

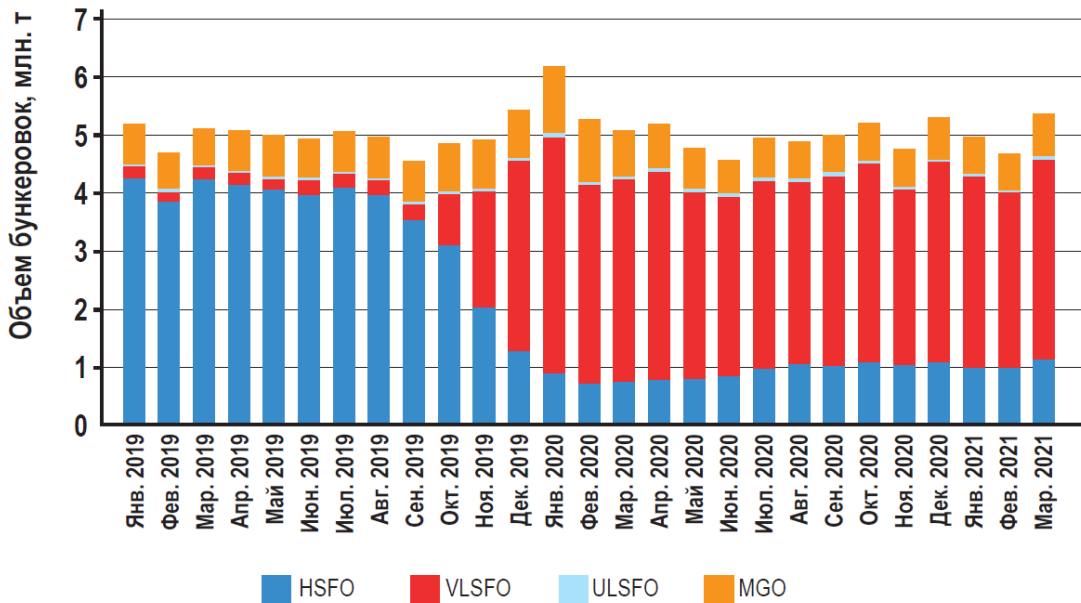
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СУДОВЫЕ ТОПЛИВА: ОТ VLSFO ДО ВОДОРОДА. РЫНОК И ТЕХНОЛОГИИ

02 ноября 2022

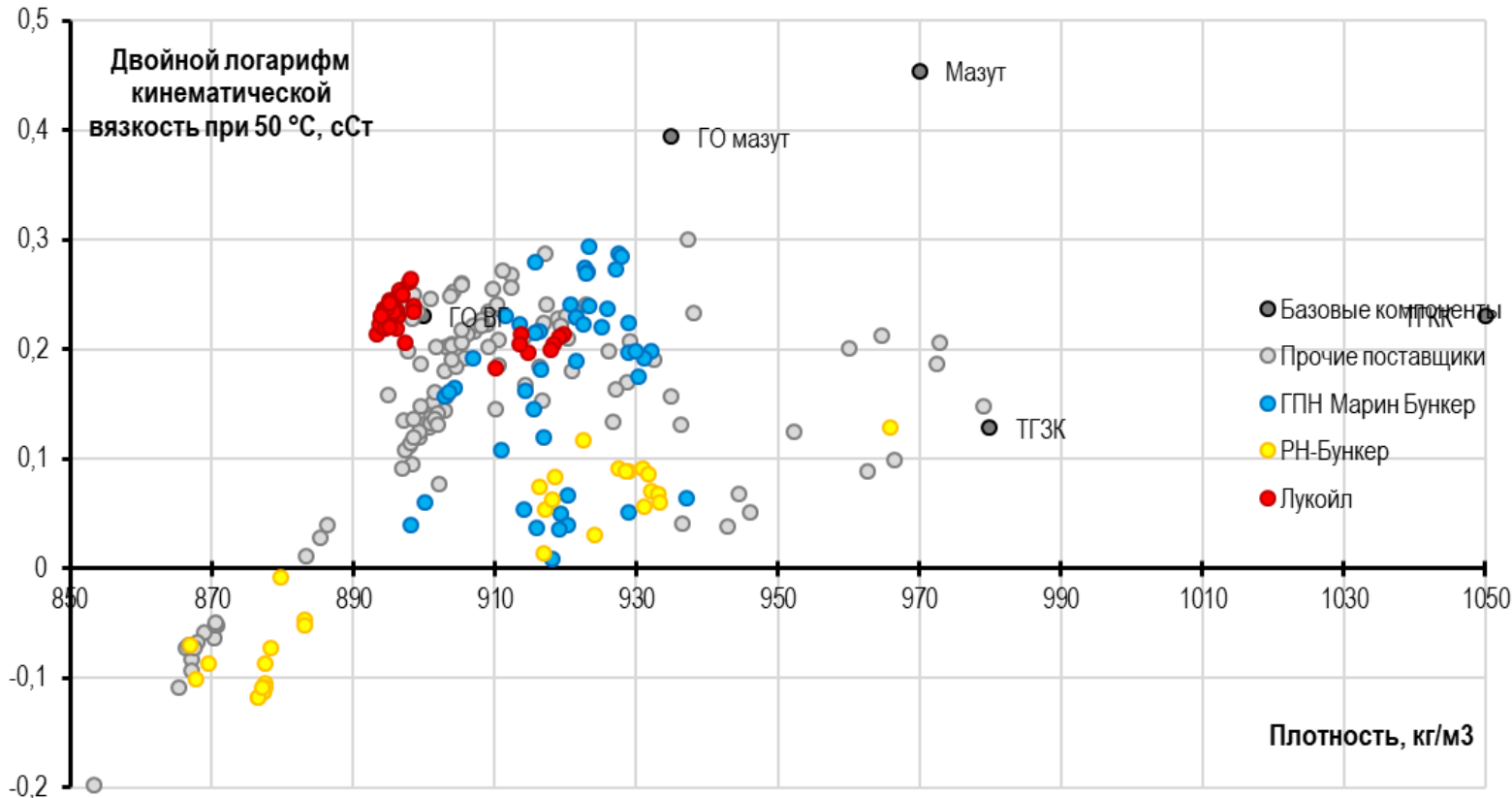
VLSFO: ключевое судовое топливо в мире



- ☞ С 1 января 2020 г. вступил в силу новые правила Международной морской организации (IMO), которые ограничили содержание серы в морском судовом топливе до 0,5% мас.
- ☞ Ужесточение требований по содержанию серы в судовом топливе проходило поэтапно:
 - 4,50% мас. – до 1 января 2012 года
 - 3,50% мас. – с 1 января 2012 года
 - 0,50% мас. – с 1 января 2020 года
- ☞ Дополнительно к глобальным требованиям введены особые требования к судовому топливу при эксплуатации судов в районах контроля за выбросами (Emission Control Areas, ECA).
- ☞ К таким районам отнесены Балтийское и Северное моря, определенные прибрежные районы США и Канады, район Карибского моря вокруг Пуэрто-Рико и Виргинских островов. Содержание серы в жидком топливе, используемом на судах, эксплуатируемых в ECA не должно превышать 0,1% мас. с 2015 года.

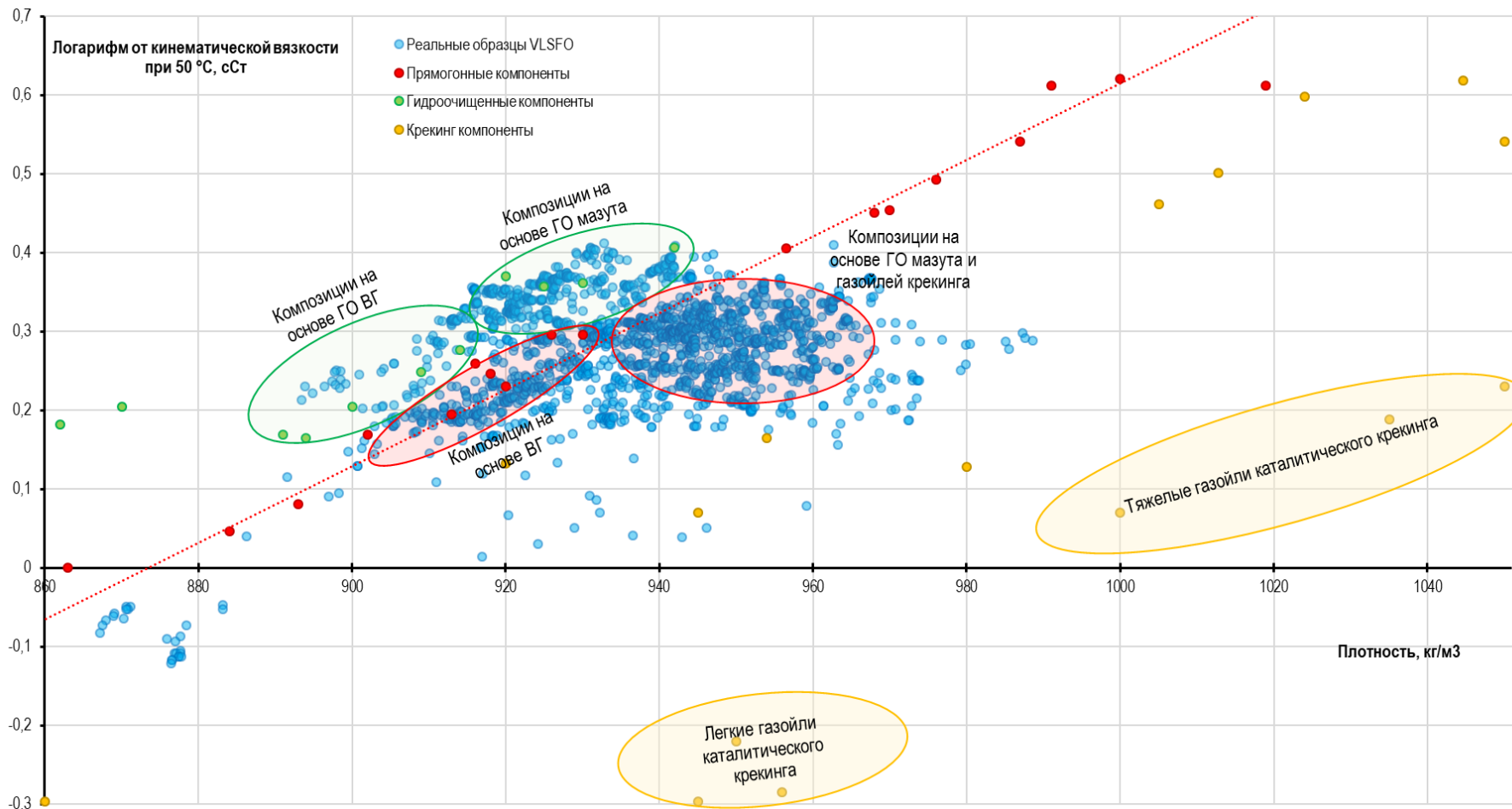


VLSFO: технологии и композиции в России



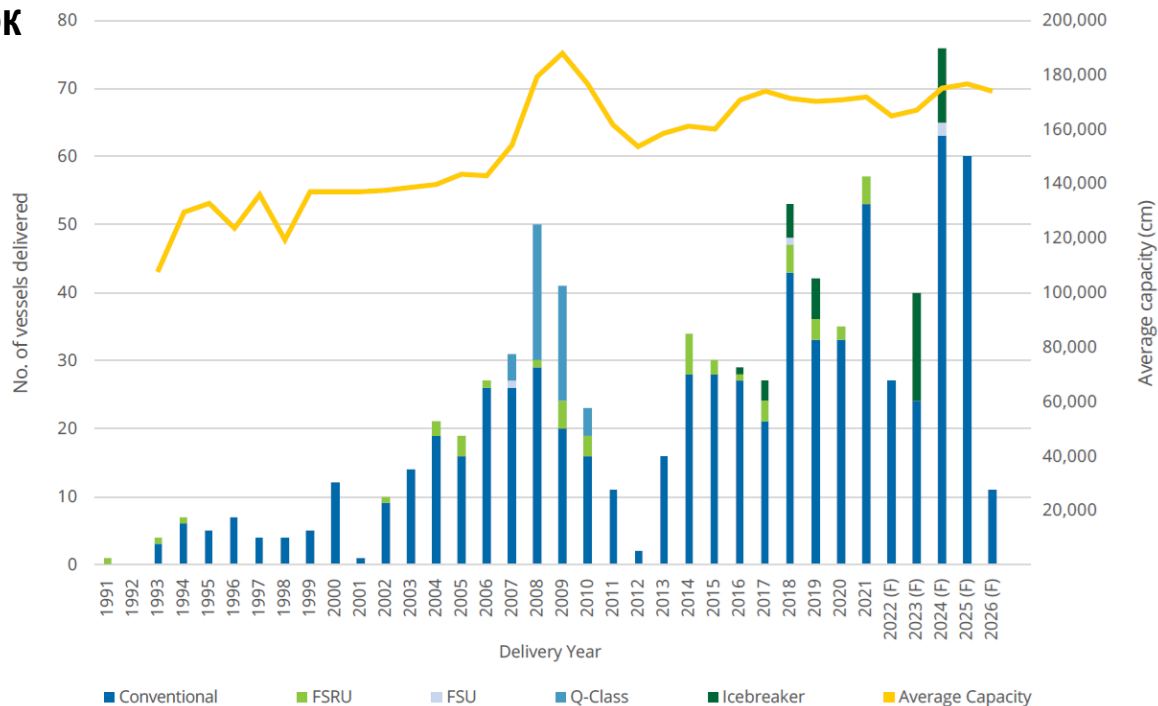
- Партии в российских портах являются значительно более легкими по вязкостно-плотностным характеристикам – средняя вязкость 30-40 сСт.
- Основным компонентом для смешения является гидроочищенный вакуумный газойль, так как в РФ отсутствуют мощности по облагораживанию остаточных фракций.
- Помимо вакуумного газойля, в композициях также используют прямогонный мазут, дизельные фракции и газойли крекинга (преимущественно легкие).
- Кроме того, в Российских портах наблюдается меньшее среднее содержание серы – 30% композиций содержат менее 0,46% серы (общемировое значение 10%)

VLSFO: технологии и композиции в мире



- Переход на VLSFO обусловил сдвиг свойств композиций от «нормальной» кривой в сторону вторичных композиций, а также значительно падение вязкости до среднего показателя около 80 сСт.
- Наиболее используемыми компонентами являются ГО мазут и газойль каталитического крекинга, что подтверждает данными по содержанию металлов (V, Ni) и алюмосиликатов.
- Доля ГО мазута в портах Азии находится на уровне 50-70%, а его среднее содержание в портах Ближнего Востока составило 87%.

СПГ: рынок



Суммарная мощность СПГ-заводов в мире **459,9** млн. т в год

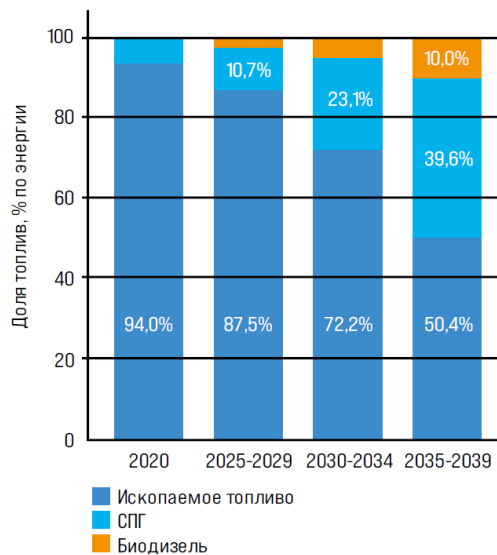
Объем мировой торговли СПГ **372,3** млн. т в год

Объем спроса СПГ-флота **13,1** млн. т в год

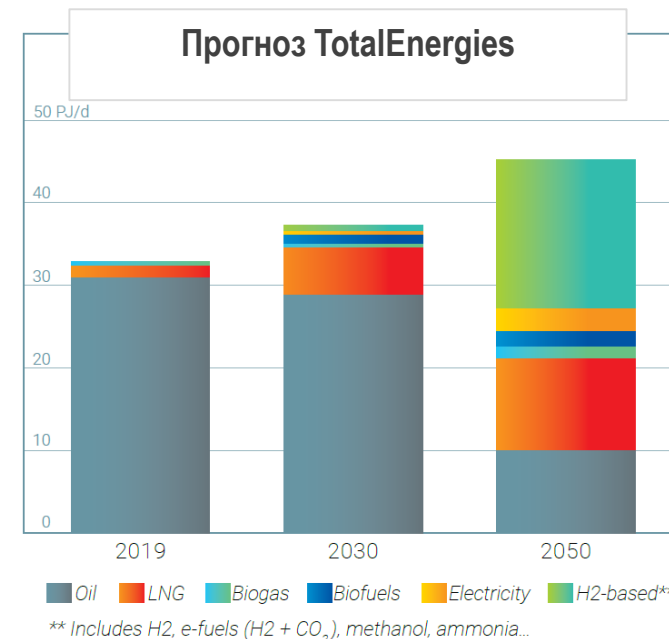
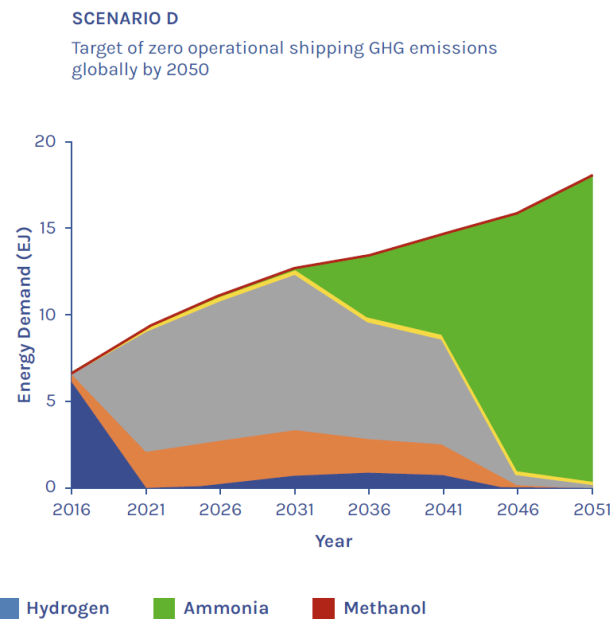
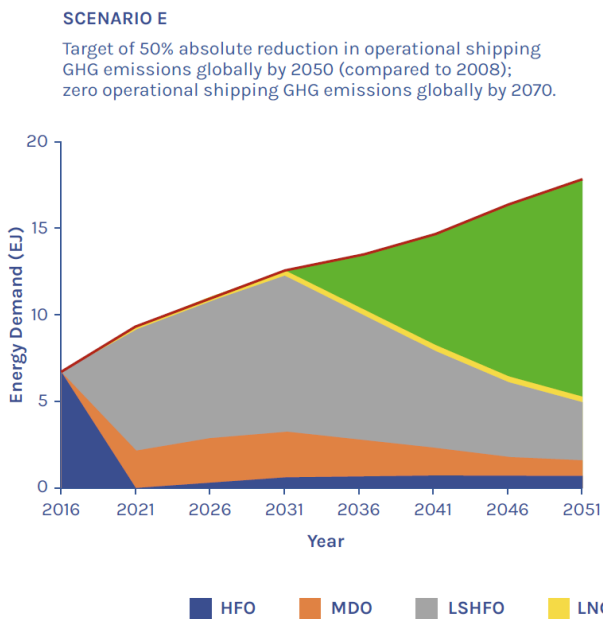
- По состоянию на апрель 2022 г. в мире эксплуатируется 641 СПГ-судов. Только за 2021 г. мировой СПГ-флот вырос на 10% (введено 57 новых судов), и на текущий момент на конструкции находится еще 216 транспортных средств.
- На данный момент бункеровка СПГ доступна в 141 порту в мире. Прогнозируется, что это число вырастет до 170 к концу 2022 г., а к концу десятилетия будет покрывать до 10% портов в мире.
- По российскому СПГ-флоту ожидается, что всего к 2029 г. будет эксплуатироваться 33 судна на СПГ (при 9 судах в 2021 году), причем владельцем 16 из них будет являться Совкомфлот, а 11 – Роснефть. Подавляющее большинство судов будут представлять собой нефтяные или химические танкеры.

СПГ: движение к низкоуглеродности судового топлива и перспективы

Прогноз доли различных видов судовых топлив в Европе при условии принятия текущей версии FuelEU Maritime

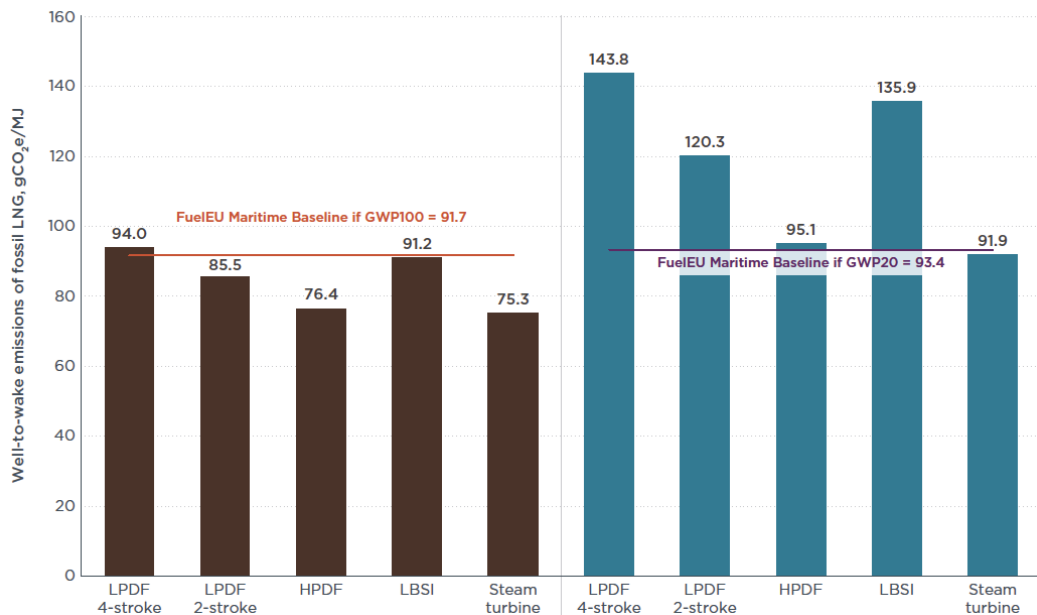


Сценарный анализ UMAS

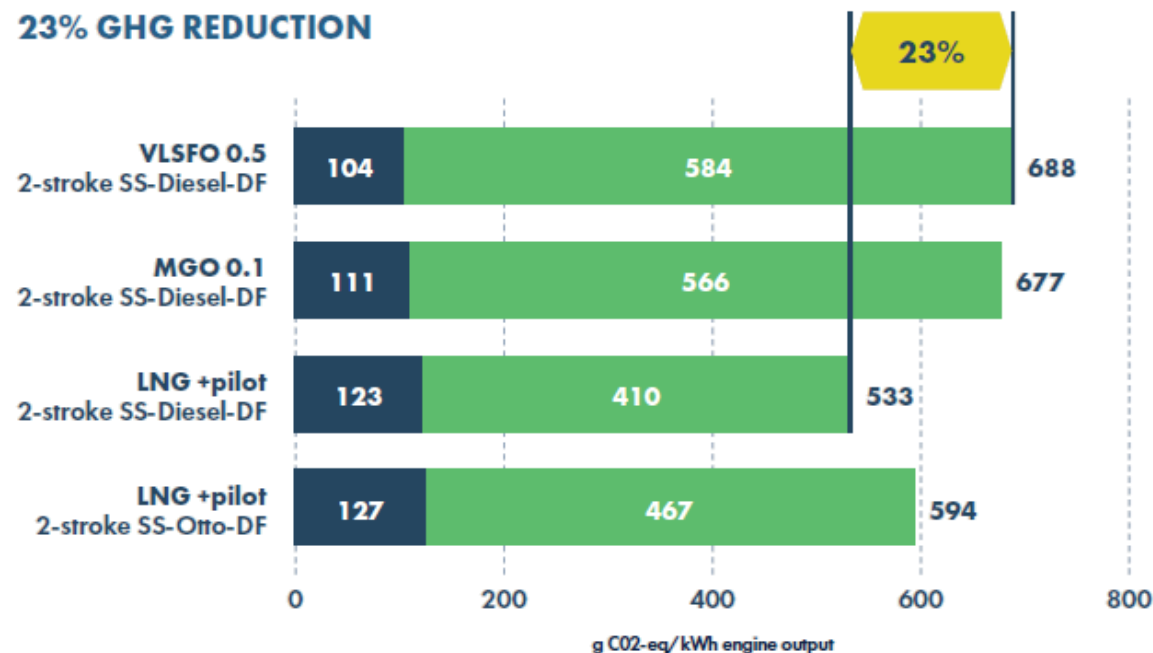


- Выбросы парниковых газов, создаваемые судоходством, значительны и растут, составляя почти 3% глобальных антропогенных выбросов. В связи с этим, Европейской Комиссией в рамках пакета законопроектов «Fit for 55» предложена инициатива FuelEU, направленная на снижение выбросов парниковых газов от морского сектора за счет стимулирования применения низкоуглеродных видов топлив.
- Основная критика в адрес СПГ поступает со стороны его недостаточной низкоуглеродности, опасности утечек метана, а также потенциального сдерживания развития других более менее углеродоемких альтернативных топлив. Для сдерживания чрезмерного роста доли СПГ предлагает внести правки в FuelEU Maritime с целью добавления дополнительных целей по синтетическим топливам.

СПГ: утечки метана

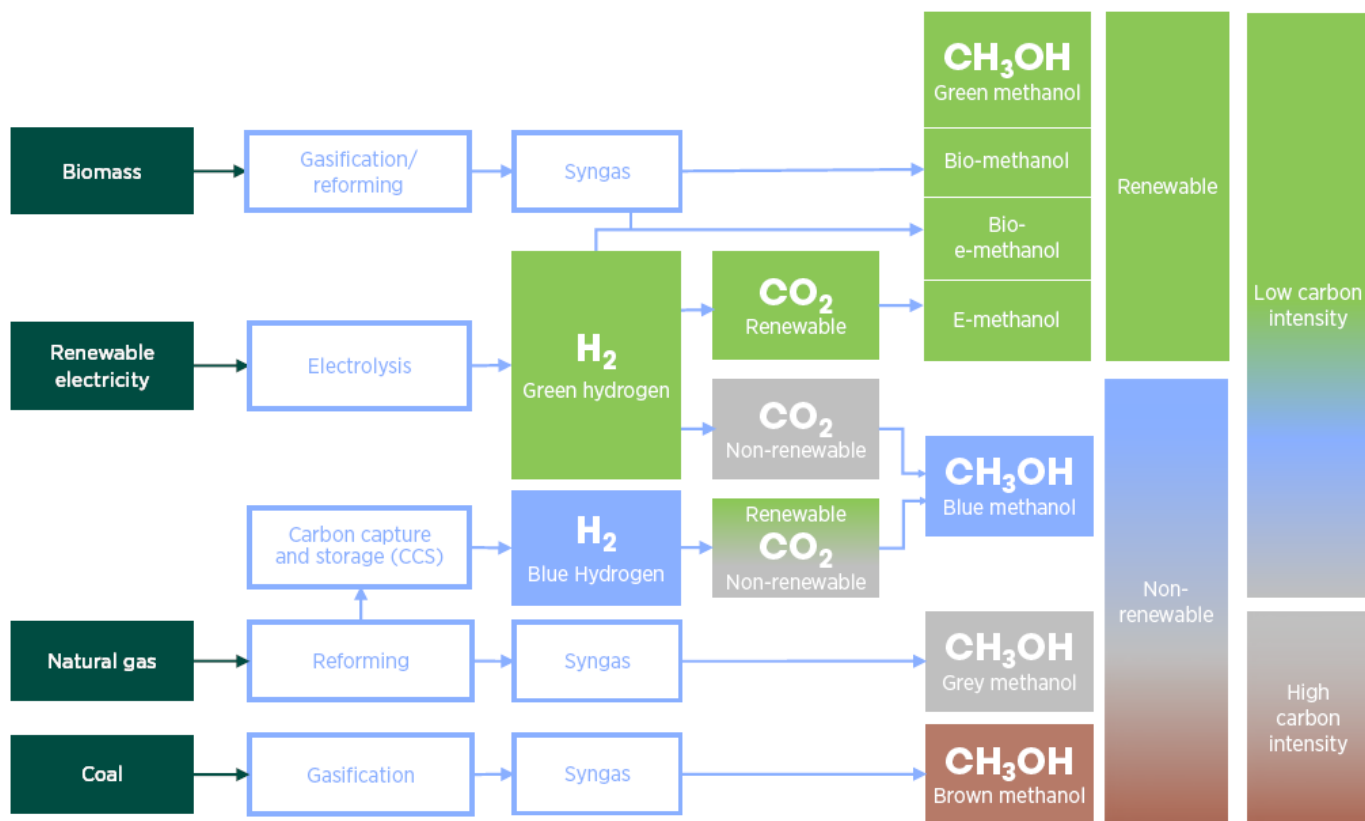


23% GHG REDUCTION



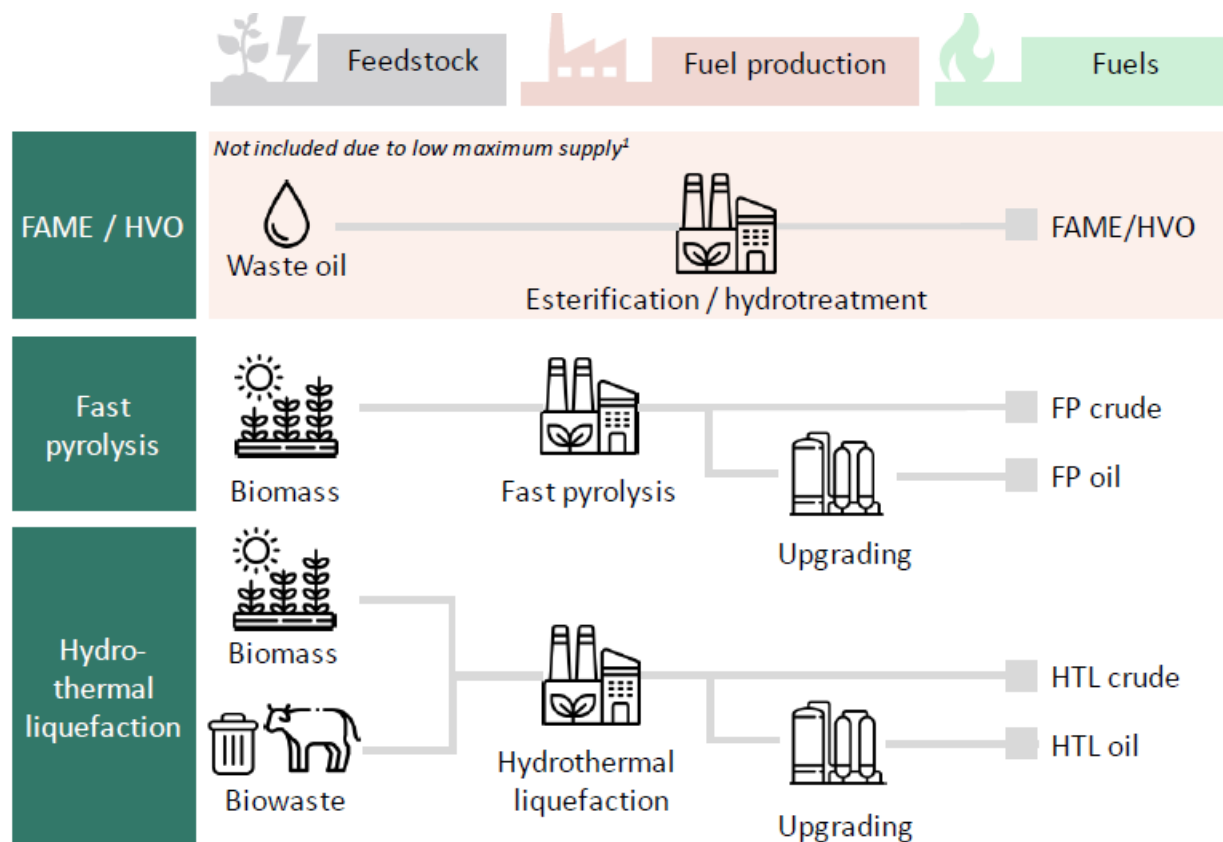
- На горизонте 20 лет влияние метана на парниковый эффект в 80 раз превышает показатель CO₂, на горизонте 100 лет разница менее значительная – около 30 раз. Это обуславливает решающее влияние его утечек на общие выбросы от использования СПГ.
- На углеродный след СПГ в значительной степени влияют КПД двигателя (<30% для паровых турбин, 40% для 4-х тактных двухтопливных двигателей, до 50% для двухтактных двигателей), а также склонность различных конструкций к возникновению утечек (от 0,15 до 3,53% общего потребления топлива)
- В среднем в зависимости от типа двигателя для СПГ отмечают снижение выбросов на 17-23%, что не соответствует требуемому уровню низкоуглеродности, поэтому обязательным является будущий переход на биоСПГ и e-СПГ.

Метанол: технологии и рынок



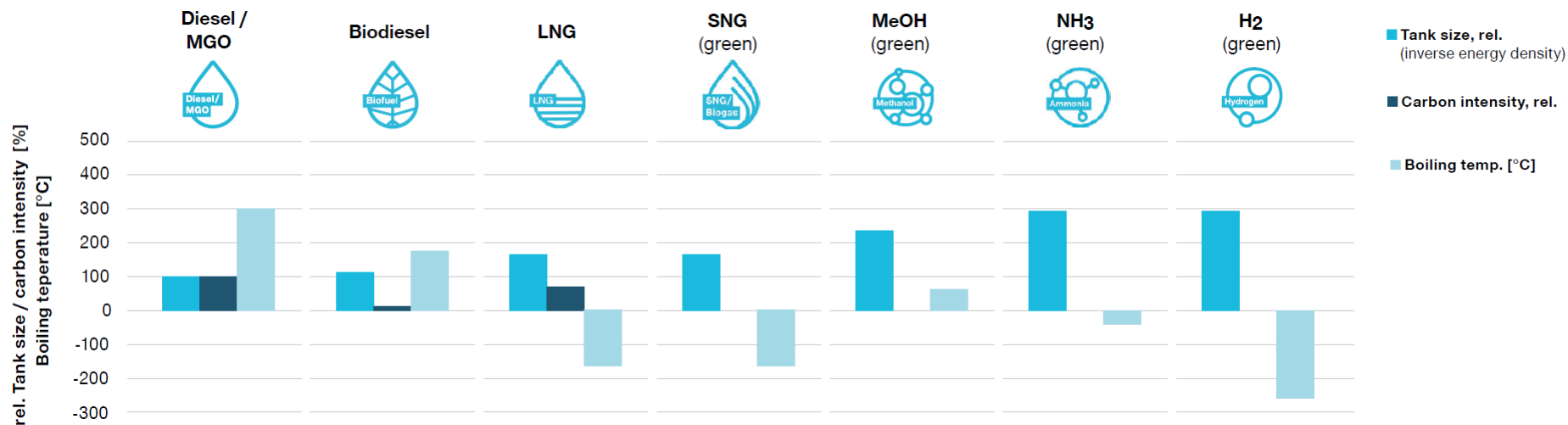
- В зависимости от способа производства метанола его подразделяют на «серый» (углеродный след за весь жизненный цикл – порядка 110 г CO₂-экв./МДж), «бурый» (300 г CO₂-экв./МДж), «голубой» (93-101 г CO₂-экв./МДж) и «зеленый» (от отрицательного до 10-40 г CO₂-экв./МДж. Из всего объема метанола на данный момент лишь порядка 0,2 млн. т/год является «зеленым».
- По состоянию на июнь 2022 г. мировой флот насчитывает 52 судна на метаноле, включая действующий флот и заказы, а возможность бункеровки метанолом доступна более чем в 100 портах по всему миру.
- К недостаткам метанол стоит отнести низкую вязкость, энергетическую объемную плотность, плохую воспламеняемость и высокую токсичность. Однако совместимость с инфраструктурой, долгий срок хранения и возможность достижения до 100% снижения выбросов обуславливает перспективы метанола.

Биотоплива: технологии и рынок



- Потенциал роста производства традиционных биодизельных компонентов HVO и FAME из сырья второго поколения сильно ограничен, а свободный рынок практически отсутствует
- Для производство судового биотоплива реалистичным является применение двух технологий: быстрого пиролиза (БП) и гидротермального ожижения (ГТО). Их текущая доля на рынке практически равна нулю.
- Для сырых бионефтей БП и ГТО максимальная доля вовлечения в судовое топливо составляет 30 и 40% соответственно, что обеспечивает снижение углеродного следа на 15 и 30%.
- Облагороженные бионефти могут вовлекаться в количестве 100% и обеспечивать снижение выбросов на 99% при использовании зеленого водорода в процессе производства.
- Ограничивающими факторами являются: более высокая цена в расчете на энергию (на 20-150% выше в зависимости от качества бионефти), ограниченность сырья, недостаток промышленных технологий ГТО и облагораживания нефтей.
- Потенциал выхода на рынок бионефтей ФТ и ГТО: к 2040 году – 2% и 1%, а к 2050 – до 30% и 10% соответственно.

Аммиак: перспективы и проблемы



- Основным преимуществом аммиака является его безуглеродность, а значит возможность создать производственный цикл, в котором будут обеспечиваться нулевые выбросы за счет использования «зеленого» водорода.
- К плюсам аммиака стоит отнести апробированность технологий получения, широкую мировую доступность, имеющиеся требования к инфраструктуре, а также относительно простые условия хранения.
- На данный момент проблема применения аммиака в 4-х тактных двигателях не решена и он пригоден для сжигания только в двухтактных силовых агрегатах.
- К недостаткам аммиака стоит отнести крайне высокую токсичность, особенно для морских обитателей при попадании в воду, в которой он растворяется неограниченно, а также огромные выбросы оксидов азота при сжигании.

Судовые топлива: выводы

| Ключевые параметры технологии/топлива | | Ископаемое топливо | | | | | Био | Возобновляемые топлива ⁽³⁾ | | |
|--|--------------------|--------------------|-------|------------------|---------|------------|------------|---------------------------------------|---------|------------------|
| | | HFO+ скруббер | VLSFO | СПГ | Метанол | СУГ (СПБТ) | HVO / FAME | Аммиак | Водород | Электричество |
| Энергетическая плотность | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Технологическая зрелость | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Эмиссия вредных веществ | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Эмиссия парниковых газов | | ● | ● | ● ⁽²⁾ | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Энергозатраты | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● ⁽⁴⁾ |
| CAPEX | Оборудования судна | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Хранения | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Доступность бункеровки | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Коммерческая готовность ⁽¹⁾ | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● ⁽⁵⁾ |
| Прочие параметры | | | | | | | | | | |
| Воспламеняемость | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Токсичность | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Уровень стандартизации | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Объем мирового производства | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

1 - принимая во внимание зрелость и доступность технологии и топлива; 2 - преимущества для СПГ, метанола и СУГ будут увеличиваться пропорционально доле использования возобновляемого сырья; 3 - для аммиака, водорода и электричества оценка проведена для возобновляемых вариантов данных топлив; 4 - большая вариативность; 5 - необходимо оценивать в каждом конкретном случае.



ЦЕНТР МОНИТОРИНГА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лаборатория и офис расположены
в Технопарке Сколково



Наша команда:

1 доктор, 4 кандидата наук, специалисты
с профильным образованием
в нефтепереработке и нефтехимии



Михаил Ершов
Генеральный директор,
к.т.н.



Александр Зуйков
Директор по
инжинирингу, к.т.н.



Всеволод Савеленко
Руководитель направления
R&D



Давид Алексанян
Руководитель
исследовательской
лаборатории, к.х.н.

ОПЫТ:



Инжиниринговые работы: проведение ТЭО, разработка и актуализация бизнес-планов модернизации, разработка базовых проектов, технической документации и рекомендаций по повышению эффективности для российских НПЗ и НХК



Разработка и внедрение оригинальных технологий производства топлив и технологических присадок: автобензины АИ-95, Евро-6, Pulsar-100, судовое топливо RMLS, реактивное топливо Jet A-1, альтернативные топлива E30 и MFT-30. Развитие производства собственной продукции: присадок и реагентов



Реализация технологических форсайтов по заказам ведущих российских компаний, НПЗ и государственных ведомств, среди которых: ПАО «НК «Роснефть», ООО «РН-Бункер», ПАО «Газпром нефть», АО «НефтеХимСервис», АО «НЗНП», ООО «КНГК-ИНПЗ», Минэнерго РФ



Постоянный мониторинг передовых технологических новаций в нефтепереработке и нефтехимии в рамках цифрового сервиса FUELS Digest



Члены команды имеют 200+ научно-технических статей в области нефтепереработки и нефтехимии, 50+ патентов на изобретения, участвовали в разработке большинства последних редакций ГОСТ на топлива. Являются членами Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков, ТК 031, ТК 239, комитетов D02 ASTM и ISO/TC 28