

**Р.А. АТАБЕКЯН, Л.Р. АТАБЕКЯН**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОРМ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ  
СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СООРУЖЕНИЯ И  
ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО МЕТОДА  
(Ванадзор)**

Краткий анализ различных норм по определению сейсмических нагрузок на основе спектральной теории показывает их общность, но вместе с тем и наличие многочисленных поправок и уточнений для оценки истинных сейсмических воздействий. При расчете сейсмических нагрузок для одних и тех же условий по нормам разных стран наблюдается значительное расхождение полученных результатов. По мнению авторов, существует реальная возможность создания единых международных норм путем уточнения и дополнения существующих. Судя по всему, наиболее перспективны европейские нормы EN 1998-2004/2012. Принцип расчета по EN выглядит более естественным, поскольку сейсмические воздействия фактически передаются на конструкции через фундаменты. Кроме того, такой подход позволяет учитывать ряд факторов, влияющих на степень сейсмических воздействий (предельное сопротивление грунтов сдвигу, давление на грунты основания, площадь контакта фундаментов с грунтом, угол наклона сейсмического луча и др.). Предпринята попытка оценить факторы, ограничивающие ускорение фундаментов зданий при сильных землетрясениях.

**Ключевые слова:** сейсмические нагрузки, спектр реакции, коэффициент динамичности, ускорения, периоды свободных колебаний.

**Краткий обзор некоторых норм сейсмостойкого строительства.**

Рассмотрим наиболее широко распространенные нормы сейсмостойкого строительства.

Существует два основополагающих подхода для определения сейсмических нагрузок на сооружения:

- определение сейсмических нагрузок на этаж, ярус или часть сооружения с соответствующими массами – Япония (BSLJ), РФ (СНиП II-7-81\*) и др.;
- определение сейсмических воздействий на уровне фундаментов с учетом всей массы здания и расчет их дальнейшего распределения по высоте здания – ЕС (EN 1998-2004(E), США (ASCE 7, IBC) и др.

**В РФ и большинстве стран СНГ** применяются СНиП II-7-81\* (СП 14.13330.2014) и их модификации, где предусматривается возможность развития пластических деформаций в элементах конструкций и их соединениях. В расчетных формулах по определению нагрузок на этаж используется коэффициент динамичности  $\beta$  (рис.1,2), а на узловой точке  $k$  сейсмические нагрузки по  $i$ -й форме колебаний определяются выражением

$$S_{ik}^J = K_0 K_1 S_{0ik}^J, \quad (1)$$

где  $K_0$  – коэффициент, учитывающий назначение сооружения;  $K_1$  – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения, а  $S_{0ik}^J$  определяется по формуле

$$S_{0ik}^J = g m_K^J A K_A \beta_i k_\psi \eta_{ik}^J. \quad (2)$$

Здесь  $S_{0ik}^J$  – значение сейсмической нагрузки в предположении упругого деформирования конструкций;  $m_K^J$  – масса этажа с учетом расчетных нагрузок;  $A$  – коэффициент сейсмичности – отношение ускорений грунта и свободного падения ( $A=0,1 \dots 0,4$ );  $k_\psi$  – коэффициент рассеивания энергии;  $\eta_{ik}^J$  – коэффициент, зависящий от формы деформации сооружения при его собственных колебаниях.

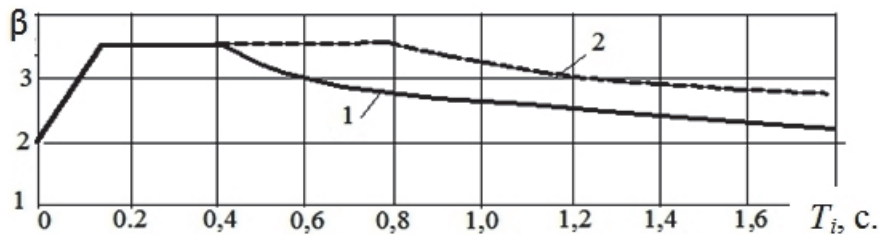


Рис.1. Зависимости коэффициента динамичности от периода  $T_i$  согласно СНиП II-7-81: 1 – для грунтов I и II категорий по сейсмическим свойствам; 2 – для грунтов III категории

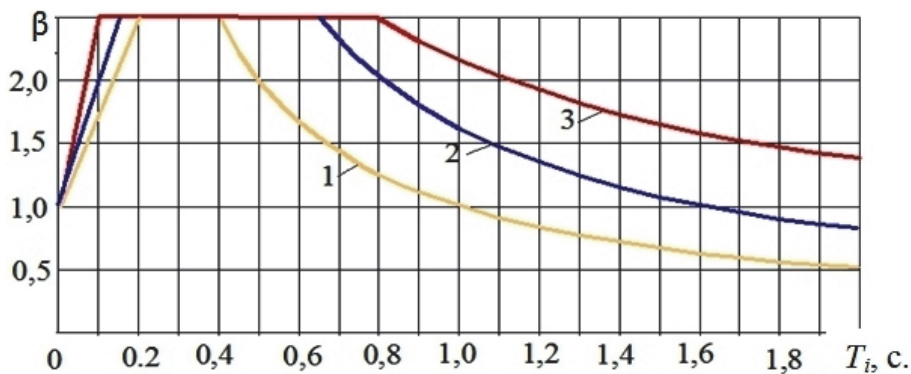


Рис. 2. Зависимости коэффициента динамичности от  $T_i$  согласно СНиП II-7-81 для грунтов I категории (1), II категории (2) и III–IV категорий (3)

На рис.1 представлены кривые коэффициента динамичности  $\beta_I$  для грунтов различных категорий по сейсмическим свойствам согласно СНиП II-7-81; во всех случаях значения  $\beta_I$  должны приниматься равными не менее 0,8. На рис. 2 приведены рекомендуемые кривые для грунтов I, II и III–IV категорий в соответствии с нормами Республики Армения.

Согласно сейсмическим свойствам, в СП 14.13330.2014 и Строительных нормах Республики Армения (СНРА 20.04-2020) выделено 4 типа грунтов. При сейсмичности площадки 8 баллов и более, когда повышенная сейсмичность обусловлена только наличием грунтов категории III, значение  $S_{ik}^J$  умножается на коэффициент 0,7, учитывающий нелинейное деформирование грунтов при сейсмических воздействиях.

Согласно нормам сейсмостойкого строительства РА (СНРА 20.04-2020), максимальное смещение грунта, по аналогии с EN 1998-1, определяется выражением

$$Y_{0\max} = 0.05 A_g k_0 T_c T_d. \quad (3)$$

Здесь  $k_0$  – коэффициент грунтовых условий;  $A_g$  – расчетное ускорение грунта;  $T_c$  – период, зависящий от типа грунта;  $T_d$  принимается равным 0,3 с.

**Согласно нормам Японии (BSLJ 1981)**, сейсмическое проектирование осуществляется пятью способами; выбор конкретного способа зависит в основном от высоты здания. Способы 1, 2 и 3 требуют расчёта допустимого напряжения, при этом для способа 2 добавляется проверка прочности и податливости, а для способа 3 – расчёт предельной боковой несущей способности для каждого этажа. Способ 4 требует подтверждения предельной устойчивости к повреждениям и предела безопасности, т.е. того, что здание не разрушится при редких сейсмических колебаниях (данный способ называется «методом реакции и предельной несущей способности»). Способ 5 требует также проверки безопасности посредством анализа реакции здания во времени по спектру реакции на ускорение.

В BSLJ 1981 сейсмические колебания подразделяются на два уровня: сильные и умеренные.

Поперечный сейсмический сдвиг  $i$ -го этажа над уровнем земли для зданий высотой до 60 м определяется следующим выражением (сейсмический сдвиг – это сумма сейсмических сил вышележащих этажей):

$$Q_i = C_i W_i, \quad (4)$$

где  $C_i$  – коэффициент поперечного сейсмического сдвига  $i$ -го этажа;  $W_i$  – вес здания над этажом  $i$ . Для определения  $C_i$  используется расчётный спектральный коэффициент  $R_i$ , зависящий от периода колебания грунта  $T_C$  и периода собственных колебаний здания  $T$  (табл.):

$$C_i = Z R_i A_i C_0. \quad (5)$$

Здесь  $Z$  – коэффициент зонирования по сейсмической опасности ( $Z=0,7\dots 1,0$ );  $R_i$  – расчётный спектральный коэффициент (см. табл.);  $A_i$  – коэффициент распределения поперечного сдвига;  $C_0$  – стандартный коэффициент сдвига, принимаемый равным 0,2 для умеренных сейсмических колебаний и 1,0 – для сильных. Для большинства районов Японии  $C_i = C_0$ .

Таблица

Расчётный спектральный коэффициент  $R_i$  в зависимости от периодов

$T$	$T < T_C$	$T_C \leq T < 2T_C$	$T \geq 2T_C$
$*R_i$	1	$1 - 0,2\left(\frac{T}{T_C} - 1\right)^2$	$\frac{1,6T_C}{T}$

Примечание.  $T$  – основной период (периоды) собственных колебаний здания;  $T_C$  – критический (преобладающий) период колебаний грунтов, принимаемый равным 0,4, 0,6 и 0,8 для грунтов I, II и III категорий соответственно.  $R_i$  может рассчитываться также иными методами, но вычисленное значение не может быть менее 0,75 от значения, вычисляемого по таблице.

Поперечная сейсмическая сила на  $i$ -й этаж  $P_{di}$ , кН, при пределе устойчивости к повреждениям (способ 4) определяется по формуле

$$P_{di} = S_{Ad} m_i B_{di} Z G_S, \quad (6)$$

где  $S_{Ad}$  – реакция на ускорение при пределе безопасности (рис.3);  $m_i$  – масса  $i$ -го этажа;  $B_{di}$  – коэффициент распределения ускорения на пределе устойчивости по повреждениям, рассчитываемый в зависимости от отношения эффективных масс и функции участия, соответствующей периоду реакции и распределению смещений при пределе устойчивости к повреждениям;  $G_S$  – коэффициент усиления на поверхности для среза грунта, значения которого зависят от основного периода собственных колебаний здания.

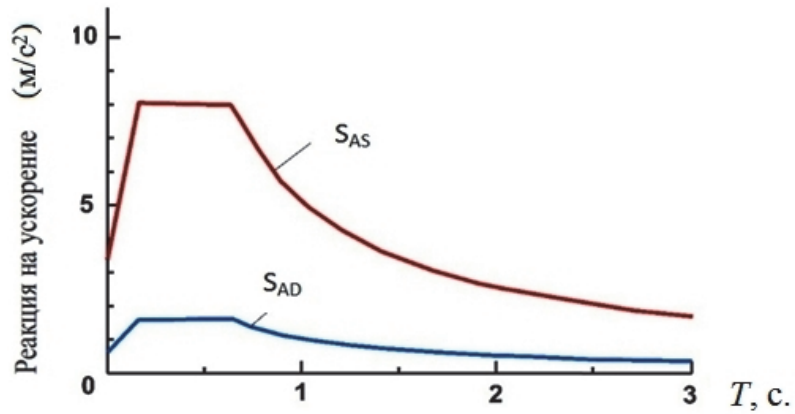


Рис. 3. Спектры реакции на ускорение при пределе стойкости к повреждениям  $S_{AD}$  и пределе безопасности  $S_{AS}$

Согласно сейсмическим свойствам, в BSLJ 1981 выделяются три типа грунтов: мягкий, средний и прочный.

Согласно ЕС (EN 1998-1-2004/2012), в отличие от вышеизложенных норм, сначала определяются сдвигающие сейсмические силы  $F_b$  на уровне фундаментов, которые затем распределяются по этажам:

$$F_b = S_d(T_1) m \lambda, \quad (7)$$

где  $S_d(T_1)$  – расчетное спектральное ускорение для основного периода  $T_1$ ;  $m$  – общая масса здания выше фундамента или выше верха жесткого основания;  $\lambda$  – корректирующий коэффициент.

Для горизонтальных составляющих сейсмического воздействия расчетный спектр  $S_d(T)$  в зависимости от периодов собственных колебаний сооружения определяется следующими выражениями:  
при

$$0 \leq T \leq T_B; \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]; \quad (8)$$

при

$$T_B \leq T \leq T_C; \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}; \quad (9)$$

при

$$T_C \leq T \leq T_D : \begin{cases} S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right], \\ S_d(T) \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (10)$$

при

$$T_D \leq T \begin{cases} S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right], \\ S_d(T) \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (11)$$

где  $a_g$  – расчетное ускорение на грунте типа А (см. ниже);  $S$  – коэффициент, характеризующий сейсмические свойства грунта;  $T_B, T_C$  – соответственно нижняя и верхняя границы периода на плато графика спектральных ускорений (рис. 4);  $T_D$  – величина, определяющая начало диапазона постоянных смещений спектра реакции (см. рис. 4);  $T$  – период колебаний линейной системы с одной степенью свободы;  $q$  – коэффициент поведения;  $\beta$  – коэффициент нижней границы для горизонтального расчетного спектра (обычно принимается  $\beta = 0,2$ ).

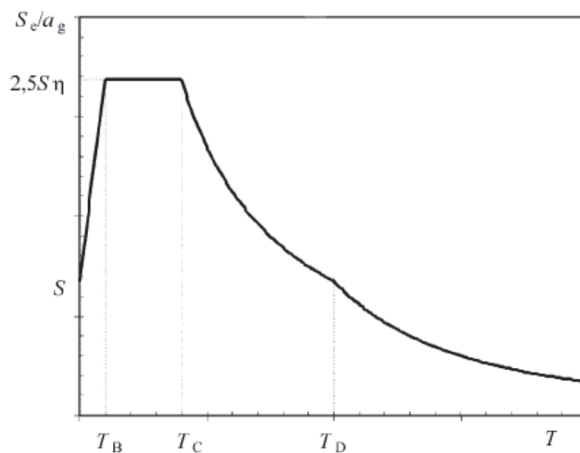


Рис. 4. Горизонтальный спектр упругой реакции грунта в зависимости от грунтовых условий ( $S_d/a_g$  – отношение упругого спектра реакции к расчетному ускорению грунта)

Выделяются пять типов грунтов – А, В, С, D и E, а также особо слабые –S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub>. Спектры ускорений обычно используются двух типов: первый – для ожидаемых землетрясений магнитудой более 5,5, второй – для землетрясений магнитудой до 5,5.

Полученные по формуле (7) сдвигающие сейсмические силы  $F_b$  на уровне фундаментов далее распределяются по этажам. Сила  $F_i$  для  $i$ -го этажа вычисляется как

$$F_i = F_b \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_j \cdot m_j} \text{ или } F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j}, \quad (12)$$

где  $m_i, m_j$  – массы соответствующих этажей;  $s_i, s_j$  – перемещения этих масс по основной форме колебаний;  $z_i, z_j$  – высоты масс  $m_i$  и  $m_j$  над уровнем приложения сейсмического воздействия (фундаментом или верхом жесткого основания).

Расчетное смещение грунта  $d_g$ , соответствующее расчетному ускорению грунта, определяется по формуле

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D. \quad (13)$$

**Согласно нормам США** (ASCE7, ch. 12; IBC2006, sect.1613), сдвигающие сейсмические силы на уровне фундаментов определяются выражением

$$V = C_S W, \quad (14)$$

где  $C_S$  – коэффициент сейсмической реакции, который определяется по значениям спектрального ускорения реакции для коротких  $S_{DS} (T \leq T_1)$  и длинных  $S_{DL} (T \geq T_1)$  периодов;  $W$  – эффективный сейсмический вес.

Коэффициент сейсмической реакции  $C_S$  – это спектральное псевдо-ускорение в долях  $g$  с учетом неупругого поведения [1], определяемое по следующей формуле:

$$C_S = \frac{S_{DS}}{(R/I)}. \quad (15)$$

Здесь  $S_{DS}$  – расчетный спектральный параметр ускорения отклика для коротких периодов при затухании 5% (рис. 5);  $R$  – коэффициент модификации отклика, зависящий от типа сооружения;  $I$  – коэффициент важности, зависящий от назначения сооружения и категории размещения (I-II, III и IV), принимающий значения от 1,0 до 1,5.

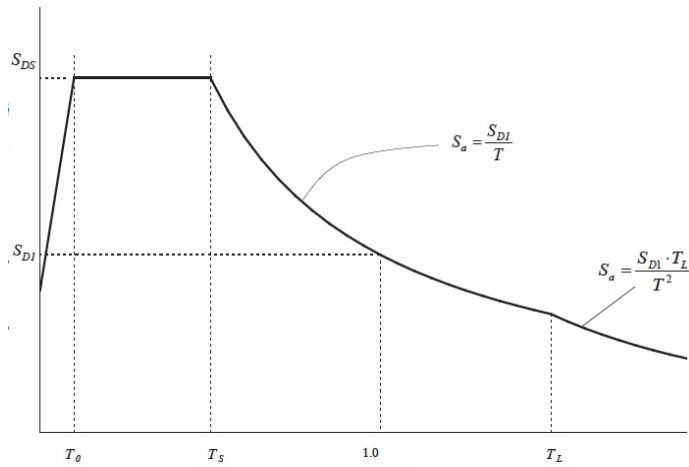


Рис.5. Спектр расчетных ускорений реакции в зависимости от  $T$  (нормы ASCE 7, IBC 2006)

Значение  $C_S$ , вычисленное по формуле (15), должно быть не меньше 0,01 и не превышать следующие пределы:

$$C_S = \frac{S_{D1}}{T(R/I)} \text{ при } T \leq T_L; C_S = \frac{S_{D1} T_L}{T^2(R/I)} \text{ при } T > T_L, \quad (16)$$

где  $T$  – фундаментальный (основной) период строения.

Расчетные параметры ускорения спектрального отклика землетрясения при коротком периоде  $S_{DS}$  и при 1-секундном периоде  $S_{D1}$  должны определяться по формулам

$$S_{DS} = \frac{2}{3} F_a S_S; S_{D1} = \frac{2}{3} F_v S_1, \quad (17)$$

где  $S_S$  и  $S_1$  – спектральные ускорения с коротким периодом и периодом 1 с соответственно для конкретной площадки.

Коэффициенты  $F_a$  и  $F_v$  зависят от грунтов площадки и приводятся в таблицах. Выделяются 5 типов грунтов – А, В, С, D и Е, а также особо слабые – F.

На площадках, где  $S_1 \geq 0,6g$ , коэффициент  $C_S$  должен удовлетворять следующим условиям:

$$C_S \geq \frac{0.5 S_1}{(R/I)}; C_S \geq 0.044 S_{DS} I. \quad (18)$$

Сдвигающая сейсмическая сила  $V$  на уровне фундамента (14) распределяется по высоте здания (по этажам) и на любом уровне вычисляется по формуле

$$F_X = C_{VX} V, \quad (19)$$

где  $C_{VX}$  определяется, аналогично нормам ЕС, следующим выражением:

$$C_{VX} = \frac{W_X h_X^K}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^K}. \quad (20)$$

Здесь  $W_i$  и  $W_X$  – доли общего эффективного сейсмического веса соответственно на высоте  $h_i$  и  $h_X$  от основания.

Сдвигающая сейсмическая сила  $V_X$  на некотором этаже  $X$  определяется как сумма сейсмических сил от вышележащих этажей по следующей формуле:

$$V_X = \sum_{i=X}^n F_i. \quad (21)$$

Как видим, во всех рассмотренных нормах основополагающим является спектр реакции (отклика), который, как и многочисленные коэффициенты, уточняется по мере накопления новых данных и выявления несоответствия расчетных результатов с последствиями сильных землетрясений. После внедрения спектральной теории было проведено огромное количество исследовательских работ, но, к сожалению, подавляющее большинство их выполнено в рамках принципов этой теории и направлено лишь на уточнение принятых коэффициентов. Отметим, что в методах и нормах сейсмостойкого строительства исходят из основного допущения о заделке фундаментов в грунт, т.е. фактически принимается, что при землетрясениях фундаменты зданий совершают колебания вместе с грунтом. Однако многочисленные наблюдения на инженерно-сейсмометрических станциях показывают, что смещения и ускорения фундаментов могут в несколько раз отличаться от соответствующих параметров свободных от нагрузки грунтов. Реакция реальных сооружений на сейсмические воздействия зависит от множества факторов для каждого конкретного сооружения и количественно не может отражаться обобщенным выражением или графиком для коэффициента динамичности  $\beta$

В частности, в СНиП II-7-81\* после построения теоретического графика  $\beta$  и его сопоставления с данными натуральных измерений начался многолетний процесс его уточнения и подгонки с целью получения истинных значений

сейсмических воздействий на сооружения. С момента принятия в 1957г. СН 8-57 в качестве строительных норм график  $\beta$  претерпел неоднократные изменения и уточнения. Нет оснований полагать, что процесс уточнения графика  $\beta$  завершен.

Аналогичное или близкое положение дел имеет место и в других нормах. При этом наблюдаются различная трактовка натуральных наблюдений и видоизменение графиков коэффициента динамичности и спектральных кривых, обосновываемое геологическими особенностями отдельных регионов [2,3]. В качестве примера можно привести нормы сейсмостойкого строительства Республики Армения, составленные по аналогии со СНиП II-7-81\*, в которых, тем не менее, график  $\beta$  (см. рис. 2) отличается от графиков, представленных на рис.1.

Таким образом, существующие методы определения сейсмических нагрузок по спектрам ускорений так или иначе используются для сейсмостойкого строительства, но дают весьма приближенные результаты. Об этом свидетельствуют также результаты расчетов по определению сейсмических нагрузок по нормам разных стран для одинаковых условий, показывающие их значительное расхождение. С другой стороны, имеет место противоречие результатов макросейсмических обследований сильных землетрясений с принципом расчета по ускорениям: известно, что на слабых грунтах разрушения увеличиваются [4], в основном, по причине больших смещений, в то время как ускорения на этих грунтах, напротив, уменьшаются.

Вышеизложенное никак не умаляет значения спектрального анализа, необходимого для общей оценки реакции различных сооружений и степени сейсмических воздействий вообще, а наоборот, скорее показывает близость методов расчета по разным нормам и возможность создания общих международных норм по определению сейсмических воздействий на сооружения с учетом местных факторов (карт, зон и др.) [5-8].

#### **Заключение**

Краткий анализ различных норм по определению сейсмических нагрузок, основанных на спектральной теории, показывает их общность, но вместе с тем и наличие многочисленных поправок и уточнений с целью оценки истинных сейсмических воздействий.

По мнению авторов, существует реальная возможность создания единых международных норм путем доработки и дополнения существующих. По-видимому, наиболее перспективный путь – взять за основу европейские нормы EN 8 2004/2012. Принцип расчета по EN8 выглядит наиболее естественным, поскольку сейсмические воздействия в действительности передаются соору-

жениям через фундаменты. Кроме того, такой подход позволяет учесть ряд факторов, влияющих на степень сейсмических воздействий (предельное сопротивление грунтов сдвигу, давления на грунты основания, площадь контакта фундаментов с грунтом, условность жесткой заделки фундаментов в грунт, угол наклона сейсмического луча и т.п.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Building Code (ICC IBC-2021). URL: <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2021P1> [Access date: December 29, 2021].
2. Назаров Ю.П., Позняк Е.В. Определение коэффициента динамичности в расчетах на сейсмостойкость // Строительство: наука и образование. -2015. -№ 1. -С. 2.
3. Ордобаев Б.С. О фундаментальной концепции сейсмостойкости и сейсмоустойчивости зданий при сильнейших землетрясениях // Вестник КPCY. -2015. -Т. 15, - № 9.-С. 133–137.
4. Morales-Beltran M., Joop P. Technical note: Active and semi-active strategies to control building structures under large earthquake motion // J. Earthq. Eng. -2015. -V. 19, iss. 7. -P. 1086–1111. <https://doi.org/10.1080/13632469.2015.1036326>
5. Атабекян Р.А. О факторах, ограничивающих ускорения фундаментов зданий при сильных землетрясениях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. -2006. -№3 (86).-С. 78–79.
6. Атабекян Р.А. О возможных максимальных значениях ускорений фундаментов зданий при сильных землетрясениях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. -2007. -№ 1.-С. 52–55.
7. Атабекян Р.А. Альтернативный метод определения сейсмических нагрузок на здания нерегулярной структуры без применения спектральной теории // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. -2016. -№ 6. -С. 51–57.
8. Российские и зарубежные нормы сейсмического проектирования зданий и сооружений /А.М. Шаторная, В.А. Тарасов, А.В. Барабаш, О.В. Жувак, В.А. Рыбаков //Alfabuild. -2018. -№ 4(6). -С.92–114. <https://doi.org/10.34910/ALF.6.9>

## Ռ.Ա. ԱԹԱԲԵԿՅԱՆ, Լ.Ռ. ԱԹԱԲԵԿՅԱՆ

### ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐԻ ՎՐԱ ՍԵՅՍՄԻԿ ԱՃԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՍՏԱՆԴԱՐՏՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՄԻԱՍՆԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Սպեկտրային տեսության հիման վրա սեյսմիկ բեռների որոշման տարբեր նորմերի համառոտ վերլուծությունը ցույց է տալիս դրանց ընդհանրությունը, բայց, միևնույն ժամանակ, իրական սեյսմիկ ազդեցությունները գնահատելու համար բազմաթիվ ուղղումների և ճշգրտումների անհրաժեշտությունը: Տարբեր երկրների նորմերով միևնույն պայմանների համար սեյսմիկ բեռները հաշվարկելիս ստացված արդյունքների միջև առկա է

էական անհամապատասխանություն: Հեղինակների կարծիքով՝ գոյություն ունի միջազգային ընդհանուր նորմերի ստեղծման իրական հնարավորություն՝ հստակեցնելով ու լրացնելով եղածները: Ըստ երևույթին, EN 1998-2004/2012 եվրոպական նորմերը ամենահեռանկարայինն են: Ըստ EN-ի հաշվարկման սկզբունքն ավելի բնական է թվում, քանի որ սեյսմիկ գործողություններ իրականում փոխանցվում են կառույցներին հիմքերի միջոցով: Բացի այդ, այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս հաշվի առնել մի շարք գործոններ, որոնք ազդում են սեյսմիկ ազդեցությունների աստիճանի վրա (բնահողերի վերջնական ճեղքման դիմադրություն, ճնշում հիմքի բնահողերի վրա, հիմքերի և բնահողի շփման տարածքը, սեյսմիկ ճառագայթի անկյունը և այլն): Փորձ է արվել նաև՝ գնահատելու ուժեղ երկրաշարժերի ժամանակ շենքերի արագացման հիմքերը սահմանափակող գործոնները:

**Առանցքային բաներ.** սեյսմիկ բեռներ, արձագանքման սպեկտր, դինամիկայի գործակից, արագացումներ, ազատ տատանումների ժամանակաշրջաններ:

**R.A. ATABEKYAN, L.R. ATABEKYAN**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF STANDARDS FOR DETERMINING  
SEISMIC IMPACTS ON STRUCTURES AND THE POSSIBILITY OF  
CREATING A UNIFIED METHOD**

A brief analysis of different norms for determining seismic loads based on the spectral theory shows their generality and the presence of numerous corrections and clarifications in order to assess the true seismic effects. When calculating seismic loads according to the norms of different countries for the same conditions, there is a significant discrepancy between the results obtained. According to the authors, there is a real possibility of creating common international norms by refining and supplementing the existing ones. Apparently, the European norms EN 1998-2004/2012 are more promising. The principle of calculation according to EN looks more natural, because seismic actions are actually transmitted to structures through foundations. In addition, this approach makes it possible to take into account a number of factors that affect the degree of seismic impacts (ultimate resistance of soils to shear, pressure on foundation soils, area of contact between foundations and soil, angle of inclination of the seismic beam, etc.). An attempt is also made to assess the factors that limit the acceleration of building foundations during strong earthquakes.

**Keywords:** earthquake, seismic loads, response spectrum, dynamic factor, soil acceleration, periods of free vibrations.