

УДК 550.34

DOI: 10.23671/VNC.2013.3.55537

СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗЗРЕНИЙ

© 2013 В. Б. Заалишвили, д.ф.-м.н., проф., К. С. Харебов, к.т.н., А. К. Харебов

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и PCO-A, Россия, 362002,
г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

В работе рассмотрена структура и принципы построения базы данных сильных движений созданной на основе инструментальных записей землетрясений системы KNET с 1996 г по 2012 г.

Ключевые слова: землетрясения, сильные грунтовые движения, KNET, базы данных.

Исследование взаимных связей показателей сейсмического воздействия на основе анализа инструментальных записей землетрясений различной интенсивности для целей сейсмостойкого строительства и инженерной сейсмологии проводится в ЦГИ с 2002 г. [Заалишвили, Харебов, 2002; Заалишвили, Харебов, 2004; Заалишвили, Харебов, 2007; Харебов] в рамках разработанной базы данных сильных движений SMDDB (StrongMotionDataBase).

В процессе исследований выявились недостатки существующих баз данных, например отсутствие необходимой детальности или отсутствии важных характеристик при описании грунтовых условий. При этом следует отметить, что описания данных грунтовых условий весьма разрознены и часто расплывчаты. Это и привело к исключению сомнительных записей из рассмотрения. В то же время, необходимо отметить, что разброс данных может быть большим даже в пределах одной и той станции т.к. каждое землетрясение характеризуется отчетливой индивидуальностью со своими присущими ему спектральным составом приходящих колебаний, амплитудой сейсмического воздействия, эпицентральной расстоянием и т.д.

Анализ указанных данных позволил установить тенденции корреляционных связей между параметрами грунтового движения. В частности, рассматривались показатели потенциала «повреждаемости» объекта и их связь с уровнем проявленной интенсивности или сейсмического эффекта землетрясений. В качестве таких параметров рассматривались кумулятивная абсолютная скорость, индекс интенсивности Анга, площади реального и нормализованного спектров колебаний грунтов и т.д.

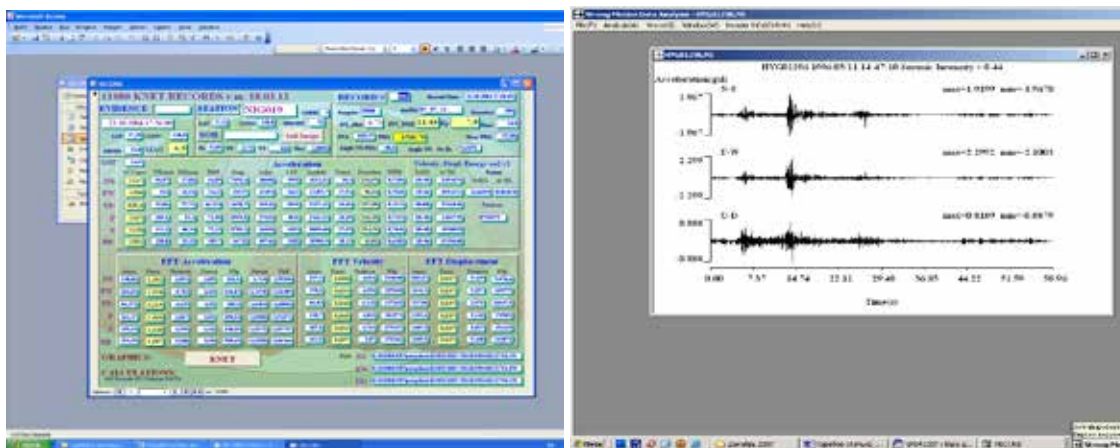
В результате исследования были установлена различная ценность указанных показателей, а также особенности их взаимосвязей. Данные сильных грунтовых движений, имеющие в качестве исходной информации большую ценность для сейсмологии, весьма сложно непосредственно использовать для целей инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства. В результате исследования были разработаны новые концепции и принципы формирования баз данных сильных землетрясений. В то же время из-за особенностей объекта исследований – параметров землетрясений, характеризующихся большим разбросом данных, многие вопросы потребовали дальнейшего изучения.

Основой послужили банк записей землетрясений ЦИГЕД ОИФЗ РАН, были использованы инструментальные записи землетрясений, зарегистрированных системой K-NET а также записи разрушительного землетрясения на Тайване (1999 г.).

Система KNET [KinoshitaS., 2003] была создана после разрушительного землетрясения в Кобе (1995 г.). Мы использовали данные полученные официально через Интернет с сайта <http://www.k-net.bosai.go.jp/> и их разрешено использовать в некоммерческих целях. Данные содержат: время события и время начала записи, географические координаты события и станции, глубину очага, магнитуду, код станции, продолжительность записи, запись ускорений с частотой 100 Гц для трех каналов NS, EW, UD. Данные включают в себя файлы, с экспериментально измеренными параметрами грунтов для всех станций до глубины 20 м: коэффициент пенетрации, скорость продольных и поперечных волн в грунте, плотность грунта, вид грунта – гравий, песок, ил, почва, глина, торф и скала. Указанные величины даются в виде разрезов, соответствующих грунтовых толщ, индексов пенетрации, и других показателей грунтовых слоев инженерно-геологического строения участков. Более того, имеются графические изображения указанных инженерно-геологических разрезов. При этом необходимо отметить, что указанные инженерно-геологические разрезы описывают строения участков расположения соответствующих сейсмических станций, представляющих густую сеть регистрационной системы сильных грунтовых движений.

В настоящее время наша база содержит все записи (около 11 тысяч) с интенсивностью MSK от 5 баллов и выше начиная с мая 1996 г по 2012 г включительно. Также в базе данных содержатся записи с эпицентрными расстояниями от 0 до 3 км включительно при любой интенсивности.

База данных создана на основе СУБД ACCESS. Структура базы данных следующая. Записи сейсмических событий хранятся в отдельных директориях, аналогичных «родному» формату хранения. Общий вид базы данных представлен на рис. 1а. Вывод на экран графиков, ускорений, скоростей, смещений, спектров Фурье и реакции проводится нажатием кнопки «KNET» на рис. 1а. Появляется соответствующий график (рис. 1б). Графики можно строить с помощью программного продукта KNET – SMDA (StrongMotionDataAnalysis), который также рассчитывает и интенсивность события по трехкомпонентной акселерограмме. Графики можно построить также с помощью программ автора. Для инициализации программы автора используется соответствующая процедура (на скрытой кнопке «FROMFILES» (рис. 1а), при этом данные по ускорениям, скоростям, смещениям, спектрам Фурье для всех компонент скидываются в отдельные файлы, после чего строятся и соответствующие графики. Первичный расчет параметров текущей записи проводится по нажатию скрытой кнопки «AUTO» (рис. 1а). Проводится расчет следующих характеристик: пиковое горизонтальное ускорение, пиковое вертикальное ускорение, максимальное ускорение, rms ускорение, интенсивность Анга, суммарная абсолютная скорость, лямбда – среднеквадратичное ускорение, максимальная амплитуда Фурье-спектра, частота макс. амплитуды Фурье-спектра, площадь Фурье-спектра, среднезвешенная частота Фурье-спектра, площадь нормализованного спектра, продолжительность воздействия, преобладающий период, средний коэффициент пенетрации, средняя скорость v_p , средняя скорость v_s , средняя плотность, гравий, гравелистый грунт, песок, песчаный грунт, ил, глина, почва, глина с вулканическим пеплом, торфяник, скала. Соответствующие программы написаны на VisualBasic. Для расчета спектра Фурье используется Fortran-процедура.



а б
Рис. 1. Главная форма базы данных (а), запись трехмерной акселерограммы (б)

В базе данных приводится максимальная интенсивность в японской шкале (JMA) и в шкале МСК (MSK). Перевод в шкалу МСК был произведен по [Kramer, 1996], где приведено (рис. 2) соответствие разных шкал

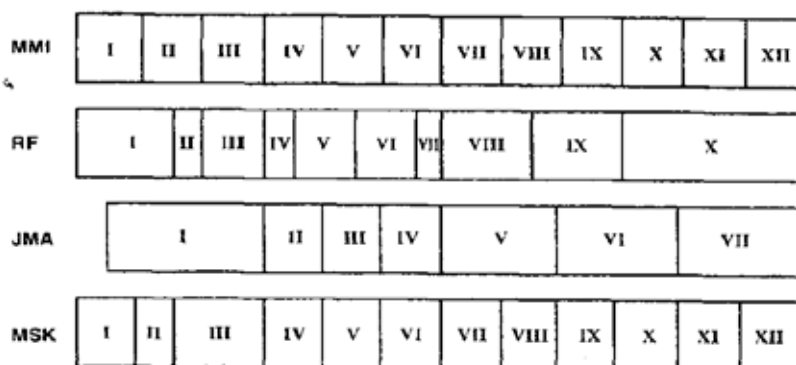
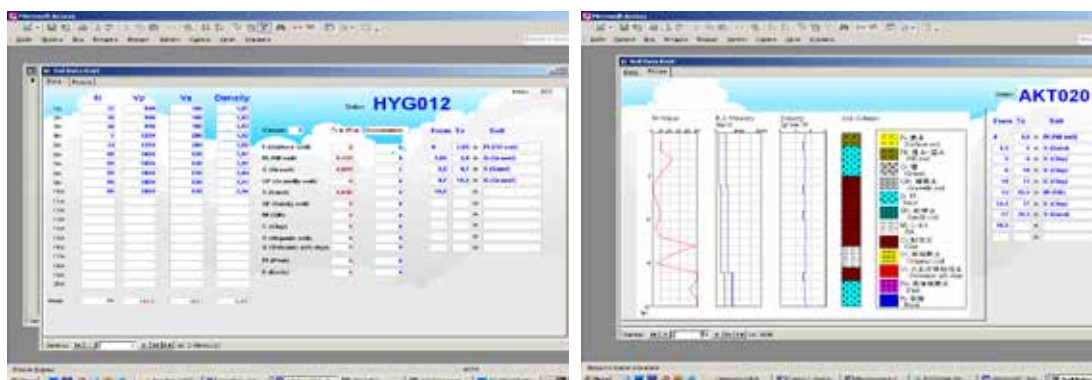


Рис. 2. Соответствие шкал измерения интенсивности сейсмического воздействия.

Нажатие на кнопку «SOILIMAGE» приводит к выводу на экран параметров грунтов в графическом виде (рис. 3а) или в цифровом виде (рис. 3б).



а б
Рис. 3. Параметры грунтов сейсмических станций (а), графики параметров грунтов сейсмических станций (б)

Выводятся на экран и используются в расчетах следующие параметры грунтов: средние величины пенетрации, скорости поперечных и продольных волн, плотности. В KNET учитывается 12 видов грунтов: **F** (Surfacesoil), **FI** (Fillsoil), **G** (Gravel), **GF** (Gravellysoil), **S** (Sand), **SF** (Sandysoil), **M** (Silt), **C** (Clay), **O** (Organicsoil), **V** (Volcanicashclay), **PT** (Peat), **R** (Rock) – (поверхностный слой, насыпной слой, гравий, гравелистый грунт, песок, песчаный грунт, ил, глина, почва, глина с вулканическим пеплом, торфяник, скала, соответственно).

Точность расчетов спектра Фурье подтверждают рис. 4, где представлены амплитудные спектры Фурье для NS, EW, UD – компонент, записи NYG012 11.05.1996 14:47:10 по программе KNET (4а) и по расчетам автора (4б).

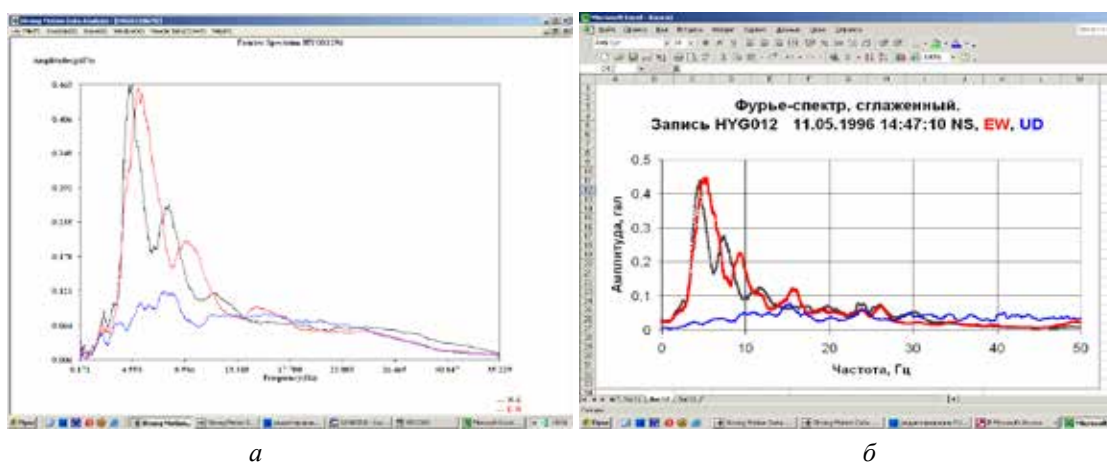


Рис. 4. Фурье-спектр для NS, EW, UD – компонент, записи NYG012 11.05.1996 14:47:10 по программе KNET (а), по расчетам автора (б)

Алгоритм расчета параметров сейсмических записей

При нажатии на кнопку «AUTO» происходит запуск программы на VISUAL BASIC, в которой производятся следующие действия.

- Считываются названия 3 файлов (NS, EW, UD) с исходными данными записи и эти файлы копируются на диск в файлы: accesNS.txt, accesEW.txt, accesUD.txt.
- Запускается программа на FORTRANe, в которой из файлов accesNS.txt, accesEW.txt, accesUD.txt считываются координаты события и станции, количество отсчетов, масштабирующий фактор и отсчеты.
- На основе координат станции и события рассчитывается направление и расстояние от станции до события.
- Все отсчеты умножаются на масштабирующий фактор, находится среднее по отсчетам, из каждого отсчета вычитается среднее и создается запись (акселерограмма) землетрясения с нулевым средним. Находится максимальная и минимальная величины отсчетов по трем каналам: NS, EW, UD. Ищется пиковое горизонтальное ускорение (РНА), равное корню квадратному из квадратов NS и EW отсчетов. Производится расчет показателя Ариаса.
- Длительность записи оценивается после расчета суммы квадратов ускорений, слева и справа отрезаем количество отсчетов, соответствующее 0,025 от общей суммы квадратов ускорений.

- В выбранном интервале длительности производится расчет кумулятивной абсолютной скорости, среднеквадратичной скорости, показателя Анга.
- Далее производится расчет спектра Фурье по 4096 точкам. Поэтому были отброшены записи с меньшим числом отсчетов. Если число отсчетов в выбранном интервале длительности меньше 4096 – добавляем нулевые отсчеты. Если число отсчетов более 4096, то их количество сводится к 4096, выбирая отсчеты через несколько точек.

Заключение

Представлена база данных сильных грунтовых движений, содержащая 11080 трехкомпонентных записей с 23.05.1996 по 31.12.2012с интенсивностью MSK ≥ 5 баллов, зафиксированных на 1003 станциях KNET. Обработка инструментальных записей производилась с помощью разработанных автором компьютерных программ на VisualBasic и FORTRAN. Для расчета спектра Фурье использована стандартная FORTRAN процедура FFT4G.F. Проведен расчет пикового горизонтального и вертикального ускорений, максимального ускорения, rms-ускорения, интенсивности Анга, интенсивности Ариаса, суммарной абсолютной скорости, среднеквадратичного ускорения, максимальная амплитуда и соответствующая ей частота Фурье-спектра, площадь Фурье-спектра, средневзвешенная частота Фурье-спектра, площадь нормализованного спектра Фурье, продолжительность воздействия и преобладающий период.

Литература

1. Заалишвили В. Б., Харебов А. К. Базы данных сильных движений и взаимосвязь показателей движения при землетрясениях. // Современное состояние и пути развития юга России. Ростов-на Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2007, с.455-461.
2. Заалишвили В. Б., Харебов А. К. Использование базы данных сильных движений для сейсмического микрорайонирования // Сб. докладов V Всеукраинской научно-технической конференции «Строительство в сейсмических районах Украины» с международным участием, г. Ялта, 24-29 мая 2004 г., с. 157-160
3. Заалишвили В. Б., Харебов А. К. и др. Комплекс вычислительных программ «НСВ-2» для обработки инструментальных записей природных и техногенных катастроф // Тезисы докл. Межд. конф. «Инф. технологии и системы: наука и практика», Владикавказ, 2002, с. 399-401
4. Харебов А. К. Базы данных сильных движений для целей сейсмического микрорайонирования. // Труды «I Кавказской международной школы – семинара молодых ученых», Владикавказ, ВЦ РАН и PCO-A, ЦГИ, 2006, с. 212-225
5. Kinoshita S. Kyoshin Net (K-NET), Japan. // Int. Handbook of Earthquake and Engineering seismology, v. 81B, 2003, pp.1049-1056.
6. Kramer. S. L. Geotechnical Earthquake Engineering. NewJersey, 1996, 657p.

DOI: 10.23671/VNC.2013.3.55537

STRONG MOTION DATABASE DEVELOPMENT BASED ON CONTEMPORARY IDEOLOGY

**V. B. Zaalishvili, Sc. Doctor (Phys.-Math.), prof.,
C. S. Kharebov, Sc. Candidate (Techn.), A. C. Kharebov**

Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A, Markova str. 93a,
Vladikavkaz, Russia, 362002, e-mail: cgi_ras@mail.ru

The structure and principles of strong motion database construction based on instrumental system KNET records of earthquakes from 1996 till 2012 is considered.

Keywords: earthquakes, strong ground motions, KNET, database.