

Опыт проведения полевых сейсморазведочных работ по высокопроизводительной технологии «слип-свип»

В.И. Кузнецов^{1,3*}, Ю.Н. Долгих¹, Д.В. Скачков¹, В.В. Соколовский¹, С.В. Писарчук², А.А. Глебов²

¹ООО «НОВАТЭК НТЦ», Тюмень, Россия

²ПАО «НОВАТЭК», Москва, Россия

³Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

С точки зрения новизны и эффективности полевых технологий сейсморазведки последним крупным технологическим изменением при проведении сейсмических исследований на участках Группы компаний ПАО «НОВАТЭК» является использование высокопроизводительной технологии вибросейсморазведки «слип-свип» («slip-sweep»). Общий объем работ, выполненных в ПАО «НОВАТЭК» по технологии «слип-свип», в данный момент превысил 20 000 кв. км. В статье анализируются возможности оптимизации, а также риски и сложности при реализации технологии «слип-свип», проводится анализ производительности технологии в условиях арктического региона, излагается методика прогноза суточной производительности, применимая для проектирования и оценки технико-экономических показателей исследований.

Ключевые слова: высокопроизводительная вибросейсморазведка, обработка виброграмм, технология «слип-свип», повышение качества, контроль качества, коррелограммы, прогноз производительности

Для цитирования: Кузнецов В.И., Долгих Ю.Н., Скачков Д.В., Соколовский В.В., Писарчук С.В., Глебов А.А. (2024). Опыт проведения полевых сейсморазведочных работ по высокопроизводительной технологии «слип-свип». *Георесурсы*, 26(3), с. 20–26. <https://doi.org/10.18599/grs.2024.3.3>

Актуальность высокопроизводительной сейсморазведки

Необходимость изучения больших территорий в короткие сроки и с высоким качеством обуславливает запрос на применение высокопроизводительных технологий сейсморазведки в нефтегазовой отрасли (Шнеерсон, Жуков, 2015; Смирнов, Бондарев, 2017).

Геологоразведка перспективных территорий является продолжительным по времени процессом, включающим несколько последовательных этапов: постановку профильных сейсмических 2D исследований по сети, достаточной для надежного картирования объектов; детализационные 3D работы на выявленных перспективных объектах с целью уточнения контуров и прогноза перспектив, а также выбора точек заложения поисково-оценочных скважин; бурение и геофизические исследования скважин; построение концептуальной геологической модели; составление проекта и технико-экономического обоснования разработки.

В этом длительном и затратном процессе только одни сейсмические 2D (3D) исследования могут занимать от 3 до 5 лет. Поэтому, если за счет применения новых технологий окажется возможным приблизить срок начала промышленной эксплуатации месторождения, то это будет весьма выгодно с точки зрения экономической эффективности и инвестиционной привлекательности проекта.

Более того, при высокой сезонной производительности в ряде случаев возможно пропустить 2D этап и сразу реализовать трехмерные сейсмические исследования.

Одним из приоритетных регионов для освоения нефтегазовых месторождений является Гыданский полуостров, который в настоящее время активно покрывается сетью сейсмических исследований для детального изучения геологического строения и структурно-тектонических особенностей Гыдана, поиска новых и подтверждения обнаруженных ранее нефтегазоперспективных объектов, картирования и подготовки к бурению перспективных ловушек углеводородов (УВ), оценки запасов и ресурсной базы полуострова. Повышение производительности и качества сейсмических исследований актуально не только для севера Западной Сибири, но и для регионов России, характеризующихся высокой геологической изученностью (Екименко, 2008).

Потенциал и особенности высокопроизводительных технологий

Резервом сокращения продолжительности этапа геологоразведки (ГРП) является применение высокопроизводительных технологий полевых сейсморазведочных работ, прежде всего, современной вибросейсморазведки.

Вибросейсморазведка в целом как метод имеет свои достоинства и недостатки (Гафаров, 2012; Ефимов, 2013). Из плюсов, помимо наличия высокопроизводительных методик и отсутствия потерь времени и затрат на буровзрывные работы, следует отметить упрощенный контроль за качеством возбуждения, возможность оперативной переработки забракованных физических наблюдений, управление спектром возбуждения и статистическим

* Ответственный автор: Владислав Иванович Кузнецов
e-mail: vikuznetsov@novatek.ru

© 2024 Коллектив авторов

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

эффектом, возможность формирования более эффективных интерференционных систем группирования, меньшую экологическую нагрузку на территорию, большую безопасность для персонала.

Из недостатков и рисков следует назвать заведомо не оптимальные условия возбуждения волн, повышенный уровень поверхностных регулярных помех, более высокий уровень случайных помех (вследствие слабости единичного воздействия), наличие технологических помех от перемещающейся техники и параллельных воздействий (для высокопроизводительных реализаций технологии), сильную зависимость качества результатов от специфики строения верхней части разреза и поверхностных (ландшафтных) условий, ограниченность полосы частот возбуждаемого сигнала (как со стороны низких, так и высоких частот) вследствие особенностей конструкции вибратора и условий контакта плита – грунт.

Северные районы Западной Сибири обладают спецификой, в целом подходящей для реализации высокопроизводительных вибросейсмических исследований: условия тундры (низкая залесенность) и зимний период благоприятны для отработки избыточных по кратности и бину сейсмических съемок с применением поверхностных источников; зона малых и пониженных скоростей находится в мерзлом состоянии, что улучшает условия возбуждения волн; поглощающие свойства верхнего слоя верхней части разреза (ВЧР) снижены из-за развития криогенных процессов.

По перечисленным выше причинам в северных районах Западной Сибири вибросейсмический метод имеет значительные перспективы.

Забегая вперед следует отметить, что уже первый опыт практической апробации высокопроизводительной вибросейсмической технологии в полевом сезоне 2017–2018 гг. в условиях Гыдана показал, что может быть обеспечено как минимум 2–3 кратное (до 1000–1500 кв. км 3D) увеличение сезонной производительности при сохранении сопоставимого с традиционной технологией (взрывы в скважинах) качества результатов.

К высокопроизводительным технологиям относятся: «флип-флор» («flip-flop») – поочередные свипы, «слип-свип» («slip-sweep») – способ перекрывающихся или скользящих свип-сигналов, «HFVS» (High-Fidelity VibroSeis) – вибросейс высокой достоверности, «DSSS» (Distance Separated Simultaneous Sweeping) – методика разнесённых групп вибраторов, «ISS» ((Independent Simultaneous Sweeping) – методика независимых вибраторов (Шнеерсон, Жуков, 2015).

Главный принцип увеличения производительности вибропартий и сокращения непроизводительного времени – запуск генерации свип-сигнала следующей группой вибраторов, не дожидаясь окончания времени прослушивания для предыдущей группы. Такой режим за рубежом назван агрессивный «флип-флор». Если запуск свипа последующей группы происходит до завершения свипа предыдущей – это уже переход от агрессивного «флип-флор» к «слип-свип».

В России в настоящее время наиболее широкое распространение получили технологии «флип-флор» и «слип-свип».

Содержание проведенных исследований

В 2017 г. руководством ПАО «НОВАТЭК» была поставлена задача геологического изучения недр Гыданского полуострова с применением вибросейсмической технологии. Сезонные объемы работ и сжатые сроки выполнения программы ГРП предполагали суточную производительность работ 3D не менее 10 кв. км (~1000 физических наблюдений) сейсморазведки повышенной плотности. Такие объемы и производительность работ могли быть достигнуты только при условии внедрения в производство технологии «слип-свип» (Смирнов, Бондарев, 2017).

Принципиальная схема реализации технологии приведена на рис. 1. Ранее в арктическом регионе России таких работ не проводилось. Все этапы внедрения технологии (выбор подрядчика, проектирование, базирование, опытные работы, выполнение, оценка и приемка материалов) осуществлялись под научно-техническим и супервайзерским контролем специалистов ООО «НОВАТЭК НТЦ».

В ходе адаптации технологии для условий севера были исследованы вопросы:

- сокращения времени на переезды между пунктами и линиями возбуждения (ПВ и ЛВ);
- оптимизации длины «сви́па» («sweep») и величины «слип-тайма» («slip-time» – интервала времени между «сви́пами») с количеством групп;
- увеличения длины обрабатываемых в пределах блока отрезков линий ПВ;
- перехода на ортогональную систему наблюдений как более оптимальную по производительности для методики «слип-свип».

При проектировании методики существует риск выбора неоптимальных параметров – прежде всего соотношения длины «сви́па» и величины «слип-тайма» для имеющих в наличии групп, при котором обеспечивается устойчивая конвейерная схема. В результате опытных работ установлено, что «свип» длиной от 40 до 60 сек. обеспечивает достаточное для 400 кратного МОВ-ОГТ превышение (1,8–2,2) сигнала над уровнем микросейсм и в тоже время не является излишне продолжительным, чтобы это могло оказать негативное влияние на производительность и надежность долгосрочной работы виброгрупп.

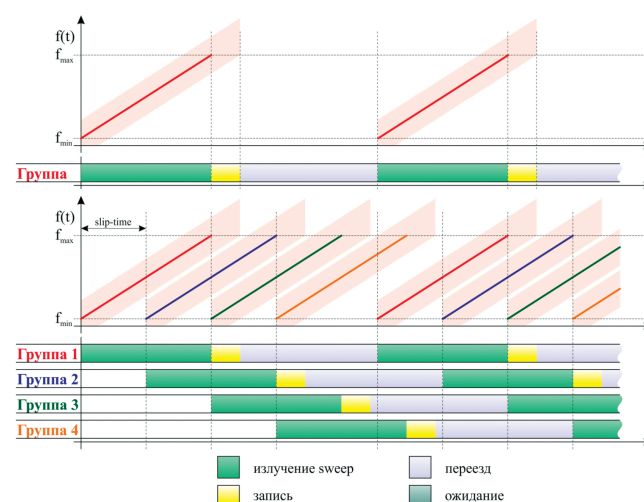


Рис. 1. Принципиальная схема реализации стандартной технологии вибросейс (вверху) и технологии «слип-свип» для 4 групп виброисточников (внизу)

Опытным путем установлено, что при «слип-тайме» более 30% от длины «сви́па» влияние последующих воздействий на предыдущие существенно уменьшается (рис. 2). Уже при «слип-тайме» в 30% явные влияния второго воздействия отсутствуют. С большим запасом был выбран «слип-тайм» 50%. Как показал дальнейший ход работ, при таком «слип-тайме» 4 группы источников могли работать по устойчивой конвейерной схеме при минимальном уровне технологических помех и с обеспечением необходимой суточной производительности.

Существенное значение при реализации высокопроизводительных технологий вибросейсморазведки имеет предупреждение возможных аппаратных (технических) ограничений (рисков) подрядчика. Для регистрации, сохранения, перезаписи на внешние носители больших массивов исходных данных, включающих как коррелограммы, так и виброграммы, должны быть в наличии соответствующие технические возможности: повышенный объем оперативной памяти станции, специальный сервер с высокой (до 10 Гб/сек) скоростью передачи данных,

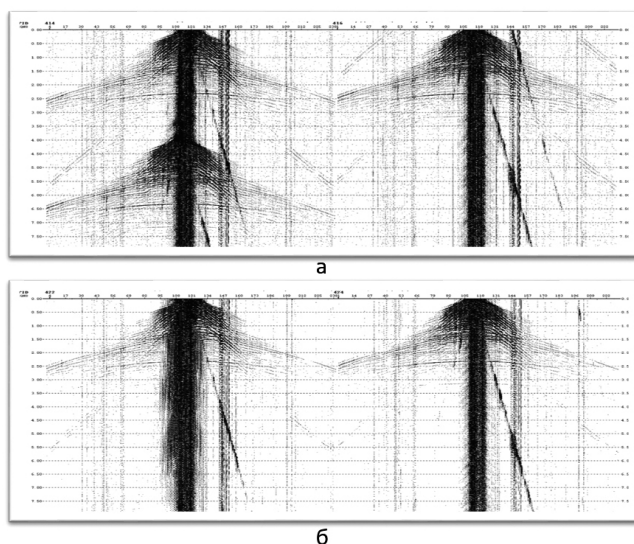


Рис. 2. Исходные коррелограммы при величине «слип-тайма» 10% (а) и при величине «слип-тайма» 30% (б)

достаточное количество модулей управления приемными линиями (LSI 4) и устройств хранения полученной сейсмической информации (NAS по 12 Тб).

Что касается производственных аспектов реализации технологии, то с выбранными параметрами возбуждения и регистрации были получены данные хорошего качества, брака было не много, снижение качества происходило главным образом из-за условий контакта плита – грунт и «треска» льда, повторное воздействие исправляло ситуацию.

По итогам обработки были получены достаточно кондиционные результаты. На рисунке 3 показано сравнение временных разрезов «флип-флоп» (слева) и «слип-сви́п» (справа) по отработанному 12 километровому опытно-методическому 2D профилю 64-кратного МОВ-ОГТ. Как видим, никаких признаков ухудшения при переходе от «флип-флоп» к «слип-сви́п» не наблюдается.

В ходе адаптации технологии на участке работ была запроектирована неортогональная (slant 45°) система наблюдений с расстоянием между линиями приема и линиями возбуждения, равным 200 м, шагом между пунктами возбуждения, равным 70,7 м, и пунктами приема равным 50 м, бином 25 на 25 м и кратностью 400. Отработка планировалась 3-мя группами виброисточников NOMAD-65 по 3 источника в каждой. Проведению исследований предшествовали опытно-производственные работы, в ходе которых были выбраны оптимальные базовые параметры, а именно вид и длина «сви́па» (низкочастотный «сви́п» от 3 до 110 Гц длительностью 40 сек) и «слип-тайм» (50%, 20 сек), обеспечивающие необходимый уровень качества полевых коррелограмм. Также в двух режимах («флип-флоп» и «слип-сви́п») был отработан 12 километровый 2D профиль 64-кратного МОВ-ОГТ.

Изначально предполагалось, что работы будут вестись 3-мя группами вибраторов, что позволит сформировать устойчивую конвейерную схему при выбранных параметрах «слип-сви́па». Однако вскоре выяснилось, что при этих параметрах, оптимальных с точки зрения качества данных, последняя группа не успевает пере-ехать и приготовиться к работе, и конвейер не «работает».

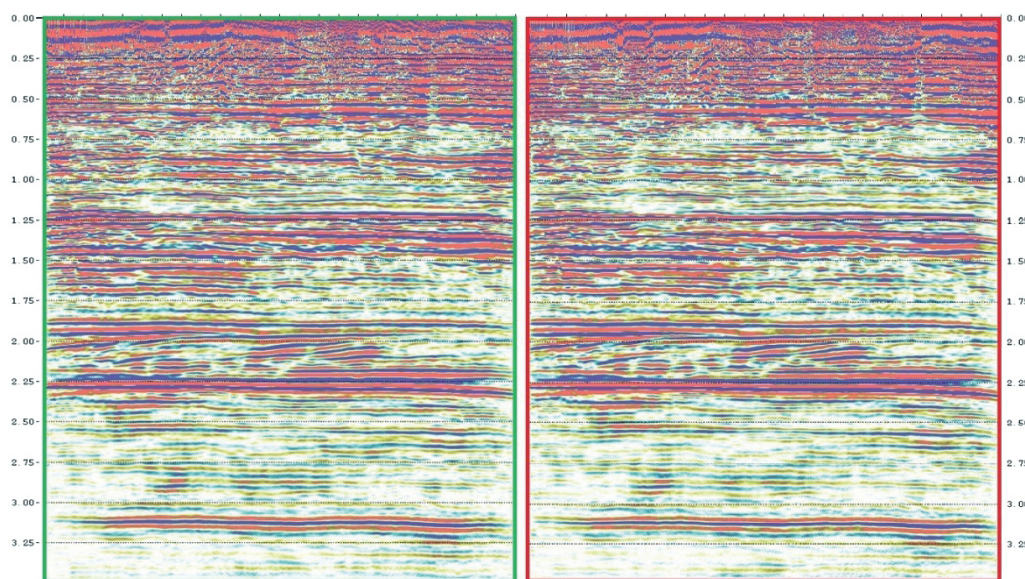


Рис. 3. Сравнение временных разрезов, полученных по технологии «флип-флоп» (слева) и по высокопроизводительной технологии «слип-сви́п» (справа)

Значительная часть физических наблюдений была отработана с интервалом между воздействиями 60 с. и 120 с, т.е. резерв производительности не был реализован. Как оказалось, при предварительных расчетах было использовано слишком оптимистическое значение средней скорости движения техники (2 м/с). На практике эта скорость составила порядка 1,5 м/с. Для создания эффективного конвейера потребовалась дополнительная 4 группа, которая через некоторое время была подрядчиком доставлена. Ввод в работу 4-ой группы увеличил суточную производительность примерно на 20 % и сама схема работы стала более устойчивой. Урок состоял в том, что необходимо заблаговременно проектировать такие технологические схемы реализации технологии «слип-сви́п», которые обеспечат необходимую производительность работ теми ресурсами, которыми располагает подрядная организация. Это приводит к целесообразности применения математических методов прогнозирования производительности.

При прогнозе потенциальной производительности необходимо ориентироваться на идеализированную конвейерную схему – когда интервал времени между стартами единичных воздействий (при отработке блока) имеет постоянную величину и равен «слип-тайму» (ΔL). Для реализации эффективной схемы конвейерной отработки необходимо взаимное согласование 3-х факторов: длины «сви́па» (L), величины «слип-тайма» (ΔL) и скорости движения вибраторов по линиям возбуждения и при переездах (V).

Общий принцип достижения оптимума достаточно прост: 1-я группа источников к моменту, когда развертка последней достигнет «слип-тайма», должна успеть излучить сигнал (длиной L), проехать расстояние ΔX (равное шагу ПВ) и быть готовой к работе. Если к указанному моменту времени 1-я группа запаздывает – конвейерная схема разрушается, и эффективность работы снижается. При прочих равных условиях производительность зависит от времени переезда групп источников: чем меньше времени тратится на переезды (по профилям и между ними), тем большие объемы работ можно выполнить фиксированным количеством групп. При конвейерной отработке дневная (за рабочую смену) выработка (в физических наблюдениях) отряда вибросейсмических источников определяется количеством групп и суммарными затратами времени на отработку линий возбуждения и переезды между ними. Из изложенных выше соображений несложно составить простые математические формулы для расчета параметров, значимых для выбора методики и оценки производительности вибросейсмической съемки 3D.

Увеличение количества одновременно работающих групп в конвейерной схеме неизбежно приводит к уменьшению «слип-тайма».

По опыту работ, оптимальный, с точки зрения качества данных, «слип-тайм» в «слип-сви́пе» составляет 35–50% длины «сви́па», однако по факту он может быть уменьшен до величины, равной длине формируемых коррелограмм. Разумеется, это будет сопряжено со снижением качества исходных данных и оправдано только в случае увеличения количества используемых групп, компенсационного увеличения кратности или наличия эффективных средств подавления технологических помех на уровне исходных виброграмм. Увеличение количества

групп при оптимальном, с точки зрения реализации конвейерной схемы, «слип-тайме» является главным резервом увеличения производительности.

Соответствующая минимально возможному «слип-тайму» производительность является естественным пределом технологии «слип-сви́п».

Что касается роста технологических помех и общей зашумленности исходных данных, у ООО «НОВАТЭК НТЦ» имеется собственная разработка для минимизации этих негативных факторов – технология многозональной адаптивной обработки виброграмм (МАОВ) до корреляции (Долгих и др., 2019a, 2019b, 2019c).

Уже после завершения полевого сезона и анализа полученного в ходе сопровождения работ опыта, сотрудниками блока науки и отдела полевых работ ООО «НОВАТЭК НТЦ» был совместно разработан универсальный аналитический шаблон расчета производительности вибросейсмических работ. Обоснована возможность выполнения за один полевой сезон более 2000 кв. км с кратностью не менее 400 и при плотности сети линий взрыва и приема 200 на 300 м или 250 на 250 м без существенного удорожания работ (рис. 4).

Как видим, увеличение количества групп при конвейерной схеме обеспечивает повышение производительности работ и уменьшает величину «слип-тайма». Подобные наборы палеток для различных вводных данных рассчитываются и оцениваются специалистами ООО «НОВАТЭК НТЦ» на этапе проектирования с целью поиска оптимума по производительности и стоимости.

Резервы повышения производительности состоят в следующем: сокращение времени на переезды между пунктами и линиями возбуждения; оптимизация соотношения «длина сви́па» – «слип-тайм» – количество групп; увеличение длины отрабатываемых в пределах блока отрезков линий ПВ; переход на ортогональную систему наблюдений как более оптимальную по производительности для методики «слип-сви́п» (уменьшение времени переезда группы вибраторов на новую точку).

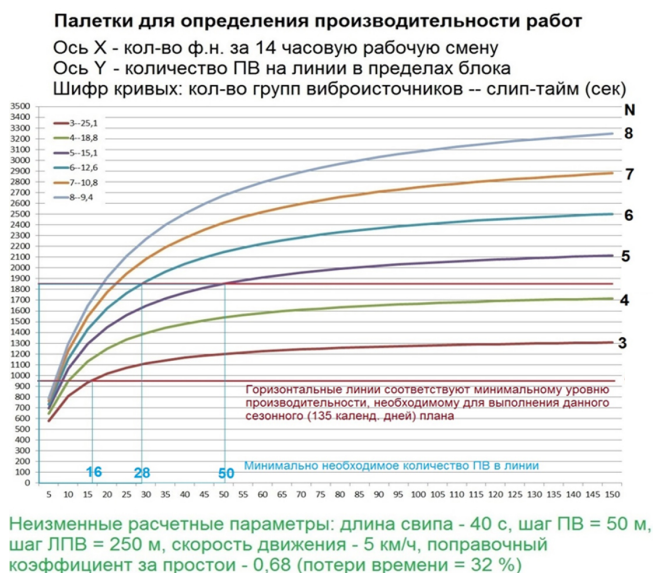


Рис. 4. Использование аналитического шаблона для оценки суточной производительности при заданных исходных параметрах вибросейсмической 3D съемки

Построенная на основе аналитического шаблона палетка позволяет оценить теоретически достижимую максимальную производительность вибросейсмической партии.

По факту, для 7–8 групп вибраторов при «слип-тайме» 30% была достигнута максимальная производительность 2150 кв. км за сезон или 170 ф.н./час (рис. 5).

Реальная суточная производительность с 7–8 группами вибраторов при «слип-тайме» 30% от длины «сви-па» на объектах ПАО «НОВАТЭК» составила порядка 2000 ф.н. В случае минимизации простоев и некоторого (до 10–12 с) уменьшения «слип-тайма», суточная производительность может быть повышена до 3000–3500 ф.н., что уже близко к технологическому пределу «слип-сви-па».

Разработанная специалистами ООО «НОВАТЭК НТЦ» технология прогнозирования производительности современной вибросейсморазведки может применяться и на других объектах в северных районах. Технология учитывает не только прямые, но и косвенные производственные факторы (например, методику построения блоков отработки), позволяет подбирать параметры методики полевых работ под заданные объемы, оперативно находить оптимальные соотношения между длиной «сви-па», «слип-таймом» и количеством групп.

Уверенность в возможности работать с минимизированными, т.е. приближенными к длине формируемых коррелограмм «слип-таймами», основывается на наличии в арсенале ООО «НОВАТЭК НТЦ» упомянутой выше специальной технологии многозональной адаптивной обработки виброграмм (МАОВ). Разработанный комплекс методических приемов обработки виброграмм до корреляции позволяет работать с минимальным «слип-таймом» без значимого снижения качества результата. МАОВ является дополнительным резервом повышения информативности и технико-экономической эффективности технологии «слип-сви-п».

Результаты

В зимних арктических условиях Гыданского полуострова проведена успешная адаптация и апробация технологии «слип-сви-п».

Определены условия эффективного применения, а также возможные риски и трудности при работе по технологии «слип-сви-п» в удаленных северных районах.

Проведен анализ производительности технологии в условиях арктического региона с учетом возможных затрат и экономических потерь.

Разработана методика прогноза суточной производительности, применяемая для проектирования и оценки технико-экономических показателей проекта исследований.

Внедренные высокопроизводительные технологии полевых сейсморазведочных работ продемонстрировали высокую эффективность в условиях крайнего севера Западной Сибири, при этом качество окончательных результатов не уступает материалам, полученным с использованием стандартных технологий работ.

Обоснована возможность выполнения за один полевой сезон более 2000 кв. км 3D съемки высокой кратности (400) без существенного удорожания работ за счет использования следующих резервов:

- сокращения времени на переезды между ПВ и ЛВ;
- оптимизации длины «сви-па» и «слип-тайма» с количеством групп;
- увеличения длины отрабатываемых в пределах блока отрезков линий ПВ;
- перехода на ортогональную систему наблюдений как более оптимальную по производительности для методики «слип-сви-п».

Разработанная методика прогнозирования производительности вибросейсморазведки может быть масштабирована на лицензионные участки Арктики, принадлежащие как ПАО «НОВАТЭК», так и другим нефтегазовым компаниям.

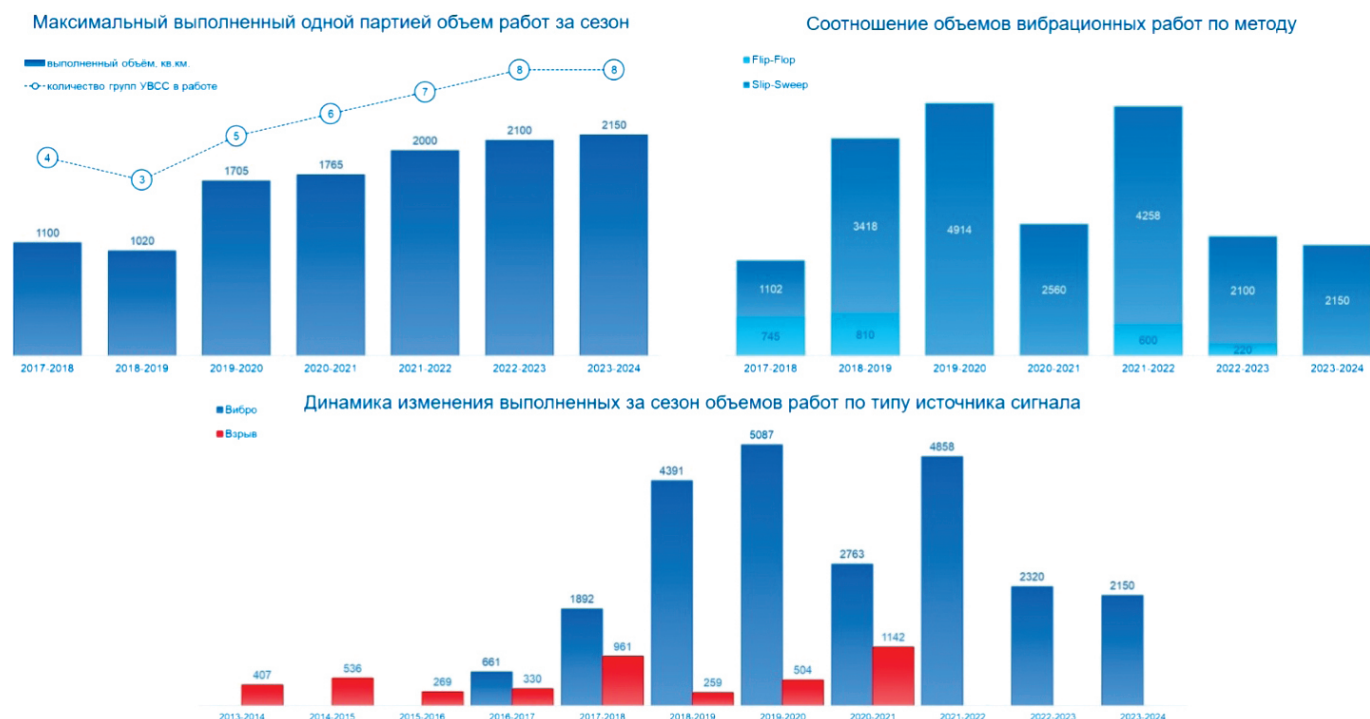


Рис. 5. Динамика выполненных разными методами работ на объекта ПАО «НОВАТЭК»

Высокая геолого-экономическая эффективность технологии «слип-сви́п» в условиях Арктики в сравнении со взрывным методом и стандартной вибросейсморазведкой совершенно очевидна.

Так, по опыту работ на объектах ПАО «НОВАТЭК» средняя производительность работ взрывным источником варьировалась в пределах 400–450 кв. км за сезон при обычной 300×400 м плотности линий возбуждения и приема, в то время как «слип-сви́п» дает результат более 2000 кв. км. за сезон для повышенной 250×250 м или 200×300 м плотности линий возбуждения и приема.

На рис. 5 показаны гистограммы, характеризующие динамику выполненных разными методами работ на лицензионных участках ПАО «НОВАТЭК».

На данный момент на объектах ПАО «НОВАТЭК» объем работ 3D по технологии «слип-сви́п» превысил 20 000 кв. км.

Заключение

С точки зрения новизны и эффективности применяемых полевых технологий сейсморазведки, крупными технологическими изменениями при проведении исследований на участках ПАО «НОВАТЭК» являются: использование высокопроизводительной технологии вибросейсморазведки «слип-сви́п», «уплотнение» систем наблюдений, расширение частотного диапазона «сви́па» в НЧ и ВЧ область.

Опыт компании по использованию высокопроизводительных технологий проведения полевых сейсморазведочных работ демонстрирует высокую эффективность для условий севера Западной Сибири. При этом качество получаемых материалов не уступает данным, полученным с использованием стандартных технологий. Перспективным направлением и значимым инструментом повышения качества является технология обработки виброграмм до корреляции, которая позволяет минимизировать слип-тайм и является дополнительным резервом повышения технико-эффективности «слип-сви́п».

Дальнейшее повышение производительности работ возможно за счет применения более «агрессивных» технологий «DSSS» и «HFVS», независимого одновременного возбуждения «ISS», возбуждения псевдослучайных некоррелируемых сигналов «Shuffle», но это целесообразно делать только после исчерпания резервов технологии «слип-сви́п», о чем говорить пока преждевременно.

Литература

Гафаров Р.М. (2012). Slip-Sweep – метод высокопроизводительной сейсмо-разведки без потери качества получаемых данных в условиях центральной части России. *Приборы и системы разведочной геофизики*, 1, с. 62–66.

Долгих Ю.Н., Кайгородов Е.П., Глебов А.А. (2019а). Многозональная адаптивная обработка виброграмм – перспективное направление повышения качества и информативности современной сейсморазведки. Сочи, *EAGE*. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201953025>

Долгих Ю.Н., Кайгородов Е.П., Глебов А.А. (2019б). Многозональная адаптивная обработка виброграмм как перспективное направление повышения качества и информативности современной сейсморазведки. *Сборник докладов международной научно-практической конференции «Современные технологии нефтегазовой геофизики»*. Тюмень: ТИУ, с. 33–39.

Долгих Ю.Н., Кайгородов Е.П., Глебов А.А. (2019с). Результаты и перспективы применения некоторых методических подходов к обработке виброграмм. *EAGE*, Тюмень. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201900571>

Екименко В.А. (2008). Сейсморазведка – основной метод поиска и разведки нефтяных залежей. *Георесурсы*, 4(27), с. 14–16.

Ефимов В.И. (2013). Применение методики слип-сви́п в полевых сейсморазведочных работах МОГТ-3Д. *Геофизический вестник*, 1, с. 33–34.

Смирнов В.Н., Бондарев Е.Б. (2017). Современное состояние, возможности и недостатки комплекса вибросейс NOMAD по сравнению с взрывным источником сейсмических колебаний в зимних условиях ЯНАО. *Технологии сейсморазведки*, 2, с. 108–122.

Шнеерсон М.Б., Жуков А.П. (2015). Современные тенденции вибрационной сейсморазведки. *Приборы и системы разведочной геофизики*, 3, с. 19–25.

Сведения об авторах

Владислав Иванович Кузнецов – доктор геол.-мин. наук, старший эксперт отдела полевых сейсморазведочных работ, ООО «НОВАТЭК НТЦ»

Россия, 625031, Тюмень, ул. Пожарных и спасателей, д. 7
e-mail: vikuznetsov@novatek.ru

Юрий Николаевич Долгих – доктор геол.-мин. наук, ученый секретарь, ООО «НОВАТЭК НТЦ»

Россия, 625031, Тюмень, ул. Пожарных и спасателей, д. 7
e-mail: YNDolgikh@novatek.ru

Дмитрий Владимирович Скачков – эксперт отдела сейсморазведочных работ, ООО «НОВАТЭК НТЦ»

Россия, 625031, Тюмень, ул. Пожарных и спасателей, д. 7
e-mail: Dmitriy.Skachkov@novatek.ru

Владимир Владиславович Соколовский – главный технолог проекта, ООО «НОВАТЭК НТЦ»

Россия, 625031, Тюмень, ул. Пожарных и спасателей, д. 7
e-mail: Vladimir.Sokolovskiy@novatek.ru

Сергей Викторович Писарчук – начальник управления сейсморазведочных работ, департамент геологоразведочных работ, ПАО «НОВАТЭК»

Россия, 119313, Москва, Ленинский проспект, д. 90/2
e-mail: sergey.pisarchuk@novatek.ru

Алексей Федорович Глебов – кандидат тех. наук, начальник отдела сейсморазведочных работ управления сейсморазведочных работ департамента геологоразведочных работ, ПАО «НОВАТЭК»

Россия, 119313, Москва, Ленинский проспект, д. 90/2
e-mail: Aleksey.Glebov@novatek.ru

Статья поступила в редакцию 17.07.2024;

Принята к публикации 04.09.2024;

Опубликована 30.09.2024

Experience in Conducting Field Seismic Surveys Using High-Performance “Slip-Sweep” Technology

V.I. Kuznetsov^{1,3*}, Yu.N. Dolgikh¹, D.V. Scachkov¹, V.V. Sokolovsky¹, S.V. Pisarchuk², A.A. Globov²

¹NOVATEK NTC, Tyumen, Russian Federation

²NOVATEK, Moscow, Russian Federation

³Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

*Corresponding author: Vladislav I. Kuznetsov, e-mail: vikuznetsov@novatek.ru

Abstract. The latest major technological change in seismic surveys at the sites of the NOVATEK Group of Companies is the use of high-performance sleep-sweep vibroseismic exploration technology.

The total volume of work performed in the NOVATEK Group of Companies using the sleep-sweep technology has currently exceeded 20 000 square kilometers.

As part of the assessment of the efficiency and prospects of the sleep-sweep, the article analyzes the optimization possibilities, as well as the risks and difficulties in implementing the technology, analyzes the performance of the sleep-sweep in the conditions of the Arctic region, and presents a methodology for predicting daily productivity, applicable for designing and assessing the technical and economic indicators of research.

Keywords: high-performance vibroseismic survey, vibrogram processing, quality improvement, quality control, correlograms, performance forecast

Recommended citation: Kuznetsov V.I., Dolgikh Yu.N., Scachkov D.V., Sokolovsky V.V., Pisarchuk S.V., Globov A.A. (2024). Experience in Conducting Field Seismic Surveys Using High-Performance “Slip-Sweep” Technology. *Georesury = Georesources*, 26(3), pp. 20–26. <https://doi.org/10.18599/grs.2024.3.3>

References

- Dolgikh Yu.N., Kaigorodov E.P., Glebov A.A. (2019a). Multizonal adaptive processing of vibrograms is a promising direction for improving the quality and information content of modern seismic exploration. *Sochi, EAGE*. (In Russ.) <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201953025>
- Dolgikh Yu.N., Kaigorodov E.P., Glebov A.A. (2019b). Multizonal adaptive processing of vibrograms as a promising direction for improving the quality and information content of modern seismic exploration. *International scientific and practical conference «Modern technologies of oil and gas geophysics»: Coll. papers*. Tyumen: TIU, pp. 33–39. (In Russ.)
- Dolgikh Yu.N., Kaigorodov E.P., Glebov A.A. (2019c). Results and prospects for the application of some methodological approaches to the processing of vibrograms. Tyumen, *EAGE*. (In Russ.) <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201900571>
- Ekimenko V.A. (2008). Seismic exploration is the main method of searching and exploring oil deposits. *Georesury = Georesources*, 4(27), pp. 14–16. (In Russ.)
- Efimov V.I. (2013). Application of the slip-sweep technique in field seismic surveys MOGT-3D. *Geofizicheskiy vestnik*, 1, pp. 33–34. (In Russ.)
- Gafarov R.M. (2012). Slip-Sweep – a method of high-performance seismic exploration without loss of quality of the obtained data in the conditions of the central part of Russia. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki*, 1, pp. 62–66. (In Russ.)

Smirnov V.N., Bondarev E.B. (2017). Current state, capabilities and disadvantages of the NOMAD vibroseis complex in comparison with an explosive source of seismic vibrations in the winter conditions of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. *Technologii seysmorazvedki*, 2, pp. 108–122. (In Russ.)

Shneerson M.B., Zhukov A.P. (2015). Current trends in vibration seismic exploration. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki*, 3, pp. 19–25. (In Russ.)

About the Authors

Vladislav I. Kuznetsov – Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), Senior Expert of the Field Seismic Exploration Department, NOVATEK NTC

7, Pozharnykh i spasateley st., Tyumen, 625031, Russian Federation
e-mail: vikuznetsov@novatek.ru

Yuri N. Dolgikh – Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), Scientific Secretary, NOVATEK NTC

7, Pozharnykh i spasateley st., Tyumen, 625031, Russian Federation
e-mail: YNDolgikh@novatek.ru

Dmitry V. Skachkov – Expert of the Seismic Exploration Department, NOVATEK NTC

7, Pozharnykh i spasateley st., Tyumen, 625031, Russian Federation
e-mail: Dmitry.Skachkov@novatek.ru

Vladimir V. Sokolovsky – Chief Technologist of the Project, NOVATEK NTC

7, Pozharnykh i spasateley st., Tyumen, 625031, Russian Federation
e-mail: Vladimir.Sokolovskiy@novatek.ru

Segey V. Pisarchuk – Head of the Seismic Exploration Department, NOVATEK

90/2, Leninsky ave., Moscow, 119415, Russian Federation
e-mail: sergey.pisarchuk@novatek.ru

Aleksey F. Glebov – Cand. Sci. (Engineering), Head of Seismic Exploration Division, Seismic Exploration Department, NOVATEK

90/2, Leninsky ave., Moscow, 119415, Russian Federation
e-mail: Aleksey.Glebov@novatek.ru

Manuscript received 17 July 2024;

Accepted 4 September 2024;

Published 30 September 2024