

## К 40-летию импульсного источника «Енисей»: вчера, сегодня, завтра

21 марта 1979 г. принимается постановление N 265 «О МЕРАХ ПО УСИЛЕНИЮ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ», в котором ставится задача создания нового нефтегазодобывающего комплекса на востоке страны. Определяются конкретные объемы геологоразведочных работ в перспективных по запасам нефти и газа и сроки их выполнения. 6 августа 1979 года из ТРЕСТА «Красноярскнефтегазразведка» создается производственное объединение - ПГО «Енисейгеофизика» («ЕГ»). Геофизическую службу возглавил Сибгатулин В.Г.

В 1979 году была образована Минусинская опытно-методическая экспедиция (МИНОМЭ), в задачи которой, кроме полевых геофизических исследований, входило создание опытного производства для выпуска невзрывных источников с последующим их внедрением в практику сейсморазведки. В г. Минусинске начались работы по сборке и монтажу первых опытных образцов источников электродинамического принципа действия. Источники получили название «Енисей», в котором удачно сочетались имя великой сибирской реки и «сейсморазведка».

Установки выпускались в санном и

колесном исполнении (Рис.1) и использовались, в основном, на сейсморазведочных работах на юге Красноярского края, на территории республик Тыва и Хакасия. Активные участники на местах Е. Анкудинов, Б. Музыченко, Е. Круглик, И. Корболев, от науки сотрудники Харьковского политехнического института Л. Нечуйвтер, М. Коденко.

Электродинамические санные и колесные импульсные источники широкого применения в условиях Восточной Сибири не нашли. Положительные моменты данного типа источника - это короткий 2-3 мс импульс и, как следствие, широкий спектр сейсмического

▼ Рис.1. Электродинамические санные и колесные импульсные источники в 1979-1984 гг.



«Енисей-СВ» (санный, высоковольтный), 1982 г.



«Енисей-ТВ» (тракторный, высоковольтный), 1982 г.



«Енисей-СН» (санный, низковольтный), 1983 г.



«Енисей-ТН» (тракторный, низковольтный), 1983 г.



▲ Рис. 2. Санний «Енисей СЭМ-60».

сигнала. Недостатки характерные для источников прямого действия - разрушение поверхности среды, проблемы с синхронизацией, высокие напряжения в цепи питания, ограниченный ресурс и как следствие недостаточная энергия упругих колебаний и преобладание низких частот в спектре сейсмического сигнала.

В начале 80-х годов руководством «ЕГ» поддержана научно обоснованная идея ученых Тольяттинского политехнического института по использованию электромагнитного привода. Под руководством д.т.н. Ивашина Виктор Васильевича, были проработаны различные варианты конструкций источника. Испытания макетов и опытных образцов показали существенные преимущества перед существующими на тот момент серийны-

ми невзрывными источниками типа ГСК-6 и «Енисей СН-СВ». Во многом это связано с оригинальным способом воздействия на среду.

В 1984 году первый серийный источник «Енисей СЭМ-60» (Рис.2) успешно опробован в производственном режиме. К 1994 году укомплектовано 7 сейсмических партий, работающих в зимних условиях Сибирской платформы. Активному продвижению и внедрению способствовали, М. Глушков, В. Смирнов, В. Детков С. Парсегов, Ю. Зайцев, С.Цымбал и другие.

Перестройка экономики в 90-х годах практически остановила геолого-геофизические работы и только в начале 2000 годов, появился интерес к импульсной невзрывной технологии. С учетом требований Заказчиков и на инвестиции ОАО «Хантымансийскгеофизика» («ХМГ») выполнена модернизация конструкции источников в целом и увеличение мощности двигателя в частности.

Работы завершены 2005 годы. Результатом модернизации стала разработка надежной конструкции «Енисей» в колесном «КЭМ-4» (Рис.3) санном «СЭМ-100» (рис.4) и опытного образца водного источника «ВЭМ», успешно работающих и в настоящее время (И. Муртаев, Б. Зоммер, В. И. Федотов, Вальчак, В. Каминский, И. Корсунов, и многие главные и ведущие специалисты органи-

▼ Рис. 3. Группа источников «Енисей КЭМ -4» в работе.







▲ Рис. 4. Санний «Енисей СЭМ – 50» на льду и сцепка «Енисей СЭМ-100».

заций). Конструкции санного, колесного, водного источников и отдельных узлов электромагнитного привода обладали новизной и были запатентованы, в частности, следует отметить изобретение установки для возбуждения сейсмических волн в движении для наземных работ (Сибгатулин и др. 1986 год, патент SU №1404999 A1).

В 2003 году В. Сибгатулиным, И. Муртаевым и В. Детковым выдвигается идея сбора сейсмических данных при возбуждении источником ВЭМ в движении на воде и непрерывной регистрацией на берегу. Метод непрерывного возбуждения успешно опробован в 2004 году на р. Иртыш и в производственном режиме на р. Ангара (2008) и в по р. Н. Тунгуска (2014).

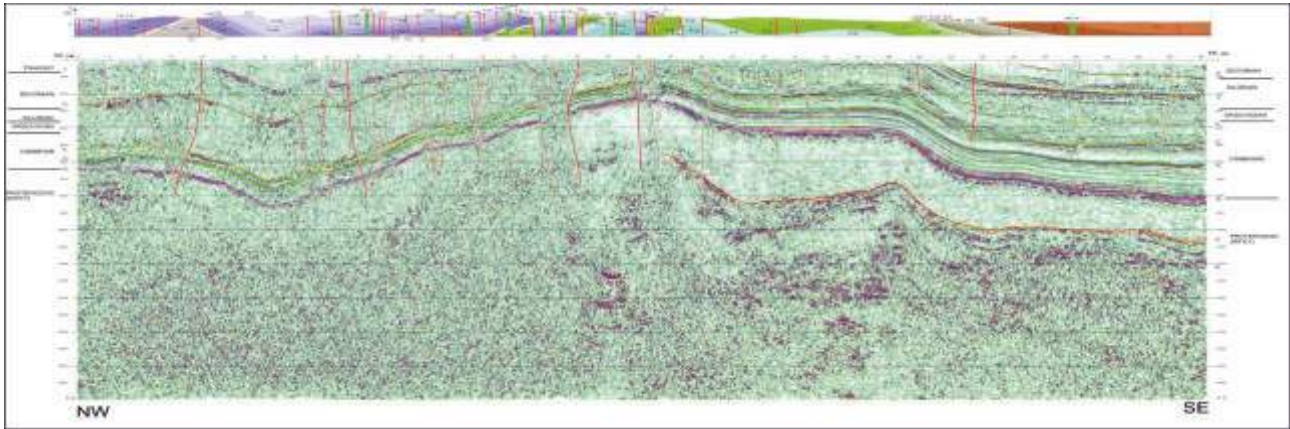
В 2010-2012 гг., в рамках комплексного Проекта МинОбрНаука «Разработка и внедрение эффективной импульсной невзрывной технологии сейсморазведки...» (СФУ – ГЕОТЕК), выполнены значи-

тельные объемы НИОКР по совершенствованию невзрывной технологии (А. Власов, С. Зарипов В. Детков, М. Копылов, В. Шварков, П. Щадин, П. Баландин, и другие). В результате научно обоснованы и изготовлены электромагнитный источник поперечных волн «Енисей - ИПВ», водный источник «Енисей-ВЭМ-50-М» (рис.5), колёсный источник повышенной мощности «Енисей КЭМ-4V». Разработана и внедрена в практику сейсморазведочных работ система адаптивного управления (САУ) позволяющая в реальном времени определять оптимальное количество накоплений на каждой точке возбуждения, и позволяющая увеличить производительность работ при сохранении заданного порога качества данных. Для студентов Института нефти и газа СФУ на территории завода построен учебный геофизический Полигон, укомплектованный компьютерными классами и современным стендовым оборудованием.

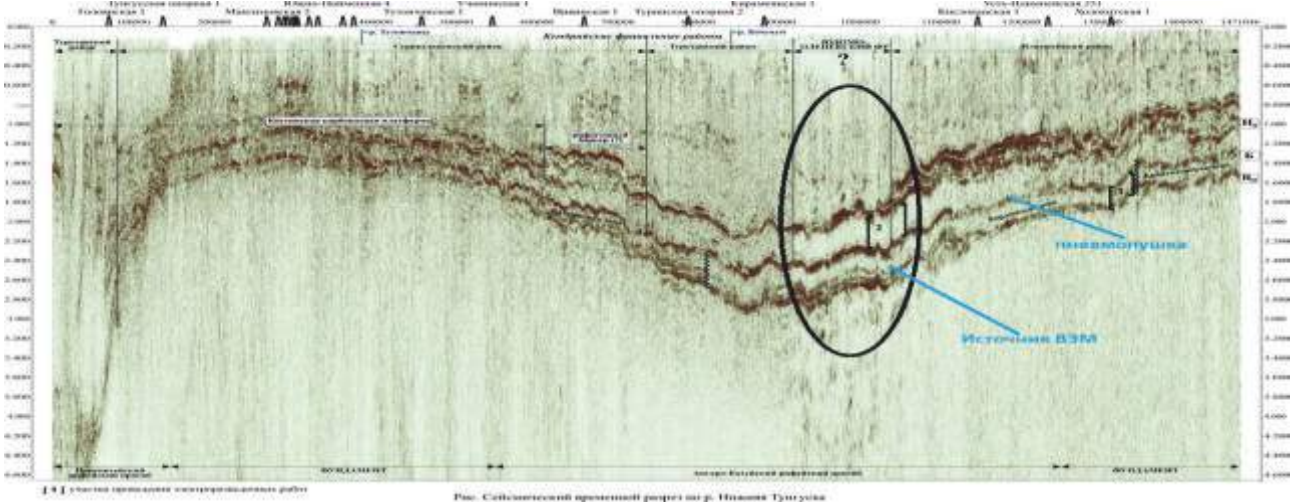
▼ Рис. 5. Водный источник «Енисей ВЭМ» для работ в акваториях.



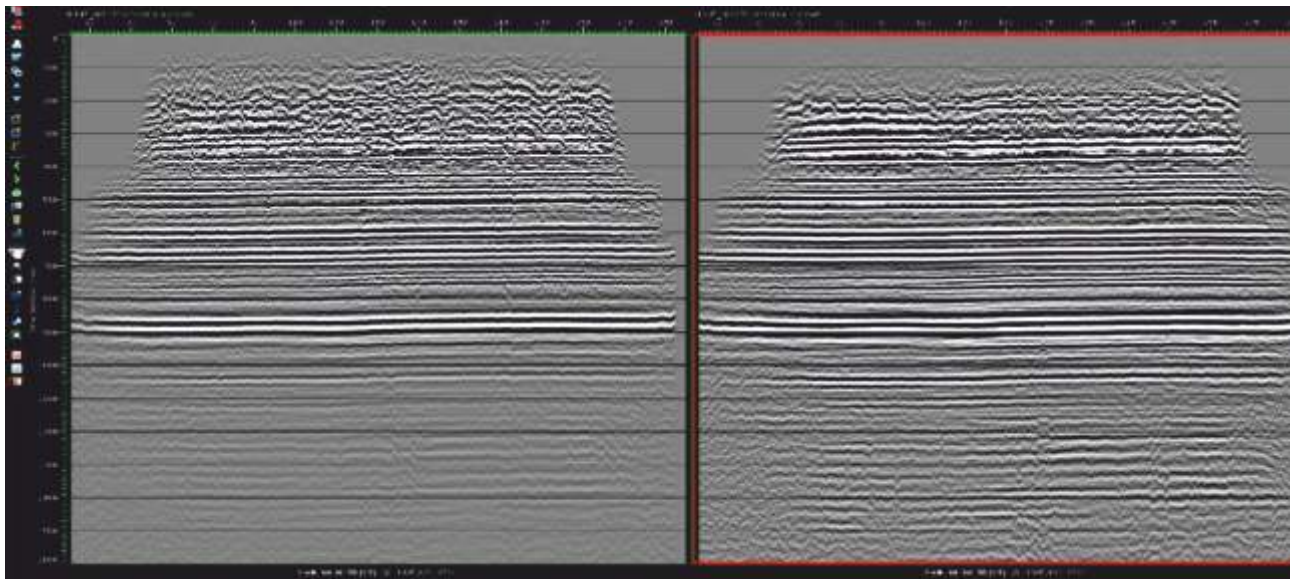




▲ Рис. 6. ОАО «ЕГ» Маршрут «Диксон – озеро «Хантайское» - 2007.



▲ Рис. 7. А.О «СНИИГиГМС» – профиль река Нижняя Тунгуска – 2014.



▲ Рис. 8. Стандарт-накопление (ПАО «ГСР» Якутия- 2020) одиночный удар - в движении.

В 2005-2020 годах ОАО «Енисейгеофизика», ОАО «ХМГ», Сибирским НИИ геологии, геофизики и минерального сырья («СНИИГиГМС») и ПАО «ГЕОТЕК

Сейсморазведка» проводят достаточно объёмные сопоставительные речные и наземные сейсморазведочные работы. Сбор данных осуществлялся в стандар-

тном - с возбуждения группой из 3-4 источников с накапливанием и скоростном режимах - одиночного удара без остановки одного или двух источников в сцепке (Рис. 4,6,7,8). Результаты показали, что на разрезах с одним накоплением четко фиксируется дополнительная детальность глубинного строения среды, лучше суммируются и прослеживаются отражения в верхней части разреза. Частотный диапазон зарегистрированных сейсмических сигналов расширился в сторону высоких частот практически на октаву. Получен двукратный рост производительности сейсморазведочных работ и снижение затрат на 20-30% (журнал приборы и системы разведочной геофизики 1/2021 страница 12 ссылка: <https://cloud.mail.ru/public/yboF/hKMJZGz25>). Видео демонстрация работы: водные <https://yadi.sk/i/6zd5uwn1hkAEzw> и наземные <https://yadi.sk/i/t2ygrQZfe-dCoQ>.

На сегодня подготовлен Проект скоростного сбора сейсмических данных высокого разрешения. Используются импульсные невзрывные источники, принцип действия которых позволяет непрерывно («умно» и без накопления) возбуждать сейсмические, не прекращая своего движения (патент на изобретение № 2745481).

Скорости движения источников и удельное давление на поверхность среды контролируются и уточняются в процессе регистрации на основании требований к качеству сейсмических данных или требованием к снижению воздействий на окружающую среду. В соответствии с изобретением,двигающимся по разным линиям возбуждения источникам, разрешена в определённом порядке импульсная нагрузка на среду, сигналы от приёмников записываются, а пространственные координаты источ-

ников и информация технического состояния источников фиксируются в блоках памяти источника. Максимально соответствуют указанным требованиям источники «Енисей СЭМ» и «ГЕОТОН».

Предполагается на территории Восточной Сибири и Якутии использовать серийные установки в санном исполнении «Енисей СЭМ- 100» и «ГЕОТОН-60». Для условий Таймыра, Ямала и Арктического шельфа организуется выпуск электромагнитных источников (ЭМИ) повышенной мощности и с названием от инвестора: РОСГЕО-ЭМИ, ЯТЭК-ЭМИ, АЛРОСА-ЭМИ, НОРНИКЕЛЬ-ЭМИ. Существенных ограничений для использования технологии в производстве сейсморазведочных работ нет.

В перспективе - разработка технологической схемы и программного обеспечения работы неограниченного числа источников, повышения точности в определении координат удара, адаптивного контроля параметров возбуждения и оценки качества сейсмических сигналов. Производительность существенно возрастёт при одновременном использовании 2-3-х источников и позволит довести объём регистрации до 10 000 и более физических наблюдений в сутки.

### Заключение

Основной потенциал прироста ресурсов и восстановления запасов углеводородов - это сложно построенные и мало-размерные месторождения нефти и газа. Наиболее перспективной технологией поиска таких месторождений является высокоплотная сейсморазведка. Современные системы наблюдений в основном используют вибрационный способ возбуждения. Для ускорения работ разработаны и внедрены в производство технологии поочерёдного возбуждения

сигналов (flip-flop), перекрывающихся сигналов (slip-sweep), независимого возбуждения сигналов (ISS) и их комбинации, что сокращает время возбуждения и регистрации сейсмических сигналов. Современные вибраторы типа Nomad 65(90), ANV-V Titan и CBC-30-M1+(ГЕОСВИП) - это технически сложные, тяжелые (30-35 тонн) и весьма дорогостоящие изделия с ограничениями по проходимости и начальной частоте (3-7 Гц).

Технология «SMART PULSE» устранил указанные недостатки. Для реализации задуманного есть «УМНАЯ КОМАНДА», способная организовать и сопроводить экономически целесообразный, экологически безопасный сбор сейсмических данных для детального изучения глубинного строения среды.

Проект готов на 100% к внедрению в промышленных масштабах, аналогов технологии в мире нет

План действий для запуска проработан. Руководитель проекта – Владимир Алексеевич Детков.

## Подробнее об авторах



Детков  
Владимир Алексеевич

по окончании НГУ в 1976 распределен в Красноярский край, в 1986 году главный инженер АО «Енисейгеофизика», а в 1998 генеральный директор «ЕГ». В 2014 принят в «ГЕОТЕК Холдинг» директором по науке и координации перспективных разработок – руководитель ООО «Эвенкиягеофизика». С 2020 года по возрасту - пенсионер. Кандидат т.н., автор 9 авторских свидетельств РФ, определяющих основы конструкции ЭМИ, опубликовал ряд работ в научной печати. Награжден знаком «Почетный разведчик недр».

