**Методы расчёта зданий и сооружений
с учётом сейсмических воздействий в SCAD Office**

**Михайлов В.С.,** руководитель Новосибирского НТЦ SCAD Office, г. Новосибирск

**Русаков Д.С.** руководитель архитектурно-строительного отдела ООО «Прокопьевский горно-проектный институт», г. Новокузнецк

**Янковская И.Д.,** инженер-конструктор ООО «Сибирский институт проектирования и исследований», г. Иркутск

**Аннотация.** Авторами выполнен анализ как интерпретация положений современных сейсмических норм Российской Федерации могут влиять на результаты расчета зданий и сооружений в SCAD Office. В первую очередь приводятся ограничения формирования особых сочетаний сейсмических нагрузок на примере каркаса промышленного назначения. Затем освящается спорное положение по применению нормативных значений нагрузок в особых сейсмических сочетаниях на примере многоэтажного монолитного каркасного здания, для чего был выполнен запрос экспертного мнения АО НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО. Дополнительно рассмотрены два метода определения воздействия на несущие конструкции промышленной сейсмики от взрывных воздействий: метод эквивалентных землетрясений по спектральной теории и методом прямого интегрирования уравнений движения по времени для функции, описывающей синхронное и асинхронное смещение опор.

**Ключевые слова:** SCAD, сейсмические нормативные документы, коэффициенты сочетания и надежности в особых комбинациях, промышленные сейсмические нагрузки.

Современные сейсмические нормы СП14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» в совокупности с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» содержат ряд положений, которые могут приводить к парадоксальным результатам расчета и анализа поведения конструкций. К одному из таких спорных положений относятся жестко регламентированные значения коэффициентов для постоянных, длительных и кратковременных нагрузок, входящих в особые сочетания согласно табл. 2 СП14.13330.2014. Данный набор коэффициентов сочетаний по мнению авторов не учитывает особенности работы каркасов большепролетных сооружений с легкими стальными несущими конструкциями. Несмотря на то, что кратковременная нагрузка от веса снега является основной по степени влияния при составлении основного и особого сочетаний, использование коэффициента сочетания в особой комбинации для кратковременных на перекрытия и покрытия принимается равным 0,5 при сборе модальных масс. Это приводит к уменьшению усилий в изгибаемых элементах конструкций в 1,5 – 2 раза при ПЗ относительно основного сочетания. Только в случае необходимости выполнения расчета на МРЗ в элементах каркаса появляются дополнительные усилия.

Указанная выше проблема усугубляется требованием применения коэффициента надежности равного единице для расчетных значений всех загружений в особых сочетаниях с учетом сейсмического воздействия в соответствии с п.4.3. СП 20.13330.2016. Начиная со СНиП II-A.12-69 всегда нагрузки в особой комбинации принимались от расчетных значений. Приравнивание коэффициента надежности к единице в соответствии с положительным ответом со стороны НИЦ «Строительство» в письме № 2-1736 от 15.11.2017 г. означает применение в особых сочетаниях нормативных значений всех типов нагрузок. Проведенный анализ демонстрирует, что в многоэтажном монолитном каркасе при расчете в SCAD++ в режиме «Вариация» это приводит к снижению всех усилий в отдельно стоящих колоннах в среднем на 10%, снижению продольного армирования на 4% и поперечного на 20%.

В завершение авторы приводят пример реализации методов расчета промышленных сооружений в условиях промышленной сейсмики на примере учета взрывных воздействий на одноэтажные многопролетные и многоэтажные несущие каркасные системы. Детальный анализ на примере использования нового уникального режима SCAD для прямого интегрирования уравнений движения во временной области с синхронным и асинхронным возбуждением опор показывает, что приведение взрывных воздействий к эквивалентным сейсмическим нагрузкам по спектральной теории не является корректным в связи с завышением отдельных силовых факторов в сжато-изогнутых элементах, а также недооценкой изгибающих моментов. Точное решение может быть получено только при использовании функций, описывающей смещения опор по времени либо при применении инструментальных сейсмограмм.

***Библиография***

1. СНиП II-A.12-69\* Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. М.: Госстрой СССР, 1977.

2. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Изм.1. М.: Минстрой РФ, 2015.

3. СП 296.13258.2017. Особые воздействия. М.: Минстрой РФ, 2017.

4. *Гордеев В.Н., Лантух-Лященко А.И., Пашинский В.А. и др. под ред. Перельмутера А.В.* Нагрузки и воздействия на здания и сооружения– 3-е изд. – М.: СКАД СОФТ, 2009, 528 с.

5. *Покровский Г.И.* Взрыв. 4-е изд., перераб. И доп. М., Недра, 1980, 190 с.

6. *Перельмутер А.В., Сливкер В.И.* Расчётные модели сооружений и возможность их анализа. 4-е изд., перераб. – М.: Изд-во СКАД СОФТ, 2011. – 736 с.

**COMPUTATIONAL METHODS OF THE BUILDINGS AND STRUCTURES
DUE TO SEISMIC LOADS IN SCAD OFFICE**

**Mikhaylov V.S.**

**Rusakov D.S.**

**Yankovskaya I.D.**

**Abstract.** Authors performed the review of the ways how the interpretation of principles of the modern seismic design codes of Russia could influence on the results of structural analysis for steel and concreate frame structures. Firstly, boundary conditions for special load combinations are demonstrated with the example of a steel industrial building. In the next place, authors describe a disputable method of unfactored loads usage in special load combinations with the example of multistory building reinforced concreate frame. For that purpose, an inquiry of the expert opinion from SRC STROITELSTVO had been made. In addition, the authoring team observes two evaluation methods for industrial seismic loads due to mining explosions: the method of equivalent earthquakes within spectrum theory and the forth integration of motion equations method for the function, that governs synchronic and asynchronic displacements of column supports.

**Key words:** seismic building design codes, combination and reliability coefficients for special load combinations, industrial seismic loads.

***Bibliography***

1. SNiP II-A.12-69\* Construction in seismic regions. Design code. М.: Gosstroi USSR, 1977.

2. SP 14.13330.2014. Construction in seismic regions. М.: Ministry of Construction of RF, 2015.

3. SP 296.13258.2017. Special loads. М.: Ministry of Construction of RF, 2017.

4. *Gordeev V.N., Lantukh-Lyashchenko A.I., Pashinskiy V.A. and others. Endorsed by Perel'muter A.V.* Loads and actions on buildings and structures. 3rd edition – M.: SKAD SOFT, 2009, 528 s.

5. *Pokrovskiy G.I.* Explosion. 4-th edition. – М.: Nedra, 1980, 190 p. (Rus.).

6. *Perel'muter A.V., Slivker V.I.* Analytic models of structures and analysis capability of them. 4th edition – M.: SKAD SOFT, 2011. – 736 s.