

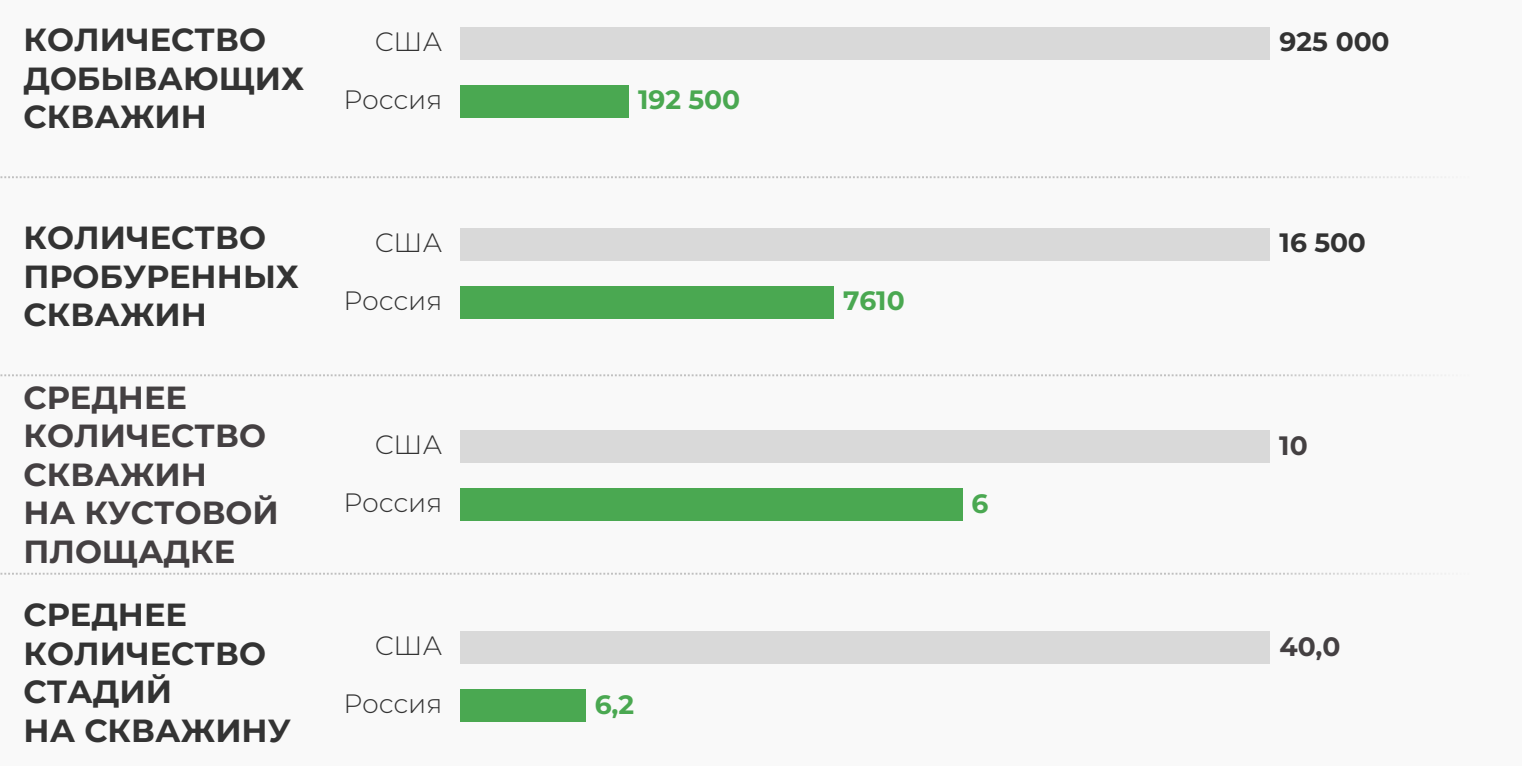
ИССЛЕДОВАНИЕ Б1



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ФЛОТ ГРП: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ



Среднее количество стадий на скважину в РФ в 6,5 раз ниже, чем в США. Причина – в Северной Америке более сложная модель разработки сланцевых залежей, что требует значительной мощности флотов ГРП¹



- 1Количество добывающих скважин в США больше в 4,8 раза
- 2Количество пробуренных скважин в 2024 году в США больше в 2,2 раза
- 3Среднее количество скважин на кустовой площадке в США больше в 1,6 раза
- 4Среднее количество стадий на 1 скважину в США больше в 6,5 раза

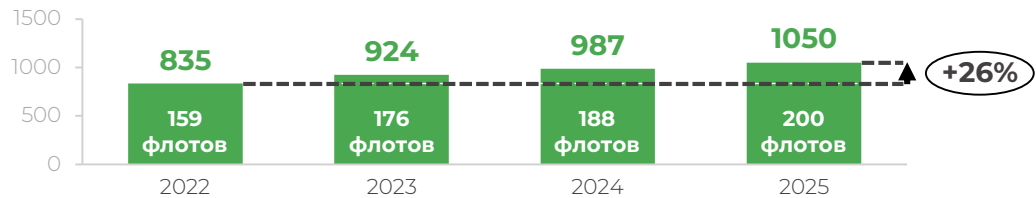


Развитие рынка технологического оборудования для флотов ГРП в Северной Америке обусловлено существенным объемом скважин – кандидатов для ГРП и многопортовым заканчиванием с уплотненной сеткой скважин на кустовых площадках

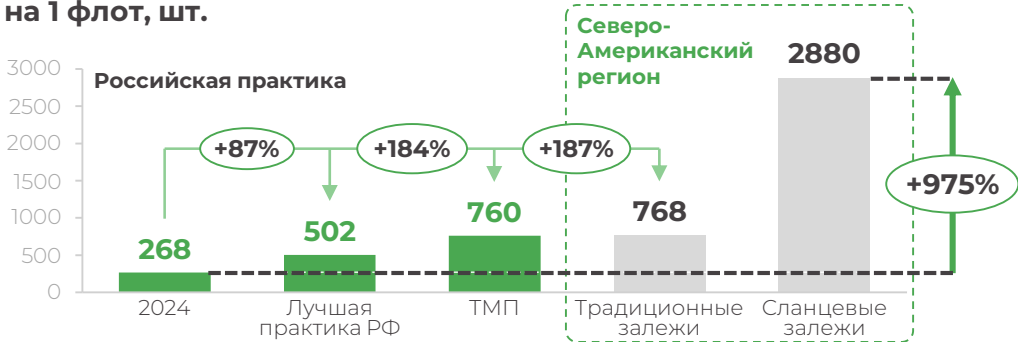
¹ ГРП – гидравлический разрыв пласта
Источники: интервью с отраслевыми экспертами и информация из других открытых источников, экспертная оценка Б1

У российского рынка ГРП есть потенциал повышения производительности флотов ГРП за счет отраслевых практик

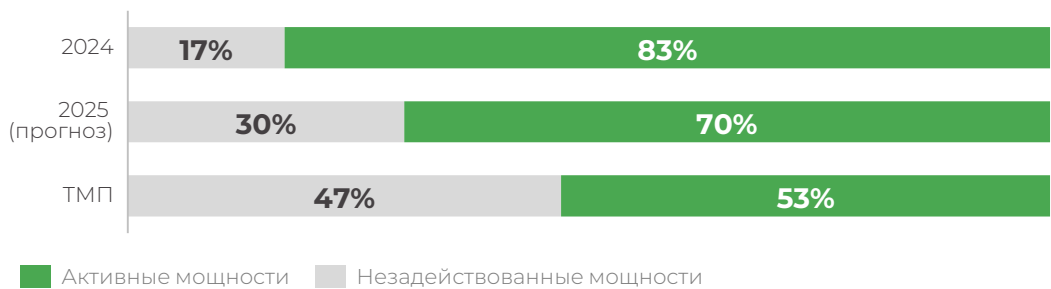
Обеспечение насосов ГРП в РФ, шт.



Средняя производительность флотов, скважино-операций в год на 1 флот, шт.



Прогноз загрузки мощностей рынка РФ ГРП на конец 2025 г., %



¹ ТМП – теоретически максимальный предел выполнения операций (при достижении практик операционной эффективности и бережливого производства).
Источники: интервью с отраслевыми экспертами и информация из других открытых источников, экспертная оценка Б1

01 За период 2022–2025 гг. прирост парка флотов составит 26%

- ▶ С 2022 по 2025 год объем парка флотов ГРП вырастет с 159 до 200 флотов – на **26%**
- ▶ Конфигурация флотов осталась прежней: 5 насосов на флот (4 активных и 1 резервный)

02 У российского рынка ГРП есть значительный потенциал для дозагрузки флотов

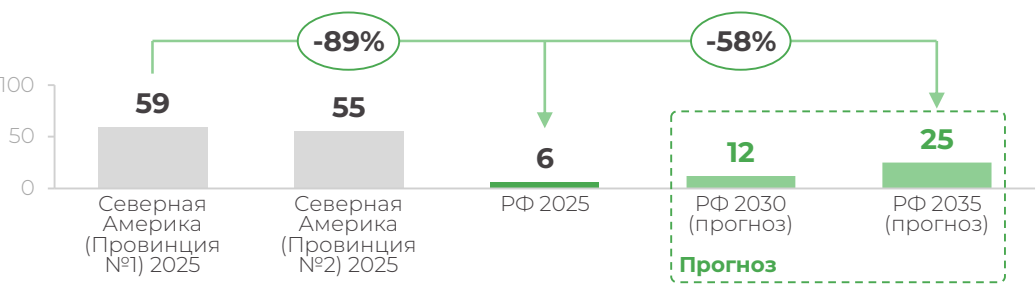
- ▶ Потенциал дозагрузки флотов на традиционных залежах в РФ составляет **184%**
- ▶ Потенциал дозагрузки флотов согласно лучшей достигнутой практике в РФ – **102%**
- ▶ На традиционных залежах потенциал дозагрузки флотов – **187%** в сравнении с Северо-Американским регионом
- ▶ На сланцевых залежах потенциал дозагрузки флотов составляет **975%** в сравнении с Северо-Американским регионом

03 Существует возможность переукомплектования незадействованных флотов в высокорасходные – при внедрении практик операционной эффективности

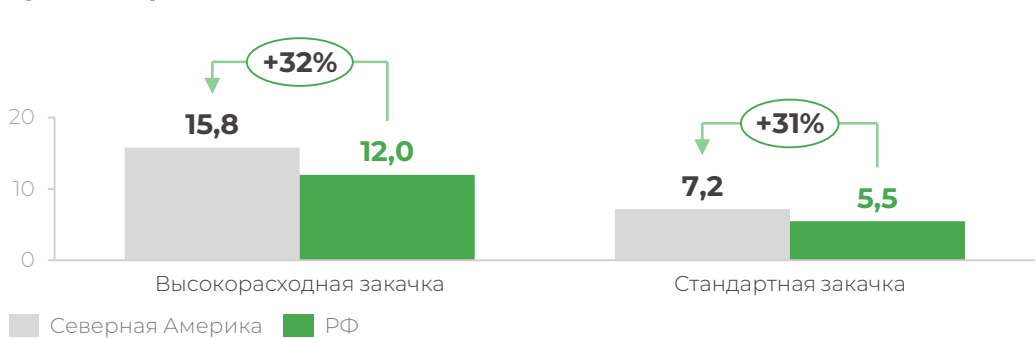
- До 30%** Составит объем незадействованных флотов на конец 2025 года с учетом прогноза по снижению объема операций геолого-технических мероприятий по виду ГРП в РФ
- До 47%** Составит свободный объем флотов ГРП при увеличении производительности флота до показателей ТМП¹ по средней производительности флотов: 760 скважино-операций в год на 1 флот

На горизонте до 2035 г. в РФ ожидается потребность в увеличении мощности флотов ГРП для осуществления высокорасходной закачки по трудноизвлекаемым запасам нефти

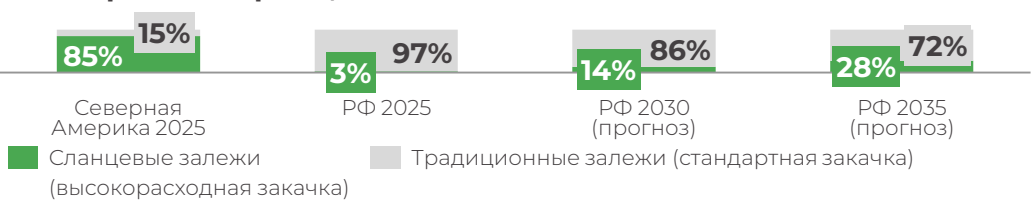
Среднее количество стадий на скважину, шт.



Средний расход жидкости, м³/мин



Соотношение стандартной и высокорасходной закачки в РФ и Северной Америке, %



¹ ТРИЗ – трудноизвлекаемые запасы нефти

² МГРП – многостадийный гидравлический разрыв пласта

Источники: экспертная оценка Б1, данные компаний Северо-Американского рынка Liberty, NextTier, SLB, ProPetro, Calfrac, Trican WS

01 РФ существенно отстает от зарубежных практик по сложности заканчивания скважин – количеству стадий на скважину

- ▶ Среднее количество стадий на 1 скважину в России в **9,5** раза меньше, чем в Северной Америке (6,2 стадий на скважину против 55–59 в Северной Америке)
- ▶ **Увеличение доли ТРИЗ¹ и рост длины горизонтальных участков приведут к росту среднего количества стадий на скважину и средней скорости закачки в 2030–2035 гг.**
- ▶ К 2035 году в РФ ожидается рост до **12–25** стадий на скважину при разработке ТРИЗ

02 На российском рынке 97% операций проводятся по стандартным технологиям с базовой скоростью закачки, тогда как в Северной Америке 85% операций ориентированы на высокоинтенсивные методы

- ▶ В Северной Америке доминируют высокоинтенсивные технологии (МГРП²) на сланцевых залежах (около 85%), обеспечивающие высокую скорость закачки и эффективность
- ▶ В РФ **3%** от общего рынка ГРП приходится на высокорасходные закачки
- ▶ Средний расход жидкости в Северной Америке выше более чем на 30%, что говорит о преобладании более агрессивного разрыва трещин коллекторов

03 На горизонте до 2035 г. в РФ ожидается потребность в увеличении мощности флотов ГРП для осуществления высокорасходной закачки по ТРИЗ

- ▶ Рост сложности разработки и доли ТРИЗ при разработке месторождений потребует большей мощности насосного парка и усложнения закачек ГРП – уже на горизонте к 2030 году до 14% от общего количества операций

При увеличении сложности разрабатываемых запасов и подходов к интенсификации притока потребуется увеличение мощности парка насосных агрегатов ГРП на 25% к 2030 году



РАЗВИЛКИ

ПЕРЕХОД К НАРАЩИВАНИЮ МОЩНОСТИ ПАРКА ФЛОТОВ ГРП

- A ПЕРЕУКОМПЛЕКТОВАНИЕ ТЕКУЩЕГО ПАРКА 2 К 1 В ВЫСОКОРАСХОДНЫЙ ФЛОТ**
 - ▶ **A1.** Повышение производительности текущего парка флотов за счет практик повышения операционной эффективности
 - ▶ **A2.** Переукомплектовка флотов путем объединения двух стандартных флотов в один высокорасходный
- B ДИЗЕЛЬНЫЕ ВЫСОКОРАСХОДНЫЕ ФЛОТЫ**
- C ГИБРИДНЫЕ ФЛОТЫ: ДИЗЕЛЬ + ГАЗ**
- D ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФЛОТЫ**
 - ▶ **D1.** Электрический – турбинный
 - ▶ **D2.** Электрический – газопоршневой

Источники: экспертная оценка Б1, данные компаний Северо-Американского рынка Liberty, NextTier, SLB, ProPetro, Calfrac, Trican WS



Благодаря оптимизации совокупной стоимости владения флотами ГРП и повышению энергоэффективности на рынке Северной Америки происходит переход на гибридные и электрические флоты с долей более 70% от общего парка



- 1 С 2018 года рынок ГРП Северной Америки активно трансформируется в связи с переходом от дизельных флотов к гибридным и электрическим решениям
- 2 За последние 7 лет наблюдается рост гибридных (двухтопливных) систем в 10 раз
- 3 Несмотря на рост доли электрофлотов до 20%, превалирует доля гибридных флотов (50%) ввиду эффективности использования попутного газа
- 4 На конец 2026 года **20%** рынка ГРП будут оснащены электрическими флотами

Ввиду сформированных стратегических целей по устойчивому развитию мировых ВИНК¹ производится электрификация флотов с целью повышения энергоэффективности и снижения выбросов CO₂

¹ ВИНК – вертикально интегрированная нефтяная компания.
Источники: интервью с отраслевыми экспертами и информация из других открытых источников



Зарубежный рынок ГРП активно развивает гибридные и электрические флоты в отличие от российского рынка, который работает на Tier 2 (дизель)

	Tier 2 Дизель	Tier 2 Гибридный (двухтоплив- ный)	Tier 4 Дизель	Tier 4 Гибрид (двух- топливный) DGB ¹	Электрический флот (газотурбинный / газопоршневой)
КПД, %	~ 36%	~ 36%	~ 36%	~ 36%	41–43% (выше на 5–7%)
ЭФФЕКТИВ- НОСТЬ ПО ОТНОШЕ- НИЮ К ДИЗЕЛЮ	0%	На 45% выше	0%	На 65% выше	На 10–100% выше
ЗАТРАТЫ НА ТОПЛИВО	На 5% ниже	На 25–35% выше	Базовый уровень	На 30–50% ниже	Ниже на 80%
CO ₂	На 5% ниже	38% выше	Базовый уровень	На 5% ниже	На 20–30% ниже
ВЫВОД	Низкая стоимость	Экономия топлива	Базовый уровень	▶ Экономия топлива ▶ Низкие выбросы	▶ Экономия топлива ▶ Высокая мощность

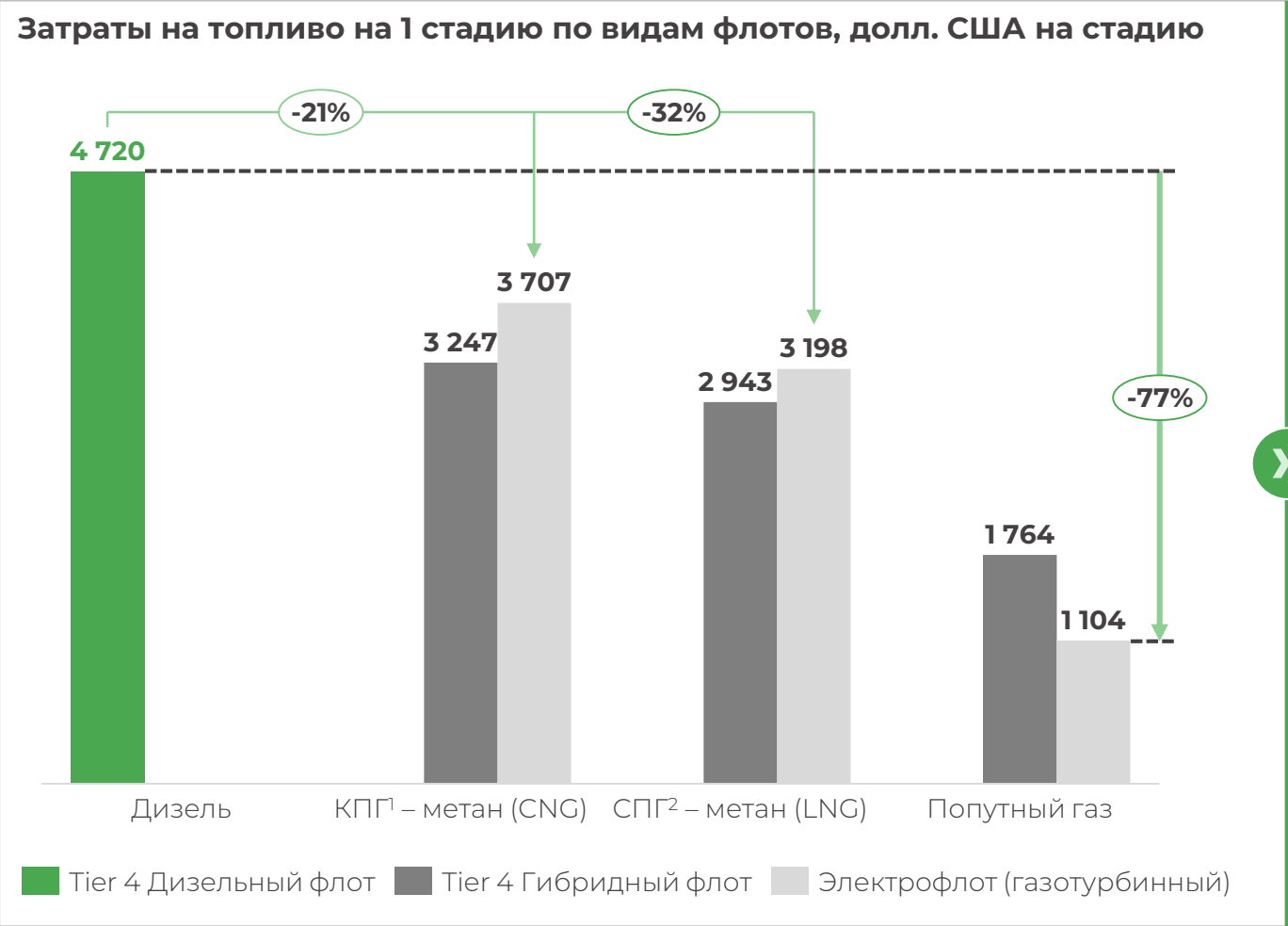


- ▶ **Более 95%** российского флота – это Tier 2 (Дизель) по классу топливной эффективности
- ▶ При сравнении вариантов Tier 4 (Дизель) и электрического флота вывод следующий:
 - ▶ КПД у электрофлота выше на **5–7%**, чем у дизельного флота
 - ▶ У электрического флота затраты ниже на **80%**
 - ▶ Эффективность по отношению к дизелю выше на **10–100%**



¹ DGB (Dynamic Gas Blending) – это технология, применяемая в двигателях внутреннего сгорания, которая позволяет одновременно использовать дизельное топливо и природный газ в качестве топлива. Источники: данные компаний Северо-Американского рынка Liberty

Относительно стоимости топлива самое эффективное – это использование попутного газа при проведении высокорасходных закачек, что напрямую отражается на стоимости одной стадии ГРП для добывающих компаний



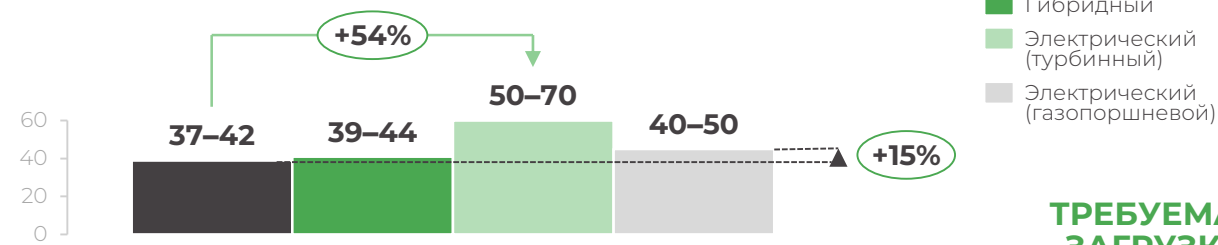
¹ КПГ – компримированный природный газ.
² СПГ – сжиженный природный газ.
Источники: данные компаний Северо-Американского рынка Liberty
Страница 8

ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОПЛИВА

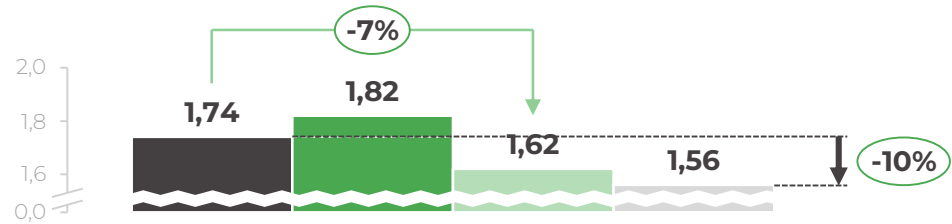
- ▶ После проведения испытаний флотов на различных режимах загрузки сделаны следующие выводы:
- ▶ Средняя стоимость топлива на стадию в случае использования **электрофлотов** на попутном газе ниже на **77%**, чем при дизельном флоте **Tier 4**
- ▶ При работе на **компрессионном газе** – метане затраты ниже **на 21%**, а на **сжиженном газе** – на **32%** соответственно
- ▶ Использование разных источников топлива обусловлено готовностью инфраструктуры на кустовых площадках и логистикой топливо-заправки и подключения к сепарирующим установкам

Несмотря на значимые инвестиции в электрические флоты, для получения экономического эффекта необходимы скважины – кандидаты на 12 и более портов МГРП и кустовые площадки с минимальным количеством скважин 8–10

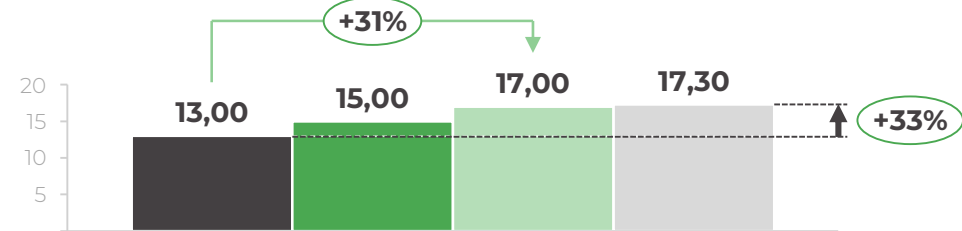
CAPEX по виду флотов в США, млн долл. США



ОРЕХ по виду флотов в США, тыс. долл. США в час



Эффект в США, млн долл. США за 1 год



- Дизельный
- Гибридный
- Электрический (турбинный)
- Электрический (газопоршневой)

ТРЕБУЕМАЯ ЗАГРУЗКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФЛОТА

- 12 Минимальное количество портов МГРП
- 8–10 Минимальное количество скважин – кандидатов на кустовой площадке

1

ИНВЕСТИЦИИ
► **Сапех на 1 электрический флот выше** стоимости дизельного Tier 4 **на 15–54%** в зависимости от типа: турбинный или газопоршневой

2

ОПЕРАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ
► **Орех на содержание 1 электрического флота** в среднем ниже стоимости дизельного Tier 4 **на 7–10%** в зависимости от типа: турбинный или газопоршневой

3

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
► **Эффект по стоимости владения 1 электрическим флотом** в среднем более чем на 30% стоимости превышает дизельный Tier 4

Источники: экспертная оценка Б1, данные компаний Северо-Американского рынка Liberty, NextTier, SLB, ProPetro, Calfrac, Trican WS

Электрический (турбинный) флот – электрифицированная система, где энергия вырабатывается газовой турбиной. Газотурбинный привод использует энергию сгорания природного газа для вращения турбины, которая напрямую или через редуктор приводит в действие насосные агрегаты.
Электрический (газопоршневой) флот – электрифицированная система на основе газопоршневых (реципрокных) двигателей. Работает по принципу ДВС: газ сжигается в цилиндрах, а возвратно-поступательное движение поршней преобразуется во вращение вала, приводящего насосы.



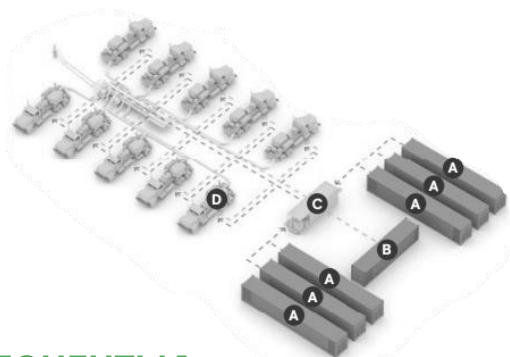
Состав парка оборудования электрического флота позволяет одновременно работать на двух и более скважинах

ТИП КОМПЛЕКСА	СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ	КОММЕНТАРИИ
1 ТРАДИЦИОННЫЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС		► Мобильный флот для стандартных закачек ► Стоимость владения выше при высокорасходных закачках
2 ГИБРИДНЫЙ КОМПЛЕКС		► Снижение расхода дизеля за счет газа ► Повышенная гибкость и эффективность.
3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС		► Меньше подвижных частей → дешевле обслуживание. ► Меньше занимаемая площадь, т. к. необходимо меньше насосов ► Возможность simulfrac (одновременный ГРП на 2+ скважинах) благодаря высокой мощности

Принципиальная схема для электрических газопоршневых флотов прошла эволюцию от многокомпонентной системы к мобильному комплексу

КОНФИГУРАЦИЯ 1

Раздельные компоненты
(до 10 газопоршневых станций)

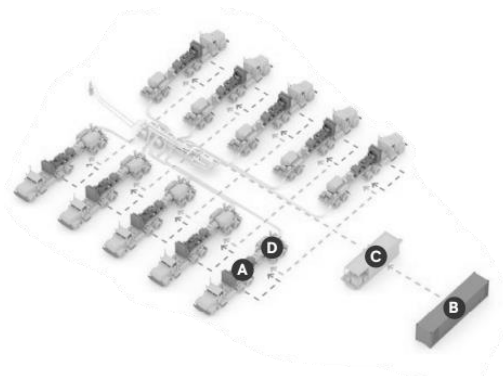


КОМПОНЕНТЫ 1

- A. Два генераторных агрегата, размещенных в одном контейнере, суммарной мощностью 5,2 МВт·э
- B. Энергонакопитель емкостью 2 МВт·ч
- C. Контроллер микросети
- D. Трейлер с частотным преобразователем (VFD) и насосом для ГРП

КОНФИГУРАЦИЯ 2

Газопоршневая станция с ЧРП¹

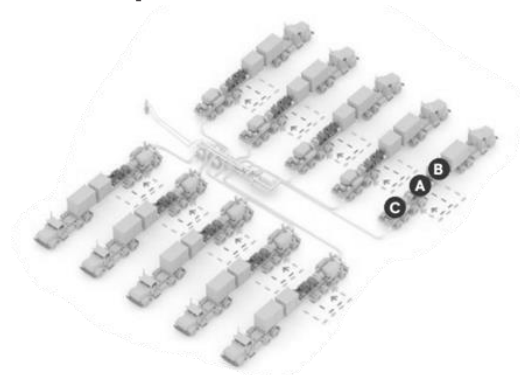


КОМПОНЕНТЫ 2

- A. Газопоршневая электростанция 20V 4000 с активной мощностью 2,5 МВт·э
- B. Энергонакопитель емкостью 2 МВт·ч
- C. Контроллер микросети
- D. Трейлер с частотным преобразователем (VFD) и насосом для ГРП

КОНФИГУРАЦИЯ 3

Мобильное решение «всё-в-одном»



КОМПОНЕНТЫ 3

- A. Газопоршневая электростанция 20V 4000 с радиаторной системой охлаждения
- B. Система накопления энергии (BESS), блок управления и инвертор
- C. Трейлер с частотным преобразователем (VFD) и насосом для ГРП



Несмотря на большое распространение газотурбинных электрофлотов, производитель MTU, наиболее представленный в РФ, предлагает газопоршневой электрофлот в мобильном исполнении, когда в одном юните собраны все компоненты (газопоршневая установка, накопитель, инвертор и ЧРП с насосом ГРП)

¹ ЧРП – частотно-регулируемый привод
Источники: данные компании Rolls-Royce MTU

Преимущества и ограничения электрических флотов ГРП

ПРЕИМУЩЕСТВА

СТОИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ



- ▶ Снижение затрат на топливо на 60-80%, уменьшение себестоимости скважино-операции
- ▶ Снижение затрат на техобслуживание на 8-10% за счет отсутствия ДВС, коробки передач и меньшего износа оборудования
- ▶ Упрощение долгосрочного планирования бюджета в связи с меньшей волатильностью

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ



- ▶ Электродвигатель надежнее ДВС на дизельном топливе
- ▶ Меньше вибраций и шума — увеличение срока службы насосов и улучшение условий работы операторов (электродвигатели работают до 30 000 часов без ремонта)
- ▶ Интеграция с автоматизацией — возможность удаленного мониторинга и оптимизации процессов
- ▶ Возможность проведения ГРП на нескольких скважинах одновременно

ЭКОЛОГИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА



- ▶ Снижение выбросов CO₂ на 30-50%
- ▶ Соответствие жестким экологическим нормам

ОГРАНИЧЕНИЯ

ВЫСОКИЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ CAPEX



- ▶ Требуются значительные инвестиции в газовые турбины, электрооборудование, системы очистки газа
- ▶ Необходим доступ к электросети или газотурбинным генераторам
- ▶ Окупаемость только при большом количестве (более 8) скважин и портов МГРП (более 12)

ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНФРАСТРУКТУРЫ



- ▶ Поступающий газ требует постоянной очистки — иначе высок риск поломки турбин
- ▶ Недостаточно развитая инфраструктура в удаленных регионах
- ▶ Требуется формирование рынка подачи газа под флоты ГРП
- ▶ При сбоях подачи газа — простои и убытки

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ



- ▶ Чувствительность к качеству газа
- ▶ Потребность в резервных мощностях
- ▶ Ограниченный опыт эксплуатации

Контактная информация



Агабек Бадалов

Партнер, руководитель направления по оказанию услуг нефтесервисным компаниям, Группа компаний Б1

О ГРУППЕ КОМПАНИЙ Б1

Группа компаний Б1 предлагает многопрофильные услуги в сфере аудита, стратегического, технологического и бизнес-консалтинга, сделок, оценки, налогообложения, права и сопровождения бизнеса.

Мы работаем свыше 35 лет в России и 25 лет в Беларуси. За это время в компаниях группы создана сильная команда специалистов с обширными знаниями и опытом реализации сложных проектов. Наша практика представлена в 12 городах: Москве, Минске, Владивостоке, Екатеринбурге, Казани, Краснодаре, Новосибирске, Ростове-на-Дону, Самаре, Санкт-Петербурге, Тольятти и Челябинске.

Группа компаний Б1 помогает клиентам находить новые решения, расширять, трансформировать и успешно вести свою деятельность, а также повышать свою финансовую устойчивость и кадровый потенциал.

© ООО «Б1 – Консалт», 2025

Все права защищены.

Информация, содержащаяся в настоящей публикации, представлена в сокращенной форме и предназначена лишь для общего ознакомления, в связи с чем она не может рассматриваться в качестве полноценной замены подробного отчета о проведенном исследовании и других упомянутых материалов и служить основанием для вынесения профессионального суждения. Группа компаний Б1 не несет ответственности за ущерб, причиненный каким-либо лицам в результате действия или отказа от действия на основании сведений, содержащихся в данной публикации. По всем конкретным вопросам следует обращаться к специалисту по соответствующему направлению.