

19.09.2016

Статья-ответ доктору А.С. Алешину. Еще раз о сейсмическом микрорайонировании. Часть 3





В июле 2016 года в электронном журнале «ГеоИнфо» была опубликована статья главного научного сотрудника ИФЗ РАН А.С. Алешина, в которой речь шла о приоритетном положении ряда инженерно-геологических и геофизических методов, входящих в корпус исследований, направленных на обеспечение сейсмической безопасности строительных объектов.

Данный материал является третьей частью развернутой аргументации против идей, выдвинутых А.С. Алешиным.

Михаил Рогачев

Главный специалист, начальник геофизической партии ЗАО «ПИРС»

mrogachev_53@mail.ru

[Первая часть](#)

Вторая часть

Итак, мы имеем обязательное применение ММЗ, инженерной сейсморазведки или ВСП и крайне желательную регистрацию сейсмоэмиссии. Триада экспериментальных методов применяется повсеместно мировым сообществом профессиональных инженеров. И в России должно быть так же.

Как уже было сказано, стратификационные резонансы от ударной волны возможны только тогда, когда совпадают четыре условия:

- наличие в ВЧР резких перепадов импедансов на границах акустических слоев (волновых сопротивлений);
- частотный состав ударных волн совпадает с амплитудно-частотной характеристикой акустического слоя (доминантные частоты геоматериалов);
- мощность акустического слоя кратна, как минимум, четверти длины волны от сильного события ($1/4, 3/4$ и т.д.);
- сильное проектное событие уровня от 7 баллов (О.В. Павленко).

Часть 2 Eurocode 7 упоминает о дополнительных испытаниях грунтов, имеющих международное признание. Эти методы сокращенно обозначаются SE или сейсмотесты по MASW (SASW)-анализу. Аналогичные правила есть и в РСН на сейсморазведку.

Кроме того, без привлечения двух типов объёмных волн – *сжатия и сдвига*, никаким иным образом нельзя измерить коэффициент Пуассона, применяемый при проектировании фундаментов на естественных основаниях. Обычно проектировщик фундаментов привлекает табличные данные упругих модулей грунтов и крупно ошибается при расчетах предельных равновесий грунтов.

На самом деле, коэффициенты Пуассона и упругие модули – это функции сдвигового деформированного состояния грунтов от нагрузок на грунты и при SE их принято считать начальными (для упругой стадии деформирования грунтов в условиях небольшого горного давления на эхо-глубине Hsh30).

Следует выделить две особенности SE. Они обычно проводятся на сооружениях повышенной ответственности. В некоторых случаях могут применяться, если на площадке отсутствуют тесты CPT или DPT, FVT, PLT или PMT.

Во-вторых, они могут использоваться как в модификациях наземных скоростных зондирований, так и при межскважинном просвечивании или ВСП.

SE относят к классу динамических испытаний для определения начальных (упругих) модулей, и доказано, что динамические модули можно использовать для статических расчетных задач взаимодействия основания и сооружения (К.Р. Массарш, 2004), то есть моделировать реакции грунта на фундамент с нагрузками.

Ниже приведена таблица, которую мы предлагаем проектировщикам: геотехнические свойства грунтов основания на сейсмических частотах 0-

30 Гц и микросмещениях 10-4-6%.

Сейсмические профили
Сейсмоакустический слой
Глубина исследования, м
Литология
Средняя скорость V_{ppsr}, м/сек
Средняя скорость V_{sscp}, м/сек
Средняя плотность грунтов, (10^{+3} кг/м^3)
G модуль сдвига начальный, МПа
E_0 модуль упругости (Юнга), МПа
Коэффициент Пуассона
λ, Коэффициент бокового давления покоя

Доминантные частоты грунтовых материалов

В «инженерном диапазоне периодов» 0,1-3 сек, важном для учета сейсмической нагрузки, нужно определить преобладающие «грунтовые» периоды.

Инженерный диапазон периодов землетрясений в СП 14.13330 условно разбит на три поддиапазона. $T < 0,25$ сек; $0,25 < T < 0,40$; $T > 0,40$ сек.

О возможностях грунтовых слоев-резонаторов при реализации сильного события можно судить после получения результатов моделирования сейсмического эффекта. Тем самым исполняются положения п.6 ст. 15 ФЗ-384 прямого действия.

Обычно, акселерограммы сильного события негде взять вблизи площадки проектирования. Только имея свои собственные инженерные станции можно законным способом проводить СМР. Не нужно кланяться чужим людям из ГС РАН. Там, клановая система: их руководители пытаются зарабатывать деньги на своей телеметрии.

Физический смысл использования местных акселерограмм (для района работ или радиуса до 200 км от проектной площадки) заключается в том, что их фазовый спектр на ударном фронте, связанный с местными геологическими особенностями на трассовом пути очаг – дневная поверхность площадки проектирования, никаким иным образом нельзя синтезировать, не прибегая к сильным, как правило, недостоверным допущениям.

Для этого нужны волновые формы местных землетрясений: длительность и фазовый спектр из наблюдений за сейсмической эмиссией, зафиксированные на площадке экспериментально.

Волновые формы, полученные на проектной площадке, позволяют

применить полуэмпирический метод Харцелла и идею В.И. Джурик (2000 г.) о фазовом спектре местного землетрясения, как уникальном, отвечающим только за местные особенности на трассовых путях очаг-среда-грунт, для создания синтетических акселерограмм и PGA.

Ниже приведены примеры сейсмологической обработки записей по Сахалину. Сами записи похожи на роевой шум. Если их перевести по линейке частот в слышимый звуковой диапазон, а MATLAB такую возможность предоставляет, появляется уникальный шанс прослушивать сейсмическую жизнь Земли в человеческом диапазоне частот. Аналогичный роевой шум фиксировался нами в 2008 году на Красной Поляне.

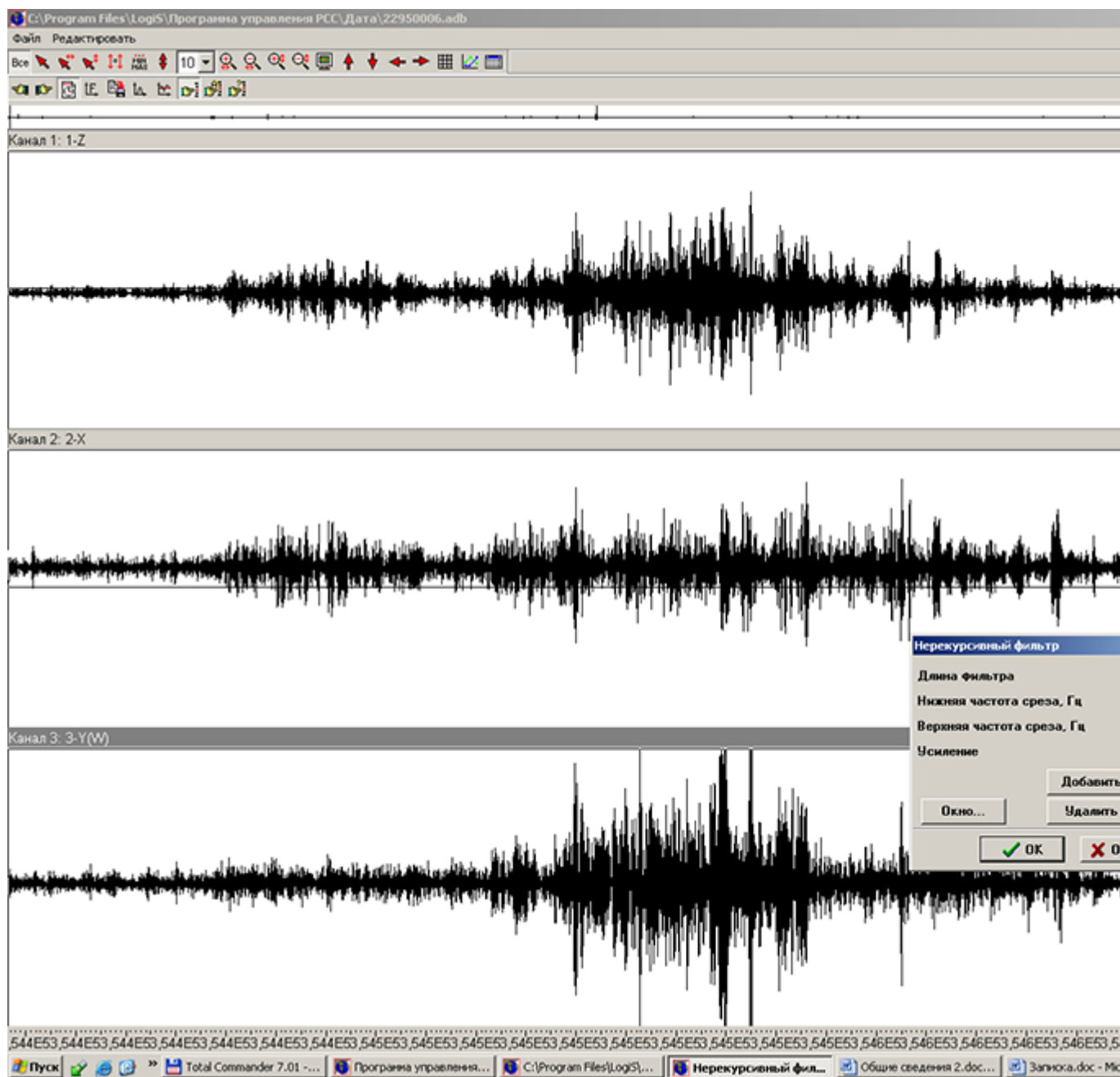


Рис. 1. Пример фильтрованной акселерограммы местного события. Сейсмостанция 2295. Наблюдаются форшоки. Общая длительность =210 сек

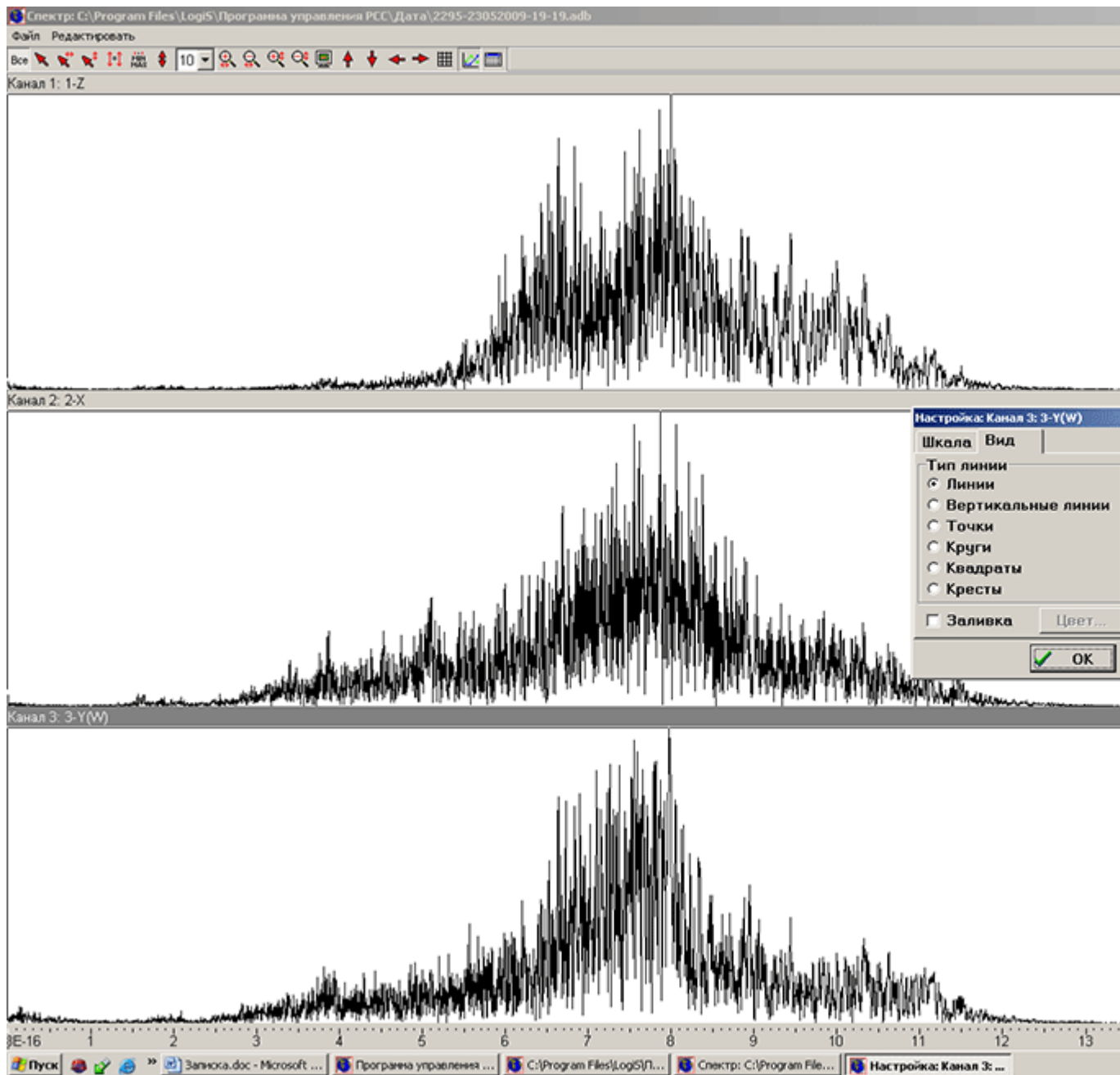


Рис. 2. Спектр местного события с рисунка 1. На классическом уровне 3 сигм полоса эффективных частот 6,5-8,5 Гц. Один из признаков высокочастотного местного события

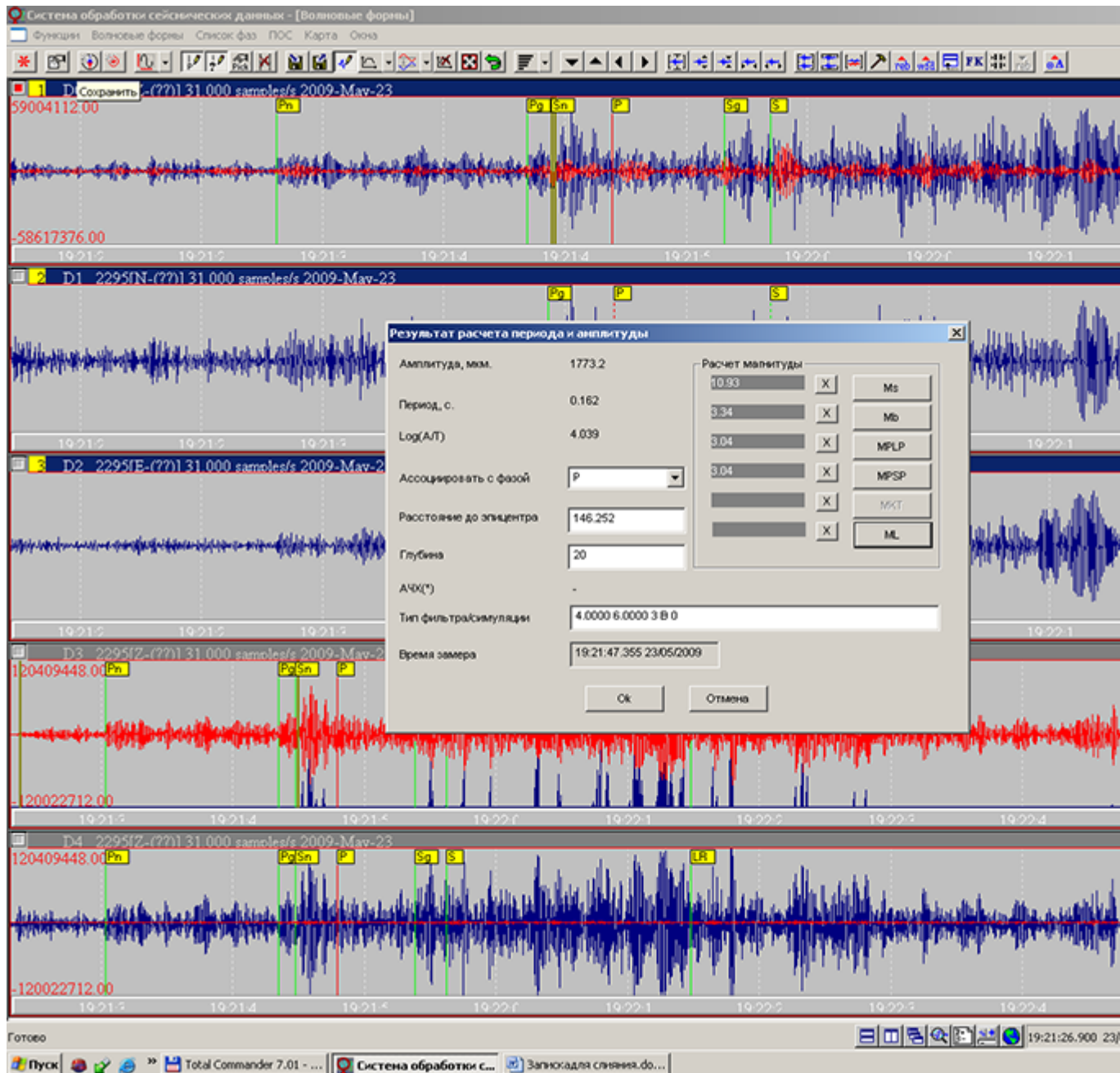


Рис. 3. Собственный период местного (локального) события 0,162 сек. Общая длительность колебаний на уровне 3 сигм 170 сек=3,3 мин. Производится расстановка локальных фаз, расчет магнитуд

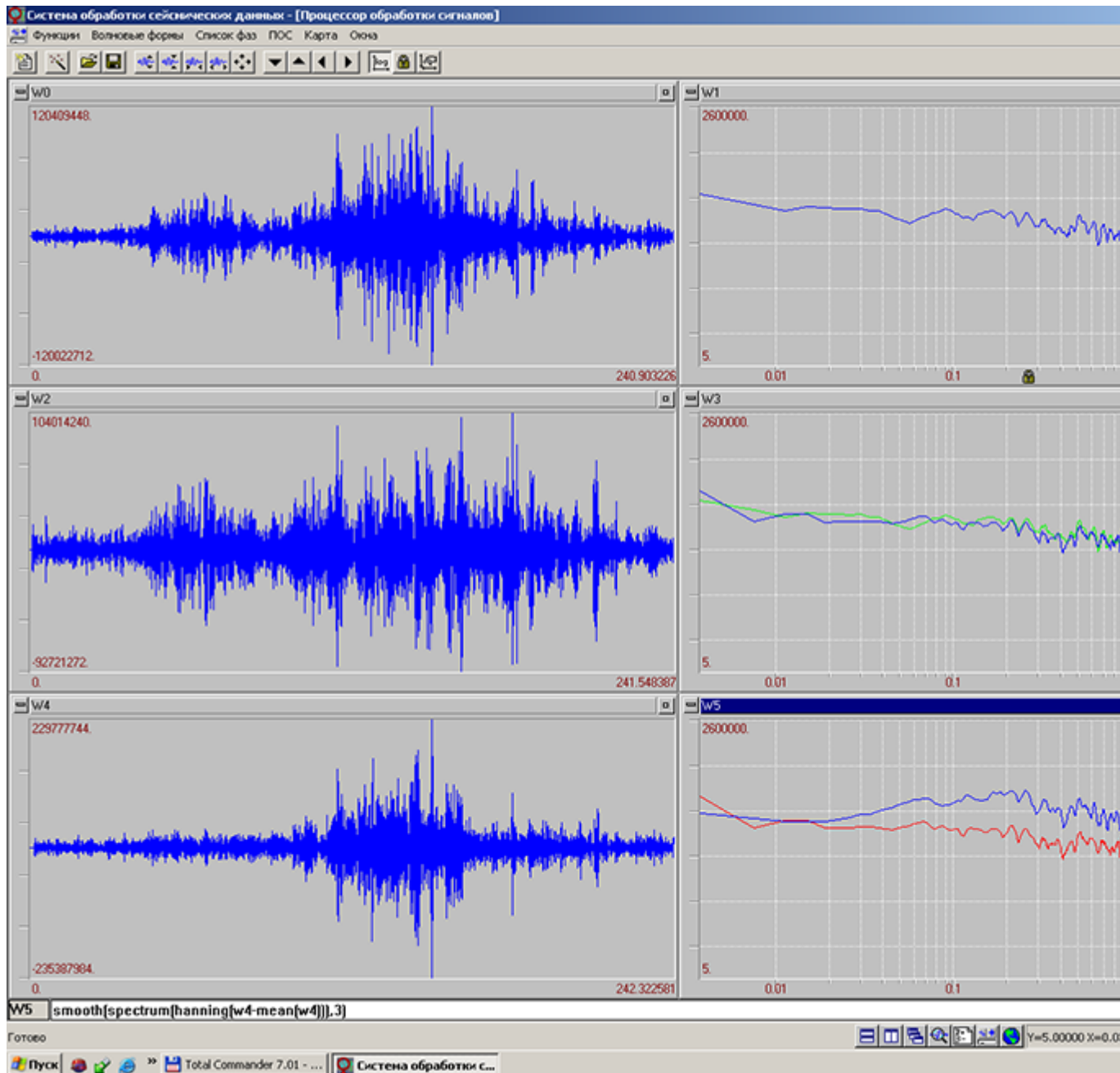


Рис. 4. Определение критерия Накамуры по 3-х компонентным амплитудным спектрам

В области частот 6-10 Гц амплитуды всех компонент практически равны. В области частот 1-6 Гц компонента S-N незначительно превышает Z, а S-N равна W-E, в области частот 0,01-1 Гц компонента S-N немного меньше компоненты W-E. Соответственно, выводятся цифровые соотношения по реальной записи.

Ниже приведен пример регистрации сильно линейно-поляризованной волны. Поляризационный анализ помогает классифицировать событие как ближнее.

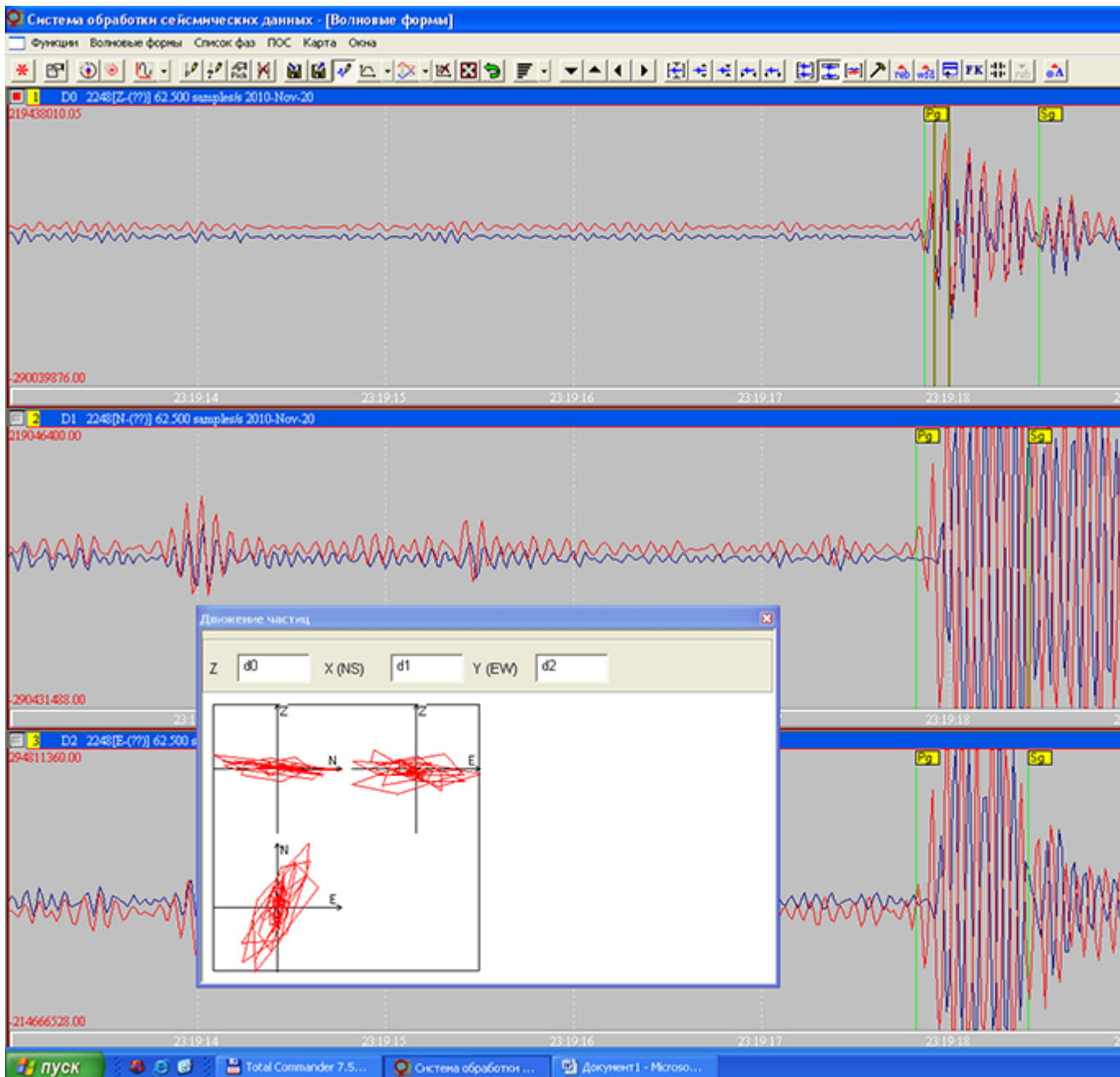


Рис. 5. Пример поляризационного анализа одиночной станции (у пос. Ноглики)

На рисунке 5 показаны волны на трассах очаг – пункт наблюдений. Они линейно-поляризованы, что означает наличие в Сахалинской коре сильных неоднородностей.

Неоднородности связаны с разломной тектоникой, которые в сейсмическом диапазоне частот при прохождении волн ведут себя также, как призма Николя в оптике. Иными словами, вслед за А.Ф. Емановым можно повторить, что местные землетрясения когерентны по лучу.

В сейсмологии известно, что линейно-поляризованные волны на ударных фронтах являются концентраторами сейсмической энергии.

Предложенный Лабораторией инженерной сейсмологии (В.И. Джурик, ИЗК СО РАН) способ задания синтетических сигналов сильных

землетрясений для прогнозного расчета сейсмических воздействий, основан на теории восстановления сигналов и изображений по фазовым характеристикам слабых землетрясений и является вариантом полуэмпирического метода Харцелла.

Таким образом, фазовый спектр местного события, полученный экспериментально на площадке вместе с длительностью, оставляем как есть. Амплитудный спектр местного события масштабируем на уровень PGA.

Переход к пиковым ускорениям от волновых форм местных землетрясений особенно сложен. Это связано с тем, что надо учитывать, для какой зоны местного события нужны расчеты полусинтетической акселерограммы.

Обычно останавливаются на одном варианте, например, для ближней зоны (30-40 км по рекомендациям ЕС-8). Некоторые предпочитают средние и дальние дистанции по вполне тривиальным соображениям – с попытками ухода в расчетах от нелинейных эффектов.

В некоторых случаях лучше учитывать кинематику по Ариасу. Для этого увеличиваем амплитудный фактор (коэффициент перехода от экспериментальной PGA к проектной) в соответствии с уравнением макросейсмического поля.

Шаг новой РСШ для PGA теперь равен 2,5 и его регрессионное уравнение выглядит следующим образом: $\lg A, \text{ см/с}^2 = -0.755 + 0.4 / \pm 0.08$. Этой формулой контролируются наши пиковые проектные ускорения. На сегодняшний день, данная шкала является наиболее современной мерой в РФ и признана большинством сейсмологов.

Далее принимаем для района работ формулу кумулятивного уравнения макросейсмического поля от сейсмологов, если она есть, тем самым перекрестно проверяем и корректируем PGA для площадки.

Уточненные за грунтовые условия интенсивности подстановкой в формулу дают пиковые ускорения (PGA), которые после умножения на диапазон преобладающих периодов (распространение экспериментальной сейсмологии) дадут колебательные смещения (скорости) грунтовых матриц: грунтовые деформации PGV.

Экстраполяция экспериментальных слабых акселерограмм на пиковые ускорения позволит получить полусинтетическую акселерограмму для прямых динамических расчетов систем сооружение-основание на проектной площадке.

Временные параметры полусинтетической акселерограммы: длительность, фазовый спектр (огibaющая колебаний) и соотношения компонент, экспериментально зафиксированы и индивидуальны для площадки.

Для МСЭ применяется одна из добытых собственными станциями горизонтальных компонент, масштабируемая на проектный уровень (ПЗ или МРЗ).

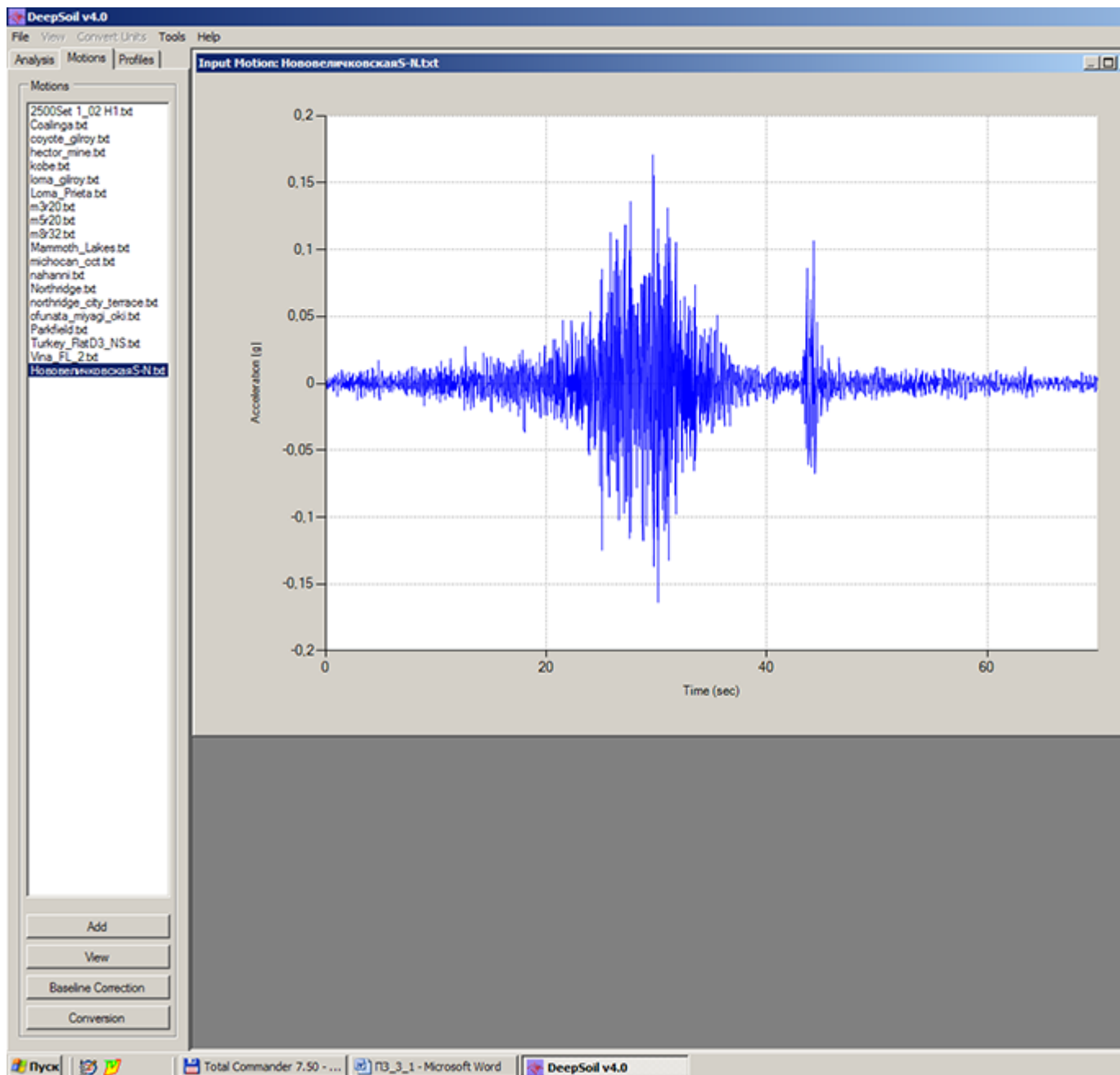


Рис. 6. Приготовленная для синтеза акселерограмма. Пиковый размах ускорений около 0,37g

Продолжение следует.

Уважаемые читатели! Если у Вас после прочтения какой-либо статьи появилось желание высказаться по затронутой проблеме, Вы можете подготовить свою статью или развернутый комментарий и выслать его на электронный адрес info@geoinfo.ru. Наиболее интересные комментарии будут отбираться редакцией и публиковаться под указанной Вами в письме статьей. Также Вы можете оставить свой комментарий к любой статье в нашей группе в фейсбуке. Если же Ваш материал превысит по объему 3-4 страницы, то мы с удовольствием опубликуем его как отдельную статью. Обращаем Ваше внимание, что все комментарии и статьи должны сопровождаться данными автора: имя и фамилия, должность и место работы, контактный e-mail.

style="position:absolute; left:-9999px;" alt="" /></div>