**«ТРУДНЫЕ» ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ**

**«DIFFICULT» QUESTIONS OF DEVELOPMENT OF SEISMIC MICROZONING**

**Алешин А.С.**

д.ф.-м.н, ст.н. сотр., Главный научный сотрудник ИФЗ РАН. Москва, Россия

**Aleshin A.S.**

DSc, Chief Researcher, IPE RAS. Moscow, Russia

**Аннотация.** В последнее время в нормативной базе сейсмостойкого строительства России произошли давно ожидаемые события: появился целый ряд новых документов. Это, казалось бы, положительное явление породило ситуацию, которая в одной из работ не без основания была охарактеризована как "нормативный хаос". Такое положение во многом объясняется различием основных понятий и соотношений в новых и привычных старых нормативных документах. Здесь в тезисной форме отмечены эти противоречия и намечены пути их преодоления.

**Abstract.** Recently, long-awaited events have taken place in the regulatory framework of earthquake-resistant construction in Russia: a number of new documents have appeared. This seemingly positive phenomenon gave rise to a situation that in one of the works was not without reason described as "normative chaos". This situation is largely due to the difference between the basic concepts and relationships in the new and familiar old regulations. Here in the thesis form these contradictions are marked and ways of their overcoming are outlined.

**DOI 10.37153/2686-0045-2019-13-44-46**

Нормативная база сейсмостойкого строительства России в последнее время обогатилась целым рядом новых, давно ожидаемых, документов. Это, казалось бы, положительное явление породило ситуацию, которая в одной из работ не без основания была охарактеризована как "нормативный хаос". Такое положение во многом объясняется различием основных понятий и соотношений в новых и привычных старых нормативных документах. Конечно, явление это временное и в чем-то понятное, но для дела экспертизы и прохождения рабочей документации безусловно вредное. Данная работа имеет целью, хотя бы отчасти, разрешить возникшие противоречия.

Рассмотрим наиболее важные противоречия и приведем краткие результирующие ответы на возникающие вопросы. Полный анализ затрагиваемых проблем требует значительно больших объемов, чем разрешенные условиями конференции размеры тезисов.

**1.** Общее сейсмическое районирование (ОСР) согласно нормативу СП 14.13330.2014 представляет оценку сейсмической опасности на территории всей страны и имеет общегосударственное значение для осуществления рационального землепользования и планирования социально-экономического развития крупных регионов. Большие различия в методике и масштабах делают затруднительным прямое использование данных ОСР при работах по СМР, как это представляется в ряде работ. По этой причине представляется, что значение ОСР сильно переоценено.

**2.** На практике для строительства крупных и особо отвественных объектов проводят работы по детальному сейсмическому районированию (ДСР). Для объектов нормальной ответствеености допускается проведение работ по уточнению исходной сейсмичности (УИС). Методика ДСР и УИС детально изложена в нормативном документе СП 286.1325800.2016. Поскольку, как показывает практика, пересмотр карт ОСР вряд ли рационально осуществлять чаще чем в 10-15 лет, представляется перспективным разработать альбом карт ДСР для каждого сейсмоактивного региона страны. Это позволит точнее учесть региональные особенности сейсмичности.

**3.** В основе отечественной инженерной сейсмологии лежат макросейсмические представления. Это, прежде всего, балл и приращение балла, что неудовлетворительно в отношении точности задания сейсмических нагрузок. Отсюда возникда дискуссия о возможности (или невозможности) использованиях дробных значений балла. Практика сейсмостойкого строительства настоятельно требует использования инструментальных характеристик сейсмических воздействий – пиковых ускорений, частотного состава и длительности сейсмических колебаний, спектров реакции, коэффициентов динамичности и акселлерограмм. Приращениям сейсмической интенсивности в этом случае соответствуют грунтовые коэффициенты, о чем в ряде нормативов даже не упоминается.

**4.** В большинстве нормативных документов в качестве референтных грунтов выступают "средние" грунты, свойства которых варьируют в довольно широком диапазоне. Это приводит к неучтенной ошибке в определении приращения сейсмической интенсивности. Выход из описанной ситуации видится в определении референтного грунта со строго фиксированным параметром сейсмической жесткости. В качестве референтного грунта рекомендуется выбрать достаточно жесткий грунт, как это сделано в сейсмических нормах США и ряда других развитых стран, что исключает влияние сильных сейсмических воздействий на параметры грунта. Описанные условия приведены в ряде новейших нормативов. Задача состоит в распространении их на все нормативные документы, включая те, что регламентируют проведение ОСР и ДСР.

**5.** При выводе всех основных соотношений инженерной сейсмологии (например, формулы макросейсмического поля, коэффициента сейсмичности А, расчета приращений сейсмической интенсивности по сейсмологическим данным, формулы метода сейсмической жесткости и др.) в соответствии с требованиями шкалы MSK-64. В настоящее время в России принята новая сейсмическая шкала ГОСТ Р 57546-2017. В ней для шага ускорений от балльности принято значение 2,5 вместо 2 для шкалы MSK-64. При учете данного обстоятельства вид выше отмеченных соотношений изменится, что необходимо учесть во всех нормативных документах.

Все разобранные до сих пор вопросы так или иначе относятся ко всем видам сейсмического районирования. Следующие замечания в основном относятся к собственно сейсмическому микрорайонированию.

**6.** Основным параметром, характеризующим свойства грунтов, является скорость поперечных волн. При этом следует заметить, что скорость поперечных волн, хотя и является важнейшей характеристикой сейсмических свойств грунтового массива, но это не единственная величина, определяющая сейсмические свойства грунта. Реакция грунта на сейсмические воздействия, определяется также плотностью, точнее сейсмической жесткостью - произведением плотности на скорость поперечных волн. Будет уместно отметить, что именно эта величина фигурирует в качестве главной количественной характеристики свойств грунта в таблице 1 норматива СП 14.13330, 2014.

**7.** Использование постоянных грунтовых поправок или постоянных приращений сейсмической интенсивности, соответствующих определенным грунтовым категориям, приводит к скачкообразным изменениям на границах категорий и соответствующим ошибкам. Постоянство значений грунтовых коэффициентов (или приращений сейсмической интенсивности) для всего диапазона свойств, характеризуемых грунтовой категорией, обуславливает нагружение среды воздействием, неадекватным свойствам среды. В нормативе СП 283.1325800.2016 изложена методика описания связи параметров сейсмических воздействий со свойствами грунтов непрерывной зависимостью. Такой способ представления свойств грунта делает излишним использование понятия грунтовых категорий.

**8.** В теории колебаний коэффициентом динамичности называют отношение амплитуды динамического смещения к статическому смещению. Этот коэффициент характеризует любую динамическую систему: будь то колебания здания на упругом основании, или реакцию грунтового массива на приходящие к его подошве сейсмические колебания. В главном нормативном документе СП 14.13330.2014 традиционно (и вполне обосновано) коэффициент динамичности рассматривается в первом отмеченном выше значении, как реакцию колебаний сооружения на сейсмическое воздействие. В документе СП 283.1325800.2016 коэффициент динамичности относится к колебаниям поверхности грунтового массива под влиянием сейсмического воздействия, подходящего снизу из упругого полупространства. Это позволяет учесть резонансные свойства грунтового массива.

**9.** В основе метода сейсмической жесткости (МСЖ) лежит предположение о равенстве потоков мощности на соседних участках с различными свойствами верхней части грунтового массива. Это положение принципиально неверно, поскольку вверх к дневной поверхности, на которой располагается строение распространяется лишь часть сейсмической энергии, а другая, порой значительная, отражается в нижнее полупространство. Соотношение частей, проходящей вверх и отраженной вниз зависит от конкретного строения грунтового массива. Учет этого обстоятельства значительно изменяет вид формулы метода. Насущной задачей является распространение этого положения на все нормативные документы.

**10.** Помимо сейсмической жесткости на приращение сейсмической интенсивности, оказывают влияние такие факторы как обводненность, резонансные явления, рельеф местности и нелинейные свойства грунтов. В различных нормативах эти факторы так или иначе учитываются. Например, член формулы МСЖ, учитывающий влияние обводненности грунтов, во многих нормативах исключен, поскольку влияние обводненности учитывается изменением сейсмической жесткости и нет надобности в дополнительном члене Нелинейность свойств грунтов учитывается в виде зависимости грунтовых коэффициентов от величины сейсмических воздействий.

**11.** Вопросы методики проведения работ по СМР обобщены в документах, появившихся на свет более 30 лет тому назад. За истекшее время в теории и практике сейсмического микрорайонирования произошло много изменений, не нашедших должного отражения. В частности, требует пересмотра представление об особенностях инженерно-геологических изысканий на участках выполнения СМР, о приоритете сейсмологических наблюдений, большей конкретизации требуют расчетные методы и т.д.

**12.** В основных Российских нормах СП 14.13330.2014 влияние свойств грунта на параметры сейсмических колебаний учитывается величиной сейсмической жесткости грунта, средней для 30-метрового верхнего слоя. Данная классификация основана на исследованиях, проведенных в США, где свойства грунтов изучались до нескольких сотен метров, но еще не достигли уровня достаточно твердых слоев. Во многих работах показано, что эта классификация не может быть непосредственно применена к другим регионам, особенно к регионам с неглубоким скальным фундаментом. В новых российских нормах СП 283.1325800.2016 толщина слоя грунта, значимая для целей СМР, определяется пунктом 6.18, в котором расчетная мощность грунта должна соответствовать 30 м и более в дисперсных породах или мощности слоя грунта до границы с более жесткими породами при R >2000 тм-2с-1 в случае его наличия в верхней 30-метровой толще. Это требование более точно соответствует реалиям СМР в нашей стране.

**Заключение**

Рассмотренные вопросы показывают весьма существенные различия в отечественных нормативных документах, разработанных в разное время и для разных объектов. Однако эту ситуацию характеризовать как "нормативный хаос" можно только с позиций текущего момента. В идейном отношении хаоса в нормативах сейсмостойкого строительства нет. Требуется время и административный ресурс, чтобы исправить это положение и унифицировать нормативную документацию.