

Обеспечение синхронности и контроля работы импульсных электромагнитных источников сейсмических волн «Енисей»

■ Щадин П.Ю., ООО «Эвенкиягеофизика»

Проблема синхронности воздействий группы импульсных источников всегда была и остается в центре внимания специалистов полевых подразделений и супервайзерских служб сейсморазведочных предприятий. Решение задачи обеспечения синхронности воздействий достигается применением комплекса технических, технологических и организационных мер при проведении полевых сейсморазведочных работ.

Геофизические предприятия, использующие импульсные источники «Енисей» (рис.1), как правило, оснащаются одной из двух систем синхронизации и контроля:



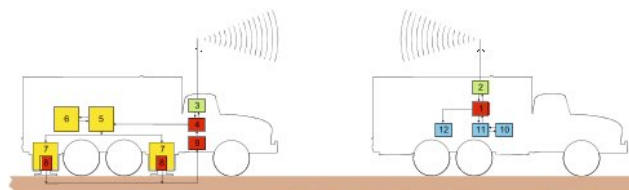
▲ Рис. 1. Группа импульсных электромагнитных источников сейсмических волн «Енисей КЭМ-4».

1. Система синхронизации и управления невзрывными источниками сейсмических волн SGD-SP. Производство НПФ «Сибгеофизприбор», г.Новосибирск.

2. Аппаратура контроля за работой невзрывных источников ССВ-2Н. Производство СКБ Сейсмического приборостроения, г.Саратов.

1. Система синхронизации и управления SGD-SP предназначена для работы в

составе многоканальных сейсморазведочных станций отечественного и зарубежного производства при проведении профильных и площадных сейсморазведочных работ с применением импульсных электромагнитных источников возбуждения сейсмических колебаний типа «ЕНИСЕЙ», «ГЕОТОН» и т.д. [3, 8].

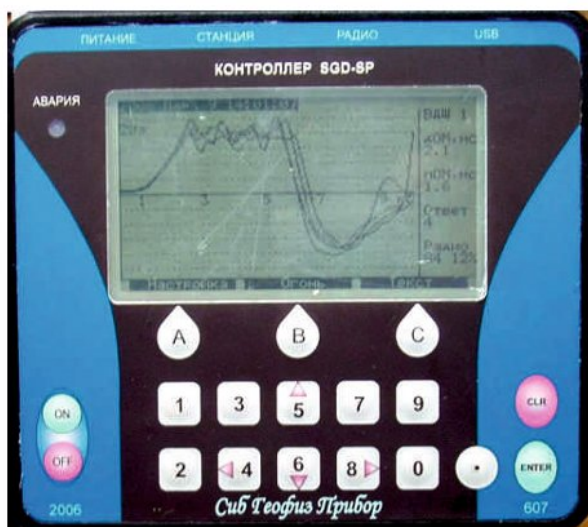


▲ Рис. 2. Общая функциональная схема работы системы синхронизации и управления невзрывными источниками сейсмических волн SGD-SP.

1 – контроллер (шифратор),
2-3 – радиостанция, 4 – пульт устройства синхронизации и управления УСУ (дешифратор),
5 – устройство заряда-разряда,
6 – блок конденсаторов,
7 – электромагнитные двигатели-излучатели, 8 – акселерометры,
9 – коммутатор-стабилизатор,
10 – центральный блок управления,
11 – рабочая станция,
12 – компьютер контроля качества.

Общая функциональная схема работы системы SGD-SP изображена на рис.2.

Запуск в работу группы источников осуществляется оператором сейсмостанции через интерфейс оператора. Рабочая станция 11 через контроллер 1 и радиостанцию 2 посылает по радиоканалу сигнал «FIRE» через радиостанцию 3 на пульт устройства синхронизации и управления УСУ 4 сейсмоисточника. С устройства синхронизации и управления 4



▲ Рис.3. Панель контроллера SGD-SP с графиками ускорений, полученных с акселерометров, установленных на излучателях источников.

сигнал поступает на устройство заряда-разряда 5.

Через устройство заряда-разряда 5 накопительные конденсаторы 6 разряжаются на обмотку возбуждения индукторов электромагнитных двигателей 7, которые преобразуют импульс тока в импульс силы, передаваемый через плиту излучателя в грунт, возбуждая сейсмический импульс.

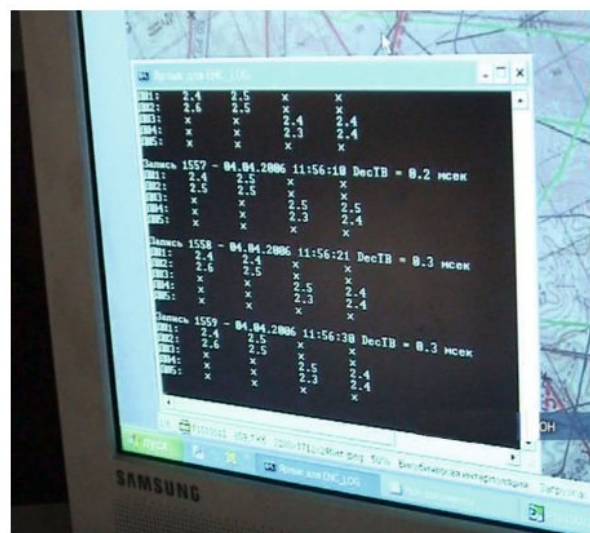
Датчики (акселерометры) 8, установленные на излучателях, выдают сигнал, пропорциональный ускорению груза. Сигнал с акселерометров через коммутатор сигналов 9 и устройство синхронизации и управления УСУ 4 по радиоканалу с радиостанции 3 на радиостанцию 2 передается на контроллер 1, где отображается на экране в виде графика функции ускорения массы во времени (рис. 3).

Как правило, синхронность работы источников оценивается на уровне 10g на графике ускорения массы. Однако этот уровень может быть изменен оператором самостоятельно, в зависимости от решаемых задач.

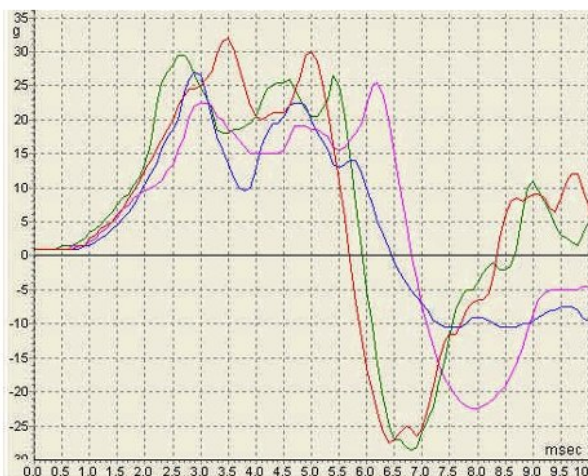
Кроме графического изображения на панели контроллера 4, дополнительно, синхронность работы источников отображается на экране компьютера контроля качества 12 в цифровом виде (рис.4). Здесь можно оценить моменты срабатывания каждого излучателя всех работающих источников. Количество источников до 5 шт., количество излучателей на каждом источнике до 4 шт. Присутствует также информация о номере каждого возбуждения, дате и времени возбуждения, переданной отметке момента возбуждения. Полученные данные хранятся в рапортах (LOG-файлах).

Эти два канала являются каналами для оперативной оценки синхронности работы группы источников непосредственно в момент возбуждения.

Существует также отложенный контроль за работой источников. В каждом устройстве синхронизации и управления УСУ имеется энергонезависимая память, в которой сохраняются данные о каждом



▲ Рис.4. Отображение синхронности срабатывания группы источников в цифровом виде на мониторе компьютера контроля качества. Система SGD-SP.



▲ Рис.5. Графики ускорений массы излучателей по каждому воздействию, хранящиеся в энергонезависимой памяти УСУ (дешифратора).

воздействии каждого излучателя как в виде графика, так и в цифровом виде (рис.5).

По окончании смены или в любое время, оператор или супервайзер может перенести данные из памяти устройства синхронизации и управления (УСУ) на компьютер и детально проанализировать работу группы источников.

Косвенно, работу группы источников можно оценить по записям сигналов в служебные трассы. На выходах вспомогательных каналов в момент срабатывания формируются импульсы длительностью 50 мс [3]. Поскольку на одной трассе записывается информация о всех источниках и излучателях, импульсы, соответствующие разным излучателям, разнесены во времени на фиксированную величину (рис.6).

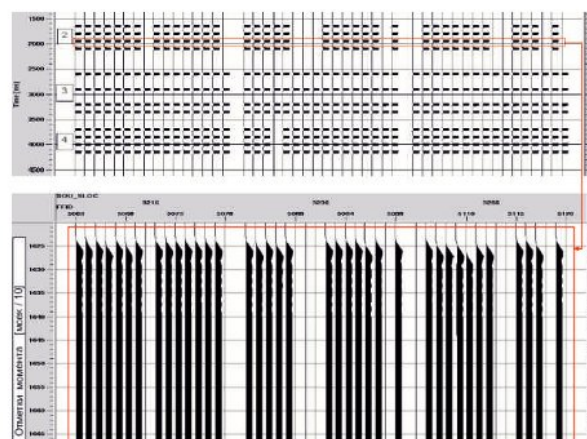
Однако импульсы, записанные во вспомогательные каналы, не могут быть применены для надежной оценки синхронности работы источников, это всего лишь индикатор срабатывания или несрабатывания того или иного излучателя.

2. Аппаратура контроля за работой импульсных источников возбуждения «АКР-ИВ» (ССВ-2Н) предназначена для работы в составе многоканальных сейсмических станций отечественного и зарубежного производства при проведении сейсморазведочных работ с применением импульсных источников возбуждения сейсмических колебаний типа «Енисей» [2, 5].

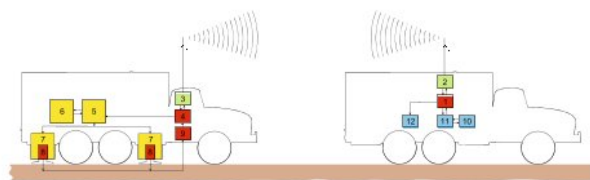
Общая функциональная схема работы системы «АКР-ИВ» (ССВ-2Н) изображена на рис.7 и, за исключением деталей, аналогична схеме SGD-SP

Запуск в работу группы источников осуществляется оператором сейсмостанции через интерфейс оператора. Рабочая станция 11 через БСУ шифратор 1 и радиостанцию 2 по радиоканалу команду «Старт ССВ» через радиостанцию 3 на БСУ дешифратор 4 сейсмоисточника. С устройства синхронизации и управления 4 сигнал поступает на устройство заряда-разряда 5.

Через устройство заряда-разряда 5, накопительные конденсаторы 6 разряжаются на обмотку возбуждения индукторов электромагнитных двигателей 7,



▲ Рис.6. Запись импульсов срабатывания излучателей источников в служебные трассы сейсмограммы.



▲ Рис. 7. Общая функциональная схема работы аппаратуры контроля за работой импульсных источников возбуждения «АКР-ИБ» (ССВ-2Н).
1 – блок синхронизирующий универсальный БСУ шифратор,
2-3 – радиостанция,
4 – блок синхронизирующий универсальный БСУ дешифратор,
5 – устройство заряда-разряда,
6 – блок конденсаторов,
7 – электромагнитные двигатели-излучатели, 8 – акселерометры,
9 – коммутатор сигналов с датчиков КСД,
10 – центральный блок управления,
11 – рабочая станция,
12 – дополнительный компьютер.

которые преобразуют импульс тока в импульс силы, передаваемый через плиту излучателя в грунт, возбуждая сейсмический импульс.

Датчики (акселерометры) 8, установленные на излучателях, выдают сигнал, пропорциональный ускорению груза. Сигнал с акселерометров через коммутатор сигналов с датчиков КСД 9 и БСУ дешифратор 4 по радиоканалу с радиостанции 3 на радиостанцию 2 передается на БСУ шифратор 1, откуда поступает в компьютер для отображения зарегистрированных данных в виде графика функции ускорения массы во времени (рис. 8).

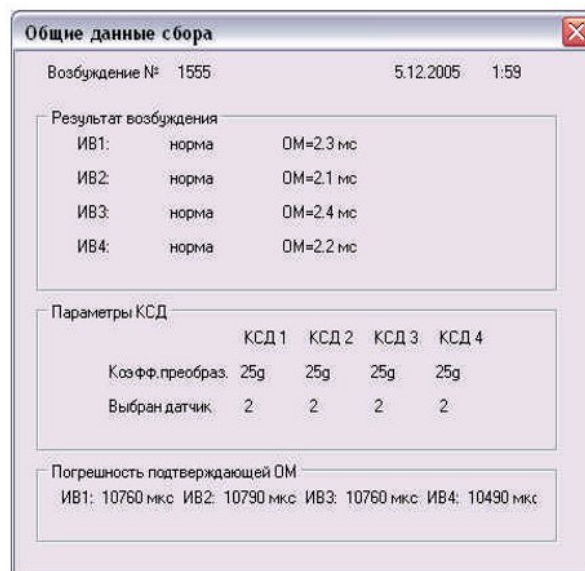
Кроме графического вида, данные контроля синхронизации также представлены и в цифровом виде (рис.9).

Кроме аппаратурных средств, непосредственно обеспечивающих синхронность воздействий группы импульсных



▲ Рис. 8. Графики ускорений массы излучателей по каждому источнику, передаваемые на экран компьютера, а также хранящиеся в памяти БСУ дешифратора.

источников (системы синхронизации SGD-SP, «АКР-ИБ»), опционально, электромагнитные источники «Енисей» могут комплектоваться программным обеспечением контроля качества сейсмических данных многократных накоплений GeoStylus Quality Control (GeoStylus QC), предназначенным для визуального и



▲ Рис.9. Отображение синхронности срабатывания группы источников в цифровом виде на мониторе компьютера.
Система «АКР-ИБ» (ССВ-2Н).

автоматического сравнения характеристик регистрируемых волновых полей однократных воздействий и их редакции в процессе выполнения полевых наблюдений. Сравнение позволяет выявить некоторые особенности работы источников сейсмических колебаний и обнаружить нерегулярные компоненты волнового поля. Постоянный контроль состояния источников и возможность оперативного удаления помех положительно сказывается на качестве получаемых полевых материалов [4].

Использование программы GeoStylus QC повышает эффективность опытных работ по выбору группирования и количества накоплений источников, плановых проверок работоспособности источников, контроля качества сейсмических данных, получаемых в процессе выполнения полевых работ (рис.10).

Программное обеспечение GeoStylus QC устанавливается на компьютер, подключенный по сети к сейсмической станции, и позволяет в режиме on-line

анализировать параметры сейсмических данных. Чтение информации с сейсмической станции не мешает процессам, выполняемым на ней.

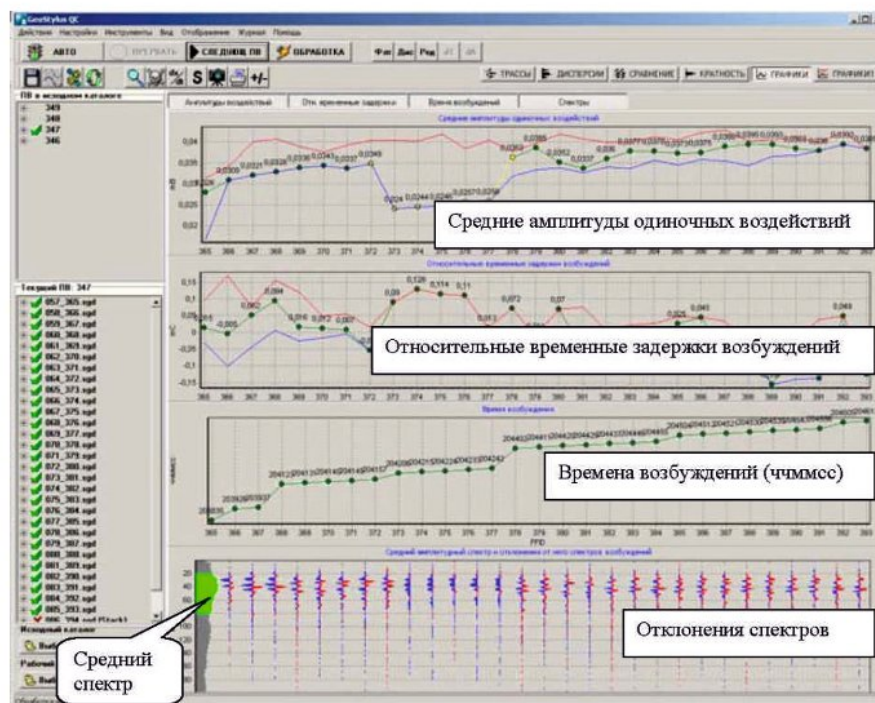
Программа также может работать без подключения к сейсмостанции с данными, полученными ранее.

Таким образом, как показано выше, существует достаточное количество инструментов контроля работы импульсных источников, как оперативных, так и отложенных. Тем не менее, для надежного контроля синхронности группы источников, необходимо периодическое проведение регламентных работ [6] и квалифицированное кадровое обеспечение для оперативного анализа работы источников.

Технология многократных накоплений, применяемая при работе с импульсными источниками, требует повышенного внимания к синхронности воздействий группы возбуждения.

Под синхронностью работы группы импульсных источников сейсмических

► Рис.10. Окно анализа параметров сейсмических данных многократных накоплений GeoStylus QC.



волн понимается временная идентичность запуска силового воздействия плиты излучателя на грунт в пределах допустимой погрешности.

Различают несколько уровней синхронности работы источников:

- синхронность отдельных излучателей в пределах одного источника.
- синхронность отдельных источников в группе.
- общая синхронность системы, включающая, помимо источников, погрешность радиостанций, аппаратуры синхронизации, условий возбуждения и средств измерений этой погрешности.

В пределах одного источника все излучатели работают от одних и тех же цепей электрической схемы, поэтому влияние погрешности времени открытия разрядного тиристора, посредством которого электромагнит подключается к заряженной конденсаторной батарее, будет минимальным. Однако значительную долю погрешности синхронизации в этом случае вносит величина зазора между якорем и индуктором электромагнитных двигателей. В большинстве моделей электромагнитных источников норма величины зазора составляет 5–0,5 мм. Поэтому разброс времени воздействия между излучателями в пределах одного источника может достигать 200 мкс [7], при условии идентичности свойств грунта под излучателями и идентичности их прижима к грунту.

В пределах группы источников каждый источник работает от своей электрической цепи, каждая из которых имеет свой разброс параметров. Здесь на синхронность влияют такие параметры как напряжение заряда, емкость конденсаторов, время срабатывания разрядных

тириستоров, каждый из которых имеет свои погрешности. Эта погрешность экспериментально оценивается [7] в 70 мкс. В группе рассредоточенных источников условия возбуждения (свойства грунта, прижим излучателей к грунту) будут давать погрешность в широком диапазоне, который экспертно можно оценить в 100 мкс

Пренебрегая скоростью распространения радиоволн, которая дает мизерную погрешность, аппаратурную погрешность радиостанций можно оценить в 20 мкс. Погрешность аппаратуры синхронизации составляет от 50 мкс [2, 8].

Средства измерения синхронности воздействия, а именно акселерометры, напрямую не влияют на величину погрешности, однако заметно искажают результат из-за редкого шага квантования сигнала (100 мкс), внося свою долю погрешности 50 мкс [1].

Таким образом, теоретически, погрешность синхронизации группы источников, суммарно может достигать 490 мкс. На практике, из-за поглощения (наложения) мелких погрешностей более крупными, общая погрешность синхронизации группы импульсных электромагнитных источников «Енисей», редко превышает 250 мкс.

Тем не менее, норматив погрешности синхронизации группы источников принят на уровне 500 мкс или 0,5 мс. Для примера, время срабатывания электродетонатора мгновенного (!!!) действия ЭДС-1 составляет 2,5–1 мс или 1000 мкс [9].

Импульсные электромагнитные источники «Енисей», благодаря принципу действия, заложенному в оригинальную конструкцию, обеспечивают точ-

ность синхронизации возбуждений группы источников заметно более высокую, чем источники на других принципах действия или даже взрывные источники. Развитое аппаратное и программное обеспечение управления и слежения за работой электромагнитных источников «Енисей» позволяет контролировать не только работу оборудования возбуждения, но и анализировать параметры получаемых сейсмических данных.

Литература

1. Акселерометр цифровой SGD-AD. Паспорт. ООО «Сибгеофизприбор». Новосибирск, 2005 г.
2. Аппаратура контроля за работой импульсных источников возбуждения «АКР-ИБ». Руководство по эксплуатации. Саратов, ОАО «СКБ сейсмического приборостроения», 2010.
3. Будченко А.А., Ревунов А.Б., Черепанов В.П., Шпильман С.А. Система синхронизации, управления и контроля SGD-SP для электромагнитных импульсных источников сейсмических колебаний. Приборы и системы разведочной геофизики, №2 2005, Саратов, СО ЕАГО.
4. Программа контроля качества полевых сейсмических данных многократных накоплений GeoStylus QC. Руководство пользователя. Красноярск, ООО «Геостайлус» 2007г.
5. Соколов В.Г., Беляев В.Л., Пимштейн И.Г. Аппаратура контроля за работой импульсных источников возбуждения «АКР-ИБ». Приборы и системы разведочной геофизики, №2 2005, Саратов, СО ЕАГО.
6. Состав регламентных работ при эксплуатации электромагнитных импульсных источников ряда «Енисей». Красноярск, ОАО «Енисейгеофизика», 2007 г.
7. Шварков В.Ф. Связь параметров источника возбуждения с синхронностью и идентичностью. Доклад на семинаре «Импульсная невзрывная технология и техническое обеспечение сейсморазведки на нефть и газ в Восточной Сибири». П.Жемчужный, 2007 г.
8. Устройство синхронизации и управления SGD-SP. Паспорт. ООО «Сибгеофизприбор». Новосибирск, 2005 г.
9. Технические и эксплуатационные параметры электродетонатора ЭДС-1. http://www.protol.ru/goods/elektrodetonator_y_dlya_gornorudnoi_promyshlennosti/72/