



Термины вибрационной сейсморазведки (по материалам рабочего совещания по вибрационной сейсморазведке, Прага, октябрь 2008 г.)

Шнеерсон М.Б., г. Москва, Жуков А.П., ООО «Геофизические Системы Данных», г. Москва

1. Acquisition and sweep methods (Прием данных и модификации управляющих сигналов, свипов)

Caskaded sweeps (Каскадные управляющие сигналы, свипы)

Технология работ с переменными по фазе (Variphase) управляющими сигналами (свипами), при которой исключено время слушания между ними и используется объединенный управляющий сигнал (свип).

Codo-impulsive signals (Кодо-импульсные, вибро-импульсные сигналы)

Управляющие сигналы, которые представляют собой последовательность одно- или разнополярных импульсов одинаковой амплитуды, следующих друг за другом через одинаковые или разные промежутки времени. Одна из разновидностей таких последовательностей (дополнительные последовательности) позволяет получить прокоррелированные записи с нулевыми корреляционными шумами

Comthisweep (Комбинированный управляющий сигнал)

Применение нескольких (3-4) управляющих сигналов (свилов) с различными начальными и конечными частотами для уменьшения уровня корреляционных шумов и повышения амплитуды возбуждаемых сигналов в определенной полосе частот.

C-HFVS (смотри также одновременное излучение каскадных управляющих сигналов)

Непрерывная технология работ повышенной достоверности (HFVS) с несколькими одновременно работающими вибрационными источниками, ориентированная на повышение производительности вибрационной сейсморазведки с использованием каскадных управляющих сигналов. Выделение сигналов от различных источников достигается путем разделения принятых записей на отдельные сегменты.

Down sweep (Управляющий сигнал, свип с уменьшающейся частотой, разверткой вниз)

Управляющий сигнал - электрический аналог посылаемых в среду колебаний, частота которых уменьшается в процессе их излучения.

Flip flop (Технология работ с последовательным возбуждением колебаний)

Технология работ с несколькими вибраторами (или группами излучателей), применяемая для повышения производительности работ, при которой один вибратор (или группа) работает, а другие - переезжают на другой пункт возбуждения.

HFVS (Вибрационная сейсморазведка повышенной достоверности)

HFVS - это технология полевых работ и обработки материалов, которая основана на регистрации перемещений излучающего элемента каждого вибратора при каждом управляющем сигнале и некоррелированных полевых записей. Для выделения колебаний от каждого вибратора, число генерируемых управляющих сигналов (свилов) должно быть равным или больше числа одновременно работающих вибраторов. HFVS позволяет использовать несколько одновременно работающих групп вибраторов и заменить корреляцию колебаний детерминистской деконволюцией для получения минимально-фазовых записей регулярных волн.

Linear sweep (Линейный управляющий сигнал)

Управляющий сигнал, у которого скорость изменения частоты постоянна. Линейный управляющий сигнал определяется тремя независимыми частотно-временными параметрами (начальная и конечная частоты и длительность излучения) или их производными (средняя частота, диапазон частот и скорость их изменения, но не более трех), а также амплитудой и начальной фазой. Для уменьшения уровня корреляционных шумов амплитуда сигнала в начале плавно возрастает, а в конце - уменьшается.

Maximum displacement sweeps (Управляющие сигналы с максимальным смещением поршня относительно инерционной массы)

Из теории вибрационных источников следует, что для повышения на низких частотах уровня возбуждаемых колебаний необходимо увеличивать величину смещения поршня излучателя относительно инерционной массы.

Управляющий сигнал с максимальным смещением является нелинейным.

Non-linear sweep (Нелинейный управляющий сигнал)

Нелинейный управляющий сигнал - сигнал, у которого скорость изменения частоты не поддерживается постоянной в процессе излучения колебаний. Из теории вибрационной сейсморазведки следует, что уровень излучаемых колебаний обратно пропорционален скорости изменения частоты, что и позволяет, в определенной степени, изменять амплитуды возбуждаемых волн в различных частях сейсмического диапазона частот путем уменьшения/увеличения скорости развертки по частоте. Как правило, нелинейные управляющие сигналы применяются для повышения уровня излучения на высоких частотах.

Pseudo random sweep also random sweep (Псевдо-случайный управляющий сигнал, свип), также случайный управляющий сигнал

Псевдо-случайный и случайный управляющие сигналы - сигналы, у которых частота излучаемых колебаний меняется по случайному закону. Эти сигналы получили применение при работах вблизи зданий и сооружений для избежания их возможных разрушений.

Simultaneous cascaded acquisition (Одновременное возбуждение колебаний с использованием каскадных свилов)

Одновременное возбуждение колебаний несколькими группами вибраторов с использованием фазо-кодированных каскадных свилов для дальнейшего повышения производительности работ.

Simultaneous phase encoding (SPE) (Одновременное фазовое кодирование)

Способ одновременного проведения полевых работ с несколькими вибраторами, предусматривающий использование серии одинаковых по частоте управляющих сигналов с различными начальными фазами для разделения волн и ослабления гармонических помех.

Sleep sweep (Скользкий управляющий сигнал, свип)

Технология полевых наблюдений с использованием нескольких вибраторов (групп вибраторов), работающих одновременно и без временного пере-

«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»:
ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ

рыва на регистрация глубинных волн, что позволяет повысить производительность съемки. Практика использования этой технологии при съемках 3D показала, что при благоприятных условиях (свободный проезд от пикета к пикету и наличие необходимого числа вибрационных источников) позволяет существенно повысить число обрабатываемых пунктов возбуждения.

Sweep (Управляющий сигнал, свип)

Сигнал - с меняющейся частотой. В вибрационной сейсморазведке - это электрический аналог силового воздействия на среду.

Up sweep (Управляющий сигнал, свип с возрастающей частотой)

Управляющий сигнал, частота которого возрастает в процессе возбуждения колебаний.

Variphase sweeps (Управляющие сигналы, свипы с различными начальными фазами)

Последовательность из нескольких идентичных по частоте и длительности управляющих сигналов с различными начальными фазами.

Vibroseis (Вибросейс)

Метод сейсмической разведки, основанный на возбуждении протяженных во времени и переменных по частоте с помощью специальных передвижных установок - вибраторов. Зарегистрированные колебания коррелируют с управляющим сигналом или фильтруются для сжатия полученных записей и определения времен прихода и амплитуд регулярных волн.

2. Acquisition jargon includes sweep parameters (Термины полевой методики)

Correlated record length (Rlc in s.) (Длительность прокоррелированной записи в с)

Длительность прокоррелированной полевой записи. В большинстве случаев она равна времени слушания в стандартном режиме работ, предусматривающем последовательное возбуждение колебаний и их прием.

Cycle time (expressed in s.) (Время цикла в с.) Среднее время между двумя последовательными возбуждениями колебаний (VP).

Dynamic range (Динамический диапазон)

1. Отношение максимального сигнала к минимальному (часто уровень шумов), которые могут быть зарегистрированы и воспроизведены без изменения масштаба системы.
2. Способность устройства записывать и воспроизводить сигналы с большими и малыми амплитудами. Минимальные сигналы - это, чаще всего, собственные шумы аппаратуры. Известны способы выделения сигналов малой амплитуды на фоне помех (фильтрация, синхронное накопление), которые расширяют динамический диапазон приемных устройств.
3. В устройствах с прямой магнитной записью динамический диапазон определяется шумами пленки и для стандартной магнитной пленки динамический диапазон равен ~ 50 дБ, а для специальной пленки ~ 60 дБ.

Fleet or group (of vibrator) (Группа вибраторов)

Группа вибраторов, несколько вибраторов, размещенных на определенном пикете профиля - в пункте возбуждения колебаний, работающих одновременно и возбуждающих одинаковые по частоте и длительности управляющие сигналы.

Front (or begin, or start)/ end sweep taper (Tape, expressed in s) (Фронт, начало или старт/уменьшение амплитуды управляющего сигнала в его конце, в с)

Конусность управляющего сигнала, плавное увеличение и уменьшение амплитуды управляющего сигнала в его начале и конце, соответственно от

нуля до заданного максимума и наоборот, чаще всего, по закону косинуса. В вибраторах фирмы Pelton конусность определяется кривой Hanning, а в вибраторах фирмы Sersel по кривой Blackman.

Instantaneous dynamic range (Мгновенный динамический диапазон)

Мгновенный динамический диапазон определяет тот минимальный сигнал, который может быть выделен при наличии интенсивного колебания.

Instantaneous frequency (F) (Мгновенная частота, Гц)

Мгновенная частота - это производная по времени фазы сигнала, деленная на 2π .

Listen time (L, expressed in s) (Время слушания, с)

Время слушания - это интервал времени между окончанием излучения управляющего и концом записи волн. Как правило, он равен удвоенному времени прихода волн, отраженных от самого глубокого целевого горизонта.

Moveup (expressed in m)

Расстояние между двумя соседними пунктами возбуждения, измеряется в м.

Moveup time (expressed in s)

Время, затрачиваемое вибраторами, на переезд с одного пункта возбуждения на соседний.

Receiver density (expressed in km²)

Число пунктов приема на км².

Receiver point (Пункт приема)

Пункт приема. При группировании приемников определяется ее центром.

Slip time (s)

Временной интервал между двумя последовательными управляющими сигналами, в с.

Source density ((expressed in km²)

Число пунктов возбуждения на км².

Spare vibrator

Запасной вибратор, резервируемый на случай выхода из строя одного из действующих излучателей.

Sweep length (SL, expressed in s)

Длительность управляющего сигнала, свипа, в с.

Sweep rate (expressed in hz/s)

Скорость изменения частоты управляющего сигнала, свипа. Выражается в Гц/с.

Uncorrelated record length (Rlu expressed in s, Rlu = SL + L)

Непрокоррелированная полевая трасса. Длительность ее равна длительности управляющего сигнала (свипа) плюс время слушания.

Vibrator (or source) Array

База группы вибраторов.

Vibrator pad down/pad up (Система спуска/подъема плиты вибратора)

Система спуска/подъема вибратора, обеспечивающая опускание рабочей плиты вибратора и прижим ее к поверхности грунта, а также ее подъем после излучения колебаний.

Vibrator point (or Vp, or SP)

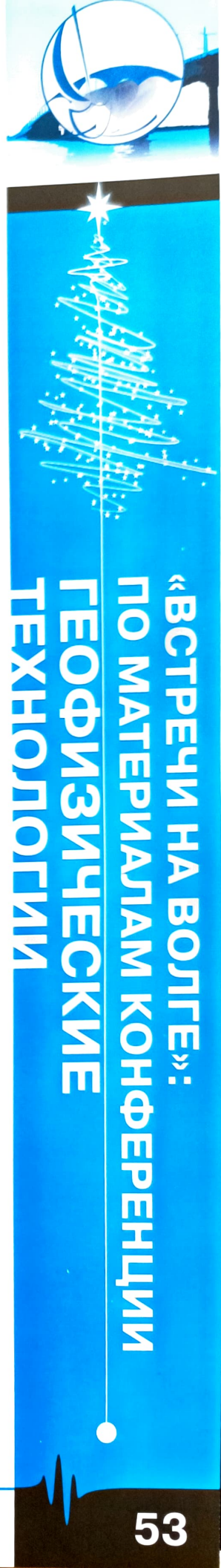
Пункты возбуждения колебаний или их приема. При группировании относятся к центрам соответствующих групп.

Vibrator pressured up Мощность гидравлического насоса, необходимая для нормальной работы вибратора.

3. Vibrator components (Компоненты вибратора)

Accelerometer (Датчик давления)

Датчики давления - акселерометры, основанные на пьезоэлектрическом эффекте, устанавливаются на реактивной массе и плите вибратора для



«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»: ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

определения усилий, развиваемых излучателем и контроля за его работой. Сегодня фирмы Sercel и ION используют акселерометры, основанные на изменении сопротивления пьезокристалла. Такие устройства получили название MEMS и они предусматривают крепление на консоли пьезодатчика, который под действием внешних сил меняет свое сопротивление, которое оценивается мостовой схемой.

Accumulator

Аккумулятор используется в вибраторе для выравнивания скачков давления в его гидросистеме. В современном вибраторе устанавливается несколько аккумуляторов.

Airbags (пневмоопоры)

Пневмоопоры используются в вибраторах для изоляции конструкций транспортного средства вибратора от вибраций, возникающих при его работе.

Baseplate or pad (плита)

Плита - излучающий элемент вибратора, служит для передачи усилий, развиваемых вибратором, грунту.

Baseplate weight (kg)

Общий вес плиты и соединенных с ней подвижных элементов вибратора. Должна быть максимально жесткой и легкой по отношению к весу инерционной массы.

Driven structure (Подвижная система)

Подвижная система служит для передачи усилий от поршня вибровозбудителя к плите вибратора. Система включает в себя поршень, шток, соединяющий ее с плитой, плиту и ряд вспомогательных элементов.

Pump

Гидравлический насос, служащий для создания давления в гидросистеме вибратора. Насос оснащен регулирующим устройством с наклонной шайбой, изменение наклона которой позволяет изменять поток жидкости и давление в системе в процессе работы вибратора.

Reaction mass, weight (kg)

Вес реактивной массы и всех соединенных с ней элементов вибратора, а также половина веса некоторых подвижных компонент вибратора, таких как крепление пневмоопор и др. (кг).

Servovalve (Сервоклапан)

Сервоклапан - служит для преобразования переменных по частоте и амплитуде электрических сигналов, генерируемых системой управления вибратора, в соответствующие потоки жидкости. Применяют двух и трехкаскадные сервоклапаны.

Supply pressure (bars) (Давление в системе, бар)

Рабочее давление в системе, которое может изменяться от высокого 224 бар до низкого 17 бар.

4. Vibrator output including error and soars noise terms (Выходные параметры вибратора, включая ошибки и шумы источника)

Actuator force (N or lbf in British publications) (Действующая сила, в Ньютонах или в фунтах в английских публикациях)

Действующая сила определяется разностью давлений над и под поршнем, умноженной на активную площадь поршня.

Baseplate force (N)

Сила, развиваемая плитой, равная произведению массы плиты на ее ускорение (Н).

Drive or drive level (D, in %)

Перемещение или уровень перемещения. Определяет целевую фундаментальную силу (target fundamental force, TFF), равную $TFF = D \cdot m \cdot K$, где

коэффициент K зависит от контрольной электронной системы. У системы фирмы Sercel $K = 0,9 \cdot a \cdot \text{ION}$ $K = 1,0$.

Ground force (GF in N)

Сила земли, определяет то усилие, которое развивает вибратор и через плиту передает поверхности земли (в кг силы, или Н). Сила земли определяется как взвешенная сумма ускорений определенной инерционной, умноженных на соответствующие массы плиты и инерционной массы.

Harmonic distortion

Гармонические, нелинейные искажения излучаемых вибраторами сигналов.

Определяются относительным уровнем колебаний, частоты которых отличаются от частоты основного сигнала. Образование волн-гармоник обусловлено нелинейными процессами, возникающими при передаче усилий от плиты к грунту и в гидравлической системе вибратора. Наибольший уровень гармоник наблюдается на низких частотах, в пределах которых максимальны взаимные перемещения плиты и инерционной массы (ход поршня).

Hold down force (Hd, expressed in N)

Статическая нагрузка на рабочую плиту вибратора для прижатия ее к поверхности земли, предотвращения отрыва и обеспечения хорошего контакта с грунтом. В качестве нагрузки используется частичный вес транспортного средства, передаваемый на плиту через систему спуска/подъема плиты. Величина статической нагрузки, при груза, как правило, равна или больше максимальной величины усилия, развиваемого вибратором.

Inter-modulation or intermodulation distortion (IMD) (Перекрыстные помехи или искажения)

Перекрыстные, интерференционные помехи образуются при смешении двух или более сигналов разной частоты. Эти помехи могут возникать при работе одного или двух вибраторов, работающих на разных частотах. Во втором случае помехи возникают при очень близком расположении вибраторов. На практике возможны и другие случаи возникновения интерференционных помех, обусловленных нелинейными явлениями в реальных средах при распространении волновых фронтов.

Phase error (average, maximum) (expressed in °) (Ошибка фазы средняя, максимальная в градусах)

Различие по фазе между основной компонентой взвешенной суммы (сила земли) и управляющим сигналом в °.

Rated peak force (Pf, expressed) (Измеренная пиковая сила)

Наибольшая сила, развиваемая вибратором, равна произведению давления на активную площадь поршня.

Reaction mass force (expressed in N) (Сила реактивной массы)

Усилие, развиваемое реактивной, инерционной массой, равное произведению ее массы на ее ускорение.

Stroke or useable stroke (expressed in cm) (Смещение, возможное смещение инерционной массы относительно поршня, в см)

Максимальное смещение реактивной массы. Обычно его величина ограничивает работу вибратора на низких частотах.

Sub harmonics (суб гармоника)

Колебания с частотами меньшими (обычно 5) основной частоты сигнала. Их образование связано с нелинейными явлениями, возникающими при возбуждении и распространении волн.

Target fundamental force (IFF, expressed in N) (Целевая основная сила, в Н)

Гидравлическая система вибраторов генерирует силу земли, которая содержит гармоники желаемого сигнала. Амплитуда и фаза желаемого сигнала образуют целевую основную силу при закрепленной фазе силы земли.

Traction (Pascals)

Усилие, прикладываемое к поверхности.

Total harmonic distortion (%)

Общая величина нелинейных искажений. Чаще всего измеряется по взвешенной силе, силе земли и определяется соотношением: $(E-E_1)/E_1$, где E - общая энергия и E_1 - энергия основного сигнала, %.

Weighted sum force or weighted sum (W/S, expressed in N)

Взвешенная суммарная сила или взвешенная сумма - способ определения силы земли (ground force) по величинам ускорений излучающей плиты и инерционной массы. Он позволяет получить наиболее точные оценки усилий, развиваемых вибратором при отсутствии прогиба плиты.

5. Radiation, Energy and power terminology (Излучение, энергия и терминология)

Damping (Затухание)

Затухание, обусловленное расхождением энергии на тепло, а также расхождением и рассеиванием волн в процессе их распространения в реальных средах. Затухание также уменьшает способность земли следовать за плитой и находится с ней в контакте с ней при движении вверх.

Dashpot (N-s/m) (Амортизатор)

Устройство для демпфирования движущихся узлов вибратора, для исключения удара плиты о землю.

Earth resonance (резонанс земли)

Резонанс земли - значительное увеличение амплитуды возбуждаемых колебаний, которое возникает в тех случаях, когда частота вибрации становится приблизительно равной частоте собственных колебаний грунта.

Energy (Joules) (Энергия в Джоулях)

Термодинамический эквивалент мощности физической системы.

Mutual impedance (N/m-s) (Взаимный импеданс)

Взаимодействие между двумя помещенными на поверхности земли и вибрирующими пластинами «и» и «j», равное отношению приложенной силы к элементу к скорости смещения j элемента, при условии, что внешняя сила приложена только к i пластине, а внешняя сила на пластине j равна нулю.

Parseval's energy theorem (1-D and 2-D)

Теорема Парсеваля - означает, что сумма квадратов функций равна сумме квадратов их преобразований Фурье.

Power (Watts) (Мощность в Ваттах)

Мощность равна величине энергии в единицу времени ($P = \text{Ватт/с}$). Существуют понятия средняя и мгновенная мощность. Средняя мощность - это работа, отнесенная ко времени ее выполнения. Мгновенная мощность определяется как приращение работы за время, стремящееся к нулю:

$$P = \lim \Delta W / \Delta t = \lim P_{\text{средн}}, \text{ при } \Delta t \rightarrow 0.$$

Нетрудно показать, что мгновенная мощность равна произведению силы, действующей в системе, на скорость: $P(t) = F(t) \cdot v(t)$.

$$\text{При этом } P_{\text{средн}} = (1/\Delta t) \int F \cdot v \cdot dt.$$

Для гидравлических вибраторов общая реальная мощность, развиваемая гидравлическим насосом, равна произведению давления на скорость потока жидкости ($\text{м}^3/\text{с}$).

Radiation impedance (N-s/m) (Импеданс излучения)

Импеданс, комплексное сопротивление твердого или жидкого тела, излучающего звук в окружающее пространство. Импеданс равен отношению силы к скорости излучения.

Resonant frequency (Hz or radian/s)

Резонансная или собственная частота - частота колебания системы при отсутствии внешней возмущающей силы.

Spring constant (N/m)

Постоянная упругости, определяется отношением силы к единице длины (Н/м). В вибрационной сейсморазведке означает постоянную в системе плита-грунт, оценивается величиной $1.7 \times 10^7 \text{ Н/м}$.

Work (Joules) (Работа)

Количество энергии, переданное одной системой другой без изменения энтропии.

6. Miscellaneous (Разное)

Ambient noise (Случайные помехи)

Помехи, внешнего и интерференционного характера, обычно связанные с ближними и дальними источниками.

Auto-correlation (Автокорреляция)

Корреляция сигнала с собой.

Band limited signal-to-noise ratio (dB) (Отношение сигнал/помеха в ограниченной полосе)

Отношение сигнал/помеха, ограниченное узкой полосой частот системы серво-клапана и низкой жесткостью плиты.

Colored noise (Окрашенные помехи)

Любые отфильтрованные помехи могут быть названы окрашенными и на низких частотах они называются красными, а на высоких - голубыми, как цвета радуги.

Correlated Vibroseis wavelet (Импульс Клаудера)

Импульс Клаудера - результат автокорреляции линейного управляющего сигнала, может рассматриваться как эффективный импульс волны, используемой в вибрационной сейсморазведке. Не ограничены только линейными сигналами, т.к. нелинейные - могут рассматриваться как суперпозиция линейных.

Cross-correlation (Взаимная корреляция)

Взаимная корреляция определяет степень сходства двух сигналов и результат является функцией временного сдвига между ними. В вибрационной сейсморазведке коррелируются зарегистрированные сигналы и управляющие. В вибрационной сейсморазведке взаимная корреляция применяется для сжатия сигналов, выделения регулярных волн и определения их амплитуд и времен прихода.

Norm (Норма)

В линейной алгебре, функциональном анализе и соответствующих разделах математики норма является функцией, определяющей длину или размеры всех векторов в векторном пространстве.

Signal bandwidth (noise free, uncorrelated/correlated noise) (Полоса сигнала, свободная от некоррелированных/коррелированных помех)

Полоса сигнала обычно определяется по его спектру в определенной полосе частот, которая на 3дБ больше минимальной частоты спектра и на 3дБ меньше максимальной.

Signal-to-noise ratio (SNR) (Отношение сигнал/помеха C/P)

Отношение сигнал/помеха определяет возможность выделения сигналов на фоне помех и обычно выражается в логарифмической децибелной шкале. $C/P(\text{дБ}) = 10 \log_{10}(P_c/P_n) = 20 \log_{10}(A_c/A_n)$.

