6. Criteria for earthquake design of structures: ICS 91. 120.25. - Indian standard : <http://fr.slideshare.net/asifzhcet/1893-2002-part-1>.

7. Preliminary seismic vulnerability assessment of existing reinforced concrete buildings in Turkey – Part II / [Yakut, A., Aydogan, V., Ozcebe, G., and Yucement, M .S.] // Nato Science Series. - IV/29, May 2005. – P. 43-58.
8. Murashko O.A New Approach To The Dynamic Certification In Ukraine/ O. Murashko, O. Adamov // Proceedings of the 5th International Conference of Young Scientists GEODESY, ARCHITECTURE & CONSTRUCTION, November 21–23, 2013. - Lviv, Ukraine. – P. 112-113.
9. A new approach to buildings seismic resistance assessment in Ukraine / [V.Dorofeev, K.Yegupov, A.Murashko, O.Adamov] // Proceedings of the 2-nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology. - Istanbul, Turkey, August 24-29, 2014. - P. 138-143.

Статья поступила в редакцию 23.07.2015 г.