

О построении многомерных систем сейсмических наблюдений на основе регистраторов семейства POCA® (автономных и телеметрических)



Сагайдачная О.М., Сальников А.С., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н., Вершинин А.В.
ФГУП СНИИГГиМС, г. Новосибирск.

Введение

Значение геофизических и, прежде всего, сейсмических технологий, которые являются информационной базой для изучения различных глубинных уровней земной коры и оценки энергетических ресурсов, в настоящее время трудно переоценить. Современные требования к результатам сейсмических исследований актуализируют развитие высокотехнологичных систем сбора данных с особо большим количеством каналов регистрации, в том числе точечной группой сейсмоприемников, в широком частотном диапазоне (0,1 – 1000 Гц).

В настоящее время телеметрические кабельные системы регистрации данных позволяют выполнить сейсмические работы, в том числе по технологии 3D-3C, с высокой производительностью. Однако применение полевых телеметрических модулей цифровой регистрации (ADC-Unit), соединенных между собой проводами, по которым передаются команды управления и сейсмические данные на центральную станцию, затруднено на особо удаленных и больших площадях, а также в сложных геоморфологических условиях. С превышением площади сейсмических работ (более 200 км² на одну расстановку), значительно возрастает общее количество линий связи и их суммарный вес, и как следствие, усложняется информационно-измерительная система и увеличивается стоимость дистанционной передачи данных [10, 11, 13]. Кроме того, поскольку основной причиной снижения производительности труда с кабельными системами регистрации являются простои, связанные с расстановкой и обслуживанием сейсмических линий связи, то в жестких полевых условиях, например, зимой при отрицательных температурах (до минус 40 °С), кабели довольно часто повреждаются и требуют дорогостоящего технического обслуживания.

Альтернативным решением является использование бескабельной системы сбора сейсмических данных на основе автономных полевых модулей регистрации. Достижения последних лет в микроэлектронике и новые технологии (high-tech) сделали возможным переход к автономным беспроводным системам регистрации без радиосвязи [12, 14]. Отсутствие проводов между полевыми модулями регистрации позволяет проектировать оптимальную систему наблюдений в неблагоприятных геоморфологических условиях, что актуально при решении геолого-геофизических задач в заболоченных и таёжных регионах России. Отметим, что бескабельная сейсмическая аппаратура соответствует повышенным требованиям взрывобезопасного исполнения и, следовательно, её можно применять её в особых условиях (например, в шахтах и/или туннелях для выявления зон геологических нарушений).

Решающей стала возможность обеспечения сейсмических наблюдений в заданных пунктах приёма без предварительной временной привязки с высокой надёжностью, которая определяется и автономностью устройства. Посредством GPS-приёмника можно с погрешностью менее 1 мкс синхронизировать работу любого

количества регистраторов вне зависимости от продолжительности работы. А при использовании в качестве энергонезависимой памяти промышленных flash-карты ёмкостью до 32 Гб практически сняты ограничения на длительность работы, связанной с сохранением больших объёмов данных.

Естественно, есть определённые ограничения и у автономных систем регистрации, к числу основных можно отнести жесткие требования по энергопотреблению. Необходимость обеспечения режима непрерывной записи в течение 10 суток и более предполагает использование на каждый полевой модуль регистрации аккумулятора и даже двух для гарантии надёжной работы или компактных, но достаточно дорогих, литий-ионных батарей. Следовательно, увеличивается общий вес и стоимость системы регистрации и усложняется её обслуживание. В кабельных телеметрических системах стандартный аккумулятор 12 В может обеспечивать до 100 каналов регистрации сейсмических данных в течение нескольких дней.

В настоящей статье рассмотрены характеристики сейсмических наземных пространственно распределённых кабельных и бескабельных систем наблюдений с использованием высокоточных регистраторов семейства POCA®, разработанных на элементной базе нового поколения в институте ФГУП «СНИИГГиМС» [3 - 5, 8, 9]. Функциональные характеристики и технические параметры сейсмических регистраторов POCA® (см. таблица) соответствуют лучшим зарубежным аналогам [15, 16]: ION (Scorpion™, FireFly®), Sercel (428XL); Fairfield (Zland, ZNodal™systems), Refraction Technology, Inc. (Reftek), OYO Geospace Company (GSR™).

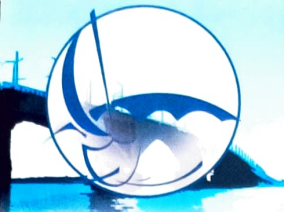
Цифровой канал регистрации сейсмических данных

В современных сейсмических системах регистрации аналого-цифровой преобразователь (АЦП) построен с применением дельта-сигма модулятора. В настоящее время не существует достойной альтернативы данного решения цифрового канала регистрации сравнительно медленных процессов, к которым относятся и сейсмические сигналы. Значение частот тактирования (Fmod) дельта-сигма модуляторов для сейсмических сигналов с верхней частотой до 1000 Гц находится в диапазоне от 64 кГц до 1 МГц.

Для достижения высокого значения МДД цифрового канала регистрации предпочтительно применять дельта-сигма модулятор высокого порядка. Обеспечение требуемого уровня МДД предполагает снижение эффекта наложения спектров, обусловленного дискретизацией сигнала. Для подавления помех наложения используется антиалиасинговый фильтр, порядок которого тем ниже, чем выше отношение Fmod/Fdv, где Fdv – частота дискретизации цифрового потока на выходе АЦП (Fdv = 1/Ткв, Ткв – период квантования данных).

В результате выполнения последовательности ряда вычислений на выходе цифрового фильтра возрастает разрядность выходных данных, с которыми можно поступить следующим

«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»: ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»: ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

№ п/п	параметр	РОСА	РОСА-А
1			
2	количество каналов в поле-вом модуле		4
3	аналого-цифровой преобразователь	24 - бит	
4	мгновенный динамический диапазон, дБ		более 120
5	коэффициент усиления, дБ		
6	общий динамический диапа-зон, дБ		более 146
7	полосовая частота, МГц	0,125; 0,45; 0,8; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0	
8	частотный диапазон, дБ		0 – 3200
9	система навигации (GPS-приемник)	GPS-приемник (1 ppm)	GPS-приемник (1 ppm) + встроенный генератор (погрешность частоты - 10 ⁻³)
10	подавление синфазной поме-хи, дБ		более 120
11	коэффициент взаимного влияния, дБ		менее минус 120
12	Козффициент нелинейных искажений		менее 0,0005%
13	уровень шума, RMS		менее 0,16 μ V (при усилении 36 дБ)
14	режим записи	в реальном времени	по программируемому расписанию
15	формат данных	по протоколу скорости передачи по одному каналу связи (6 Мбит/с)	USB, RS-485, SD, Ethernet (RAW, UDP)
16	способ хранения данных	на центральной стан-ции	в полевом модуле: flash – память, SD (до 32 GB)
17	число каналов регистрации	до 32 (до 6024 на один или многопрофиль)	
18	возможность контроля си-стемы регистрации	мониторинг в реальном времени на дейстующей расстановке	- индикация режимов работы регистратора в реальном времени; - документировани-ем результатов во встроен-ной Flash-памяти; - в реаль-ном времени по Ethernet
19	максимальная длительность регистрации (отсчетов на один канал)	32767	10 ⁹ (запись в память) не ограничено (по Ethernet)
20	продолжительность авто-номной работы	-	более 10 суток
21	потребляемая мощность в рабочем режиме (на канал)	менее 0,25 Вт	
22	способ питания	аккумулятор 12 В на 60 каналов (шаг 50 м)	аккумулятор 12 В на модуль
23		1,3 кг	0,5 кг
24	габариты регистратора, мм х мм х мм	200х98х75	245х98х90
25			от – 40 до +60°C
26	исполнение	IP67, допустимо погружение в воду	

образом: взять округленный результат, например, 24 разряда или использовать все полученные 32 разряда (возможно и больше). Далее важно оценить количество действующих разрядов на выходе цифрового канала регистрации данные с используем принятых методик, основанных на теоретических расчетах или на измерениях шума на эквиваленте геофона и порога ограничения АЦП. Поскольку существует возможность бесконечно увеличивать выходную разрядность цифрового фильтра, но количество действующих разрядов будет ограничиваться объективными причинами, со временем асимптотически приближаясь к теоретическому пре-

делу. Степень приближения, прежде всего, определяется уровнем элементной базы. Тем не менее, важно ответить на вопрос, как структура построения канала измерения влияет на уровень шумов?

Если рассмотреть спектральную плотность мощности битового потока данных значительной длительности, то в спектре можно выделить полезный сигнал и шумы АЦП. В полезный сигнал будем включать микросейсмы и составляющую волнового поля, которая является откликом среды на воздействие источника упругих колебаний. Решением о выборе частоты квантования автоматически определяем и диапазон частот

регистрации полезного сигнала, которая и интересует в данном эксперименте. Шумы АЦП, состоящие из тепловых шумов элементов канала регистрации (белый шум), специфических шумов дельта-сигма модулятора, имеют тенденцию увеличения с ростом частоты. Крутизна нарастания специфических шумов пропорциональна порядку дельта-сигма модулятора, а положение на оси частот пропорционально частоте работы дельта-сигма модулятора.

Несколько подробнее рассмотрим влияние фильтрации на результирующие шумы канала регистрации сейсмических данных. Каждый цифровой фильтр имеет АЧХ с определенным периодом по частоте. Основная полоса пропускания цифрового фильтра расположена в низкочастотной области. Сигнал, попадающий в дополнительные, более высокочастотные области, отображается в основную полосу частот. Это явление называется эффектом наложения. Для борьбы с ним используется антиалийсинговый фильтр, который призван ограничить проникновение ложных сигналов из области паразитных подъемов АЧХ.

Первое звено цифровой фильтрации обычно имеет не особо выдающиеся характеристики по избирательности, и оно должно обеспечить первую децимацию отсчетов с частоты дельта-сигма модуляции на более низкую для того, чтобы упростить требования к скорострельности вычислителей последующих фильтров. Высокочастотные составляющие входного сигнала ослабляются аналоговым антиалийсинговым фильтром, но существует еще одна часть, на которую этот фильтр влияния не оказывает. Это специфические шумы самого дельта модулятора. Эти шумы были измерены для CS5372 в станции РОСА (рисунок 1) и проявляются как подъем спектральных составляющих на частотах выше 1 кГц. Производитель данных микросхем уточняет, что они оптимизированы до частот квантования 2 кГц, полоса сигналов, вычисленных по теореме Котельникова, ограничивается 1 кГц, выше которой начинается нарастание шума (не теплового шума модулятора). Эти шумы поднимаются вплоть до 0,5 частоты модуляции (128 кГц). Следы этих шумов остаются в сигнале после первой децимации, хоть и в ослабленном виде, если они не были

отфильтрованы на первой стадии фильтрации. Действителен только один способ фильтрации, который полностью снимает влияние всех шумов – это фильтрация за один шаг, как это сделано в фильтре цифрового канала РОСА®. КИХ-фильтр на 120000 отсчетов выполняет фильтрацию за один проход. Такой фильтр имеет одну операцию децимации на конечной стадии. А в полосе частот от 1 кГц до 255 кГц ослабление фильтра составляет не менее 120 дБ. Нормализованные амплитудно-частотные характеристики КИХ-фильтра цифрового канала РОСА® приведены на рисунке 1. Полученные значения МДД превышают 140 дБ на периоде квантования 16 мс, 130 дБ (2 мс), 125 дБ (1 мс), 110 дБ (0,25 мс).

Получили хороший канал цифровой регистрации, однако остается важный вопрос из практики выполнения работ с сейсмическими станциями, почему качество полученного материала с 24 разрядами порой не отличается от результатов при регистрации станцией с 16 разрядами? Все предыдущие замечания не касались условий наблюдения, а именно не учитывались микросейсм. Микросейсм это такой шум, в котором маскируются шумы аппаратуры, и соотношение сигнал/помеха в точке наблюдения определяется их уровнем. Действительно уровень микросейсм в тихую зимнюю ночь вдали от поселений в квантах в сотни раз превышают аппаратурные шумы (единицы квантов). Таким образом, если бы аппаратурные шумы возросли в 100 раз (7 двоичных разрядов!), то они все равно меньше уровня микросейсм. Для данных условий измерения, когда коэффициент усиления составлял 16, достаточно было использовать 17 разрядное АЦП (16+знак). При малом количестве действующих разрядов требуется обеспечивать, переключая коэффициенты усиления, уровень микросейсм, когда аппаратурные шумы начинают маскироваться акустическими.

Имея качественный канал, можно отказаться от переключения коэффициентов усиления и от группирования геофонов, в том числе точечного [6, 16]. Высокоточный цифровой канал регистрации является важнейшей составляющей эффективной технологии сейсмических работ. Дальнейшее повышение разрядности (свыше 24

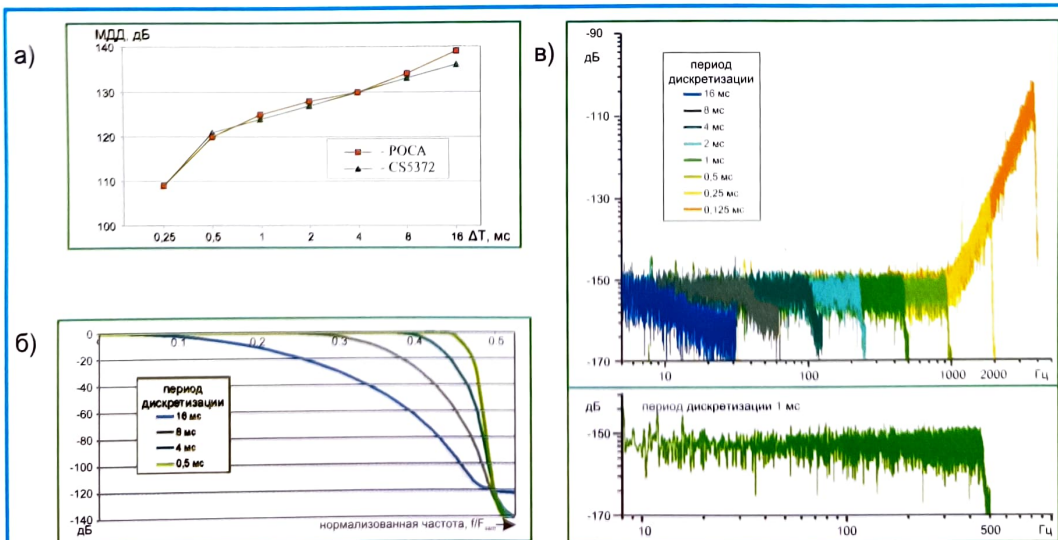


Рис. 1. Характеристики цифрового канала регистрации РОСА®: а) мгновенный динамический диапазон (МДД) измеренный (РОСА) и теоретический (дельта-сигма модулятор CS5372); б) нормализованная амплитудно-частотная характеристика; в) амплитудно-частотные характеристики шумов (на эквиваленте геофона 510 Ом).

«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»: ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

разрядов) будет экономически оправданным только при уменьшении уровня микросейсмов, что возможно, по-видимому, только с заглублением сейсмоприемников.

Сейсмическая телеметрическая система РОСА®

Телеметрическая станция РОСА с высокоскоростным каналом передачи данных в реальном времени это аппаратно-программный комплекс, объединяющий полевые модули регистрации (4-х каналные ADC-Unit), сетевые элементы иерархической структуры сбора данных (HUB-Unit), систему распределенного питания (Power-Battery), кабельное хозяйство (рисунок 2).

Сетевая телеметрия системы РОСА позволяет построить пространственно распределенную систему наблюдений различной конфигурации, обеспечивая многоканальную (свыше десяти тысяч рабочих каналов) регистрацию и защищенную передачу в реальном времени цифровых потоков (команд управления и сейсмических данных) со скоростью до 16 Мб/с по одной линии связи.

Уровень исполнения полевых модулей системы регистрации и сбора сейсмических данных соответствует современным требованиям, предъявляемым к аппаратуре аналогичного класса. Регистраторы РОСА построены с возможностью подключения многокомпонентного датчика, выполнены на микросхемах с защитой от высоких напряжений. Корпус полевого модуля РОСА выполнен из особо прочного алюминиевого сплава с использованием водонепроницаемых разъемов в соответствии с требованием IP67, допускающим погружение в воду. Вес регистратора составляет не более 1,3 кг, что делает транспортировку и обслуживание их удобным.

Центром станций РОСА является PC-совместимый компьютер под управлением операционной системы MS Windows. Интерфейс системы РОСА является дружелюбным (привычным), обеспечивает быструю установку и прямой доступ ко всем параметрам съёмки. Время настройки системы на режим регистрации данных составляет 64 мс.

Дистанционный оперативный контроль метрологических параметров полевого оборудования станции выполняется с использованием встроенных средств регистратора (генератора гармонических синфазных и паразитных сигналов, генератора белого шума нормированной мощности и т.п.). Локализация неисправностей регистрирующей расстановки выполняется при тестировании технических параметров каналов передачи данных. Собранная статистика позволяет определить место нестабильной работы устройств с точностью до фрагмента линии связи с указанием на два гра-

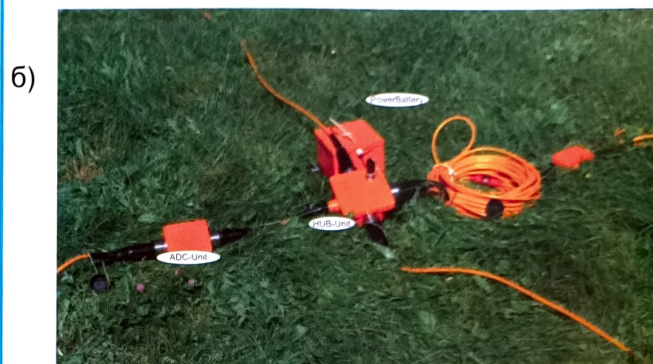
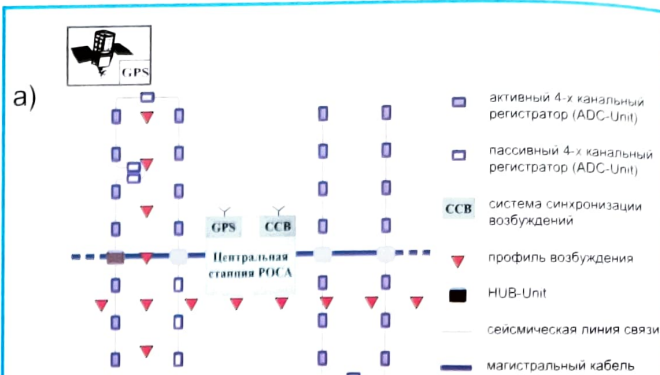


Рис. 2. Сейсмическая телеметрическая система РОСА: а) схема площадной системы наблюдения; б) элементы полевого оборудования (4-х каналный регистратор ADC-Unit, сетевой модуль HUB-Unit, аккумулятор Power-Battery); в) полевой модуль регистрации на профиле (Краснодарский край, 2010).

ничных модуля и оперативно выполнить соответствующую замену.

Важной отличительной характеристикой телеметрической системы РОСА является работа в ведомом, ведомом и пассивном режимах с синхронизацией по спутниковым сигналам точного времени всей расстановки. В режиме «ведомый» осуществляется приём сигналов внешнего запуска, что позволяет организовать работу телеметрической станции РОСА совместно с другой сейсмической регистрирующей системой (отечественной и импортной).

Бескабельная система на базе автономных регистраторов РОСА-А

Автономная станция РОСА-А (рисунок 3)

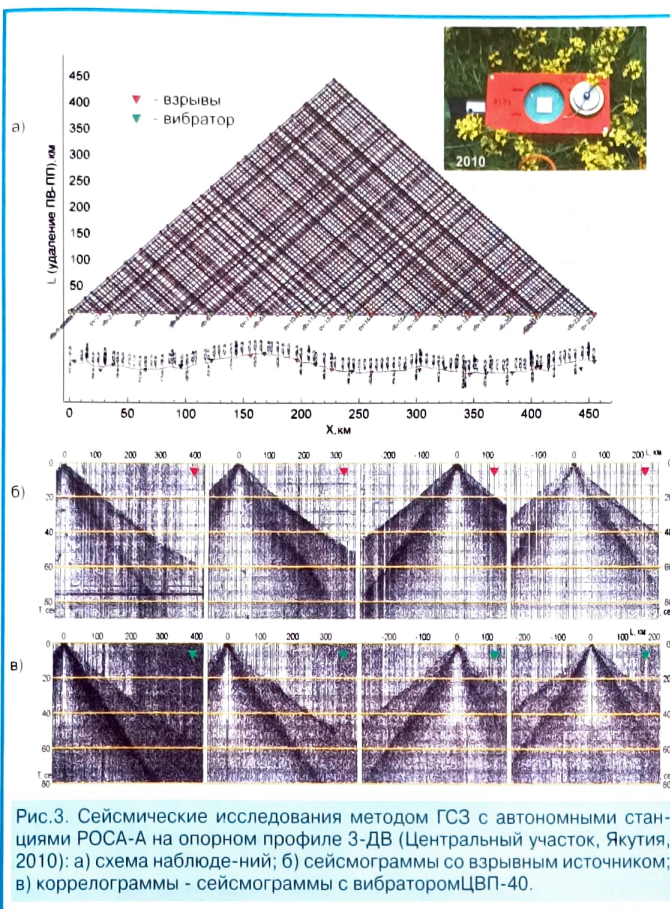


Рис.3. Сейсмические исследования методом ГСЗ с автономными станциями POCA-A на опорном профиле 3-ДВ (Центральный участок, Якутия, 2010): а) схема наблюдений; б) сейсмограммы со взрывным источником; в) коррелограммы - сейсмограммы с вибратором ЦВП-40.

предназначена для выполнения сейсмических измерений, в том числе длительных, превышающих 10 суток, в заданных пунктах приема по программируемому расписанию с сейсмическими источниками различного типа возбуждения упругих колебаний (взрывными, импульсными, вибрационными).

Система синхронизации времени, реализованная в регистраторах POCA-A, включает GPS-приёмник, прецизионный тактовый генератор и систему автоподстройки. Использование GPS-приёмников позволяет получить точность синхронизации не хуже $\pm 1 \text{ мкс}$. При отсутствии устойчивого приема спутниковых сигналов GPS термостатированный генератор позволяет длительное время работать в автономном режиме с погрешностью менее $\pm 1 \text{ мс/сутки}$.

Для записи сейсмических данных используется твердотельная flash-память объемом до 32 Гб. Предусмотрена возможность использования современных съемных накопителей SD-карт в промышленном исполнении, которые можно менять в полевых условиях для считывания без нарушения герметизации устройства. Операция с механическим снятием накопителя позволяет значительно

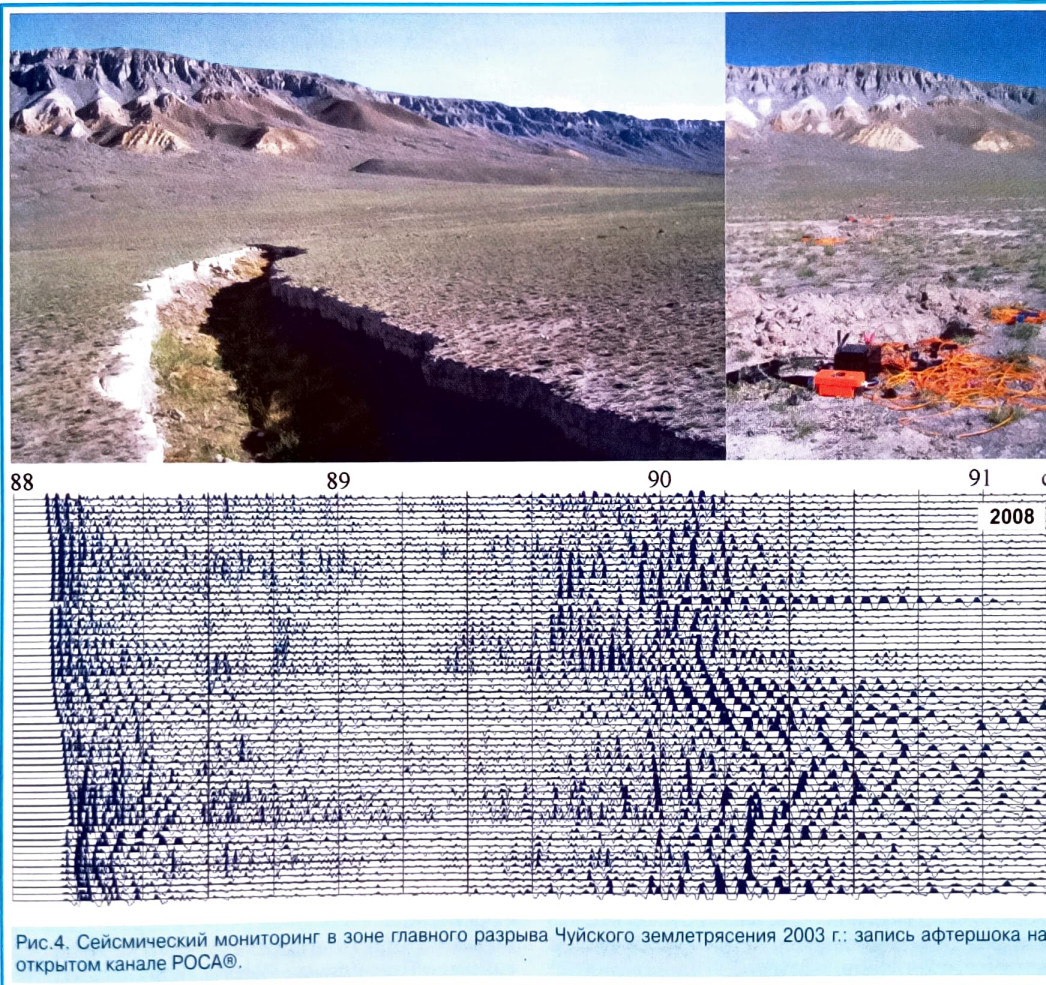
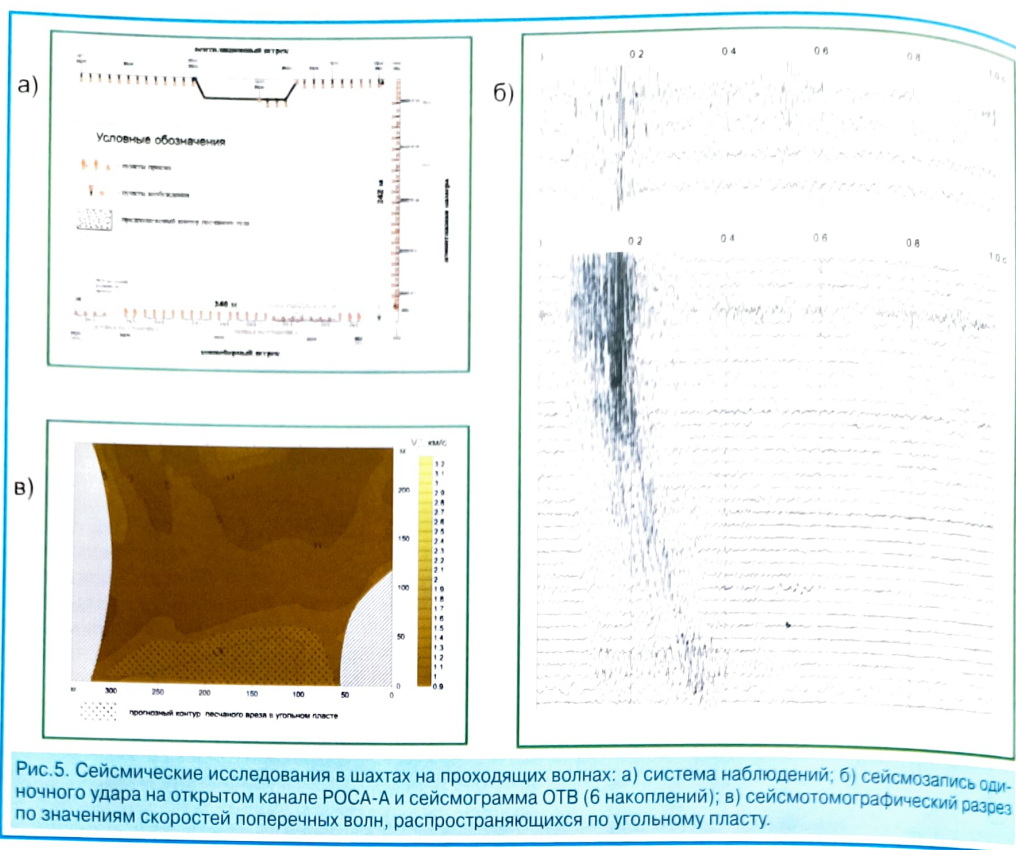


Рис.4. Сейсмический мониторинг в зоне главного разрыва Чуйского землетрясения 2003 г.: запись афтершока на открытом канале POCA®.

«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»: ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



упростить и ускорить процедуру считывания данных до нескольких секунд. Кроме того, при выполнении длительных сеансов в режиме сейсмического и сейсмологического мониторинга можно организовать считывание информации в реальном времени по Ethernet - каналу.

Отличительными характеристиками бескабельной системы с автономными регистраторами РОСА-А является возможность формирования системы наблюдений из практически неограниченного количества пунктов приёма и свободный режим работы с сейсмическими источниками. Временная привязка сейсмических записей осуществляется на этапе обработки. Такая организация регистрации и сбора данных позволяет исключить радиоканал синхронизации и телеметрическую систему управления сбора и передачи цифровой информации.

Сейсмические исследования с автономными регистраторами

Глубинные исследования методом сейсмического зондирования (ГСЗ) на удалениях до 400 км проводились с автономными станциями РОСА-А в период 2006-2010 гг. на геотраверсах, расположенных на северо-востоке (2-ДВ, 2-ДВ-А) и востоке (3-ДВ) России [7]. Работы проводились с источниками возбуждения упругих колебаний взрывного (распределенный взрыв в водоёмах) и невзрывного (электромеханический центробежный дебалансный вибратор ЦВП-40, производство ГС СО РАН). Данные работы показали, что технология глубинных сейсмических исследований с использованием системы наблюдений с многократными перекрытиями на базе автономных станций является эффективной и экономически выгодной (рисунок 3). Отметим, что наземная бескабельная сейсмическая система наблюдений с автономными станциями РОСА-А обеспечивает регистрацию информации по программируемому расписанию без радиоканала и телеметрической системы управления.

Кроме того были проведены сейсмические работы методом ГСЗ в варианте «суша - море», увязывающие морские опорные профили 2-ДВ-М и 5-АР и сухопутный 2-ДВ (Магаданская обл., Чукотский АО). Возбуждение осуществлялось ФГУНПП «Севморгео» на акваториях Охотского (2006 г.) и Восточно-Сибирского (2008 г.) морей с применением морских пневмоизлучателей СИН-6М (объём 100 - 80 л).

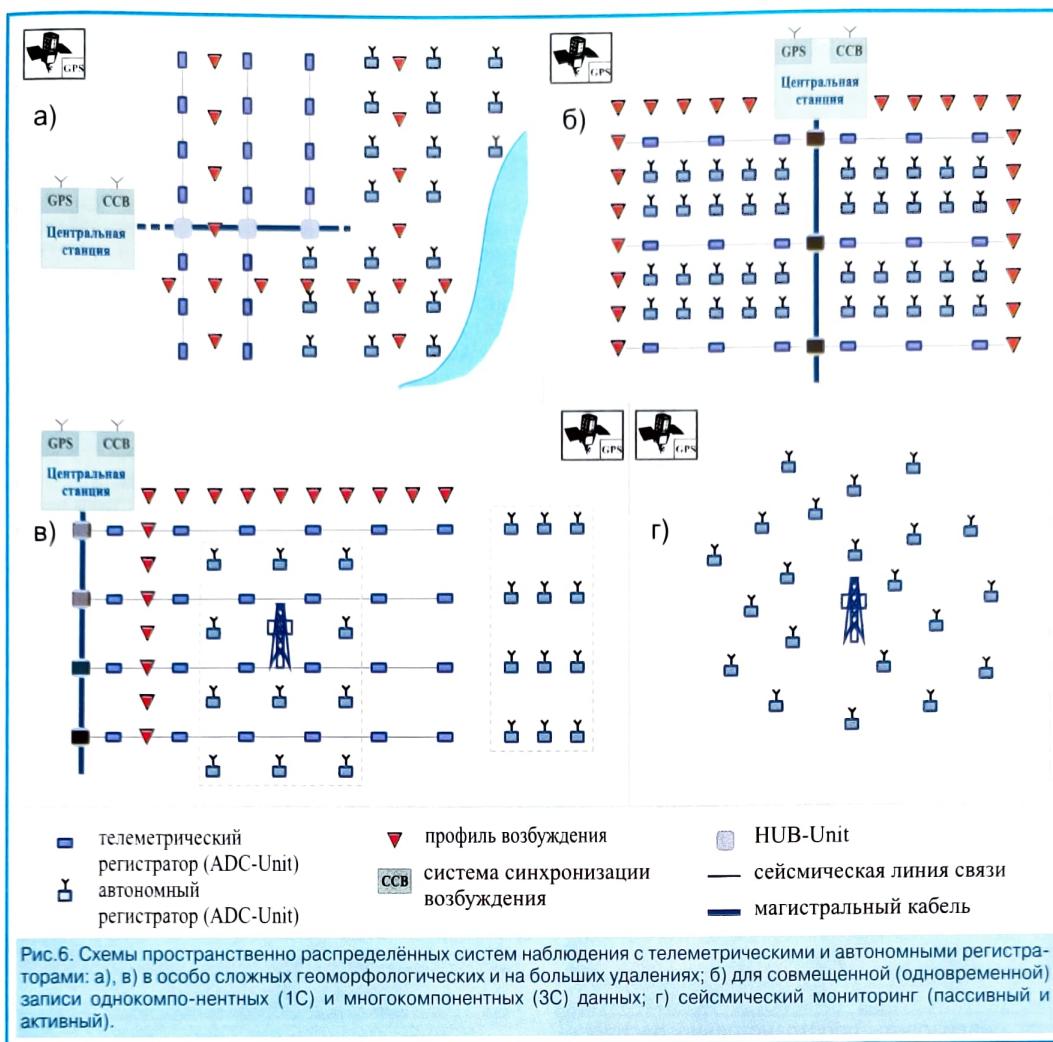
Автономные регистраторы были запрограммированы на режим непрерывной записи с частотой дискретизации 8 мс. В качестве датчиков использовались сейсмоприёмники СВ-5, объединённые в точечную группу из 8 штук. На удалениях до 250 с 300 км получены сейсмические записи с высоким отношением сигнал/помеха, которое достаточно для выполнения специальной обработки и интерпретации волновых полей [7, 15].

Сейсмический мониторинг по методике пассивных наблюдений на нефтяных месторождениях проводится для оптимизации условий максимально полного извлечения нефти при минимизации эксплуатационных затрат. В зимний сезон 2008 г. на нефтяном месторождении (Ханты-Мансийский АО) по методике пассивных наблюдений проведены работы (Югорский НИИ информационных технологий) с использованием автономных станций РОСА-А и Reftek (США) [2]. Обработка записей микросейсмических шумов во время перфорации (до воздействия на пласт гидравлическим давлением и во время воздействия) обеспечила определение зоны разуплотнения геологической среды, что позволило оптимизировать разработку нефтяной залежи.

Сейсмические исследования по методике пассивных наблюдений в эпицентральной зоне разрушительного Чуйского землетрясения 2003 г. проводились в период 2004 - 2010 гг. совместно с ИНГГ СО РАН в соответствии с научной программой Президиума РАН № 16 по проекту 16.3



«ВСТРЕЧИ НА ВОЛГЕ»: ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



«Динамика деформационных процессов в сейсмоактивных регионах Центральной Азии и в очаговых зонах крупных землетрясений». Экспериментальные работы в трещиноватой зоне были проведены с использованием малоапертурных расстановок на базе телеметрических и автономных регистраторов семейства РОСА в широком диапазоне частот [1]. Показано, что сейсмическая активность территории в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 2003 г продуцируется не только афтершоковым процессом (рисунок 4), но и более слабыми событиями, эпицентры которых сосредоточены непосредственно на площади развития визуально наблюдаемых разрушений.

Детальные исследования по сейсмическому «просвечиванию» угольных пластов проведены в шахтах Кузбасса ОАО НЦ ВостНИИ (г. Кемерово) в период 2008–2010 гг. с целью обнаружения зон геологических нарушений в угольных пластах. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью снизить значительные издержки, которые имеет добывающее предприятие (шахта) при «внезапном» (в процессе угледобычи) обнаружении такого рода нарушений, и исключить катастрофические выбросы газа.

Важнейшим условием использования бескабельной системы сбора и регистрации сейсмических данных с автономными регистраторами РОСА-А в шахтах является обеспечение высокоточной синхронизации времени при отсутствии спутниковых сигналов. Полевая методика работ включала систему многократных перекрытий на проходящих волнах, при которой возбуждение

сейсмических колебаний осуществлялось с использованием импульсного источника (ударного типа) из параллельного (конвейерного) штрека [6]. Реализация такой схемы работ с автономными регистраторами обладает важным преимуществом: отсутствие проводных линий между пунктом возбуждения и пунктом приёма, находящихся в разных штреках.

Динамический диапазон сейсмического канала станции и система временной привязки позволили получить качественный материал на частоте дискретизации 0,5 мс (). По полученным материалам выполнена идентификация зарегистрированных волн и построены системы годографов. Сейсмотомографическая обработка на проходящих среде волн послужила основой детального восстановления особенностей скоростного строения угольного пласта и углевещающих пород, в результате были определены особенности структуры угольного пласта и границы его размыва (рисунок 5).

Таким образом, данные работы показали, что бескабельная сейсмическая система РОСА-А позволяет провести детальные инженерно-геофизические исследования в шахтах с минимизацией рисков по охране труда в условиях неустойчивого приёма спутниковых сигналов.

Варианты систем наблюдений на основе комплексирования автономных и телеметрических регистраторов

Использование наземных бескабельных систем регистрации сейсмических данных наряду с телеметрическими проводными станциями традиционной архитектуры обеспечивает

дополнительные технологические возможности проведения сейсмических исследований.

Одним из перспективных направлений комплексного применения бескабельных и кабельных систем является возможность одновременной (совмещенной) регистрации на нескольких расстановках (базах наблюдения) для решения следующих задач (рисунк 6):

- локальное увеличение кратности наблюдения на площади, например, около скважины, и/или для детального изучения верхней части разреза;
- организация одновременной записи однокомпонентных (1С) и многокомпонентных (3С) данных с использованием различного типа датчиков (аналоговых и/или цифровых);
- обеспечение сейсмических работ в особо сложных геоморфологических условиях, например на заболоченных участках, или на больших удалениях;
- выполнение сейсмического мониторинга (активного и пассивного), обеспечение организации непрерывной записи микросейсмического процесса (пассивный сейсмический мониторинг).

Проведение сейсмического (активного и пассивного) мониторинга (4D) на этапе разведки, доразведки и/или эксплуатации нефтяных месторождений с использованием бескабельной системы на основе автономных регистраторов является экономически целесообразным. Бескабельная система обеспечивает практически абсолютную гибкость по требованию о расстояниях между пунктами наблюдения, распределённых с переменной плотностью по площади исследований, при этом исключается неработоспособность сети сбора из-за неисправности одного полевого элемента (регистратора).

Телеметрические и автономные сейсмические регистраторы семейства РОСА® позволяют реализовать пространственно распределённые кабельные и бескабельные системы наблюдений с источниками упругих колебаний различного типа возбуждения (взрывного, импульсного, вибрационного).

Эффективность сейсмических работ различной размерности (2D, 3D, 4D), в том числе при выполнении многокомпонентных наблюдений (3С), можно повысить посредством комплексирования бескабельной системы на базе автономных регистраторов РОСА-А с экономичным использованием проводной телеметрической станции РОСА (сбор данных в реальном времени), имеющих единый цифровой канал регистрации.

Публикации

1. Куликов В.А., Сагайдачная О.М., Дунаева К.А., Нефедкина Т.В., Сальников С.А., Хогоев Е.А. [2008]. Технология и результаты исследований сейсмического шума в зоне главного разрыва разрушительного Чуйского землетрясения 2003 года // Приборы и системы разведочной геофизики, №2.
2. Сагайдачная О.М., Сальников А.С., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. [2008]. Бескабельная система регистрации РОСА-А – техническая основа активного и пассивного сейсмического мониторинга // 5-я международная выставка «НЕДРА-2008», тезисы научно-технической конференции «Технико-технологическое обеспечение геологоразведочных работ. Проблемы и перспективы», 1-4 апреля 2008 г., Москва, Официальный каталог ВВЦ.

3. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С., Шмыков А.Н. [2007]. Сейсмическая система сбора данных на основе регистраторов семейства РОСА // Разведка и охрана недр, №8.
4. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н., Щегольков А.В. [2005]. Многоканальная телеметрическая система сбора сейсмических данных // Патент №2244945 (RU), приоритет от 01.08.2003 опублик. 20.01.2005. Бюл. №2.
5. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С., Шмыков А.Н., Щегольков А.В. [2008]. Автономный регистратор сейсмических сигналов // Патент №2331087 (RU), приоритет от 09.01.2007, опублик. 10.08.2008. Бюл. №22.
6. Сагайдачная О.М., Сальников А.С., Вершинин А.В., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. [2010]. Базовые характеристики сейсмического канала регистрации слабых сигналов (на примере автономной станции РОСА-А) // Приборы и системы разведочной геофизики, №3.
7. Сальников А.С., Сагайдачная О.М., Липилин А.В., Сулейманов А.К., Соловьев В.М., Рослов Ю.В. [2009]. Полевые сейсмические работы на опорных профилях северо-востока России // Приборы и системы разведочной геофизики, №2.
8. Шмыков А.Н., Сагайдачный А.В., Сагайдачная О.М., Щегольков А.В. [2003]. Устройство фазовой автоподстройки тактовой частоты аналого-цифровых преобразователей в многоканальных системах сбора сейсмических данных // Патент №2207719 (RU), приоритет от 28.05.2002, опублик. 27.06.2003. Бюл. №18.
9. Шмыков А.Н., Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С. [2009]. Автономный регистратор сейсмических сигналов и устройство автоматической настройки и коррекции тактовой частоты автономного регистратора сейсмических сигналов // Патент №2366981 (RU), приоритет от 08.04.2008, опублик. 10.09.2009. Бюл. №25.
10. Flavell Smith J. [2006]. How a new cableless land seismic survey acquisition system was born // FIRST BREAK, February 2006, v 24.
11. Heath B. [2008]. Land seismic: the move towards the mega-channel // FIRST BREAK - An EAGE Publication, February 2008, v 26.
12. Heath B. [2010]. Weighing the role of cableless and cable-based systems in the future of land seismic acquisition // FIRST BREAK - An EAGE Publication, June 2010, v 28.
13. Mougnot D. [2010]. Land cableless systems: use and misuse // FIRST BREAK - An EAGE Publication, February 2010, v 28.
14. Peebler B., Friedemann C. [2006]. From PC to iPod, How Step-Change Drives Land Seismic // Oil & Gas Eurasia, 3.
15. Sagaidachnaya O.M., Sagaidachny A.V., Sainikov A.S., Shmykov A.N., Shegolkov A.V. [2007]. A Distributed Data Recording System as a Basis for Modern Seismic Research Technologies // 69th EAGE Conference & Exhibition, London, Abstracts P187.
16. Sagaidachnaya O.M., Sainikov A.S., Vershinin A.V., Sagaidachny A.V., Shmykov A.N. [2010]. Seismic Channel Basic Characteristics for Weak Signal Registration by Point Group of Geophones // 72th EAGE Conference & Exhibition, Barcelona, Abstracts P292.