|  |  |
| --- | --- |
| **Проблемный Совет****«Сейсмичность Земли, природные и природно-техногенные катастрофы» ИФЗ РАН** | ***Повестка дня:******А.С. Алешин*** *(ИФЗ РАН)***О внедрении шкалы ШСИ-17 в практику инженерных изысканий*.***8 февраля 2024 г. (*четверг*) в 14:00, конференц-зал ИФЗ РАНПредседатель Совета д.ф.-м.н. А.Д. Завьялов |

**А.С. Алешин** (*ИФЗ РАН)*

**О внедрении шкалы ШСИ-17 в практику инженерных изысканий**

***Введение.*** Сейсмическая шкала является важным элементом в корпусе инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства. В России в течение ряда лет была разработана сейсмическая шкала нового поколения, получившая название ШСИ-17. Данная шкала была утверждена и введена в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 июля 2017 г. № 721-ст в качестве Национального стандарта ГОСТ Р 57546-2017. Следом за этим 01.09.2019 был введен в действие ГОСТ 34511-2018 "Макросейсмическая шкала интенсивности". Шкала ШСИ-17 была призвана заменить действующую в течение многих лет шкалу MSK-64. Однако на практике, судя по нормативному документу СП 14.13330.2018, включая Приложение к нему комплекта карт ОСР и дополнение 4, до сих пор в указанных документах используются параметры шкалы MSK-64.

***Цель***настоящего сообщения *-* проанализировать особенности шкалы ШСИ-17, указать на необходимость уточнения ряда основных положений и формул, используемых в инженерной сейсмологии, рассмотреть вопрос о необходимости корректировки карт ОСР, уточнить особенность действия шкалы ШСИ-17 на телесейсмических расстоянии, определить значения коэффициентов сейсмичности в диапазоне интенсивности выше 6 баллов.

***Материалы, методы и результаты.*** Прежде всего и самое главное, что необходимо отметить, - к самой шкале ШСИ-17 нет ни малейших критических замечаний. Трудности ее адаптации к реалиям сейсмических изысканий заключаются в необходимости согласования указанных в ней повышенных по уровню оценок ускорений с давно принятыми оценками по шкале MSK-64, на которых основаны проектные решения уже осуществленных строительных объектов. Каждая шкала, как старая MSK-64, так и новая ШСИ-17 включает в себя две части – макросейсмическую и инструментальную. В статье [1] утверждается принцип неразрывности обеих частей шкалы ШСИ-17. Аналогичное утверждение о неразрывности макросейсмических и инструментальных оценок справедливо и в отношении шкалы MSK-64. В той же статье показано совпадение макросейсмических оценок по обеим шкалам, с одной стороны, но при этом существенное различие инструментальных оценок – с другой. Отсюда возникает непреодолимое противоречие, заключающееся в том, что инструментальные оценки также должны совпадать, а это заведомо неверно для значений большой интенсивности.

Вопрос, почему различие в инструментальных оценках не проявляется в различии макросейсмики, остается открытым и требует дальнейшего рассмотрения.

Основным отличием инструментальной шкалы ШСИ-17 от шкалы MSK-64 следует признать разницу шага изменений ускорений при изменении интенсивности на 1 балл: в первом случае – 2,5 раза, во втором – 2 раза. Это несоответствие влечет за собой существенные отклонения в основных соотношениях инженерной сейсмологии. Ю.В. Ризниченко в свое время установил зависимость коэффициентов уравнения макросейсмического поля от свойств среды и параметров сейсмической шкалы. В соответствии с результатами его работы в предположении, что свойства среды не изменяются, уравнение макросейсмического поля для шкалы ШСИ-17 примет вид: *I = 1,125 M +4 – 2,625 lg R*, где *M* и *R* обозначают соответственно магнитуду и гипоцентральное расстояние. Уравнение метода сейсмической жесткости будет выглядеть так: *I= 1,25 lg (R0/R1)*, где *R0* и *R1* – соответственно сейсмическая жесткость эталонного и исследуемого грунта. В уравнениях, определяющих приращение сейсмической интенсивности по другим методам, вместо привычного коэффициента 3,3 появится коэффициент 2,5.

Но, пожалуй, самая существенная проблема в практике инженерных изысканий, связанная с использованием шкалы ШСИ-17, обусловлена необходимостью корректировки карт ОСР. На модельном примере показано уменьшение размеров зон высокой интенсивности (*I*>7) по сравнению с теми же зонами при использовании шкалы MSK-64. Это обстоятельство в значительной мере снижает драматизм ситуации, связанный с повышением ускорений при внедрении новой шкалы. Так прикидочный расчет фрагмента карты ОСР-2016-С для района Иркутска показывает, что в этом случае город попадает в зону VIII – балльной сейсмичности. При этом ускорения снижаются с 7 м/с2 до 2,8 м/с2, что даже ниже нынешних нормативных значений – 4 м/с2. Разумеется, это только прикидочный пример, и предстоит значительная работа по корректировке карт ОСР применительно к требованиям новой шкалы.

Для оценки параметров сейсмических воздействий в телесейсмической зоне представляет интерес вопрос о применимости в этом случае шкалы ШСИ-17. Формально эта шкала действительна в диапазоне от 1 до 9,5 баллов. Территория Москвы согласно макросейсмическим оценкам характеризуется интенсивностью 5 баллов на средних грунтах. По шкале ШСИ-17 пятибалльным воздействиям соответствуют ускорения 17,5 см/с2. По инструментальным оценкам при этих ускорениях и при длительности ** = 5 c в соответствии с требованиями шкалы ШСИ-17 можно получить оценку интенсивности сейсмических событий точно 5 баллов.

Но если воспользоваться выражениями для пиковых ускорений и длительности в дальней зоне согласно нормативу СП 286, то получим значения *PGA* = 1,23 см/с2, ** = 30 c и интенсивность *I* с учетом длительности ** составит только немногим более 3 баллов. Данное обстоятельство следует иметь ввиду при использовании рекомендаций СП 286. Таким образом, в шкале ШСИ-17 учтен тот факт, что в телесейсмической зоне сейсмические колебания представлены главным образом поверхностными волнами, которые значительно интенсивнее поперечных. Это подтверждается записями сейсмических колебаний в телесейсмической зоне аппаратурой гравиметрического типа.

В докладе приведены результаты сопоставления расчетов пиковых ускорений по формулам СП 286 с экспериментальными данными ряда сильных землетрясений района Калифорнии. Сравнение показывает, что удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных данных получено далеко не всегда, что требует объяснений.

***Выводы.*** Если правильность самой шкалы сейсмической интенсивности ШСИ-17 не вызывает сомнений, то вопросы внедрения ее в практику инженерных изысканий требуют дополнительного обсуждения. К ним относятся: утверждение о неразрывности макросейсмической и инструментальных частей; проблема необходимости пересмотра карт ОСР; необходимость уточнения ряда соотношений, используемых в практике инженерных изысканий.

Высказанные положения настоятельно требуют коллективного обсуждения.