

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ
КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПОСТРАДАВШИХ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Мурашко А.В., к.т.н., доцент, докторант,
Дорофеев В.С., д.т.н., профессор,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
alexeymurashko@gmail.com
dorvs@ukr.net

Аннотация. Статья посвящена применению системы оценки фактической сейсмостойкости каркасных зданий в целях уменьшения количества пострадавших путем: прогнозирования разрушений, разработки путей эвакуации, и сценариев ликвидации последствий. Приведено краткое описание трехуровневой системы оценки сейсмостойкости. Обоснована разработка системы на примере зданий с железобетонным безригельным каркасом. Особое внимание уделено первому уровню оценки, который представляет собой оперативную визуальную оценку сейсмостойкости. Благодаря применению первого уровня оценки за небольшой промежуток времени возможно дать оценку сейсмоустойчивости целых микрорайонов. Исходя из чего, может быть составлен список сейсмоопасных зданий, для которых в дальнейшем необходимо проведение детальной оценки. Исходя из такого списка, на первых порах и предлагается разрабатывать комплекс мероприятий по уменьшению количества пострадавших.

Ключевые слова: сейсмостойкость, система оценки, пострадавшие, сценарий ликвидации последствий.

**ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ
КАРКАСНИХ БУДИНКІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПОСТРАЖДАЛИХ
В РЕЗУЛЬТАТІ ЗЕМЛЕТРУСУ**

Мурашко О.В., к.т.н., доцент, докторант,
Дорофеев В.С., д.т.н., професор,
Одеська державна академія будівництва і архітектури
alexeymurashko@gmail.com
dorvs@ukr.net

Анотація. Стаття присвячена застосуванню системи оцінювання фактичної сейсмостійкості каркасних будинків з метою зменшення кількості постраждалих шляхом: прогнозування руйнувань, розробки шляхів евакуації, і сценаріїв ліквідації наслідків. Наведено короткий опис трирівневої системи оцінювання сейсмостійкості. Обґрунтовано розробку системи на прикладі будівель з залізобетонним безригельним каркасом. Особливу увагу приділено першому рівню оцінки, який являє собою оперативну візуальну оцінку сейсмостійкості. Завдяки застосуванню першого рівня оцінювання за невеликий проміжок часу можливо дати оцінку сейсмостійкості цілих микрорайонів. Виходячи з чого може бути складений список сейсмонебезпечних будинків, для яких в подальшому необхідно проведення детального оцінювання. Виходячи з такого списку, на перших порах і пропонується розробляти комплекс заходів щодо зменшення кількості постраждалих.

Ключові слова: сейсмостійкість, система оцінювання, постраждалі, сценарій ліквідації наслідків.

APPLICATION OF THE SEISMIC EVALUATION RESULTS OF FRAME BUILDINGS TO REDUCE THE AMOUNT OF EARTHQUAKE VICTIMS

Murashko O.V., Ph.D., Assistant Professor, doctoral student,
Dorofeev V.S., D.Sc., Professor,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
alexeymurashko@gmail.com
dorvs@ukr.net

Abstract. The article is devoted to the application of the actual seismic resistance evaluation system of frame buildings in order to reduce the number of victims by: forecasting destruction, evacuation routes and disaster scenarios. A brief description of the three-level seismic stability evaluation system is given. It includes Rapid visual screening, passportization and vibrational monitoring with nonlinear calculation methods. The article also describes development of the system on the example of reinforced concrete flat slab buildings. Particular attention is paid to the first level of evaluation, which is a rapid visual assessment of seismic resistance. Thanks to the first-level of assessment in a short period of time it is possible to assess the seismic resistance of entire district. On the basis of it a list of earthquake-prone buildings can be compiled, for which further detailed assessment is necessary. Based on such a list it is proposed initially to develop a set of measures to reduce the number of victims .

Keywords: seismic resistance, evaluation system, victims, mitigation scenario.

Введение. С введением ДБН В.1.1-12:2006 в феврале 2007 года, сейсмичность территории существенно изменилась. Одним из районов, которого коснулись изменения сейсмичности является и г. Одесса, в котором изменения составили – минимум один дополнительный балл к прежним 6 баллам по шкале MSK-64. Существенное увеличение сейсмичности привело к тому, что практически все здания нуждаются в оценке их сейсмостойкости.

На сегодняшний день в таких сейсмических районах как Одесса отношение к возможности землетрясения почти всегда скептическое. Даже по сравнению с возможностью возникновения пожара землетрясения привлекают к себе меньшее внимание. Тогда как, последствия от них по сравнению с пожарами могут носить гораздо более губительный характер.

Начиная с октября 2014 года вступил в действие новый нормативный документ ДБН В.1.10-12:2014 [1], а для существующих зданий ситуация остается неизменной: степень их сейсмостойкости является неопределенной. При этом до сих пор отсутствует методическая база для определения такой оценки. А сам норматив предлагает без всякой дифференциации единый подход для всех зданий класса последствий СС2 и СС3 в виде паспортизации. Паспортизация сама по себе является довольно дорогостоящим видом работ и массово, в течение короткого промежутка времени, выполнена быть не может.

Сложность оценки сейсмостойкости заключается еще и в том, что ее дефицит не так очевиден, как дефицит несущей способности аварийного здания, который может быть выявлен даже в результате визуального обследования. Однако, зарубежный опыт свидетельствует о том, что подобного рода оценка все же может быть выполнена [2-8]. В силу целого ряда причин зарубежный опыт в современных украинских реалиях применен быть не может из-за существенного различия в нормативной базе, национальных конструктивных особенностях, а также из-за того, что необходима дополнительная база данных аналогичная HAZUS (США). Поэтому, исходя из сложившейся ситуации, необходимой является разработка отечественной системы оценки, которая включала бы в себя и визуальную оценку сейсмостойкости

Система оценки фактической сейсмостойкости. На сегодняшний день ведется активная работа по созданию системы оценки фактической сейсмостойкости (СОФС).

Детально она представлена в [9-0]. Основные положения данной системы кратко изложены ниже.

Система является трехуровневой и охватывает методы оценки сейсмостойкости от визуальной оценки, до нелинейного анализа в сочетании с методами инженерной сейсмометрии (рис. 1).

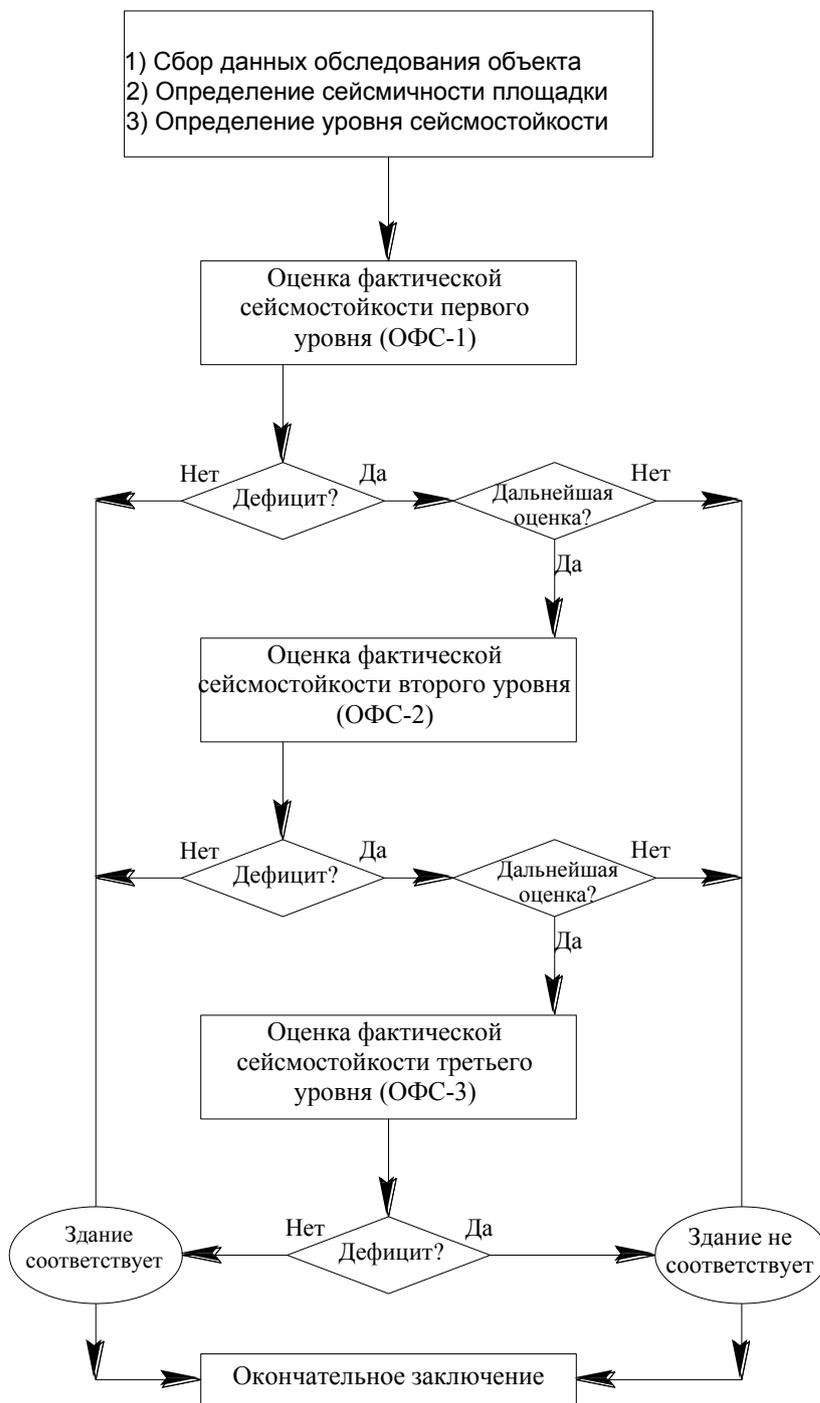


Рис. 1. Принципиальная схема системы оценки фактической сейсмостойкости зданий

Оценка фактической сейсмостойкости 1-го уровня (ОФС-1). Для оценки сейсмического риска территорий и разработки плановых мероприятий по повышению сейсмостойкости для обеспечения необходимого уровня надежности, а также разработки комплекса мероприятий по ликвидации последствий землетрясений в мировом опыте применяются методики в виде формы, составляемой на основании результатов визуального

обследования. На данном уровне о здании собирается минимальный объем информации, который включает в себя оценку геометрической формы, этажности, выступающих частей, и остальных элементов существенно влияющих на сейсмостойкость. На этом этапе также анализируются дефекты, обусловленные техническим состоянием. Исходя из этого минимального объема информации, экспертом делается вывод о сейсмостойкости объекта. Если на этом этапе сейсмостойкость объекта является недостаточной, то необходимо уточнить сейсмостойкость с позиций второго уровня.

Оценка фактической сейсмостойкости 2-го уровня (ОФС-2) представляет собой формализованный подход к оценке сейсмостойкости в форме паспортизации, вибродиагностики и линейных методов расчета, для объектов массового строительства. Этот этап обязателен для объектов, которые не соответствуют требованиям нормативных документов. На основании результатов полученных на этом этапе дается заключение с рекомендациями о необходимом уровне конструктивных мероприятий по обеспечению сейсмостойкости. Для особо ответственных объектов, которые относятся к классу последствий ССЗ необходим дополнительный объем информации, который может быть получен при помощи третьего уровня системы.

Оценка фактической сейсмостойкости 3-го уровня (ОФС-3). Для объектов экспериментального строительства, особо ответственных и уникальных объектов, необходимо не только проведение инженерно-сейсмометрических испытаний, но также и расчетная проверка работы конструкций здания при помощи численного моделирования нелинейной работы конструкций здания при сейсмическом воздействии, которое описывает его при помощи акселерограмм, записанных на площадке строительства. Исходя из описанного сочетания экспериментально-расчетных операций, можно сделать заключение о том, какова фактическая сейсмостойкость конкретного объекта с учетом реальных характеристик конструкций и воздействия, которое было записано на площадке, где находится объект. На данном этапе для анализа рассматривается максимально-доступный объем информации об объекте.

СОФС сейчас находится в стадии разработки, первоочередным объектом исследования являются здания с монолитным железобетонным безригельным каркасом, которые сейчас получили наибольшее распространение. В дальнейшем, общая методология, примененная при разработке СОФС каркасных зданий будет реализована и на зданиях с другими конструктивными системами.

Конечный результат полученной системы. Ввиду того, что в последние годы в нашем регионе отмечается некоторое усиление сейсмической активности, то к вопросу оценки сейсмостойкости и безопасности населения при землетрясениях все же возникает определенный интерес.

Так, в одном из Одесских родильных домов на информационной доске есть такая информация (рис. 2).

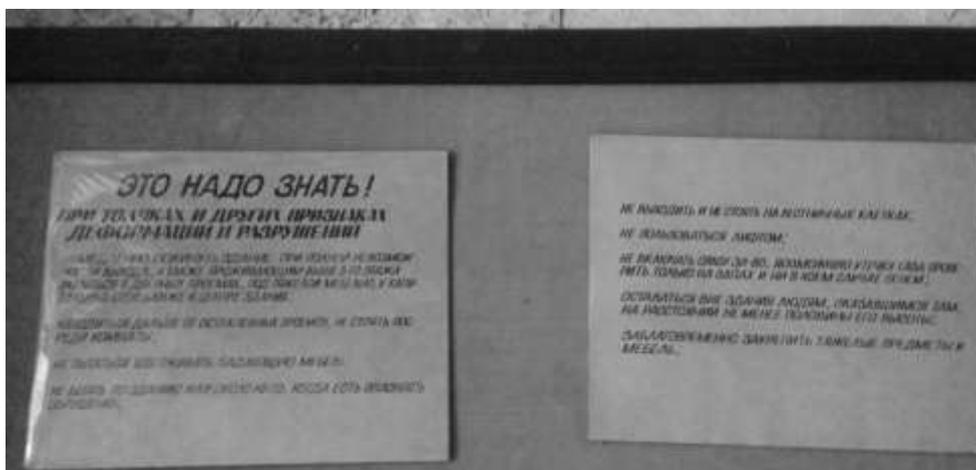


Рис. 2. Информационная доска одного из Одесских родильных домов

Такая информация является интересной, однако она не дает ответ на вопрос: что делать одесситу, находящемуся по конкретному адресу, в здании с конкретной сейсмостойкостью, когда начнется землетрясение? Вопросом остается даже то, что делать человеку, находящемуся в здании с такой общей информацией. Информация о том, что необходимо занять место в дверном проеме, кто-то дополняет тем, что проем должен обязательно находиться в несущей стене. При этом маловероятно, что даже специалист во время землетрясения сориентируется, какая именно стена в помещении является несущей. А что делать если человек находится в здании, в котором несущих стен нет?

Дать ответы на все эти вопросы может квалифицированный специалист на основании анализа здания. Но на законодательном уровне сегодня отсутствует единый регламент для оценки сейсмостойкости. Даже для паспортизации, о которой говорит ДБН В.1.1-12:2014 сегодня законодательная база отсутствует. Разрабатываемая СОФС как раз и предназначена для комплексного анализа сейсмостойкости. И потому конечный результат оценки здания – это не только паспорт сейсмостойкости объекта в результате 2-го уровня оценки или карточка оценки – в результате первого, это также уточненные пути эвакуации, список «безопасных» и потенциально опасных мест (на рис. 3 приведена схема здания, рассчитанная на прогрессирующее обрушение колонн) в обследованном здании.

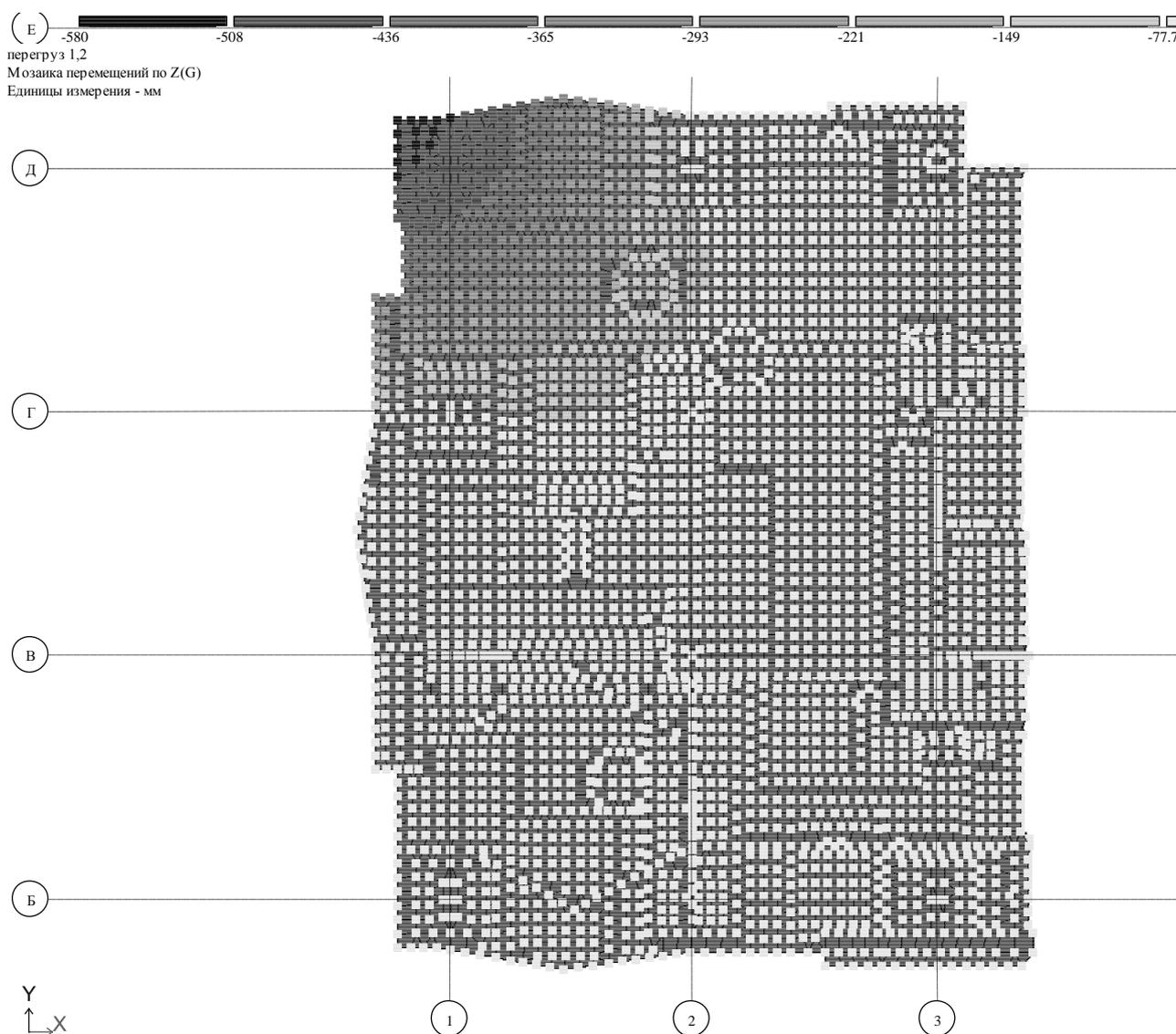


Рис. 3. Деформации здания при обрушении колонны Д-1

А для типовых зданий впоследствии предполагается снять серию обучающих видео со свободным доступом в сети интернет. Таким образом, предлагаемая система будет интересна не только узкому кругу специалистов, но и рядовому жителю сейсмически опасного района. А в рамках населенного пункта результат СОФС – это карта потенциально опасных районов, вплоть до классификации дорог по степени удаленности от сейсмически уязвимых зданий. Населенный пункт, оцененный разрабатываемой системой, получит сценарии обрушений, а как следствие, и возможность разработать программу ликвидации последствий при землетрясении.

Выводы:

1. Предлагаемая система оценки позволит дать оценку сейсмостойкости существующих зданий за сравнительно короткий промежуток времени.
2. Для реализации поставленной цели на первом этапе достаточно первого этапа разрабатываемой системы, что позволит уменьшить материальные и временные затраты.
3. Разрабатываемая СОФС станет основой для разработки программы минимизации человеческих жертв в результате землетрясений.
4. Результатом оценки сейсмостойкости при помощи СОФС станет информация, представляющая интерес для рядового жителя сейсмического района, которая в перспективе позволит снизить количество пострадавших от землетрясения.

Литература

1. ДБН В.1.1-12:2014. Строительство в сейсмических районах Украины. – К.: Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2014. – 110 с.
2. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards A Handbook FEMA 154, Edition 3 – 2015. – 388 p.
3. 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, Deuxième édition, 2005. – 24 p.
4. 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, department of building and housing, 2006. – 343 p.
5. NZS 1170.5-2004. Earthquake actions - New Zealand [Электронный ресурс] / Technical Committee BO-006-04 // Standards New Zealand. – 2004. – Режим доступа до ресурсу: <https://law.resource.org/pub/nz/ibr/nzs.1170.5.s1.2004.pdf>.
6. Handbook on seismic retrofit of buildings (April) central public works department & indian building congress in association with indian institute of technology. – Madras, 2007. – 617 p.
7. ICS 91. 120.25 Indian standard : Criteria for earthquake design of structures [Электронный ресурс] // Bureau of Indian standarts. – 2002. – Режим доступа до ресурсу: <http://fr.slideshare.net/asifzhcet/1893-2002-part-1>
8. Preliminary seismic vulnerability assessment of existing reinforced concrete buildings in Turkey – Part II / A. Yakut, V. Aydogan, G. Ozcebe, M.S. Yucement // Nato Science Series. IV/29, May 2005. – pp. 43-58.
9. 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, Lviv, Ukraine, 2013. – p.112-113.
10. 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, August 24-29, Istambul, Turkey, 2014. – p. 138-143.

Стаття надійшла 2.08.2016