

Телеметрическая электроразведочная станция "ТЭС-24" и ее использование при решении задач прикладной геофизики

Мокроусов В.А., ООО "Специальные геофизические системы", г. Саратов, Россия
Кузин В.А., ОАО "Саратовнефтегеофизика", г. Саратов, Россия

Электроразведочная станция "ТЭС-24" была создана в конце 90-х годов коллективом разработчиков СКБ СП, г. Саратов [1,2,3]. Станция по своему построению является телеметрической (ТМ), т.е. в отличие от станций с линейным разделением каналов, информация с датчиков поля поступает на выносные электроразведочные блоки сбора данных (БСД-Э), оцифровывается в них, а затем по общему кабелю (телеметрическому каналу) в цифровом виде передается в бортовой комплекс. Телеметрический канал (ТК) обеспечивает также возможность дистанционного управления режимом работы и параметрами БСД, возможность синхронной регистрации параметров измеряемого поля при различных расстановках датчиков и систем возбуждения.

Зарубежным прообразом разрабатываемой станции можно назвать систему TEAMEX-90 (Германия). В России на тот момент полностью телеметрических электроразведочных систем еще не было. Некоторые существовавшие электроразведочные станции имели телеметрический канал, но предполагали передачу по нему уже собранной измерителем с линейным разделением каналов аналоговой информации с 6-ти 10-ти выносных усилителей.

Станция создавалась на базе сейсморазведочной телеметрической системы "Прогресс-Т", и с самого начала ее проектирования она задумывалась, как система, обеспечивающая возможность комплексирования методов сейсмо- и электроразведки на этапе полевых наблюдений. В тот период достаточно интенсивно в этом направлении проводились исследования в НВ НИИГТ, г. Саратов, поэтому исходные данные для проектирования ТЭС-24 были согласованы с этой организацией. В дальнейшем интерес к этой

станции проявила организация ОАО "Саратовнефтегеофизика", она же в 1996 г. стала первым ее заказчиком.

Основное назначение ТЭС-24 - выполнение наземных поисково-разведочных работ при решении задач нефтяной и газовой разведки. В то же время станция в малокабельном варианте оказалась удобным инструментом для физического лабораторного и натурного моделирования и исследования процессов становления поля, например, при создании магнитоимпульсных дефектоскопов скважинных приборов, испытаниях датчиков магнитного поля dV/dt и др.

Состав станции:

- Наземный комплекс аппаратных средств.
- Бортовой комплекс аппаратных средств.

Комплект программных средств тестирования и управления ТЭС.

Комплект программных средств оперативной обработки и интерпретации результатов полевых измерений.

Наземный комплекс аппаратных средств содержит:

- блоки сбора данных БСД-Э;
- блоки регенерации БРГ;
- секции проводного телеметрического кабеля длиной 55 м и 110 м.

Параметры БСД-Э в сравнении с параметрами сейсморазведочных блоков БСД-С приведены в табл. 1.

Если наземный комплекс станции содержит более 48-ми БСД, то в состав комплекса дополнительно вводятся:

- полевые блоки питания БПТ (блок питания телеметрический);
- полевые источники питания ИПП.

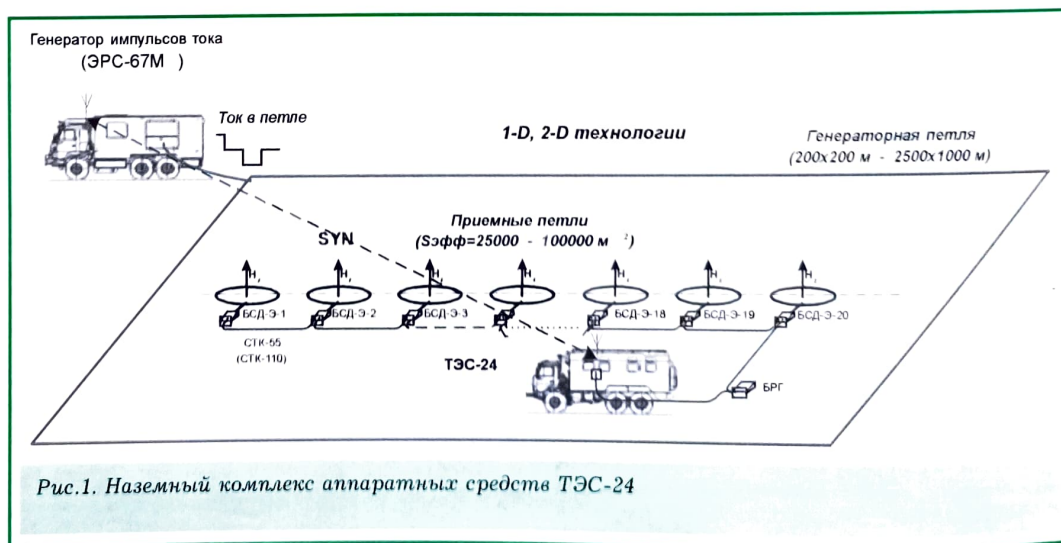


Таблица 1 Технические данные блоков сбора данных наземного комплекса

	БСД-С	БСД-Э
Число каналов	1	1
Тип входа	Трансформаторный	Открытый, дифференциальный
Индуктивность входного трансформатора Гн, не менее	1000	-
Входное сопротивление, МОм, не менее	-	1
Максимальный входной сигнал, мВ	724±7, эфф	±8192, ампл.
Уровень шумов при максимальной чувствительности, мкВ, в полосе частот 0.1 до 320 Гц, приведенных к замкнутому входу усилителя, мкВ эфф., (при температуре окружающей среды (22±5) С), не более	0.25	0.25
Коэффициент усиления предварительного усилителя, Кпу	8, 32, 128	1, 4, 16, 64, 256
Коэффициент усиления усилителя, Ку	-	1, 4, 16, 32
Напряжение смещения нуля, приведенное ко входу, мкВ, не более (при температуре окружающей среды (22±5) С)	0.5	-
Диапазон компенсации смещения нуля, приведенного ко входу, мВ	-	±10 000/ Кпу
Нижняя граничная частота, Гц	3	0.005
Фильтр верхних частот	вкл/ откл	Отсутствует
а) граничные частоты, Гц	а) 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32; б) 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60; в) 64, 68, 72, 76, 80, 84, 88	
б) крутизна среза, дБ/окт	12, 24	
Режекторный фильтр промышленной частоты, Гц	50	49, 49.5, 50, 50.5, 51
а) коэффициент подавления, дБ, не менее (при температуре окружающей среды (22+5) С°)	50	40
б) ширина полосы подавления, Гц		
на уровне минус 3 дБ	10	10
на уровне минус 40 дБ	1	0.25
Режекторный фильтр промышленной частоты, Гц	-	99, 100, 101
а) коэффициент подавления, дБ, не менее (при температуре окружающей среды (22+5) С°)	-	40
б) ширина полосы подавления, Гц		
на уровне минус 3 дБ	10	10
на уровне минус 40 дБ	1	0.5
Фильтр нижних частот:	Тейлора	Бесселя, 8 порядка
а) граничные частоты, Гц	а) 62.5, 125, 250; б) 80, 160, 320	320, 160, 80, 40, 20, 10
б) коэффициент подавления сигнала, не менее	Для f=2fгр, 70 дБ	48 дБ/октаву
Колебательный выброс на переходной характеристике фильтра, %, не более	10	1
Интервал дискретизации регистрируемых сигналов, мс	1, 1.25, 2, 2.5, 4, 5, 8, 10, 16, 20	
Максимальная длина одной записи канала, дискрет	16 000	
Число ступеней МАРУ (при величине ступени 21)	24 (15)	24 (15)
Число разрядов аналого-цифрового преобразования	15 (включая знак)	
Коэффициент нелинейности, %, не более	0.1	
Диапазон температур окружающей среды	от минус 40 С° до плюс 70 С°	
Напряжение питания, В	от 20 до 48	
Потребляемая мощность, мВт, не более	450	700
Масса, кг, не более	4.3	
Габаритные размеры, мм, не более	228x228x125	

При проектировании блока сбора данных БСД-Э было уделено особое внимание обеспечению точности и идентичности параметров аналогового тракта, таких как коэффициент усиления усилителя аналогового сигнала, АЧХ ФНЧ и канала в целом, величина выбросов на переходной характеристике и др.

Бортовой комплекс аппаратных средств в минимальной конфигурации содержит IBM PC совместимую ЭВМ, контроллер телеметрического канала, блок синхронизации с источником возбуждения, блок вторичного электрического питания.

В качестве управляющей ЭВМ используется

либо промышленный компьютер в корпусе для 19" стойки, оснащенный LCD дисплеем, либо встраиваемая или переносная рабочая станция. В ЭВМ установлен блок питания на 24 вольт, что позволяет питать ее непосредственно от аккумуляторных батарей.

Контроллер телеметрического канала (КТК) представляет собой полноразмерную плату, устанавливаемую в свободный ISA слот ЭВМ. КТК обеспечивает задание конфигурации и программное управление блоками наземного комплекса, синхронизацию процесса сбора данных в его каналах сбора данных и приема поступающей информации. Именно КТК

ТЕЛЕМЕТРИЯ В ГЕОФИЗИКЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

определяет интервал дискретизации и длину записи регистрируемой информации. При проектировании контроллера был реализован подход, при котором функционально КТК был разделен на две части: передатчик ТМ-команд и приемник данных из ТМ-канала. Передатчик проектировался как программируемый автомат, позволяющий после задания необходимых установок выдавать в ТМ-канал необходимое количество кадров команд, не занимая канал связи с ЭВМ. Приемник, наоборот, проектировался как устройство, постоянно использующее канал связи с ЭВМ в режиме прямого доступа к памяти (ПДП) для ввода и визуализации в реальном масштабе времени получаемой по ТМ каналу информации. КТК обеспечивает режимы начала регистрации информации:

- по поступлению внешнего синхроимпульса (режим "Ведомый");
- с выдачей синхроимпульса на генератор тока (режим "Ведущий");
- без синхроимпульсов (режим "Наблюдение").

Блок синхронизации обеспечивает синхронную работу генератора зондирующих импульсов тока и регистрирующей станции. Блок обеспечивает дешифрацию команды начала регистрации, поступающей с приемника радиостанции и формирование импульса запуска для КТК. Процедура синхронизации соответствует процедуре, принятой в генераторной установке ЭРС-67М.

Блок вторичного питания обеспечивает преобразование напряжения аккумуляторов (24 В) в напряжение питания телеметрического канала (48 В постоянного тока, выходной мощностью до 50 Вт). Блок питания позволяет обеспечить энергией до 48-ми БСД без применения каких-либо дополнительных источников питания наземного комплекса.

Наиболее комфортные условия работы на станции обеспечиваются при ее размещении на борту автомобиля повышенной проходимости, в КУНГе, оборудованном системой жизнеобеспечения и электропитания. Но при использовании управляющей ЭВМ на базе переносной рабочей станции возможна работа без применения каких-либо транспортных средств. В зависимости от числа каналов суммарный потребляемый ток станции от аккумуляторов составляет 3-4,5 А.

Комплект программных средств тестирования и управления ТЭС, позволяет автоматизировать процессы диагностики аппаратуры, измерения и накопления данных, а также выполнять в полевых условиях как оперативную, так и полную обработку данных.

Недостатком телеметрического принципа построения аппаратуры является увеличение ее стоимости. При этом кратность увеличения стоимости одного канала телеметрической электроразведочной станции оказывается значительно выше стоимости канала телеметрической сейсморазведочной станции. Дело в том, что в сейсморазведке давно стало вполне обычным

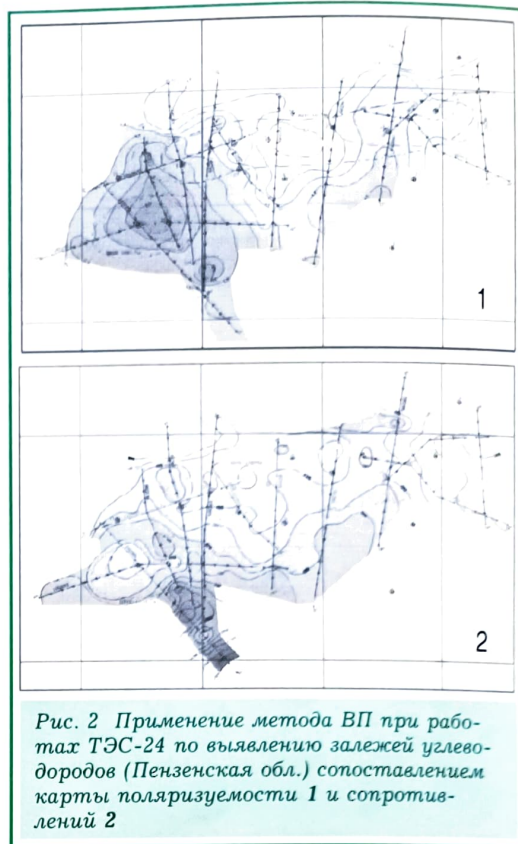


Рис. 2 Применение метода ВП при работах ТЭС-24 по выявлению залежей углеводородов (Пензенская обл.) сопоставлением карты поляризуемости 1 и сопротивлений 2

использование нескольких сотен каналов регистрации информации. В электроразведке, из-за больших размеров приемных петель, большой трудоемкости их развертывания редко используются станции, с числом каналов более 20. Из-за дороговизны пока не получили массового распространения компактные датчики поля dV/dt . Соответственно все производственные затраты делятся на меньшее число каналов и стоимость станции возрастает. Однако телеметрический принцип построения аппаратуры позволил значительно снизить межканальное влияние, что оказалось особенно важным в глубинной электроразведке, когда применяются датчики поля с эффективной площадью до 100 000 м². Данное преимущество особенно актуально при увеличении числа каналов станции. Отсутствие взаимовлияния и более качественные результаты накопления с применением статистических методов позволили использовать менее жесткие параметры фильтрации, как при регистрации, так и при обработке полевых данных. Это в свою очередь существенно повысило разрешенность и прослеживаемость электрических параметров вдоль линии профиля разреза и увеличило интервал исследований до 6-8 км.

В настоящее время разработчики ТЭС-24 опробовали в натурных экспериментах и подготовили к выпуску датчики поля dV/dt на основе аморфного магнитомягкого сплава. Предварительные экономические оценки позволяют надеяться на то, что уменьшение затрат на компенсацию "потрав" сельскохо-

зяйственных угодий и увеличение производительности полевых работ с использованием таких датчиков взамен традиционных приемных петель окупит затраты на их приобретение в течение одного-двух сезонов работы станции. Результаты этих работ совместно с данными первого полевого опробования в производственном режиме предполагается опубликовать в ближайших номерах этого журнала.

Отметим также, что первый образец ТЭС-24 уже около 5-ти лет находится в производственной эксплуатации в ОАО "Саратовнефтегеофизика". В основном станция используется для прогнозной оценки нефтегазоносности выявленных сейсморазведкой перспективных геологических структур. Преимущественно реализуются технологии электроразведки ЗС-ЗП и ВЭЗ-ВП. Объем выполненных за последние три года работ составляет около 625 км профиля ЗС и 770 км профиля ВП.

Комплекс электроразведочных методов ВП и ЗСБ, реализованный с применением аппаратуры ТЭС-24, позволяет решать, в частности, следующие геологические задачи:

- оконтуривания залежей углеводородов по данным метода ВП (при сопоставлении карт поляризуемости и сопротивления),
- поиска рифовых объектов, выделяемых локальными аномалиями на геоэлектрических разрезах удельной электропроводности,
- изучения характера строения подсолевых отложений в бортовой зоне Прикаспия и других регионов,
- выделения разрывных нарушений по резким изменениям параметров и смещению границ.

Поиски залежей углеводородов (УВ) проводились в различных регионах России: Астраханской, Саратовской и Пензенской областях (рис. 2),

Ставропольском крае, республике Татарстан.

Геоэлектрические разрезы названных регионов отличаются как литологическими составами и мощностями геологических слоев, слагающих осадочные толщи, так и уровнями их сопротивления и поляризуемости. Заказчиками работ выступали "Газпром", "Лукойл", "Сиданко" и другие компании. Используя в качестве эталонных данные по Михайловскому, Таловскому, Петровско-Благодарненскому, Бешкульскому и др. месторождениям, а также по ряду "пустых" объектов, с учетом данных электромагнитной разведки были даны положительные прогнозы нефтегазоносности Голубинской структуры (Ставропольский край), Стрепетовской, Карякинской и Тепловской структур (Саратовская обл.) и ряда других. Отрицательный прогноз, подтвержденный бурением на Полевой, Антустинской, Приозерской, Ханевской и др. площадях.

Решение задачи поиска месторождений в рифовых телах приобрело в настоящее время большую актуальность. Примеры их поиска с помощью ТЭС-24, как в самих рифах, так и в структурах обликания для условий Саратовской области (сходные условия возможны и в других регионах) приведены на рис. 3.

По данным ВП такие месторождения характеризуются чаще всего аномалиями повышенных значений поляризуемости, хотя иногда аномалии (возможно, из-за малых размеров месторождения и достаточно "крепких" покрышек) практически отсутствуют. По данным ЗС - характерными признаками рифа являются зоны повышенного сопротивления в пределах месторождения и кольцевые зоны пониженного сопротивления (повышенной проводимости) вокруг него, а также проводящие зоны в подстилающих породах. Иногда отмечаются

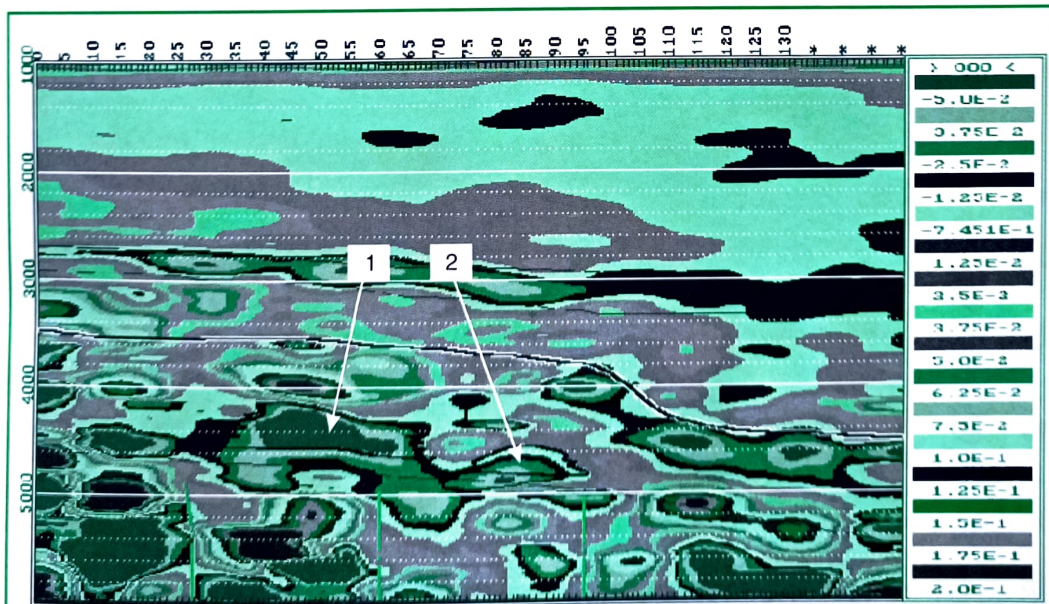


Рис. 3 Применение метода ЗСБ с использованием ТЭС-24 при поисках рифовых объектов 1,2 на Ровненском участке Саратовской обл.

Окончание см. стр. 30



Компания "СИ Технолоджи" приглашает
для руководителей и специалистов

**"Новые возможности для геофизических
зон с использованием телеметрических систем"**

29 сентября - 1 октября 2003 г., от

MARSH LINE

На презентации будут представлены новые цифровые телеметрические системы.
Область применения - проведение сейсморазведочных исследований на

**исследование глубоководных
зон (буксируемая коса)**

**исследования мелководных
зон (донная коса)**



г к участию в презентации-встрече
в в области сейсморазведки
исследований природных переходных
ских систем семейства XZone[®] ”
ль “Надежда”*****, Геленджик

сейсморазведка в переходных
зонах (“суша-море”)



еские системы для сейсморазведки (семейство XZone[®]).
оре, мелководье, в транзитных зонах и прилегающей к ним суше.

BOTTOM
FISH

Регистрационную форму можно заполнить на следующей странице



Презентация-встреча

"Новые возможности для геофизических исследований природных переходных зон с использованием телеметрических систем семейства XZone®"

29 сентября-1 октября 2003 г., отель "Надежда"*****, Геленджик

В программе:

- демонстрация телеметрических систем семейства XZone® ;
- технологические возможности применения систем семейства XZone® ;
- результаты работ в полевых условиях систем XZone® ;
- варианты использования XZone® Marsh Line для буксировки на суше, в том числе для исследования ВЧР;
- специализированные транспортные средства;
- дискуссия об аспектах применения систем семейства XZone® ;
- культурная программа (прогулка на теплоходе, экскурсия, фейерверк и т.д.);
- заключительный банкет участников презентации-встречи.

Регистрационная форма

Имя, фамилия _____

Компания _____

Должность _____

Сфера деятельности _____

Телефон _____ Факс _____ E-mail _____

☐

Я хочу участвовать в презентации-встрече 29 сентября-1 октября 2003 г.

Направьте, пожалуйста, заполненную форму по факсу : 8(86141)32318
Также регистрационную форму можно заполнить на сайте www.intromarin.ru

Более подробную информацию о презентации-встрече можно узнать по телефону 8(86141)54433(Крутов Андрей Леонидович) и на сайте www.intromarin.ru



ГЕОТЕХ-2003

15-18 СЕНТЯБРЯ, САРАТОВ



ОАО «Саратовнефтегеофизика»



СКБ СЕЙСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

СО ЕАГО

Очередная встреча профессионалов, тем или иным образом связавших свою деятельность с регистрацией полевых данных нефтяной геофизики, вновь состоится летом и вновь в Саратове — городе, где представлен весь спектр геофизических организаций самого разного профиля — научно-исследовательских, учебных, проектных, разведочных, промысловых, приборостроительных, в городе с глубокими традициями в развитии геофизической мысли.

Организаторы этой «Встречи на Волге», становящейся уже традиционной — саратовское отделение ЕАГО, ОАО «СКБ сейсмического приборостроения» и ОАО «Саратовнефтегеофизика» — планируют создать все условия ее участникам не только для плодотворной деятельности по проблематике конференции, но и познакомиться с чудесной природой «волжских далей», богатой культурной жизнью города.

Будем надеяться, что пребывание в нашем городе оставит у Вас в памяти массу неизгладимых впечатлений!

ПОДПИШИСЬ

Персональная информация о подписчике/Почтовый адрес организации

ФАМИЛИЯ		ИМЯ		ОТЧЕСТВО	
ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ					
ОТДЕЛ/ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ				ДОЛЖНОСТЬ	
ИНДЕКС	СТРАНА	ГОРОД		ОБЛАСТЬ/РАЙОН	
АДРЕС					
КОД ГОРОДА	ТЕЛЕФОН	ФАКС	E-MAIL		
Россия, 410019, г.Саратов, ул. Крайняя 129, СО «ЕАГО» -- в редакцию «Приборы и системы разведочной геофизики»					

Стоимость годовой подписки (с почтовой пересылкой и НДС - 10%)

Наименование издания	1 комплект	2 комплекта	3 комплекта	4 комплекта
Журнал "Приборы и системы разведочной геофизики"	1200 руб.	2300 руб.	3350 руб.	4400 руб.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям.

Статья представляется в электронной версии 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 форматов: *.TIF, с разрешением не менее 250 точек на дюйм (допускается LZW-сжатие), *.JPG с качеством не менее 12-ти. Максимально допустимый размер иллюстраций - A4. Максимально допустимое количество иллюстраций - не более 3. 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 статьями в редакцию направляются краткие сведения об авторах, необходимо указать город, место работы и должность, научную степень.

Отредактировали.

Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы. Редакция может публиковать статьи, не разделяя точки зрения авторов.

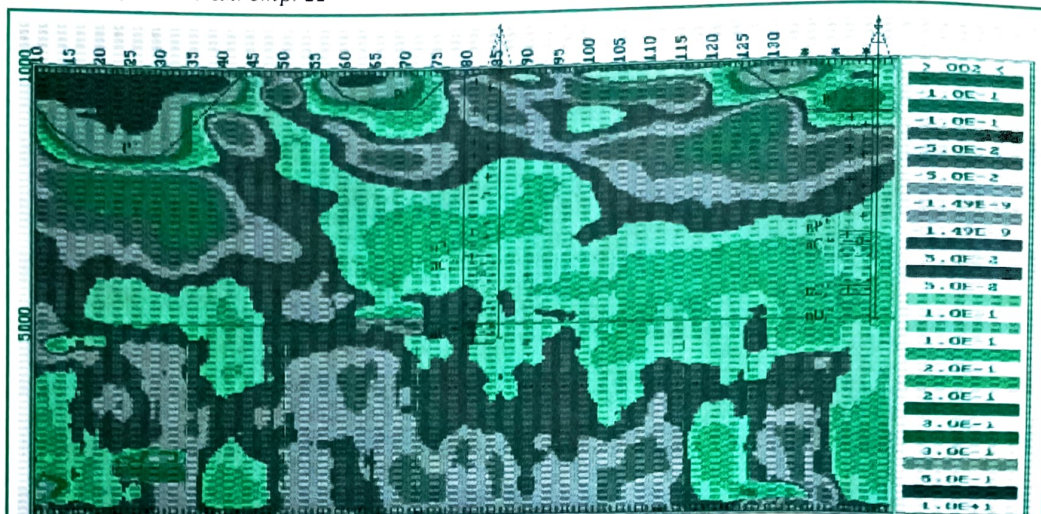


Рис. 4. Метод ЗСБ с применением ТЭС-24 при изучении характера подсолевых отложений на Карпёвском участке Саратовской обл.

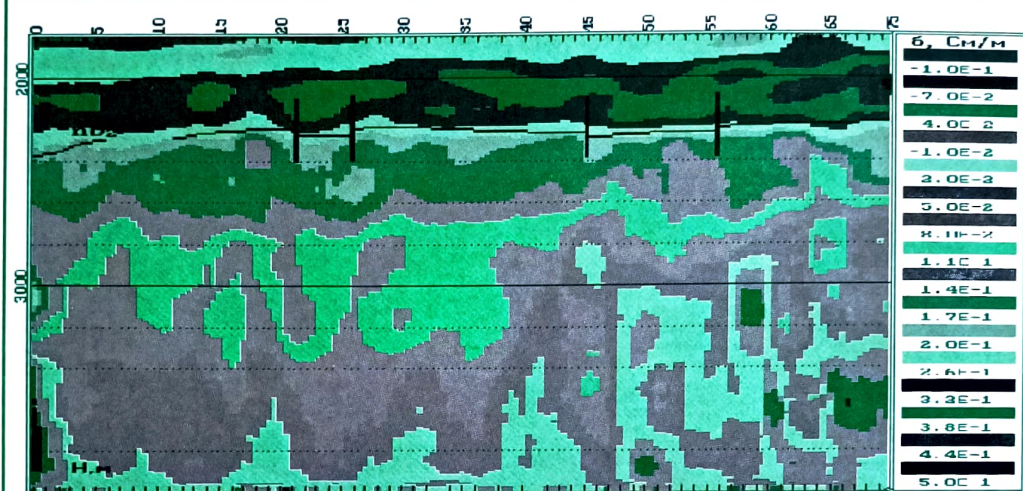


Рис. 5. Выделение разрывных нарушений по ЗСБ-ВП с использованием ТЭС-24 в девонских отложениях Алексеевского участка Степновского сложного вала (Саратовская обл.)

дополнительные "колебания" по вертикали на распределении электромагнитного поля, не отражающие изменение параметров разреза с глубиной и возможно связанные с присутствием ИВП при распространении токов вглубь разреза. Участие электроразведки с использованием ТЭС-24 при оценке перспектив нефтегазоносности подобных объектов существенно повышает достоверность выполняемого прогноза (рис.4, рис.5).

Проведенные работы комплексом электроразведочных методов ЗСБ-ВП показали эффективность такого подхода при решении задач по поискам залежей УВ. Подтверждаемость прогноза последующим бурением составляет на сегодняшний день для заполненных ловушек - 72%, для "пустых объектов" - 95%. Вопросы сочетания объемов работ каждого из методов, а также конкретные параметры применяемых установок решаются для каждого участка индивидуально. Наиболее часто для работ методом ВП используются линии АВ длиной 1000 м, при силе тока в линии до 30-40 А. При работах ЗС

применяются прямоугольные генераторные петли размерами 2000х1000 м или 3000х1000 м, сила тока зондирующего импульса доходит до 80-100 А.

Коллективом разработчиков станции были проведены демонстрационные работы по применению ТЭС-24 для изучения остаточных физических полей гипоцентральной области промышленного подземного ядерного взрыва на объекте ГСЗ "Регион-2". Методика исследований включала регистрацию сейсмического фона в полосе частот от 3-х до 250 Гц и проведение электромагнитного зондирования методом ЗС-ЗИ разреза в интервале 2501000 метров.

В качестве датчиков сейсмостанции использовались как штатный сейсмоприемник (велосиметр), так и модернизированный вариант сейсмоприемника СПАН-2М (акселерометр) с номинальным коэффициентом преобразования $G=2.8$ В/мс-2 (Рис.6).

Электромагнитное зондирование ЗС осуществлялось по методике многократного профилирования, с применением генераторной петли 500х250 м и многовитковых приемных петель



ТЕЛЕМЕТРИЯ В ГЕОФИЗИКЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

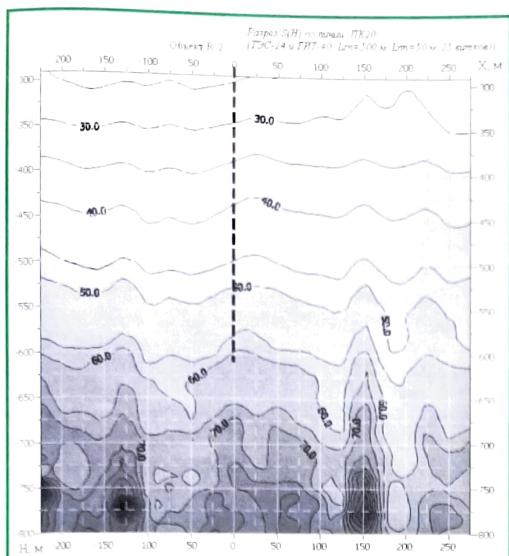


Рис. 7. Геоэлектрический разрез, построенный с применением ТЭС-24 в районе объекта "Регион-2"

(50x50 м, 24 витка), размещаемых на осевой линии с шагом 25 м. Регистрация сигнала становления осуществлялась в интервале от 1 до 400 мс, с шагом дискретизации 1 мс. Пример трансформации $S(H)$ полученных данных приведен на Рис. 7.

Для регистрации сейсмфона и сигналов ЗС использовались однотипные блоки сбора данных БСД-Э. В качестве генераторной установки использовался генератор импульсов тока ГИТ-40, разработанный в НИИМФ СГУ (г. Саратов), и устанавливаемый вместе со станцией ТЭС-24 на борту автомобиля. Управление генератором (задание полярности и длительности импульса тока) осуществлялось контроллером телеметрического канала станции ТЭС-24. Питание всей системы осуществлялось от аккумуляторных батарей 24 В и 48 В. Результаты демонстрационных работ показали преимущество станции ТЭС-24 перед штатными средствами.

Приведенные в данной статье примеры использования телеметрической электрораз-

ведочной станции ТЭС-24 при решении различных вопросов прикладной геофизики характеризуют этот оборудование как вполне надежную "рабочую лошадку", пригодную и для выполнения объемных производственных задач нефтяной электро- и сейсмoeлектроразведки, и для нестандартных комплексных полевых экспериментов.

При проектировании ТЭС-24 разработчики были ограничены возможностями телеметрического канала и блока сбора данных станции "Прогресс-Т". Современное состояние сейсморазведочных телеметрических систем позволяет сформулировать направление развития электро-разведочных систем типа ТЭС-24:

- расширение вверх рабочей полосы частот аналогового тракта блока сбора данных и обеспечения минимального интервала дискретизации регистрируемых сигналов до 125 мкс для 12-ти канальных систем (до 250 мкс для 24-х канальных);
- применение 20+24 разрядных АЦП с $\Delta-\Sigma$ преобразованием;
- создание 3-х и 5(6)-ти канальных модификаций блоков сбора данных для регистрации нескольких или всех компонент электромагнитного поля.

Все это позволит существенно расширить спектр полевых приложений станции, наряду с глубинными исследованиями эффективно решать и актуальные задачи в средних и верхних интервалах геологических разрезов.

Литература

1. Д.Н. Бондаренко, В.В. Горячев, В.А. Кузин, В.А. Мокроусов. Телеметрическая электроразведочная станция "ТЭС-24". Тезисы докладов научно-практической конференции "Современные технологии регистрации геолого-геофизических данных при проведении поисково-разведочных работ на нефть и газ". Изд-во ГосУНЦ "Колледж", 1999 г., 56 с.
2. В.В. Горячев, В.А. Мокроусов, И.Г. Пимштейн, Л.А. Тепер, Д.Н. Бондаренко, В.А. Кузин. Электроразведочная станция нового поколения "ТЭС-24" (Первые результаты подконтрольной эксплуатации). Тезисы докладов научно-практической региональной конференции "Геология Русской плиты и сопредельных территорий на рубеже тысячелетий", посвященной памяти профессора В.В. Тикшаева. Саратов, 27-30 марта, 2000. Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского Нижневолжский НИИ геологии и геофизики.
3. В.В. Горячев, В.А. Мокроусов, И.Г. Пимштейн, Л.А. Тепер. Регистрирующая система "ТЭС-24" для сейсмо-электроразведочных технологий. Тезисы докладов на международной конференции "Неклассическая геофизика", НВ НИИГ, Саратов, 29-31 августа 2000 г., с. 80.

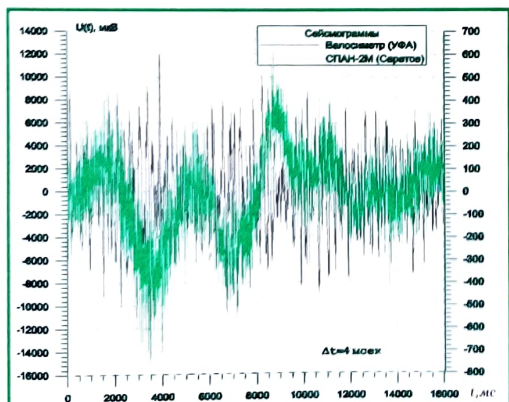


Рис. 6. Регистрация сейсмического фона в районе объекта "Регион-2" с использованием ТЭС-24 и различных типов сейсμοприемников