

Хотите избавиться от искажений?

■ Николя Тэлье, Филипп Эрман, Sercel

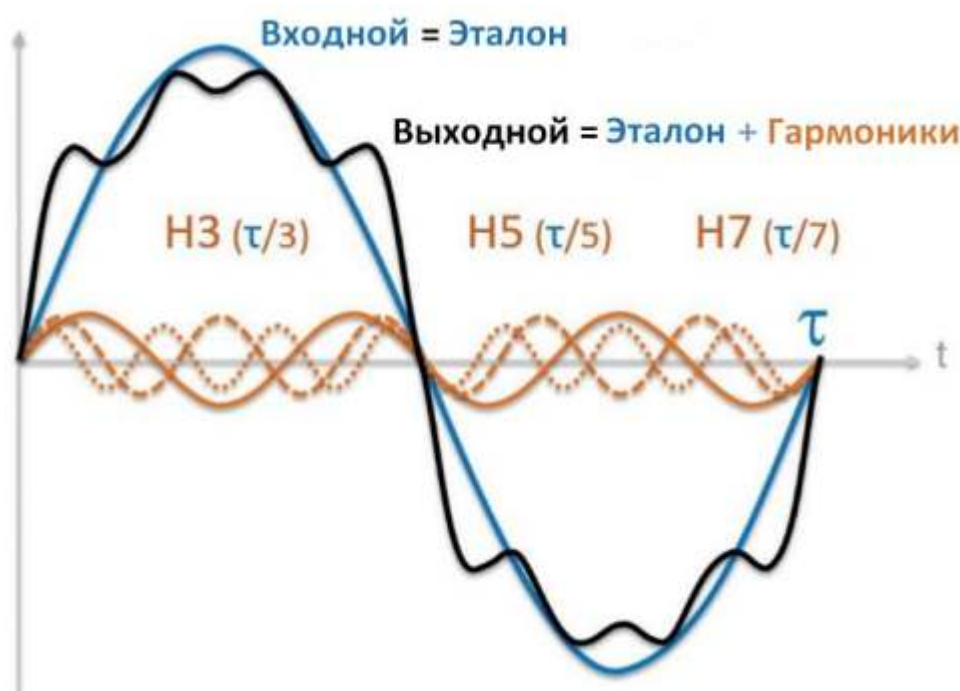
Кратко об искажении

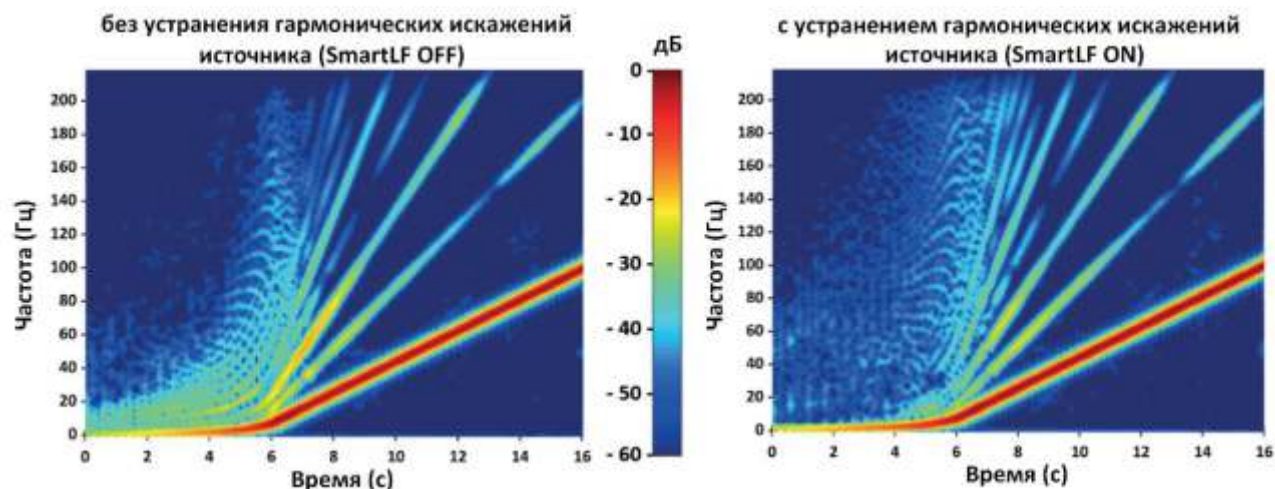
Конечные пользователи сейсмических данных зачастую упускают из виду некоторые характеристики сейсмического оборудования. Так обстоит дело, например, с искажением. Фактически, понятие искажения соответствует нежелательному гармоническому шуму, характеристики которого нелинейным образом зависят от характеристик сигнала. Искажения распространяются по всей сейсмической полосе частот, представляющей интерес, и засоряют основной сигнал, который требуется принять. Уровень гармонического зашумления увеличивается по мере снижения частоты (на низких частотах амплитудные искажения более выражены, и имеют больше гармоник в пределах интересующей полосы частот), но их можно уменьшить с помощью высокоэффективного оборудования. Однако стоит отметить существенную разницу между искажениями источника и приемника.

Искажение источника

Вибрационные искажения распространяются в подповерхностном пространстве (как компонент сейсмического импульса), непрерывно регистрируются и отслеживаются. В связи с этим существует мнение о возможности их использования для получения изображений, хотя исследования такого рода все еще находятся на стадии изысканий. Однако чаще всего искажение источника остается нежелательным сигналом, ассимилированным с шумом. Существуют эффективные решения для детерминированной и статистической обработки данных, позволяющие снизить уровень засорения данных источниками гармоник. Более эффективный способ справиться с эмиссией искаженного сейсмического импульса - уменьшить его при генерации, например с помощью опции SmartLF для электроники управления сейсмовиб-

▼ Рис. 1. Иллюстрация искаженного сигнала (на выходе) после прохождения предполагаемого «идеального» сейсмического сигнала (на входе с временным периодом τ) через физическое устройство (источник или приемник).





▲ Рис. 2. Спектр усилия на грунт в точке возбуждения, без применения (слева) и с применением (справа) SmartLF для VE464 при подавлении гармоник на стадии генерации сигнала.

ратором VE464. Это высокоэффективное решение устраняет наиболее вредоносные искажения, создаваемые вибратором при генерации низкочастотного свипа (рис. 2). Такое решение освобождает сейсмический импульс от гармоник источника в низкочастотном диапазоне. Чтобы вполне использовать все заложенные в нем преимущества, рекомендуется дополнить цепочку регистрации данных сейсмодатчиками с низким уровнем искажений.

Что касается взрывных источников, им эти искажения не свойственны: в этом случае основным источником искажений в сейсмической записи будут искажения приемника.

Искажение приемника

Как ни странно, искажения приемника до сих пор практически не рассматривались, разве что для второстепенных явлений. Эти искажения не несут никакой информации о подповерхностном пространстве: это чистые шумы, засоряющие запись. Их нельзя контролировать в поле (требуется лабораторные условия) или даже моделировать (из-за их нелинейности, зависимости от наклона датчика,

характеристик сигнала и т.п.), и, следовательно, их особенно трудно устранить при обработке. Например, искажения, порождаемые мощной низкочастотной поверхностной волной, в процессе регистрации способны засорить значительную часть полезной области полосы пропускания, что имеет место как при использовании вибросейсмических методов, так и, даже в большей степени, при работе со взрывными источниками. Искажения датчика особенно негативно влияют на отношение сигнал / шум при съемке с одновременным использованием нескольких источников (рис. 3). При динамике выше 120 дБ в процессе регистрации, события умеренной и слабой выраженности попросту заглушаются гармоническим шумом от событий большей мощности.

Параметр искажения у сейсмического датчика будет тем лучше, если он позволяет избежать пропускания чрезмерного искажающего шума в регистрируемый набор сейсмоданных, а это та характеристика, которая в основном зависит от используемой в датчике технологии. Однако параметры искажения в дБ могут вводить в заблуждение, поскольку их

линейность не отражает огромного разрыва, лежащего в основе характеристик датчика:

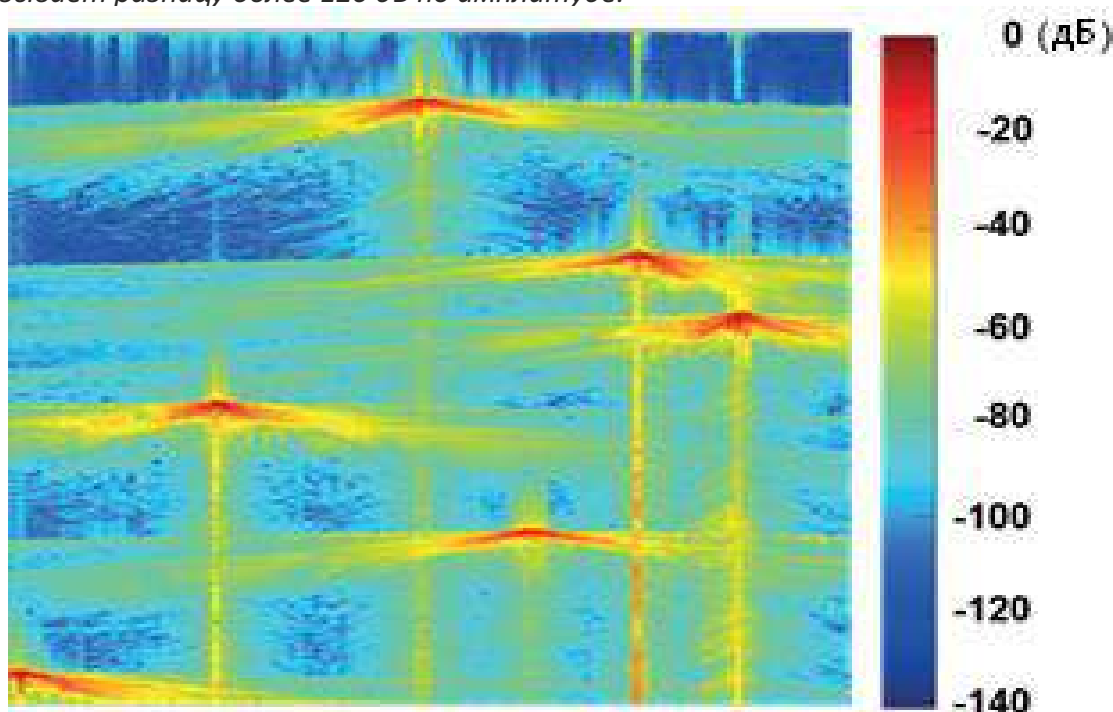
- Искажение -90 дБ (стандарт канала MEMS) соответствует среднеквадратичной амплитуде искажения, равной $1/31,600$ амплитуды основной гармоники сигнала. Это может показаться завышенным, но его следует сопоставить с динамикой полей сейсмических волн, которая превышает 120 дБ и соответствует динамическому диапазону систем сбора данных.

- При -60 дБ (стандарт для геофонов), отношение шума искажения к сигналу, достигает $1/1000$, что подходит для большинства сейсмических съемок. Значительные усилия для достижения таких показателей были предприняты в отрасли в 90-х и начале 00-х годов главным образом для того, чтобы обеспечить наилучший возможный результат от использования импульсных источников.

- При -30 дБ, отношение шума искажения к сигналу увеличивается до

$\sim 1/31$, неустраняемого уровня шума, который значительно влияет на качество регистрируемых данных, в частности, с импульсными источниками, но также и при использовании вибросейсмических методов, когда применяется эффективное решение для подавления искажений при генерации сигнала. Этот уровень искажения -30 дБ представляется наилучшим для пьезоэлектрических датчиков: наиболее совершенные из современных пьезоэлектрических датчиков стоимостью порядка 1000 долларов действительно имеют заявленную характеристику в -40 дБ, в то время как недорогие пьезоэлектрические датчики демонстрируют гораздо более сильные искажения. Однако фактические искажения приемника оказываются намного выше, чем искажения датчика, поскольку механическая установка датчика в сейсмоприемник имеет следствием значительные дополнительные искажения (например, из-за трения реактивной массы). В этом отношении можно ожи-

▼ Рис. 3. Блендинг при проведении сейсмосъемки с наложением сейсмических сигналов показывает разницу более 120 дБ по амплитуде.



дать искажений от -10 до -30 дБ, в зависимости от задействованных частот, для сейсмического канала на основе пьезодатчика.

Выводы

Искажения сейсмического волнового поля, вызываемое оборудованием, является проблемой при любом типе регистрации данных. Если искажения вибраторов должным образом учитываются в сейсмической отрасли, то в случае датчиков это случается редко. Однако искажение датчика является значительным источником шума, который крайне негативно влияет не только на сейсмоданные, полученные при работе со взрывом, но и на данные, получаемые при использовании технологий вибросейс, при одновременной съемке с несколькими источниками или при съемке с использованием низких частот. Искажение датчика является чистым неустранимым шумом, поэтому сейсмическое волновое поле, записанное приемником с высокими искажениями, будет иметь худшее качество и меньшую точность в сравнении с записью приемником, должным образом подобранным по параметрам искажения. Это негативно влияет на точность зарегистрированных амплитуд, на качество получаемых изображений и построение глубинно-скоростной модели (ГСК), и в дополнение ведет к необходимости более сложной обработки и интерпретации.

Подробнее об авторах



Николя
Тэлье

Sercel



Филипп
Эрман

Sercel