

Отмеченные асимптотические свойства отклика и его интегралов полностью сохраняются, если учесть ранее отброшенную операцию свертки с импульсной переходной функцией $g_0(t)$ аппаратного тракта, т.е. учесть высокочастотный завал. В этом случае отклик датчика на скачок смещения выражается как

$$v(t) = v_0 K_0 K_1 \left[g_0(t) - \left(2\epsilon_1 + \epsilon_2 \right) \cdot \left(\cos \omega_1 t + \frac{\omega_1^2 - \epsilon_1^2}{2\omega_1 \epsilon_1} \sin \omega_1 t \right) * g_0(t) \right] \text{ (36)}$$

В отличие от (32) первое слагаемое этого выражения вместо дельта-функции воспроизводит в чистом виде импульсную переходную функцию аппаратного тракта вместе с высшими "паразитными" резонансами датчика, которые не были учтены в его идеализированной модели (32). Оно имеет вид относительно узкого импульса, который в начальный момент на порядки превосходит второе слагаемое, но быстро затухает (см. рис.2а, где показан экспериментальный отклик на скачок смещения). Второе слагаемое (показано на рис.2б в виде увеличенного фрагмента рисунка 2а вместе с его теоретическим видом) отображает важнейшую низко- и среднечастотную часть переходного процесса датчика, зависящую от основных параметров датчика. Экспоненциально-гармоническая форма второго слагаемого также осложнена сверткой с функцией тракта, но это влияние заметно только на относительно малых временах после воздействия.

Важно отметить, что теоретические свойства импульсных откликов сейсмоприемника дают новый ключ к анализу нелинейностей датчика. Дело в том, что по традиционной методике степень нелинейности оценивается с помощью спектрального анализа гармонических искажений. При этом датчик возбуждается искусственными механическими гармоническими колебаниями, которые сами по себе могут уже содержать такие искажения. При ступенчатом возбуждении форма и даже крутизна такой ступени (с точки зрения наличия в ней нелинейности) не имеют значения. Нелинейность датчика проявляется в процессе его свободных колебаний, когда вынуждающий сигнал уже закончился, и выражается в отсутствии теоретически требуемой сходимости интегралов к нулю, не устранимой никаким подбором начальных условий. На рис.2в и 2г проиллюстрирован эффект интегрирования реального отклика на скачок сейсмоприемника с нелинейностью. Хотя в области дельта-функции различие между экспериментальным и теоретическим откликами весьма существенно (см. рис.2б), первое интегрирование (рис.2в) к моменту окончания вынуждающего импульса полностью его устраняет. Затем, несмотря на то, что этих различий на первичном сигнале (рис.2б) в области свободных колебаний уже почти не заметно, расхождение первых интегралов начинает накапливаться, ослабевая по мере затухания переходного процесса, но уже накопленное смещение сохраняется. Второе интегрирование (рис.2г) выявляет этот эффект еще ярче, вызывая расхожимость интеграла.

Цифровая модель сейсмоприемника. В заключение приведем без вывода цифровую рекурсивную модель механического сейсмоприемника по отношению к смещению корпуса, или, что то же самое, нормированную модель

индукционного сейсмоприемника по отношению к виброскорости корпуса. Модель представлена в виде рекуррентной формулы, связывающей три последних входных x_i и три выходных y_i дискретных отсчета

$$y_i = A y_{i-1} - B y_{i-2} + C (x_i - 2x_{i-1} + x_{i-2}), \quad (37)$$

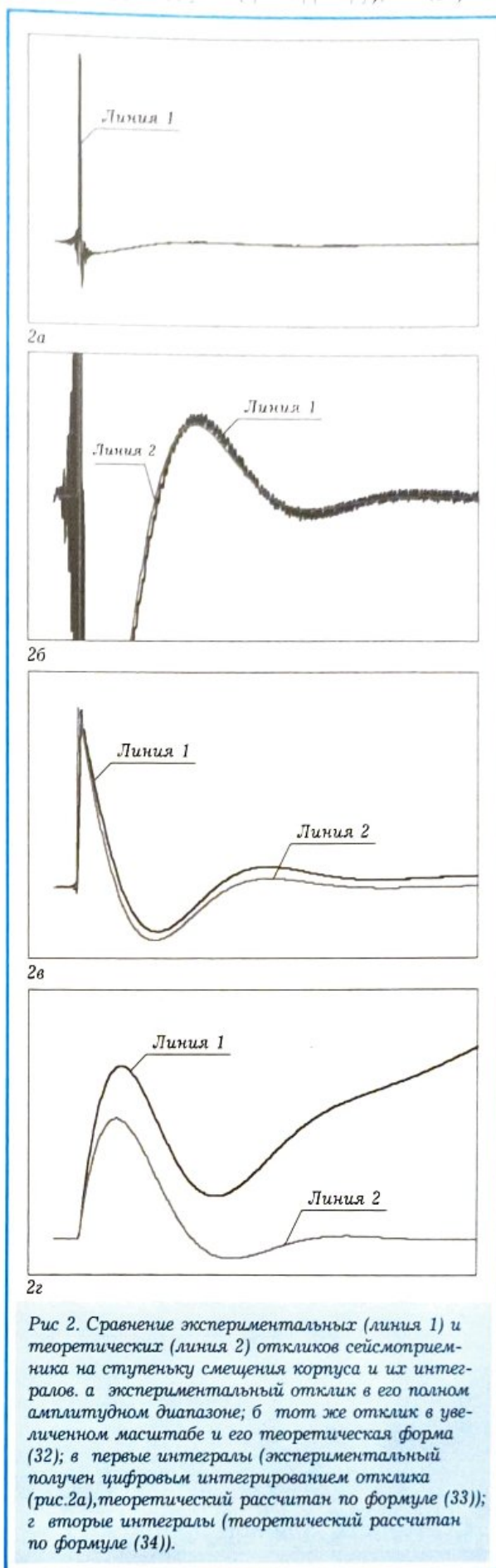


Рис 2. Сравнение экспериментальных (линия 1) и теоретических (линия 2) откликов сейсмоприемника на ступеньку смещения корпуса и их интегралов. а экспериментальный отклик в его полном амплитудном диапазоне; б тот же отклик в увеличенном масштабе и его теоретическая форма (32); в первые интегралы (экспериментальный получен цифровым интегрированием отклика (рис.2а), теоретический рассчитан по формуле (33)); г вторые интегралы (теоретический рассчитан по формуле (34)).

где используются три константы A , B и C , зависящие от динамических параметров ζ и f_0 моделируемого сейсмоприемника и частоты дискретизации f_0 :

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям. Статья представляется в электронном виде 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), либо 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 формата: *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.