

Рекорды производительности и высокой плотности при производстве полевых сейсморазведочных работ

■ Жужель А.С., Гафаров Р.М. АО «Башнефтегеофизика», г. Уфа

Данная статья является журнальным вариантом выступления авторов на 8-й международной научно-практической конференции ГЕОФЕСТ-2024. В статье описываются, без преувеличения грандиозные рекорды производительности без потери качества, при проведении полевых сейсморазведочных работ в Таймырском регионе по методике Slip Sweep, достигнутые в АО «Башнефтегеофизика» в прошедшем зимнем полевом сезоне 2023-24г.г.

Введение

Тенденции современной сейсморазведки направлены на значительное увеличение плотности трасс при производстве полевых сейсморазведочных работ. Достижение высокой плотности осуществимо только путём сгущения, а следовательно увеличения количества пунктов приёма и пунктов возбуждения. В нынешних реалиях кратное увеличение количества напольного оборудования, состоящего из импортных комплектующих, влечёт за собой значительное удорожание всего комплекса работ. В данной ситуации на первый план выходит вариант увеличения пунктов возбуждения с применением вибрационных высокопроизводительных методик Slip Sweep и ISS. Мировая практика показывает, что выполнение больших объёмов возможно и необходимо, хотя их локация в основном приурочена к пустынным районам Аравийского полуострова. В условиях Заполярья объёмы работ свыше 1000 квадратных километров являются большой редкостью. Прошедший зимний полевой сезон показал, что отечественные геофизические компании вполне справляются с подобными вызовами.

Ретроспектива площадных исследований

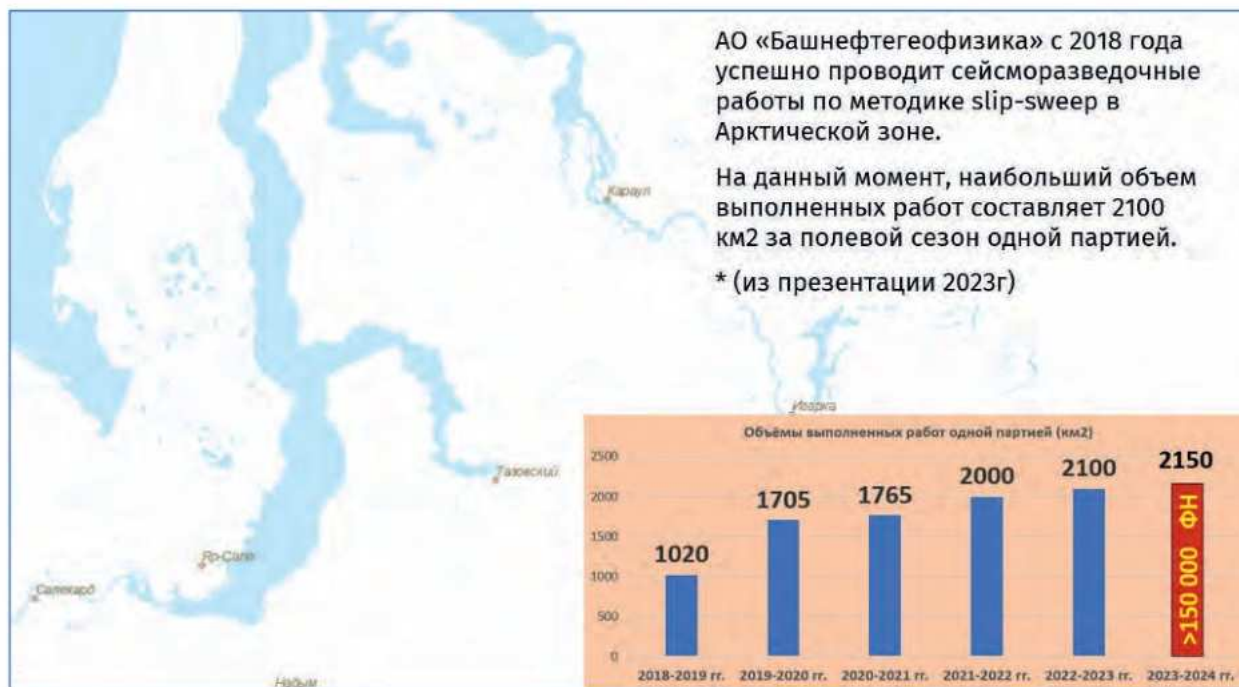
АО «Башнефтегеофизика» уже имело опыт проведения работ на больших площадях. На рисунке 1 показаны объёмы, выполняемые силами одной полевой

партии, начиная с 2018 года. Это слайд из выступлений на конференциях, который пополнялся год от года. Видна устойчивая тенденция роста и 2024 год не стал исключением. В прошедшем сезоне эта партия обновила свой же рекорд и закрыла площадь в 2150 квадратных километров или 145 563 физических наблюдений. Стабильное повышение показателей говорит о том, что выполнение таких объёмов не является случайностью или «везением» с погодой.

До 2023 года это была единственная партия с ежегодными объёмами более тысячи квадратных километров и у стороннего наблюдателя могло возникнуть предположение, что она поглощает львиную долю ресурсов компании в угоду PR-акции и последующей рекламе, если бы не объявление нового тендера летом 2023 года.

Новые вызовы

По условиям нового тендера, площадь в 6 825 кв.км необходимо было отработать за два полевых сезона силами до трёх полевых партий, причём плотность наблюдений должна быть более 100 ф.н. на квадратный километр (расстояние между профилями – 200м, между ПП и ПВ – 50м). В пересчёте на физические наблюдения это составляет почти 700 000 пунктов возбуждения. Таким образом, плановый объём работ на каждую партию за сезон составил 1150 кв.км, а это по 115 000 ф.н на партию.



▲ Рис. 1. Хронология объемов работ, выполняемые силами одной полевой партии.

По результатам тендера победителем признаётся АО «Башнефтегеофизика» и начинается подготовка к проведению работ. Контуры лицензионных участков характеризовались сложной конфигурацией, что требовало тщательного подхода при выборе наиболее оптимальной схемы отработки площадей. По результатам планирования и перебора десятков вариантов была выбрана схема отработки за два года. Основным смысл состоял в том, чтобы в процессе отстрела расстояние между приёмными расстановками было не меньше 20 км с целью исключения влияния шумов источников разных партий.

Для выполнения данного объёма каждая партия была оснащена 20-ю виброисточниками и до 25 000 каналов напольного оборудования.

В процессе летней подготовки были проведены многочисленные опытные работы по подбору параметров свип-сигнала. Опыты проводились в учебной партии в Башкирии, затем в производственной в Волгоградской области и окончательно были утверждены перед

началом производственных работ. Протестировано более 60 вариантов свип-сигналов. В результате был выбран низкочастотно-модулированный сигнал от 2 Гц.

Что примечательно, вибраторы NOMAD-65T из-за ограничений гидравлической системы не смогли выйти на полную мощность в требуемом диапазоне частот и заказчиком было принято решение о замене группы NOMAD-65T на группу БАТЫРов. Опытные работы показали, что БАТЫРы, даже самой первой модификации лучше излучают низкие частоты, чем NOMAD-65T. Только NOMAD-65 NEO смог выдержать параметры данного свипа.

Грамотное планирование позволило отработать сезон 2023-24г.г относительно ровно, без проблемных моментов и даже со значительным перевыполнением. Сейсмопартия №3, при плане 1150 кв.км покрывает 1372 кв.км., что на 20% больше запланированного объёма с окончанием работ на 15 дней раньше запланированного срока. Но, как оказалось, это не предел. Сейсмопартия №2, при том же плане закрыла 1541 кв.км - это перевы-

полнение на 35%!!! И только сейсморазведочная №1 выполняет плановые объёмы, но с опережением производственного плана на 25 дней. На этот сэкономленный период были запланированы масштабные высокоплотные опытно-методические работы с применением независимых источников.

Опытно-методические работы (ОМР) с применением независимых источников

Целью данных опытов являлось:

- апробирование методики независимых виброисточников (ISS) в производственном режиме для изучения возможности увеличения производительности полевых сейсморазведочных работ в Ямальском регионе;

- получение высокоплотных данных для определения оптимальной методики полевых работ и достаточной плотности данных на участках Ямальского региона.

Сразу необходимо отметить, что применить технологию ISS в чистом виде не удалось, так как для перехода в данный режим сейсмостанции требовалось лицензионное программное обеспечение. Поэтому использовали технологию Slip Sweep с минимальным временем задержки 1 секунда.

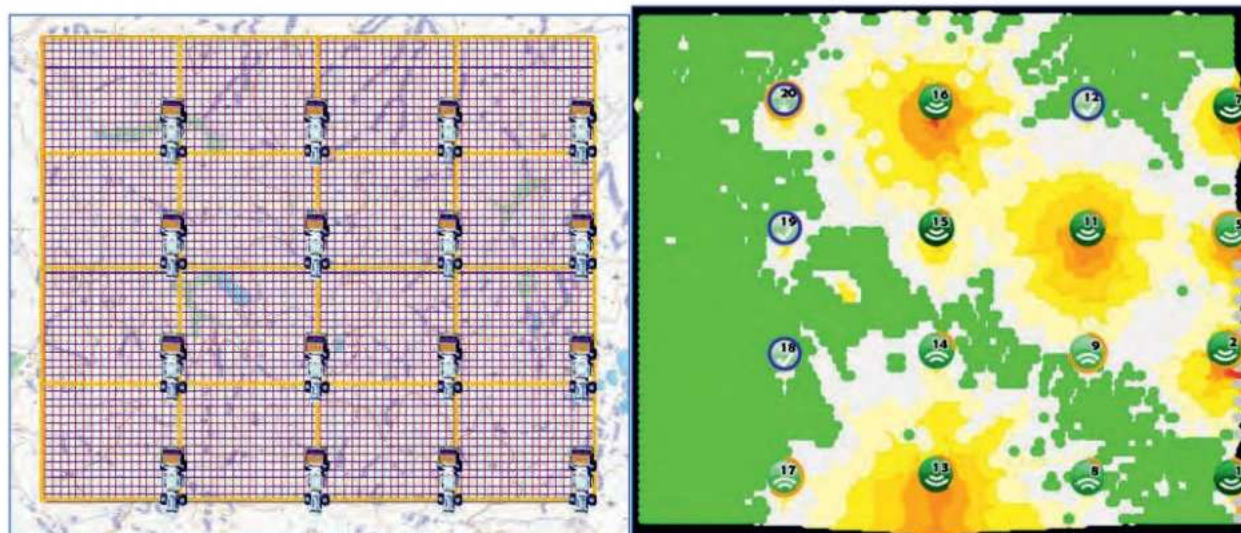
Параметры методики ОМР:

- Шаг между линиями приёма и возбуждения – 100м;
- Шаг пунктов приёма – 50м;
- Шаг пунктов возбуждения – 6,25м;
- Методика работ - Slip Sweep, slip time 1с;
- Объём работ – 40 кв.км.

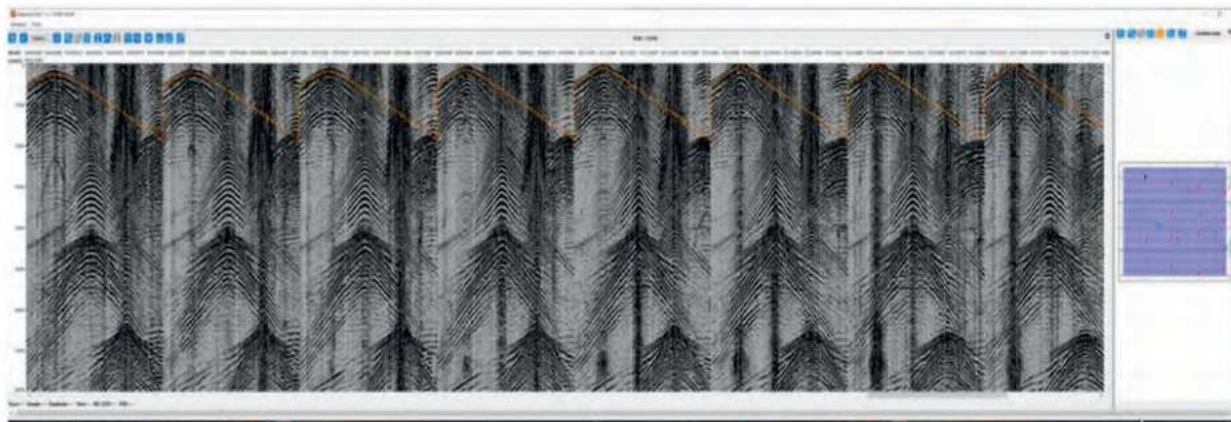
Плотность съёмки составила 13,5 миллионов трасс на квадратный километр. Для минимизации шумов от соседних сейсмовибраторов (СВ), опытный участок был разделён на 16 секторов (рисунок 2). Каждый СВ работал в своём секторе, обеспечивая максимально возможное расстояние между соседними источниками не менее 1500 м.

Статистика по производительности в сравнении с производственными работами показывает, что если в производстве, с 6-ю вибраторами средняя производительность составляла 50 ПВ в час, а максимальная – 117 ПВ в час, то на опытных работах средняя производительность превысила 1000 ПВ в час, а максимальная – более 1500 ПВ в час.

Конечно, в процессе регистрации выявились проблемы, связанные в первую очередь с огромным объёмом получаемых данных, так как регистрировались



▲ Рис. 2. Принцип расстановки виброисточников и скриншот окна сейсмостанции.



▲ Рис. 3. Скриншот окна сейсмостанции, типовая коррелограмма.

и виброграммы и коррелограммы (рисунок 3). Станция зависала хаотично и, на первый взгляд, беспричинно. Периоды с начала регистрации до момента зависания варьировались от 8 минут до 2-3 часов. Операторы опытным путём выявляли причины и таким образом учились на ошибках. Вторая проблема – проблема копирования. Данные за 10 часов непрерывной работы на профиле копировались на ПВХ соизмеримо, порядка 10 часов. Но выход из данной ситуации имеется – писать материнскую виброграмму, а разделение производить на этапе обработки на вычислительном центре. Тогда объём материала, по подсчётам, сокращается примерно в 10,5 раз. Такой опыт и соответствующее программное обеспечение в АО «Башнефтегеофизика» уже имеется.

Также не обошлось без незначительного количества пропусков, меньше 1%, основными причинами которых являлись:

- «подъём плиты» вибратора – лифт, ошибка «14»;
- маленький шаг ПВ – вибраторы иногда просто миновали очередной ПВ.

Установленные рекорды

Неопровержимым фактом является то, что АО «Башнефтегеофизика» в зимнем полевом сезоне установила несколько рекордов при проведении сейсмораз-

вездочных работ в Арктическом регионе в Российской Федерации:

1. Максимальная площадь, покрытая силами одной полевой партии составила 2150 кв.км (СП 17);
2. Максимальный объём работ, выполненный силами одной полевой партии, составил 154 662 физических наблюдения (СП 2);
3. Проведены единственные в России сверхвысокоплотные опытные работы по высокопроизводительной методике в объёме 65 875 физических наблюдений (СП 1).
4. В течение одного полевого сезона, фактически силами одной экспедиции, отработано 6220 квадратных километров производственных наблюдений. Вместе с опытными работами отстреляно 620 тысяч пунктов возбуждения. Одновременно в процессе производства принимали участие 86 виброисточников, 94 % из них это БАТЫРЫ.
5. Все описанные выше объёмы были сданы заказчикам со средним коэффициентом качества 0,989 (согласно актам окончательной приёмки).

Заключение

АО «Башнефтегеофизика» получило грандиозный опыт ведения работ с высокой производительностью, имеет достаточно ресурсов и высококвалифициро-

ванного персонала для производства более полумиллиона физических наблюдений за один полевой сезон [1].

Накоплен неоценимый опыт при регистрации огромного объема информации до 13 миллионов трасс на квадратный километр.

По результатам анализа проведенных ОМР имеется достаточная уверенность в возможности одновременной регистрации с участием до 30-ти одиночных виброисточников.

Литература

1. Гафаров Р.М., Идиятов Р.Х. Сейсмический вибрационный источник «БАТЫР». Техническое решение в условиях международных санкций // Приборы и системы разведочной геофизики. 2024. № 01(80). С. 7-15/

Подробнее об авторах



Гафаров
Радий Марсович
главный геофизик
АО «Башнефтегеофизика»



Жужель
Андрей Сергеевич
Заместитель генерального
директора – директор ДРГ
АО «Башнефтегеофизика»