

Из истории нашего каротажа

УДК 550.832

O. V. Калугин, M. A. Юматов
ООО «Нефтегазгеофизика»

РАЗВИТИЕ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ КАРОТАЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Рассмотрена краткая история развития разработок специалистов ООО «Нефтегазгеофизика» в области наземного оборудования для проведения геофизических исследований скважин. Приведены описания реализованных на практике вариантов каротажных регистраторов.

Ключевые слова: каротаж, кабельные линии, наземный регистрирующий комплекс, система сбора данных, декодирование.

Геологоразведочные работы на нефть и газ – сравнительно молодая отрасль прикладной науки. Ее российская история насчитывает чуть больше века – с начала 1900-х годов, с момента возникновения необходимости выхода нефтедобычи за пределы хорошо известного Бакинского региона. Бурное развитие промышленности в 20–30-е годы прошлого века позволило шагнуть вперед в разведочном и эксплуатационном бурении. Одновременно развивалась и научная составляющая прикладной геологии, теоретические модели которой требовали все больший объем фактических данных с реальных исследуемых площадей. Получение, обработка и систематизация данных полевых исследований становится одной из важнейших задач молодой отрасли науки – геофизики. На основе теоретических моделей проектируются и получают инженерное воплощение первые геофизические приборы для детальных исследований геологической структуры территорий, потенциально содержащих полезные ископаемые. С легкой руки

братьев Шлюмберже, одних из пионеров геологоразведки, процесс геофизических исследований скважин обретает название «каротаж».

Первое каротажное оборудование выглядело незатейливо и могло быть использовано для прямого измерения незначительного числа геофизических параметров скважины вроде потенциала собственной поляризации (ПС) и омического сопротивления раствора (резистивиметры). Например, в угольно-рудной геофизике геолог-полевик нес с собой (вполне буквально, так как часто передвигался пешком) один-два малогабаритных скважинных прибора, катушку кабеля длиной 100–200 метров и наземный измеритель в виде стрелочного тестера. Снятые показания записывались от руки в тетрадь и хранились вместе с отобранными образцами пород.

С развитием сначала ламповой, а затем и полупроводниковой электроники геологоразведка совершила качественный скачок как в средствах измерения, так и в возможностях обработки и систематизации полученных геофизических данных. За счет развития теоретических основ геофизики и новой элементной базы появилось множество новых методов каротажа и обеспечивающей их аппаратуры. Развивались электрические и электромагнитные методы исследования, появились акустический и радиоактивный каротажи.

Для управления всем этим многообразием скважинной аппаратуры требовался не менее сложный наземный комплекс, управление которым невозможно без высокой квалификации персонала не только в геофизике, но и в прикладных дисциплинах – от процесса бурения до электробезопасности. Возникшее в процессе бурного старта отрасли разнообразие систем питания и телеметрических передатчиков повлекло за собой появление так называемых каротажных станций. Тем временем с появлением полупроводников появились и первые относительно малогабаритные вычислительные машины, способные обрабатывать увеличившийся объем получаемых от каротажных приборов данных. Однако их «малогабаритность» была все же недостаточна для использования в полевых условиях.

Каротажные станции той поры представляли собой набор так называемых «панелей» – аппаратных модулей питания и управления одним скважинным прибором или семейством таковых (со схожим питанием и типом телеметрического передатчика). Панели устанавливались в стандартные стойки внутри каротажной станции, общее количество панелей доходило до полутора десятков и требовало от

использующего их оператора весьма серьезной подготовки. Показания этих панелей в процессе каротажа все так же записывались вручную или фиксировались в виде непрерывных кривых на фотобумаге (так называемый фоторегистратор) или бумажном носителе. Последующая обработка таких данных требовала недюжинной сноровки в обращении с бумажными рулонами и помещения со столами больших размеров. При этом фотопленка могла просто засветиться, что приводило к утрате единственного экземпляра всех данных, к слову, весьма дорогостоящих. Отдельным вопросом также оставалась необходимость ручного переноса данных в цифровую форму для комплексной обработки с использованием данных нескольких геофизических методов.

Ситуацию изменило появление персональных компьютеров (ПК), которые могли размещаться непосредственно внутри каротажной станции и могли быть использованы не только для обработки данных скважинной аппаратуры, но и для их получения. С этого момента началась эра компьютеризованных каротажных лабораторий [2]. Производители скважинных приборов и их наземных панелей стали снабжать эти панели вариантами цифровых интерфейсов, стандартных для ПК. Такой подход позволил автоматизировать сбор данных, производя их перевод в цифровую форму непосредственно в реальном времени. Эпоха первичных данных в виде твердых копий ушла в историю. Стало возможно распечатать каротажную диаграмму с любыми имеющимися данными на любом этапе исследований, что существенно упростило жизнь геологам буровых компаний и сократило вероятность брака каротажного материала.

Однако с появлением ПК оставался еще ряд нерешенных проблем. Количество панелей управления скважинной аппаратурой не уменьшилось, операционное и прикладное программное обеспечение ПК и конструкция панелей не позволяли свести управление аппаратурой к нажатию клавиш на клавиатуре компьютера. К тому же и одновременное проведение каротажа, и предварительная обработка полученных данных выглядели неодолимой технической задачей.

Первая попытка нашей фирмы (тогда ОАО «Тверьгеофизика») уменьшить число независимых панелей в каротажной станции вылилась в появление каротажного регистратора под шифром «Карат» [3]. Пилотный вариант работал под управлением MS-DOS и под-

держивал работу всего нескольких скважинных приборов собственного производства и производства Киевского КБ. Функции панелей управления выполняли отдельные платы регистратора, созданные на базе блоков панелей производителя. Питание приборов подавалось и управлялось вручную при помощи стандартных «стоечных» источников питания. В этом же изделии на основе платы собственной разработки на ISA-интерфейсе был реализован восемиканальный аналоговый вход для подключения выходов с панелью управления, не имеющих цифрового интерфейса (счетно-импульсная аппаратура РК, приборы стандартного электрического каротажа). Скважинная аппаратура собственной разработки имела стандартный интерфейс на основе MILSTD_1553 (Манчестер-2), управление этими приборами было возложено на еще одну ISA-плату собственной разработки – модем на базе микросхемы ВГ-6. Приборы разработки Киевского КБ взаимодействовали со станцией «Карат» при помощи третьей (и последней) ISA-платы, также собственной разработки. Такая конструкция позволила резко сократить наполнение каротажной стойки и предоставила оператору качественно новый уровень интерфейса с аппаратурой. По сути, все последующие реализации каротажных лабораторий имеют некоторые общие идеологические черты со станцией «Карат».

Дальнейшая эволюция станции «Карат» была объединена простой идеей – все должно управляться и контролироваться оператором ПК лаборатории. В процессе воплощения этой концепции механическая панель контроля каротажа (ПКК) была заменена на полностью электронную собственной разработки. Источники питания с механическим управлением были заменены на программно-управляемые аналоги швейцарского производства. И наконец самым мощным шагом стала замена всех собственных ISA-плат на одну стороннего производителя, содержащую относительно быстрый по тем временам АЦП и 16-разрядный сигнальный процессор для обработки оцифрованных данных. Такой подход позволил свести работу с разнообразными телеметрическими сигналами к программному кодированию/декодированию в реальном времени, не прибегая к ресурсам процессора ПК. Серьезной проблемой оставалась только невозможность работы сборками скважинных приборов без перекомпиляции ПО станции под конкретную сборочную топологию, так как используемая MS-DOS архитектурно монозадачна.

Следующий эволюционный шаг охватывал сразу два направления.

Во-первых, ограничения MS-DOS были преодолены при помощи собственного системного ПО, так называемого экстендера (VMD). Это ПО переключало процессор ПК оператора в специфический режим работы, чем-то напоминающий современную ОС MS-Windows. Такой ход позволял произвольно комбинировать заранее скомпилированное ПО конкретного скважинного прибора для обслуживания сборок, жестко гарантируя требуемую синхронизацию опроса как по глубине, так и по времени. Весь сервис MS-DOS работал в этом режиме как фоновый процесс. Именно простое использование сборок до настоящего момента является одним из основных козырей современных каротажных лабораторий производства ООО «Нефтегазгеофизика».

В-вторых, было введено понятие «поля коммутации» и в состав станции добавлен блок фильтров и коммутации (БФК). Это программируемое релейное поле позволяло произвольным образом выводить питание и импульсы управления на жилы каротажного кабеля и доводить до АЦП входные сигналы со скважинных приборов, по пути пропуская их через конфигурируемые аппаратные фильтры. Список скважинных приборов, с которыми могла работать такая станция без дополнительных аппаратных доработок, увеличился в десятки раз.

С введением VMD и БФК станции «Карат» стали настолько универсальными, что это на долгие годы сделало их лидерами рынка наземного оборудования в России. Здесь, конечно, стоит учесть и широкий спектр скважинных приборов собственной разработки, практически полностью закрывающий потребности промысловой геофизики. Однако оставался еще один очень неприятный для пользователей станций момент. Заключался он в невозможности использования любого стороннего ПО в процессе каротажа. И даже ПО первичной обработки данных могло быть запущено только после завершения геофизических исследований. Причина проста – архитектура MS-DOS. А тем временем на рынке появилась по-настоящему мультизадачная ОС – MS-Windows.

Следующий большой этап оказался связанным как раз с ПО. Уход от MS-DOS и переход на MS-Windows был шагом очевидным, но очень трудоемким. ПК под управлением MS-Windows легкоправлялся с одновременной обработкой данных, редактированием сопроводительных документов и прочими задачами, но требуемое для ПО обслуживания процесса каротажа «реальное время» обеспечить не

мог. Варианты решения данной проблемы возможны и чисто программными способами, но все они ввиду сложности архитектуры ОС были сопряжены с использованием стороннего системного ПО, то есть с ненужными рисками. Аппаратный же вариант оказался не столь трудозатратным, как могло показаться сначала. На основе всех тех же сигнальных процессоров была спроектирована и изготовлена своеобразная материнская плата (система сбора (СС)). Благодаря архитектурным особенностям (несимметричный мультипроцессинг) и быстрому интерфейсу к ПК (первоначально – параллельный порт, далее Ethernet), все «реальное время» было перенесено на СС, работающую под управлением ОС собственной разработки. Таким образом, оператор получил все возможности интерфейса MS-Windows в сочетании с жестким «реальным временем» для скважинной аппаратуры [3]. Лаборатории на основе подобных станций успешно работают на производстве вот уже более 15 лет и до сих пор составляют основу парка многих геологоразведочных фирм.

Дальнейшее развитие, однако, не прекращается. В силу того, что современные сборки скважинных приборов из параллельно соединенных отдельных устройств превращаются в наборы с единым головным модулем управления и питания (ТЛС) [1], часть функционала наземного оборудования логично возлагается на ТЛС, что в свою очередь вызывает упрощение описанной выше СС до варианта интеллектуального модема. Подобная разработка уже тестируется на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселков А. А., Юматов М. А., Стрельцов С. А., Журавлев В. И. Кабельно-автономный каротажный комплекс. Принципы построения скважинной части и общая логика работы // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2016. Вып. 9 (267). С. 85–93.
2. Михайлов В. М., Струков А. С. Компьютерные технологии ГИС – опыт разработки и новые задачи // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 1996. Вып. 22. С. 9–14.
3. Юматов М. А., Веселков А. А., Юматов А. Ю., Стрельцов С. А. Наземное оборудование для сбора и обработки данных геофизических исследований в скважинах. История развития и современная концепция построения // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2013. Вып. 10 (225). С. 98–107.