

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ ТРОИТЕЛЬСТВУ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

**Мурашко А.В.**, к.т.н., доцент, докторант,  
**Губанов А.**, магистрант,  
**Крючков К.**, магистрант,  
**Бенради И.**, аспирант

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*  
alexeymurashko@gmail.com

**Аннотация.** В работе рассмотрены основные особенности нормативных документов по вопросам строительства и эксплуатации зданий в сейсмических районах. Основное внимание уделено вопросам изменения требований строительных норм в отношении каркасных зданий, а также в отношении карт общего сейсмического районирования в период с 1937г. по 2014г. В основной части работы приведена таблица нормируемых параметров, которые следует соблюдать при проектировании, новом строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений, которые возводятся или размещаются на площадках с сейсмичностью 6 баллов и выше по шкале сейсмической интенсивности согласно по ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Описано возможное применение результатов ретроспективного анализа в целях визуальной оценки фактической сейсмостойкости каркасных зданий, а также их паспортизации.

**Ключевые слова:** сейсмостойкость, система оценки, ретроспективный анализ, изменения нормативной базы.

## РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З СЕЙСМОСТІЙКОГО БУДІВНИЦТВА КАРКАСНИХ БУДИНКІВ

**Мурашко О.В.**, к.т.н., доцент, докторант,  
**Губанов О.**, магистрант,  
**Крючков К.**, магистрант,  
**Бенраді І.**, аспірант

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*  
alexeymurashko@gmail.com

**Анотація.** У роботі розглянуто основні особливості нормативних документів з питань будівництва та експлуатації будівель в сейсмічних районах. Основна увага приділена питанням зміни вимог будівельних норм щодо каркасних будинків, а також щодо карт загального сейсмічного районування в період з 1937р. по 2014р. В основній частині роботи наведено таблицю нормованих параметрів, які слід дотримуватися при проектуванні, новому будівництві, реконструкції та експлуатації будівель і споруд, які зводяться або розміщуються на майданчиках із сейсмічністю 6 балів і вище за шкалою сейсмічної інтенсивності згідно з ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Описано можливе застосування результатів ретроспективного аналізу з метою візуальної оцінки фактичної сейсмістійкості каркасних будинків, а також їх паспортизації

**Ключові слова:** сейсмістійкість, система оцінки, ретроспективний аналіз, зміни нормативної бази.

## RETROSPECTIVE ANALYSIS OF BUILDING CODES REQUIREMENTS FOR FRAME BUILDINGS EARTHQUAKE ENGINEERING

**Murashko O.V.**, Ph.D., Assistant Professor, doctoral student,  
**Gubanov O.**, Master degree student,  
**Krjuchkov K.**, Master degree student,  
**Iham B.**, doctoral student  
*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*  
alexeymurashko@gmail.com

**Abstract.** The paper discusses the main features of building codes on the construction and maintenance of buildings in seismic areas. Main attention is paid to changes in building codes requirements for frame buildings, as well as for the general seismic zoning maps for the period 1937-2014. The introduction provides an overview of the requirements of regulations from different countries on a visual assessment of buildings' seismic stability on a quantitative assessment of the impact of the codes base changes on seismic resistance of the object, and a brief review of the developed consolidated system of the actual seismic resistance assessment of existing frame buildings. This study focused on the first and second tiers of seismic resistance evaluation system. The main part of the work is given as a table of standardized parameters, which should be followed in the design, new construction, renovation and operation of buildings that are built or placed in areas with seismicity of 6 grade or higher on the scale of seismic intensity according to DSTU B V.1.1-28:2010. The possible application of the results of a retrospective analysis for visual estimation of the actual seismic resistance of frame buildings, as well as their certification are described.

**Keywords:** seismic resistance, evaluation system, retrospective analysis, building codes modernization.

**Введение.** В условиях сейсмоактивных территорий важной является задача оценки сейсмостойкости существующих зданий. Произвести массовую оценку сейсмостойкости существующих зданий на сегодняшний день возможно только за счет применения системы визуальной оценки сейсмостойкости, которая сочетала бы в себе как набор процедур по упрощенной – визуальной оценке, паспортизации, так и по сейсмометрическому мониторингу.

**Система оценки фактической сейсмостойкости.** На сегодняшний день ведется активная работа по созданию системы оценки фактической сейсмостойкости (СОФС). Детально она представлена в [0-0]. 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.

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.

**Мировой опыт.** В рамках существующих систем оценки фактической сейсмостойкости применяемых в сейсмических районах разных государств нормативными документами регламентируется учет такого фактора, как «изменения нормативной базы». Так, для широко известной Американской FEMA-154 [0], степень влияния этого фактора составляет до 92% (в зоне максимумов для зон с высокой сейсмичностью), для Швейцарской системы [0] до 100% (как в зоне минимума, так и в зоне максимума), а для новозеландской [0-0] этот параметр также изменяется в довольно широких пределах, однако здесь он служит для определения нормативной величины риска, с которой и будут сравниваться обследуемые здания. Таким

образом, опираясь на мировой опыт, при разработке Украинской системы оценки фактической сейсмостойкости возникла необходимость в обобщающем анализе нормативных документов, которые были использованы на территории современной Украины.

**Цель работы:** выполнить обобщенный ретроспективный анализ требований нормативных документов относительно сейсмостойкости существующих зданий.

**Основная часть.** На протяжении XX века нормативная база по антисейсмическому строительству сильно менялась в сторону повышения балльности отдельных регионов и увеличения, как количества нормируемых параметров, так и их величин.

Правилами антисейсмического строительства за 1937г. [0] к активным в сейсмическом отношении районам РСФСР относились районы, находящиеся на юге и востоке. Остальная территория современной Украины относилась к районам с сейсмической активностью IV балла и менее (рис. 1). В соответствии с положением по строительству в сейсмических районах ПСП-101-51 [0] интенсивность составляла 6 баллов. Как известно, проектирование зданий и сооружений с расчетной сейсмичностью 6 баллов и менее осуществлялась без специальных антисейсмических мероприятий. Аналогичная ситуация наблюдается и в других нормативных документах [0-0]. В современных Украинских нормах ДБН В 1.1-12:2006 [0] и ДБН В 1.1-12:2014 [0] интенсивность сейсмических воздействий в баллах для района строительства следует принимать на основе списка населенных пунктов Украины и комплекта карт общего сейсмического районирования (ОСР-2004) территории Украины. При сопоставлении карт заметно существенное увеличение сейсмичности.

Существенным изменениям подвергалась не только сейсмичность районов строительства, но и требования нормативных документов, которые существенно изменялись, как правило, в сторону ужесточения требований. В таблице 1 приведен сравнительный анализ требований нормативных документов к проектируемым каркасным зданиям. Систематизация требований нормативных документов в виде таблицы дает возможность, во-первых, проследить тенденции в развитии нормативных документов, во-вторых, выявить элементы, которые заведомо обладают дефицитом сейсмостойкости, в-третьих, подчеркнуть список вопросов, которым должно быть уделено первостепенное внимание при визуальном осмотре.

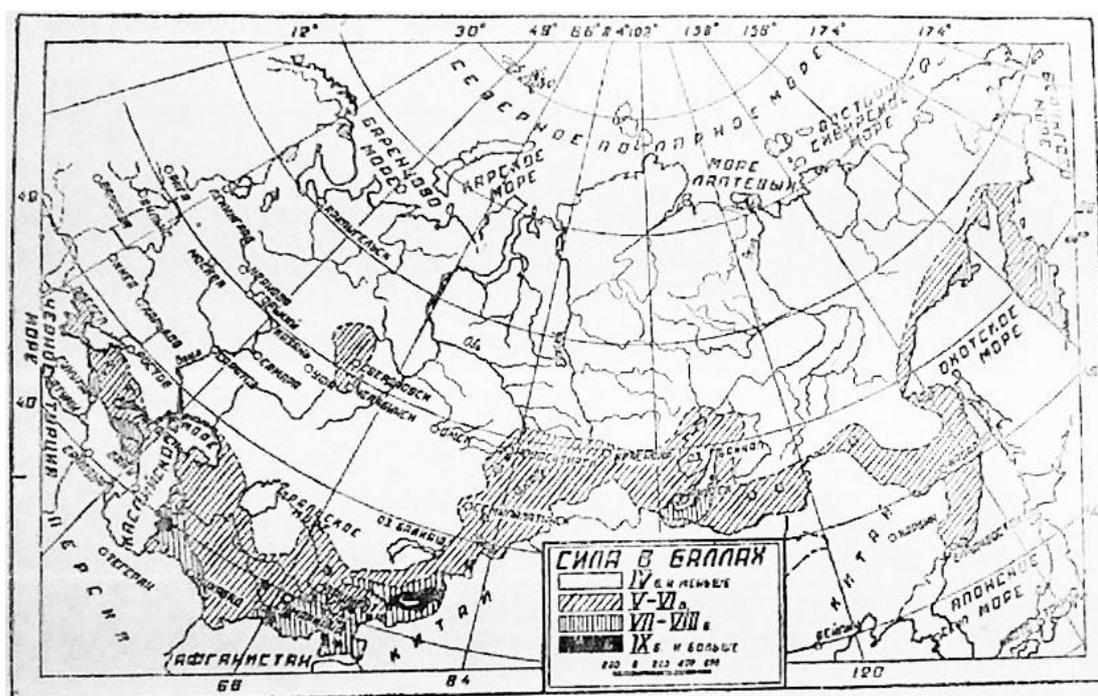


Рис.1. Сводная карта сейсмического районирования территории СССР (1937г.)

Таблица 1 – Таблица нормируемых параметров для каркасных зданий

Нормируемые параметры	ДБН В 1.1-12-2014	ДБН В 1.1-12-2006	СНиП II-7-81	СНиП II-A-12-69*	СНиП II-A-12-62	СН 8-57	ПСП-101-51	Правила антисейсмич. строит-ва, 1937г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Этажность (высота) не должна превышать значений:								
Колич. надземных этажей при расчетной сейсмичности строительной площадки, баллов:	6	16	16	---	---	---	---	---
	7	12	12	16	---	---	---	---
	8	9	9	12	---	---	---	---
	9	7	7	9	---	---	30м	30м
Длина секций всех типов зданий не должна превышать при нормативной сейсмичности:	7	80 м	80 м	80 м	Как для несейсмич. районов, но не >150м	Как для несейсмич. районов	---	---
	8	80 м	80 м	80 м			---	---
	9	60 м	60 м	60 м			---	---
Смежные участки здания выше или ниже планировочной отметки не должны иметь перепад по высоте, более:	5 м	5 м	+	4 м и >	---	---	---	---
Ширина антисейсмических швов - 30мм (высота здания до 5м), для большей высоты - не менее 20мм на каждые 5м высоты:	+	+	+	+	+	+	+	---
Лестничные клетки следует предусматривать закрытыми, с естественным освещением:	+	+	+	---	---	---	---	---
Фундаменты зданий $\geq 16$ эт, на нескальных грунтах, следует принимать свайными или в виде сплошной фундаментной плиты:	+	+	+	---	---	---	---	---
Заглубление подошвы не менее:	4.5 м	3.0 м	2.5 м	---	---	---	---	---
Перегородки должны быть прикреплены к вертикальным конструкциям здания, а при длине более 3м - и к перекрытию:	+	+	+	+	+	+	+	---

Нормируемые параметры		ДБН В 1.1-12-2014	ДБН В 1.1-12-2006	СНиП II-7-81	СНиП II-A-12-69*	СНиП II-A-12-62	СН 8-57	ПСП-101-51	Правила антисейсмич. строи-ва, 1937г.
1		2	3	4	5	6	7	8	9
Для зданий выше 12 эт. устройство подвала под всем зданием обязательное:		+	+	---	---	---	---	---	---
Перегородки из мелкогабаритных изделий (кирпич, камень, гипсокартонные плиты и т.д.) могут применяться при сейсмичности:	6	до 9		---	---	---	---	---	---
	7	до 9		---	---	---	---	---	---
	8	до 9		---	---	---	---	---	---
	9	до 9		---	---	---	---	---	---
Антисейсмические швы вдоль боковых и верхних поверхностей перегородок принимаются не менее 20мм:		+	+	+	---	---	---	---	---
Перегородки с кирпича и камня следует армировать по всей длине не реже чем через 70см по высоте:		+	+	+	+	+	+	+	---
Максимальное расстояние между диафрагмами жесткости не должно превышать:		12 м	-- -	---	---	---	---	---	---
Использование не несущих стен из каменной кладки допускается при шаге пристенных колонн не > 6м и высоте стен при сейсмичности:	7	12 м	12 м	12 м	18 м	18 м	---	---	---
	8	9 м	9 м	9 м	12 м	12 м	---	---	---
	9	6 м	6 м	6 м	9 м	9 м	---	---	---
Между поверхностями стен и колоннами каркаса должен предусматриваться промежуток не менее чем 20 мм		+	+	+	---	---	---	---	---
Толщину плит перекрытий безригельного каркаса следует принимать не < чем 200 мм, класс бетона по прочности - не < C16/20		200 мм С 16/20	200 мм В20	не < 180 мм В20	---	---	---	---	---
Пролет плит перекрытий безригельного каркаса не более чем:	7	6.6 м	-- -	7.2 м	---	---	---	---	6.0м
	8			6.0 м					
	9			6.0 м					

Нормируемые параметры	ДБН В 1.1-12-2014	ДБН В 1.1-12-2006	СНиП II-7-81	СНиП II-A-12-69*	СНиП II-A-12-62	СН 8-57	ПСП-101-51	Правила антисейсмич. строи-ва, 1937г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соединение рабочей продольной арматуры в монолитных элементах должно выполняться:								
а) в колоннах и ригелях свариванием (допускается внахлест, в 6-ти и 7-ми бальных районах, при Ø продольной арматуры до 22мм	+	+	+	---	---	---	---	---
б) в диафрагмах, плитах перекрытий, шахтах лифтов и др. элементах, кроме пункта а), свариванием в 6-ти, 7-ми и 8-ми бальных районах, допускается соединение арматуры Ø до 22мм внахлест	+	+	+	---	---	---	---	---
В железобетонных рамных и безригельных каркасных зданиях, которые строятся в районах сейсмичностью 6 баллов, следует:								
центральную зону жестких узлов армировать замкнутыми хомутами, с шагом не > 100 мм	+	+	---	---	---	---	---	---
участки ригелей и колонн, примыкающих к жестким узлам на расстоянии, равном полуторной высоте их сечения, армировать хомутами, с шагом не > 150 мм	+	+	---	---	---	---	---	---
предусматривать между гранями перегородками, стенами, не участвующими в работе каркаса, и каркасом антисейсмические швы не < 20 мм	+	+	---	---	---	---	---	---

Практический интерес данного исследования состоит в том, что при сборе информации, перед визуальной оценкой сейсмостойкости, исходя из даты строительства объекта, можно сделать вывод о том, каким пунктам действующих на сегодняшний день нормативных документов объект потенциально не соответствует.

#### Выводы:

1. Выполнен ретроспективный обзор и систематизация нормативных документов по сейсмостойкому строительству с 1937 по 2014 год.

2. Прослеживается тенденция детализации нормируемых параметров в зависимости от балльности площадки строительства, этажности и габаритов здания или сооружения.
3. Результаты данного исследования могут быть использованы при проведении оперативной визуальной оценки здания, исходя из даты строительства объекта, можно выделить те позиции, которым при обследовании необходимо уделить первостепенное внимание.
4. На сегодняшний день ведутся работы по численному анализу влияния каждого из проанализированных факторов

## Литература

1. Murashko O., Adamov O. "A New Approach To The Dynamic Certification In Ukraine", Proceedings of the 5th International Conference of Young Scientists GEODESY, ARCHITECTURE & CONSTRUCTION, November 21–23, 2013, Lviv, Ukraine, pp. 112-113.
2. Dorofeev V., Yegupov K., Murashko A., Adamov O. "A new approach to buildings seismic resistance assessment in Ukraine", Proceedings of the 2-nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, August 24-29, 2014, Istanbul, Turkey pp. 138-143.
3. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards A Handbook FEMA 154, Edition 3 / January 2015. – 388 p.
4. 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. – 24 p.
5. 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.
6. 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>.
7. Правила антисейсмического строительства / Нарком коммунального хозяйства РСФСР. – М.: Стройиздат, 1937 – 57 с. [Действует с 27.04.1937].
8. ПСП-101-51. Положение по строительству в сейсмических районах / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1951 – 87 с. [Действует с 01.10.1951].
9. СН 8-57. Нормы и правила строительства в сейсмических районах / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1958 – 106 с. [Действует с 01.10.1957].
10. СНиП II А.12-62. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1962 – 55 с. [Действует с 01.03.1963].
11. СНиП II А.12-69\*. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1969 – 75 с. [Действует с 01.07.1970].
12. СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982 – 48 с. [Действует с 01.01.1982].
13. ДБН В 1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины. [Действует с 02.01.2007]. – К.: Минстрой Украины, 2006. – 80 с.
14. ДБН В 1.1-12:2014. Строительство в сейсмических районах Украины. [Действует с 01.10.2014]. – К.: Минрегион Украины, 2014. – 118 с.

Стаття надійшла 7.11.2016