

**ИССЛЕДОВАНИЕ Б1**

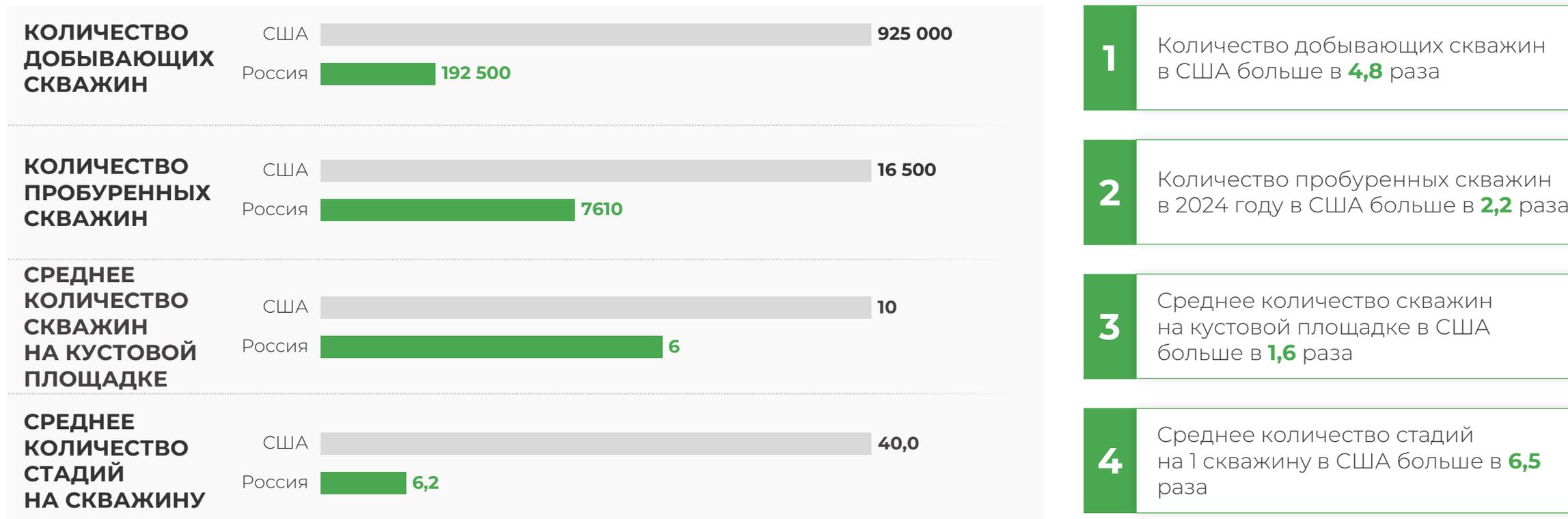


**НОВЫЕ ВЫЗОВЫ  
НОВЫЕ РЕШЕНИЯ**

**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 ГРП<sup>1</sup>



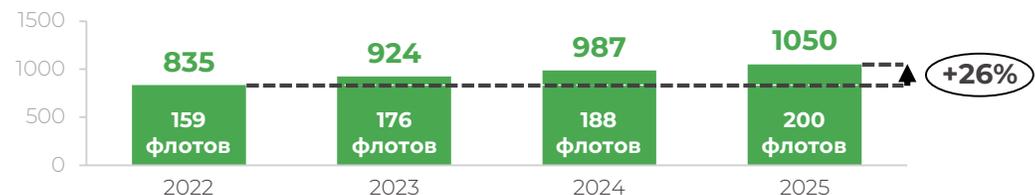
Развитие рынка технологического оборудования для флотов ГРП в Северной Америке обусловлено существенным объемом скважин – кандидатов для ГРП и многопортовым заканчиванием с уплотненной сеткой скважин на кустовых площадках

<sup>1</sup> 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.



## 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)

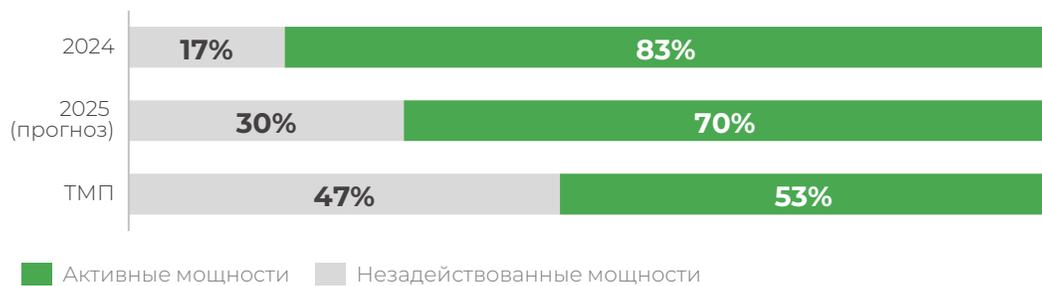
Средняя производительность флотов, скважино-операций в год на 1 флот, шт.



## 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

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



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

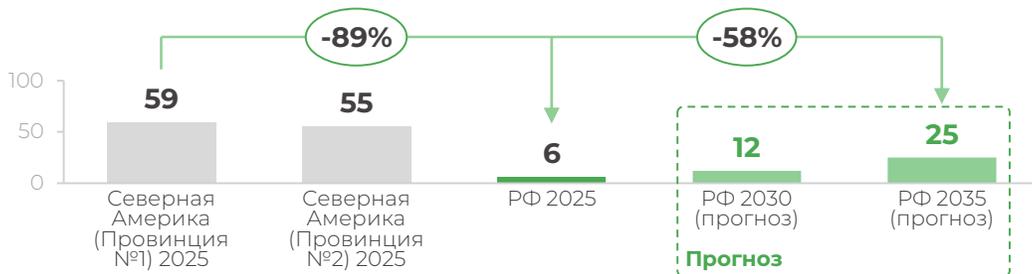
- ▶ До **30%** составит объем незадействованных флотов на конец 2025 года с учетом прогноза по снижению объема операций геолого-технических мероприятий по виду ГРП в РФ
- ▶ До **47%** составит свободный объем флотов ГРП при увеличении производительности флота до показателей ТМП<sup>1</sup> по средней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

<sup>1</sup>ТМП – теоретически максимальный предел выполнения операций (при достижении практик операционной эффективности и бережливого производства).

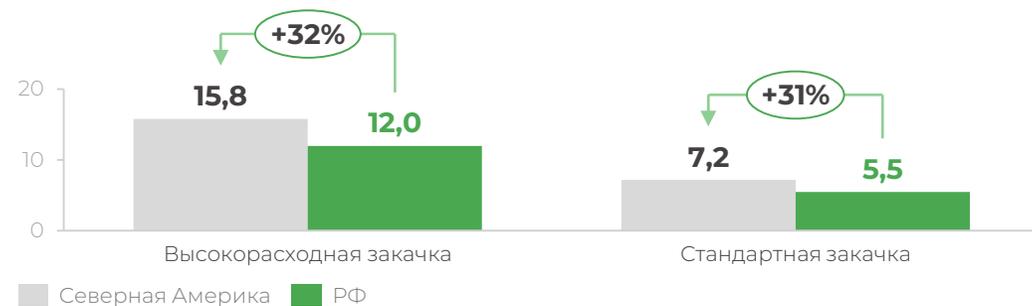
Источники: интервью с отраслевыми экспертами и информация из других открытых источников, экспертная оценка Б1

# 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, м<sup>3</sup>/мин



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



<sup>1</sup> ТРИЗ – трудноизвлекаемые запасы нефти

<sup>2</sup> 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 ТРИЗ<sup>1</sup> 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 (МГРП<sup>2</sup>) 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 потребуются увеличение мощности парка насосных агрегатов ГРП на 25% к 2030 году

Требуемая средняя номинальная мощность насосных агрегатов для выполнения МГРП на 1 флот, л.с./флот



**Переход на ТРИЗ потребует значительного увеличения технологических возможностей флотов ГРП в России**

- ▶ К 2030 году необходимо увеличить среднюю номинальную мощность насосных агрегатов для выполнения МГРП на 25% (с 9000 до 11 250) с учетом увеличения количества стадий на скважину до 12 скважино-операций
- ▶ К 2035 году необходимо увеличить среднюю номинальную мощность насосных агрегатов для выполнения МГРП на 75% (с 9000 до 15 750) с учетом увеличения количества стадий на скважину до 25 скважино-операций

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**

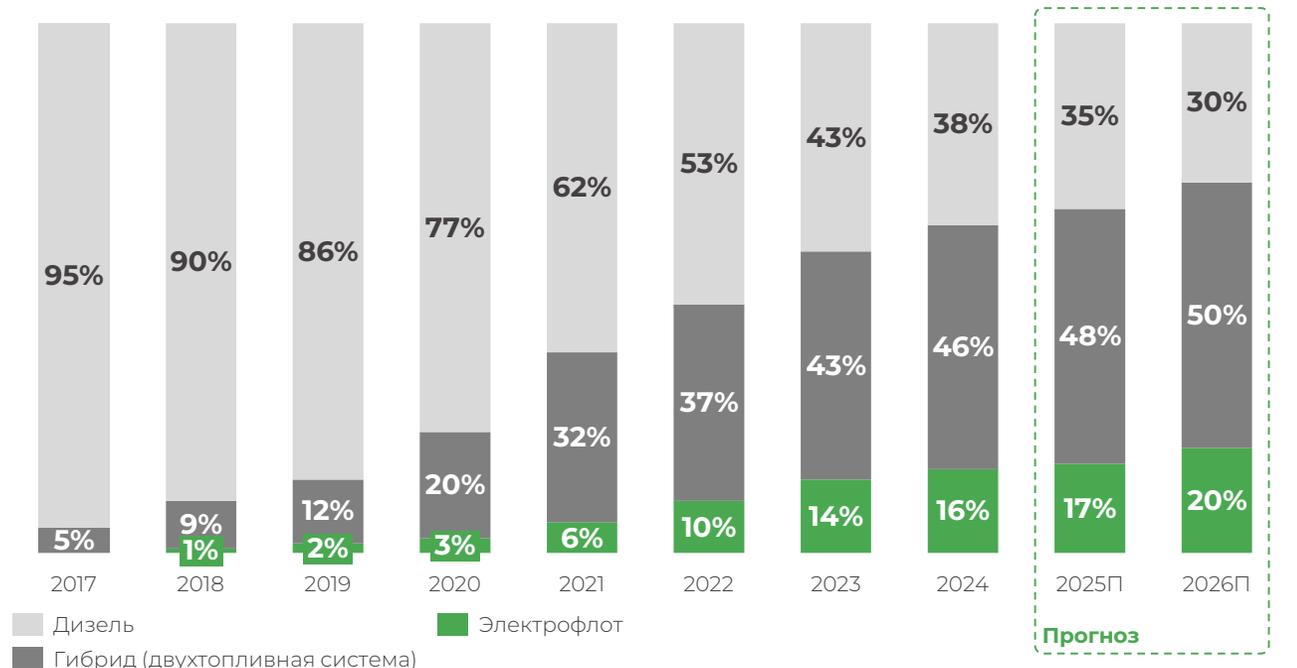
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФЛОТЫ**

- ▶ **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

Распределение флотов по видам в Северной Америке



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 ВИНК<sup>1</sup> производится электрификация флотов с целью повышения энергоэффективности и снижения выбросов CO<sub>2</sub>

<sup>1</sup> 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 <sup>1</sup>	Электрический флот (газотурбинный / газопоршневой)
<b>КПД, %</b>	~ 36%	~ 36%	~ 36%	~ 36%	41–43% (выше на 5–7%)
<b>ЭФФЕКТИВ- НОСТЬ ПО ОТНОШЕ- НИЮ К ДИЗЕЛЮ</b>	0%	На 45% выше	0%	На 65% выше	На 10–100% выше
<b>ЗАТРАТЫ НА ТОПЛИВО</b>	На 5% ниже	На 25–35% выше	Базовый уровень	На 30–50% ниже	Ниже на 80%
<b>CO<sub>2</sub></b>	На 5% ниже	38% выше	Базовый уровень	На 5% ниже	На 20–30% ниже
<b>ВЫВОД</b>	Низкая стоимость	Экономия топлива	Базовый уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Экономия топлива</li> <li>▶ Низкие выбросы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Экономия топлива</b></li> <li>▶ <b>Высокая мощность</b></li> </ul>

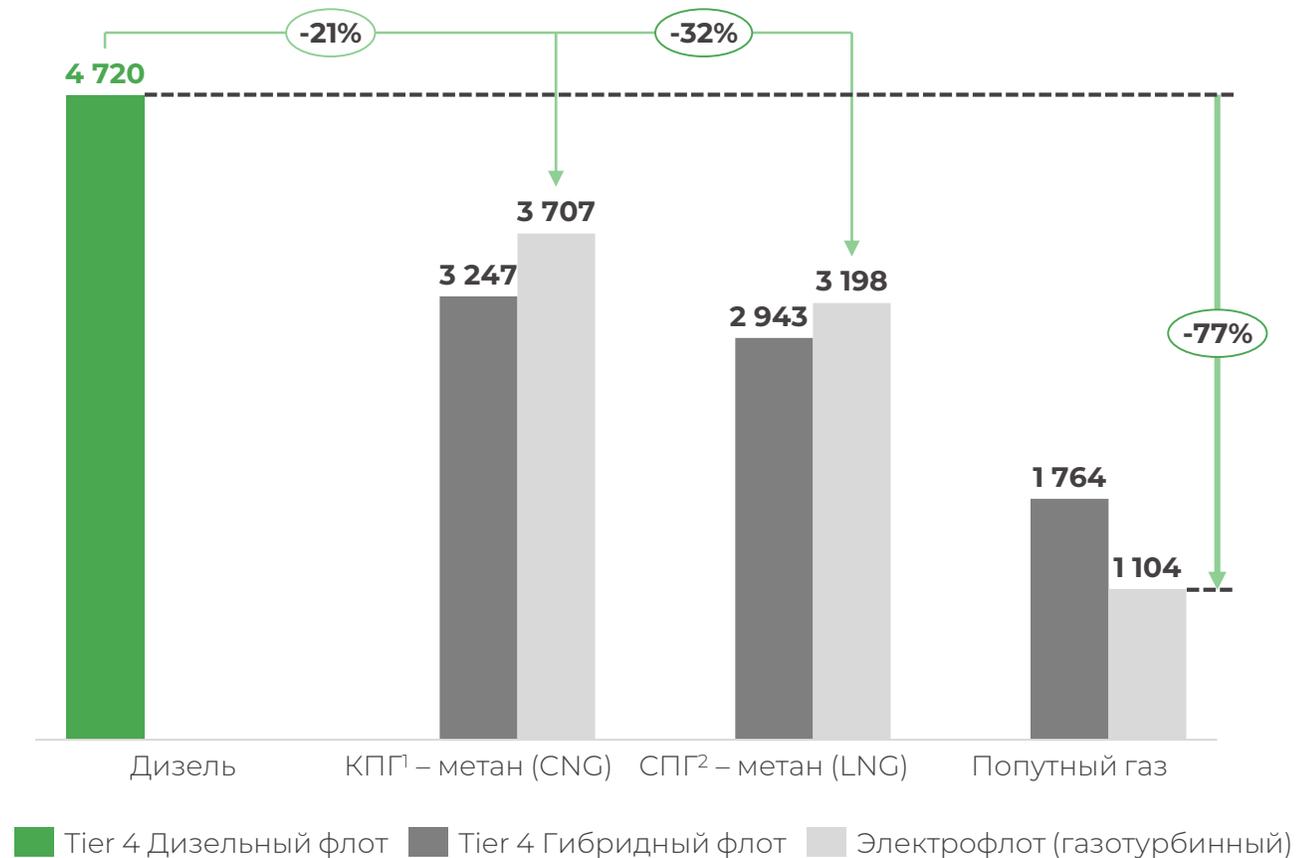
- ▶ Более **95%** российского флота – это Tier 2 (Дизель) по классу топливной эффективности
- ▶ При сравнении вариантов Tier 4 (Дизель) и электрического флота вывод следующий:
  - ▶ КПД у электрофлота выше на **5–7%**, чем у дизельного флота
  - ▶ У электрического флота затраты ниже на **80%**
  - ▶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



<sup>1</sup> 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

Затраты на топливо на 1 стадию по видам флотов, долл. США на стадию



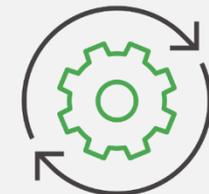
<sup>1</sup> КПГ – компримированный природный газ.

<sup>2</sup> СПГ – сжиженный природный газ.

Источники: данные компаний Северо-Американского рынка Liberty

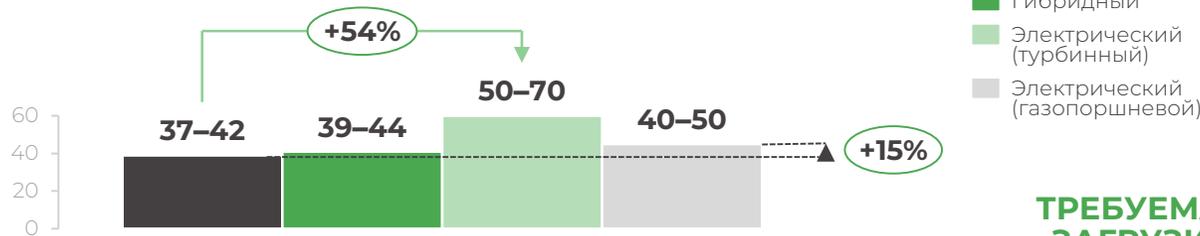
## ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОПЛИВА

- ▶ 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

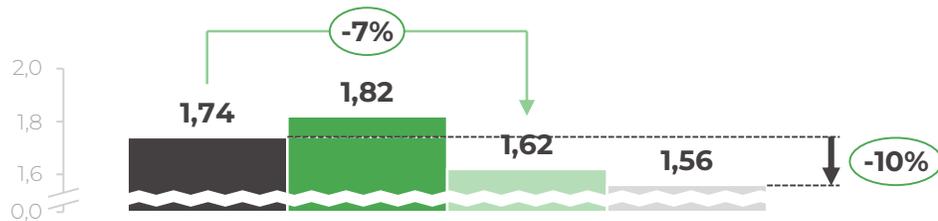


- Дизельный
- Гибридный
- Электрический (турбинный)
- Электрический (газопоршневой)

## ТРЕБУЕМАЯ ЗАГРУЗКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФЛОТА

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

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



Эффект в США, млн долл. США за 1 год



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.

1

### ИНВЕСТИЦИИ

- ▶ **Сарех 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

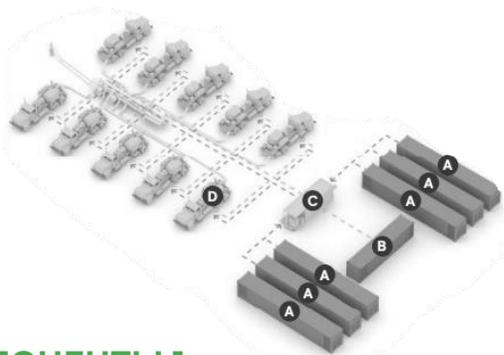
# Состав парка оборудования электрического флота позволяет одновременно работать на двух и более скважинах

ТИП КОМПЛЕКСА	СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ	КОММЕНТАРИИ
<b>1</b> ТРАДИЦИОННЫЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Мобильный флот для стандартных закачек</li> <li>▶ Стоимость владения выше при высокорасходных закачках</li> </ul>
<b>2</b> ГИБРИДНЫЙ КОМПЛЕКС		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Снижение расхода дизеля за счет газа</li> <li>▶ Повышенная гибкость и эффективность.</li> </ul>
<b>3</b> ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Меньше подвижных частей → дешевле обслуживание.</li> <li>▶ Меньше занимаемая площадь, т. к. необходимо меньше насосов</li> <li>▶ <b>Возможность simulfrac (одновременный ГРП на 2+ скважинах) благодаря высокой мощности</b></li> </ul>

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

## КОНФИГУРАЦИЯ 1

Раздельные компоненты  
(до 10 газопоршневых станций)

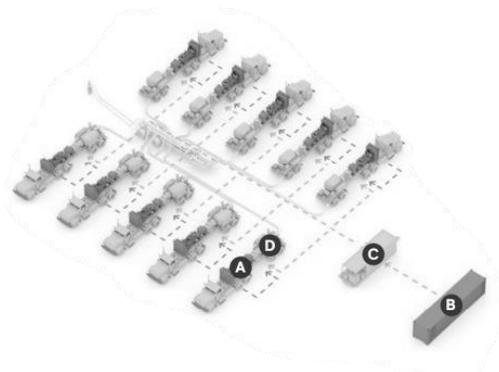


### КОМПОНЕНТЫ 1

- 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 ЧРП<sup>1</sup>

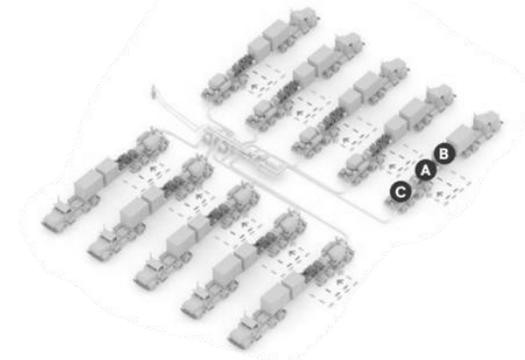


### КОМПОНЕНТЫ 2

- 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)

<sup>1</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 сложнейших 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.