

половина БПФ-массива $V_r(n)$, где $n = 0, 1, \dots, \frac{M}{2} - 1$ составляется в соответствии с выражением:

$$V_r(n) = \frac{K_r (n\Delta f)^2 [(n\Delta f)^2 - f_0^2]}{[(n\Delta f)^2 - f_0^2]^2 + 4\zeta^2 f_0^2 (n\Delta f)^2} + \frac{j K_r 2\zeta f_0^2 (n\Delta f)^3}{[(n\Delta f)^2 - f_0^2]^2 + 4\zeta^2 f_0^2 (n\Delta f)^2} \quad (16)$$

а вторая половина при $n = \frac{M}{2}, \frac{M}{2} + 1, \dots, M-1$ имеет

относительно первой "зеркальный" четный по вещественной части и нечетный по мнимой части вид:

$$V_r(n) = \frac{K_r ((M-n)\Delta f)^2 [(M-n)\Delta f^2 - f_0^2]}{[(M-n)\Delta f^2 - f_0^2]^2 + 4\zeta^2 f_0^2 ((M-n)\Delta f)^2} - \frac{j K_r 2\zeta f_0^2 ((M-n)\Delta f)^3}{[(M-n)\Delta f^2 - f_0^2]^2 + 4\zeta^2 f_0^2 ((M-n)\Delta f)^2} \quad (17)$$

где $\Delta f = \frac{f_M}{M}$ - интервал дискретизации по частоте, f_0 - частота дискретизации, f_c - собственная частота сейсмоприемника.

Теперь можно совместить оба калибровочных эксперимента, перемножив в форме комплексных чисел линейаризованную КЧХ (16 - 17) сейсмоприемника и нормированную экспериментальную КЧХ (14) аппаратного тракта. В результате получим синтетическую линейаризованную КЧХ системы "датчик-регистратор", во всем частотном диапазоне:

$$W_r(n) = V_r(n) G_0(n) K_G \quad n = 0, 1, 2, \dots, M-1, \quad (18)$$

Размерность этой функции код с/м, причем n -ному отсчету соответствует частота $f(n) = \Delta f n$. Вычисляя по первой половине массива (18) модули и аргументы комплексных чисел, получаем в численном виде АЧХ по колебательной скорости в размерности код с/м и ФЧХ в рад. На рис. 4 показан результат этой процедуры амплитудный спектр линейаризованного отклика сейсмоприемника, который с точностью до коэффициента соответствует АЧХ системы "сейсмоприемник регистратор".

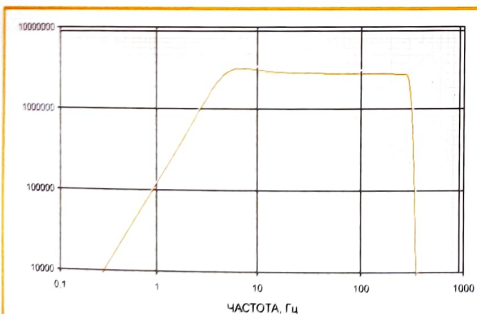


Рис. 4. Линейаризованный амплитудный спектр отклика системы "сейсмоприемник - цифровой регистратор" на скачок смещения. Размерность спектра код/Гц = код с.

Применяя к массиву (18) обратное М-точечное БПФ, получим в численном виде линейаризованный отклик велосиметра на единичный скачок смещения корпуса

$$l(\Delta t m) = \Delta f \left[\frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} W_r(n) e^{j \frac{2\pi}{M} m n} \right] \quad m = 0, 1, 2, \dots, M-1, \quad (19)$$

где квадратными скобками выделена стандартная процедура обратного БПФ.

Учитывая действительную (или кажущуюся с

учетом аттенуатора) величину ступени смещения в калибровочном эксперименте, найдем линейаризованную реакцию калибруемой системы как вещественную составляющую результата обратного преобразования Фурье (19):

$$p(\Delta t m) = \frac{x_0}{K_{an}} \operatorname{Re} l(\Delta t m) \quad m = 0, 1, 2, \dots, M-1, \quad (20)$$

Полученный отклик может существенно отличаться от исходного теста только в области первого выброса, отображающего дельта-функцию (см формулы (32) и (36) в статье [2]). Это обусловлено тем, что механический тест не всегда может быть достаточно крутым, тогда как синтезированный отклик (20) отображает реакцию системы на скачок с идеально крутым фронтом. Возможна и вполне допустима ситуация, когда значения кодов в первом выбросе синтезированного отклика превысят предельно возможные значения выходных кодов АЦП регистрирующего тракта. Здесь нет ошибки сравнивать с исходным откликом надо лишь свободные колебания по окончании скачка или отклики, подвергнутые интегрированию [2].

Литература

1. Гик Л.Д. Измерение вибраций. Изд-во "Наука", Сибирское отделение, Новосибирск, 1972, 291 с.
2. Юшин В.И. Теория и цифровая модель сейсмоприемника с точки зрения геофизика-инженера и программиста. (Этот журнал, предыдущий выпуск)
3. Импульсная калибровка сейсмометрических каналов. / Под ред. З.И. Арановича и А.Я. Меламуда. Изд. ИФЗ АН СССР, М, 1976 г.

Вниманию авторов

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям.

Статья представляется в электронной версии на компакт-дисках емкостью 640-700 Мб. Форматы текстового файла должны быть в виде Microsoft Word for Windows (версии 6.0 или выше). Графические приложения и таблицы, выполненные электронным образом, представляются в отдельных файлах формата MS Excel (версии 4.0 или выше) или в формате CorelDRAW версии 7.0 и выше. Все контуры и графики на рисунках, а также все цифры и надписи должны быть выполнены четко, чтобы при уменьшении они легко читались. Рисунки присылаются в виде растровых файлов форматов: *.TIF, с разрешением не менее 250 точек на дюйм (допускается LZW-сжатие), *.JPG с качеством не менее 12-ти. Максимально допустимый размер иллюстраций - А4. Подписные подписи представляются в виде отдельного списка. Математические уравнения должны быть выделены четким и ясным шрифтом. Все математические символы скалярных величин набираются курсивом, а векторные - жирной прямой заглавной буквой. Вместе со статьей в редакцию направляются краткие сведения об авторах, необходимо указать город, место работы и должность, научную степень.

Отредколлегии

Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы. Редколлегия может публиковать статьи, не разделяя точки зрения авторов.



МЕТРОЛОГИЯ