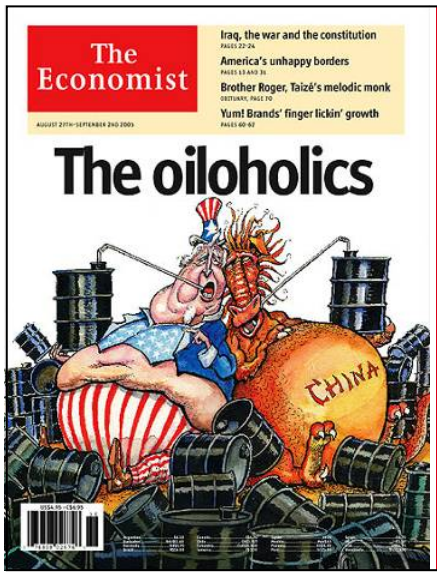
# Улавливание и хранение углекислого газа (CCS): наилучшие доступные технологии, текущие проекты и глобальные перспективы

Конференция АЕВ «Реализация Киотского протокола в России: точка зрения бизнеса», Москва, 29 сентября 2009 г.

Андрей Мухин,
Директор по вопросам безопасности, охране здоровья, труда и окружающей среды, StatoilHydro Russia

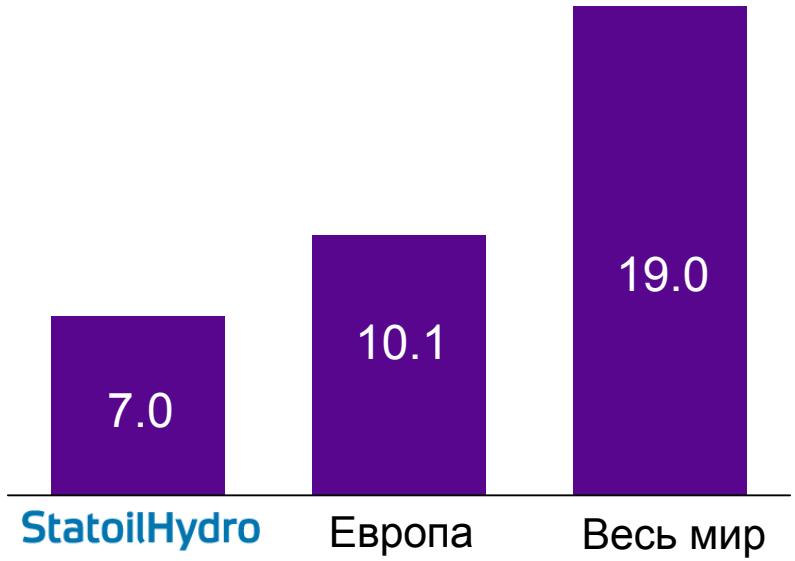
# «Важный вопрос…»

**…сбалансированное устойчивое развитие**



**…и климатические изменения**

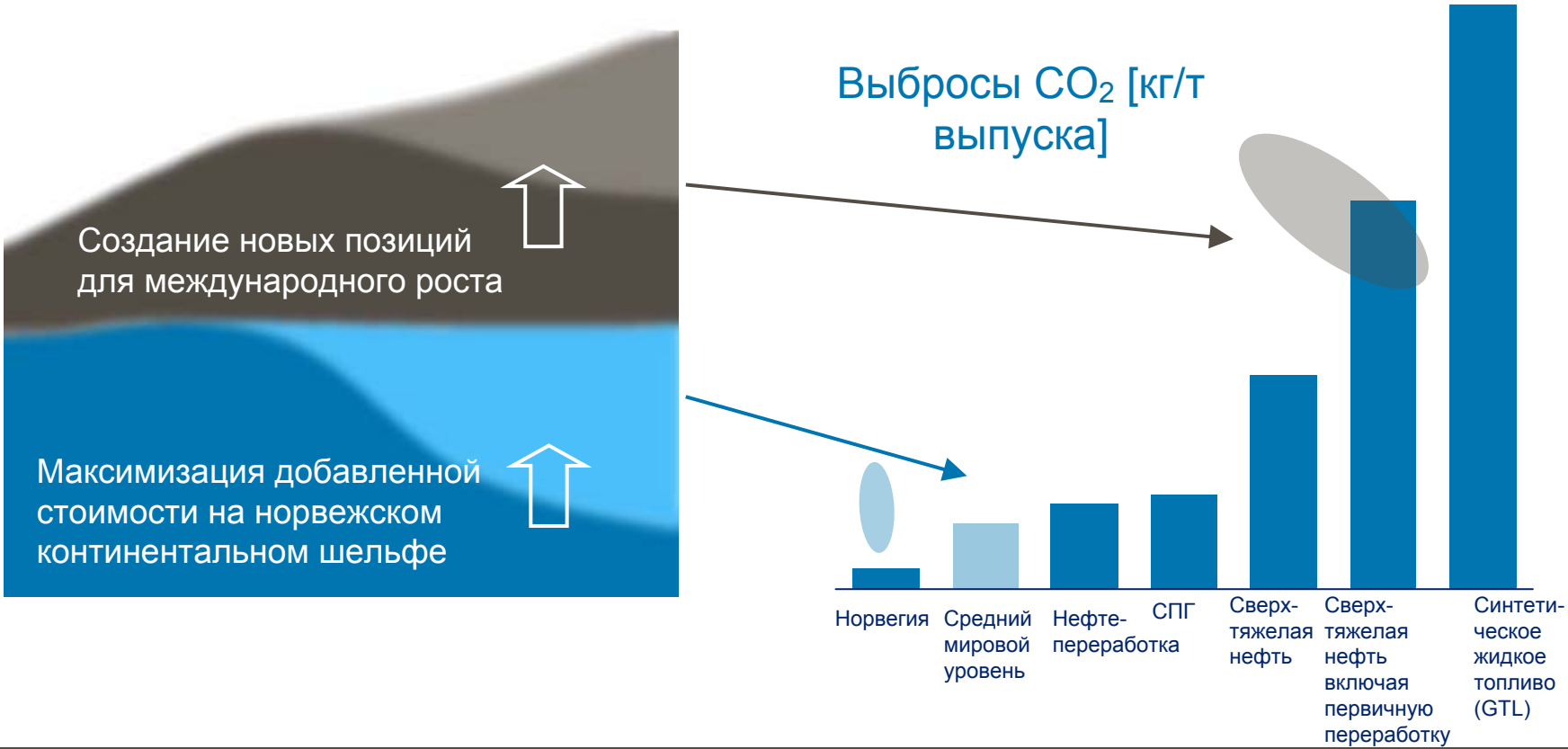
*($CO_2$ кг/баррель н.э.)*




Цифры для StatoilHydro относятся только к операциям на НКШ

# Проблемы развития бизнеса StatoilHydro неотделимы от проблем увеличения выбросов парниковых газов

## Рост удельных выбросов $CO_2$ по мере освоения новых сфер деятельности



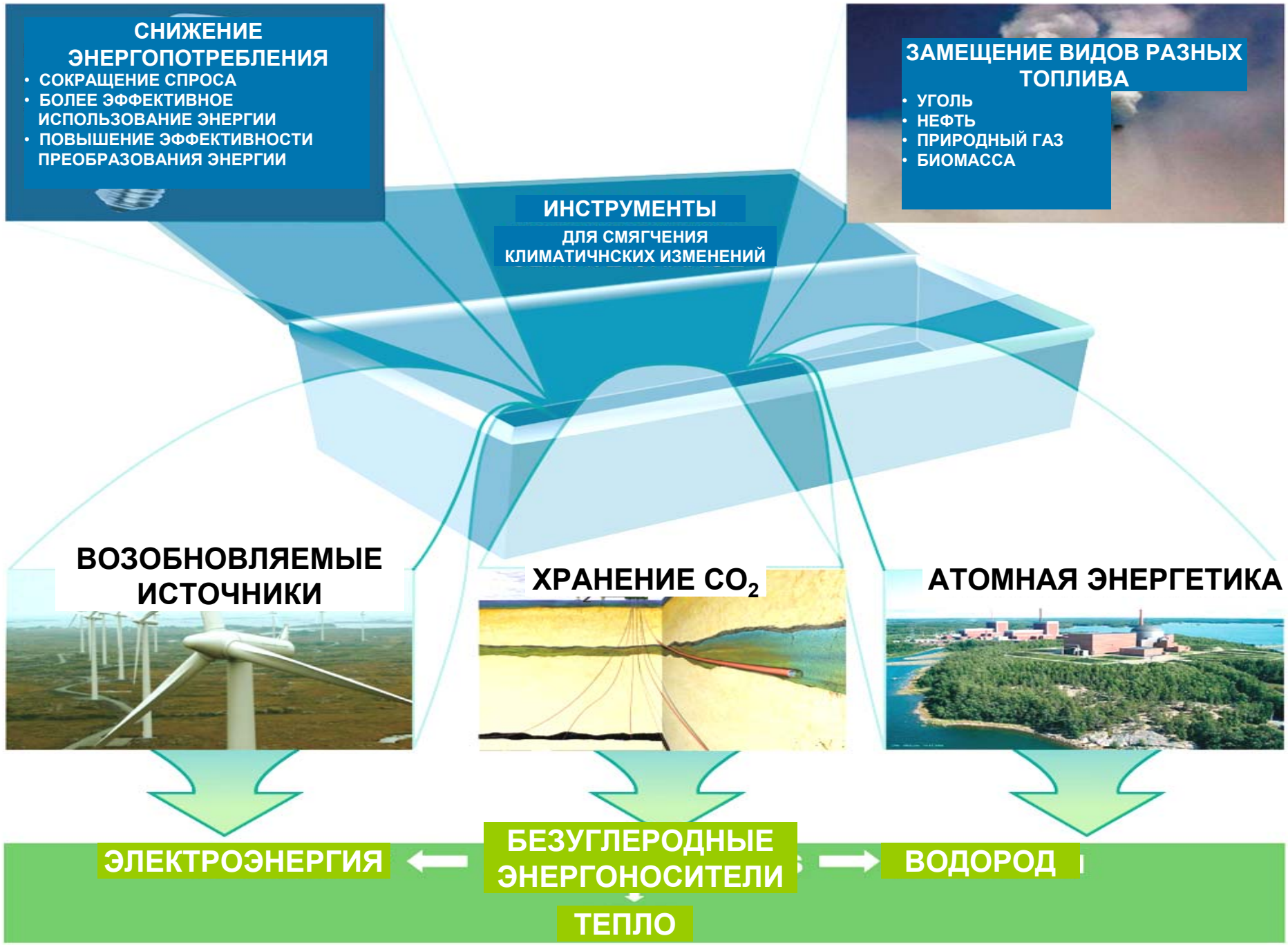
# Принципы StatoilHydro в отношении климатических изменений

Как нефтегазовая компания мы являемся составной частью проблемы – но мы также активно работаем, чтобы стать и составной частью решения этой проблемы за счет:

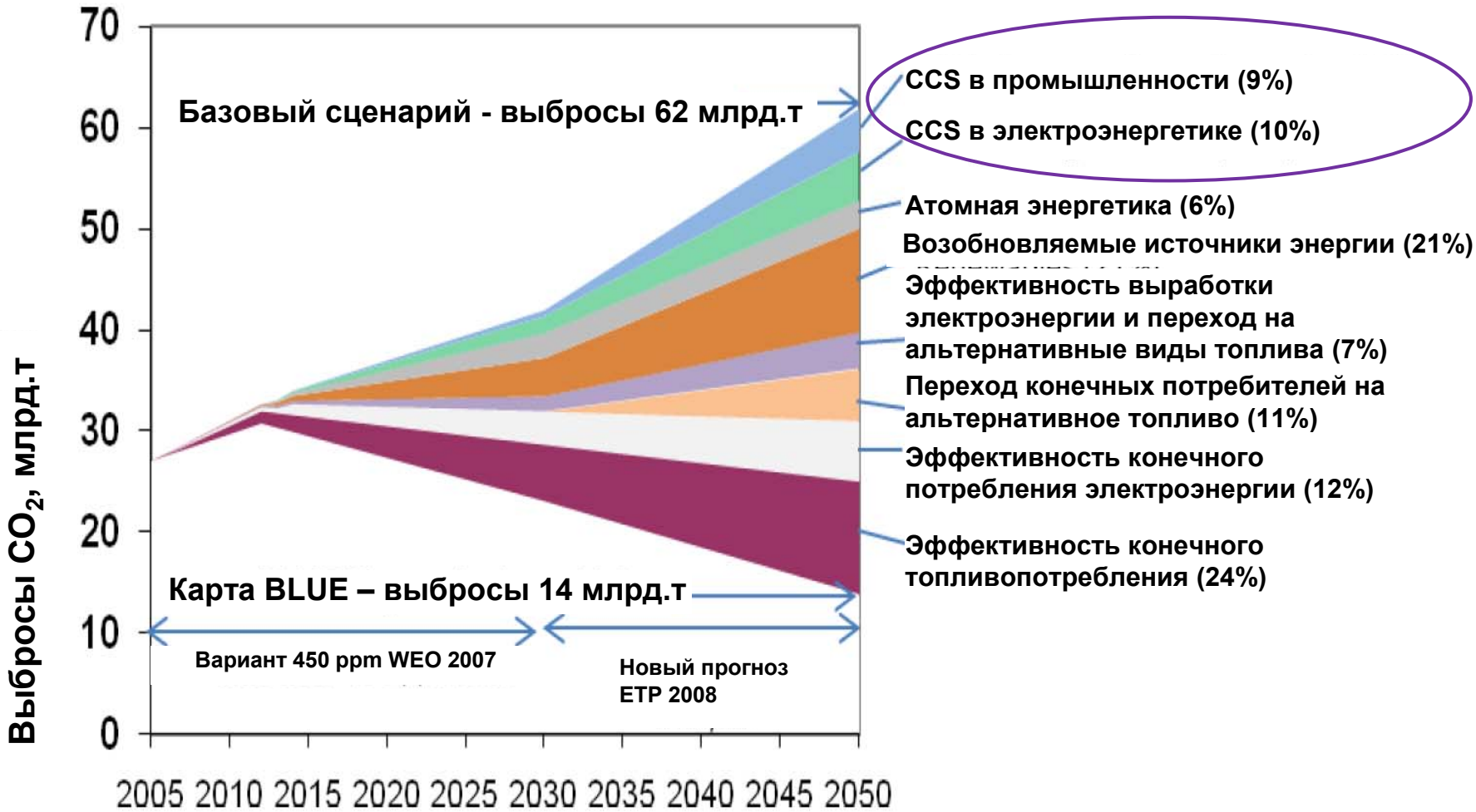
- Эффективного использования энергии
- Торговли квотами на выбросы
- Улавливания и хранения $CO_2$ (CCS)
- Расширения использования возобновляемых источников энергии

В долгосрочной перспективе улавливание и хранение углекислого газа (CCS) будет основной инициативой нефтегазовой промышленности в отношении климатических изменений.
В средне- и краткосрочной перспективе эффективным механизмом снижения глобальных выбросов будет торговля квотами.

StatoilHydro


СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ
• СОКРАЩЕНИЕ СПРОСА
• БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ
• ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ
ЗАМЕЩЕНИЕ ВИДОВ РАЗНЫХ ТОПЛИВА
• УГОЛЬ
• НЕФТЬ
• ПРИРОДНЫЙ ГАЗ
• БИОМАССА
ИНСТРУМЕНТЫ
ДЛЯ СМЯГЧЕНИЯ КЛИМАТИЧНСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ
ХРАНЕНИЕ $CO_2$
АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ
БЕЗУГЛЕРОДНЫЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ
ВОДОРОД
ТЕПЛО

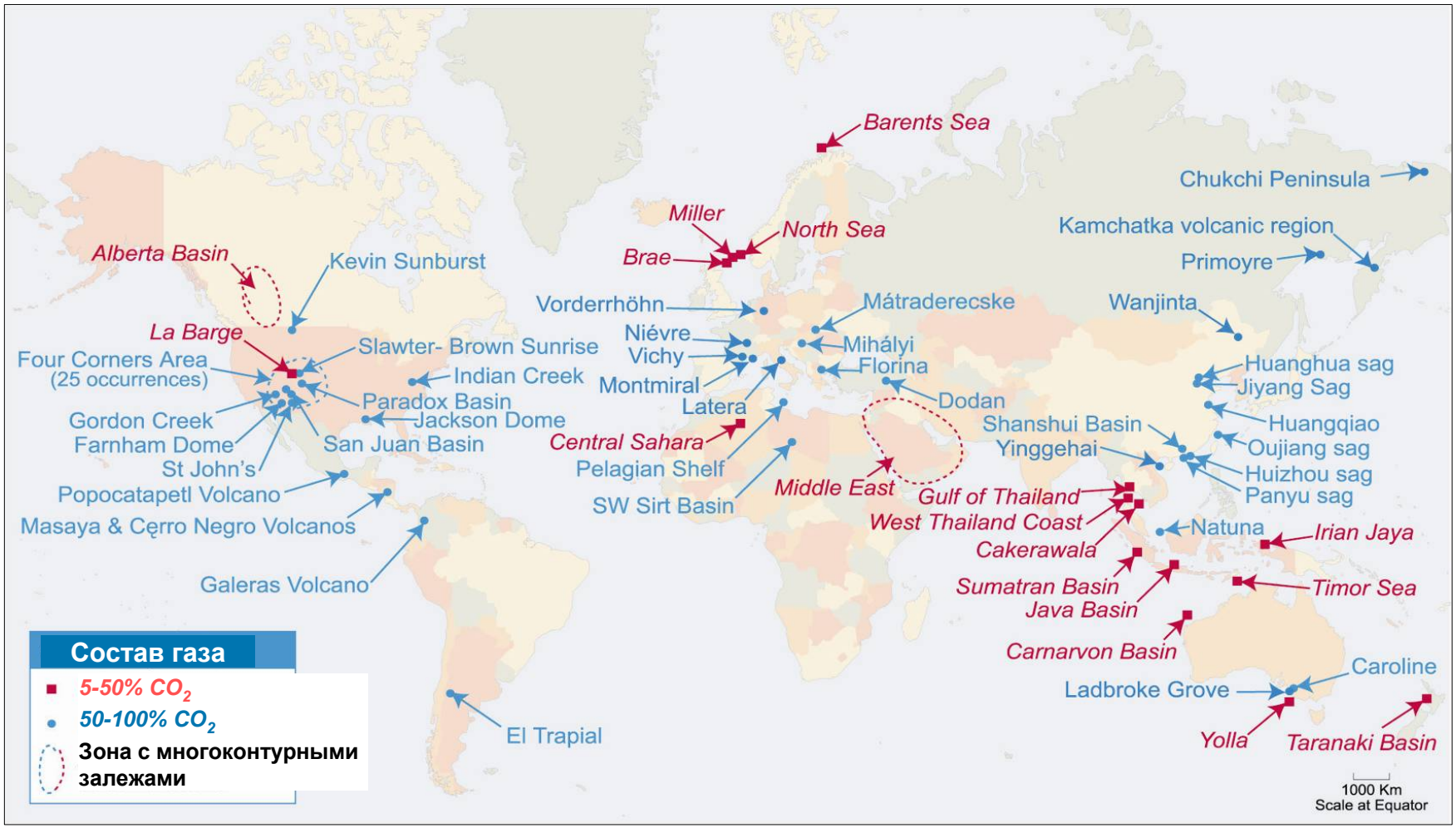
# Перспективы МЭА до 2050 года




Source : IEA (World Energy Outlook 2008

StatoilHydro

# Природные структуры для подземного хранения $CO_2$: пласты, содержащие только $CO_2$, и пласты, содержащие

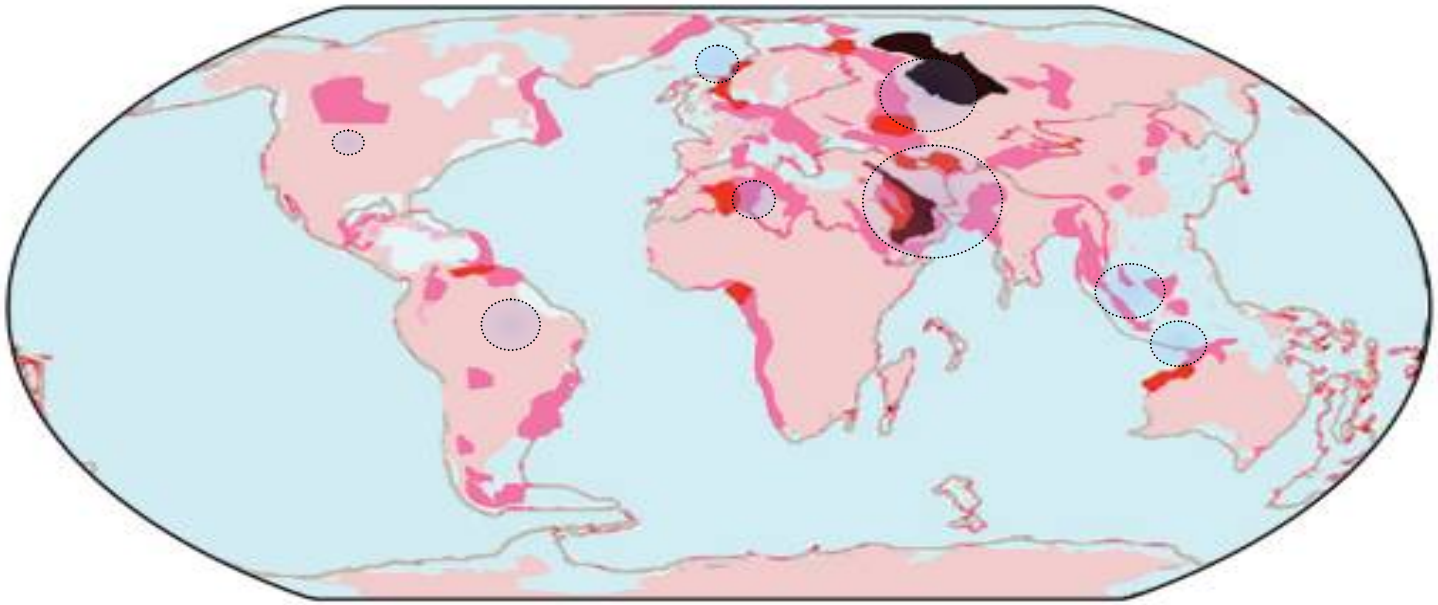



Источник: IPCC SRCCS, 2005

StatoilHydro

# В кратко- и среднесрочной перспективе крупнейшим рынком CCS, по-видимому, будет природный газ с высоким содержанием $CO_2$ и повышение нефтеотдачи пластов с закачкой $CO_2$.

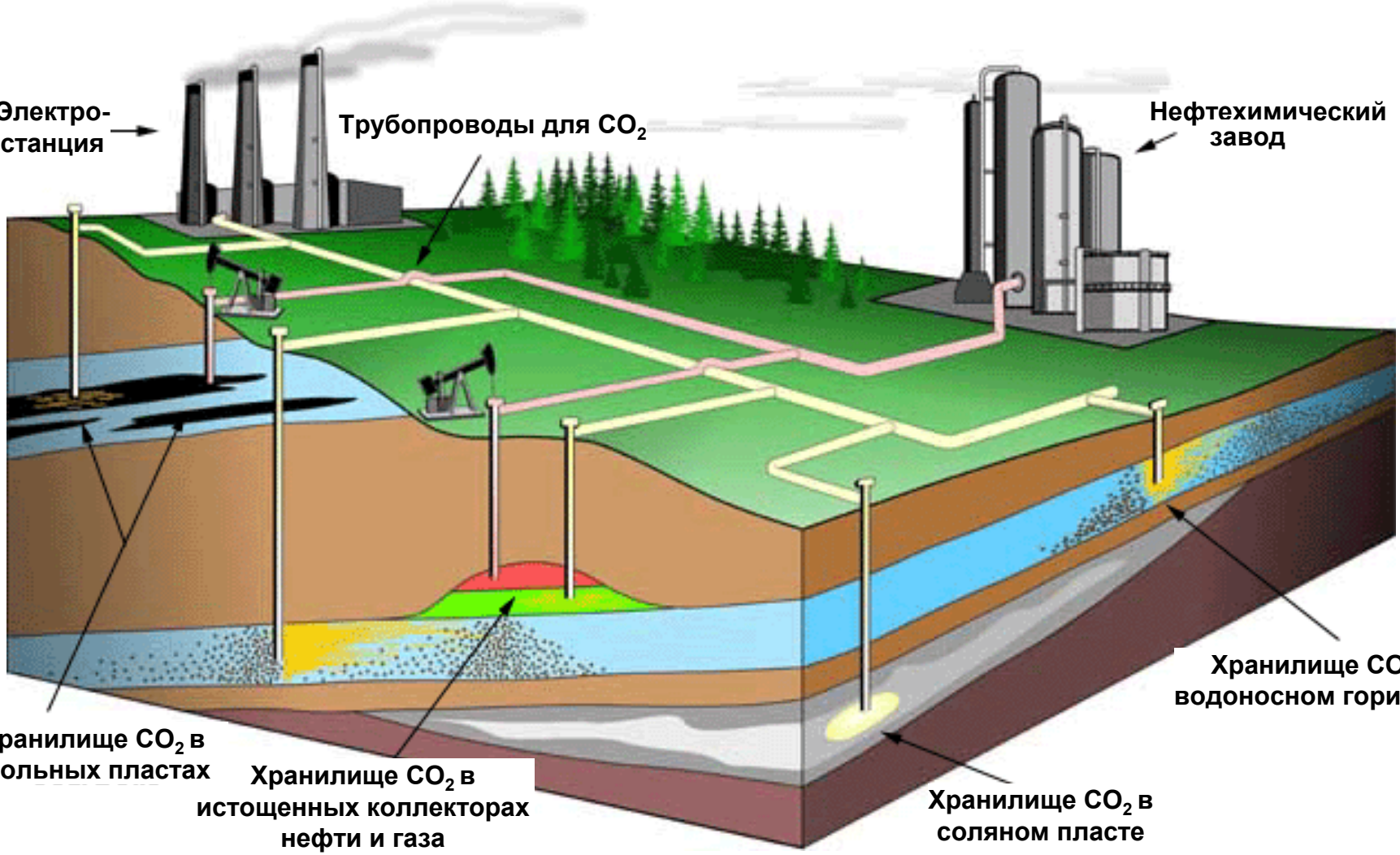
→ Около 40-50 % остающихся запасов газа имеют высокое содержание $CO_2$/$H_2S$



Менее 170 млрд.куб.м
170 млрд. – 3,4 трлн. куб.м
3,4 – 6,8 трлн.куб.м
6,8 – 13,6 трлн. куб.м
13,6 – 27,2 трлн.куб.м
>> 27,2 трлн. куб.м

Природный газ с высоким содержанием $CO_2$ и/или $H_2S$

# Типы хранилищ для $CO_2$




Источник: Природные ресурсы, Канада

StatoilHydro

# Многочисленные мировые и европейские проекты по улавливанию и хранению $CO_2$ → сколько из них будет реализовано?

Авторы карты: Scottish Centre for Carbon Storage, School of Geosciences, Университет Эдинбурга (www.geos.ed.ac.uk/ccsmap)

StatoilHydro

# Сегодня функционируют только четыре крупных, а также несколько меньших проектов по улавливанию и хранению $CO_2$

**Слейпнер, Норвегия**

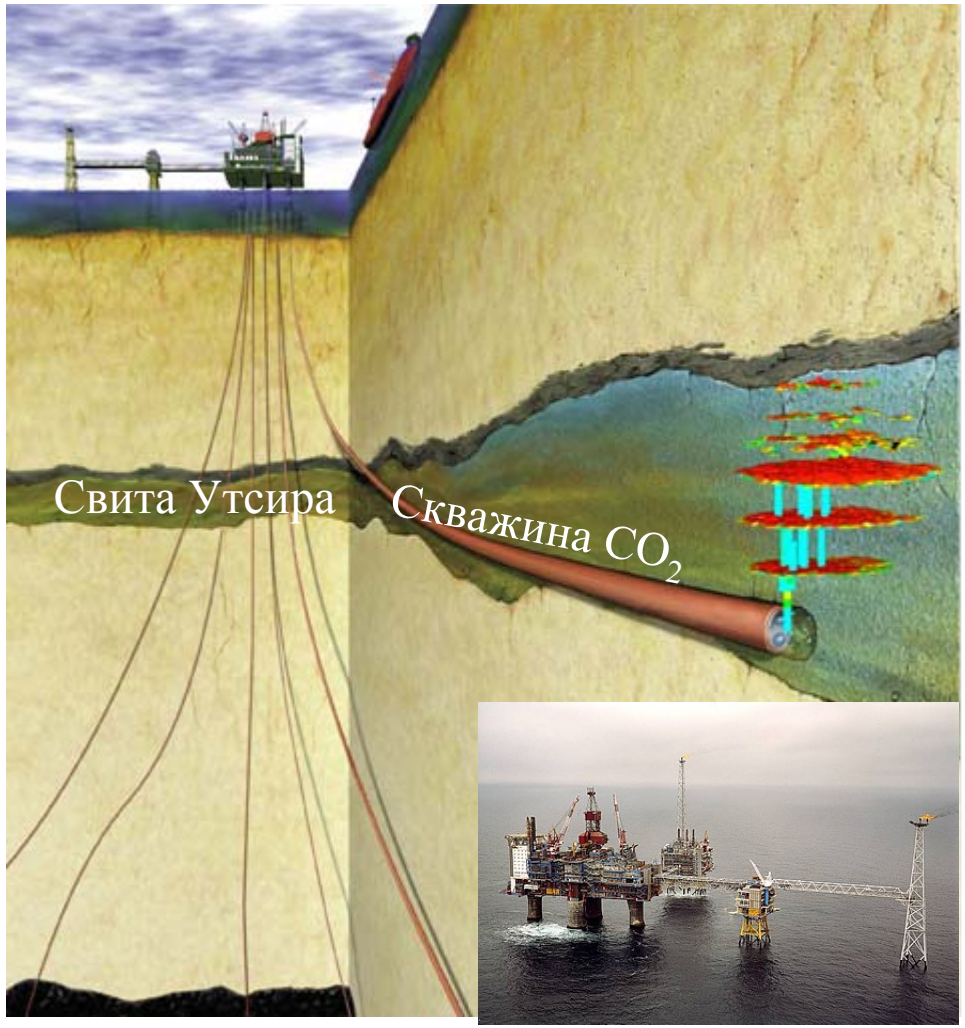
**Ин-Салах, Алжир**

**Сновит, Норвегия**

**Вейбурн , Канада**

# Проект закачки $CO_2$ на месторождении Слейпнер в Северном море

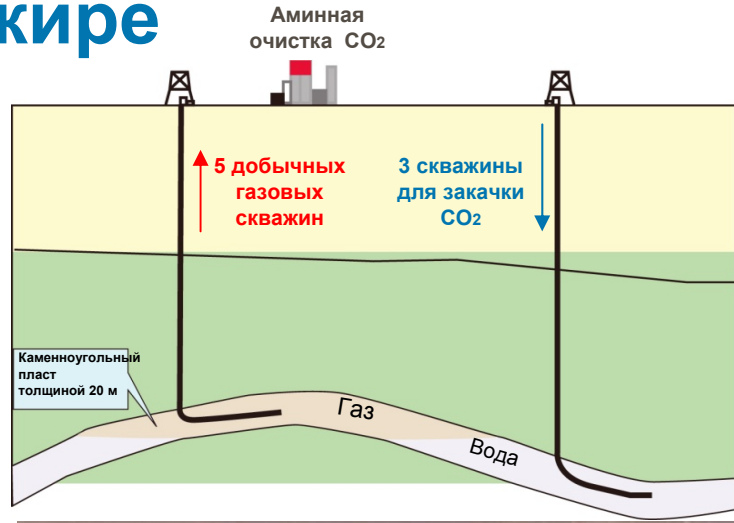
- Закачка 1 миллиона тонн $CO_2$ в год.
- Успешная эксплуатация проекта в течение 12 лет.
- Извлечение $CO_2$ из природного газа.
- Начало многих научно-исследовательских проектов по безопасности хранения и смежной тематике
- Основа для последующих проектов по улавливанию и хранению $CO_2$ и база для выработки необходимых условий для дальнейшего развития
- Как это произошло?
  - Кратко → введение в 1991/1992 годах налога на выбросы $CO_2$
  - Помимо этого – традиция технологического развития норвежской нефтегазовой промышленности



# Завод СПГ месторождения Сновит и закачка попутного $CO_2$

- Закачка около 0,7 млн.т $CO_2$ в год
- Закачка $CO_2$ ведется с апреля 2008 г.
- Извлечение $CO_2$ из природного газа
- $CO_2$ осушается и транспортируется по 152-км трубопроводу назад на месторождение
- Как это произошло?
  - Налог на выбросы $CO_2$ (как и для месторождения Слейпнер)
  - «Комплексное» решение с учетом ряда элементов налогообложения и экономики в полном проекте разработки месторождения

# Проект закачки $CO_2$ на месторождении Ин-Салах в Алжире



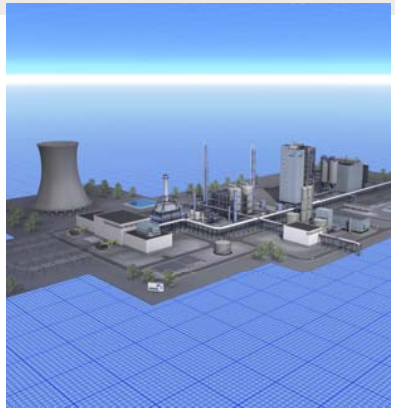

## Как это произошло?

- Кратко → за счет внутренней торговой системы компании BP во время принятия инвестиционного решения
- Прочих финансовых стимулов не было, но в других условиях для месторождения Ин-Салах мог оказаться применимым механизм «чистого развития» (CDM)

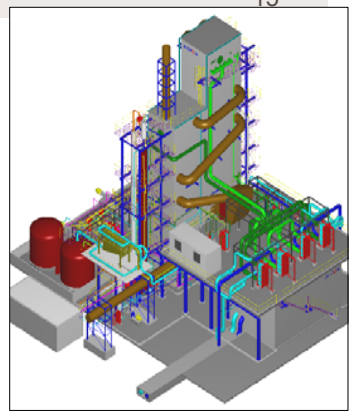
Пилотный проект Castor, Дания

Aker Clean Carbon, Норвегия

Кислороднотопливный проект Vattenfall, Германия



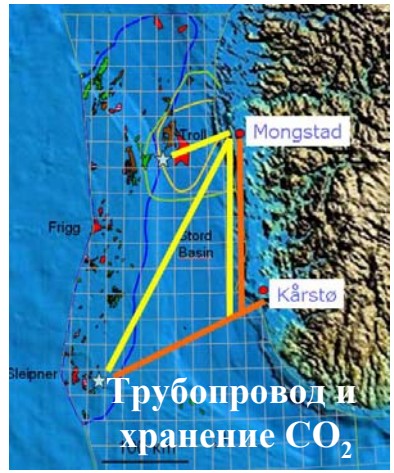
Полномасштабный проект RWE, Германия



Испытательный центр Mongstad, Норвегия

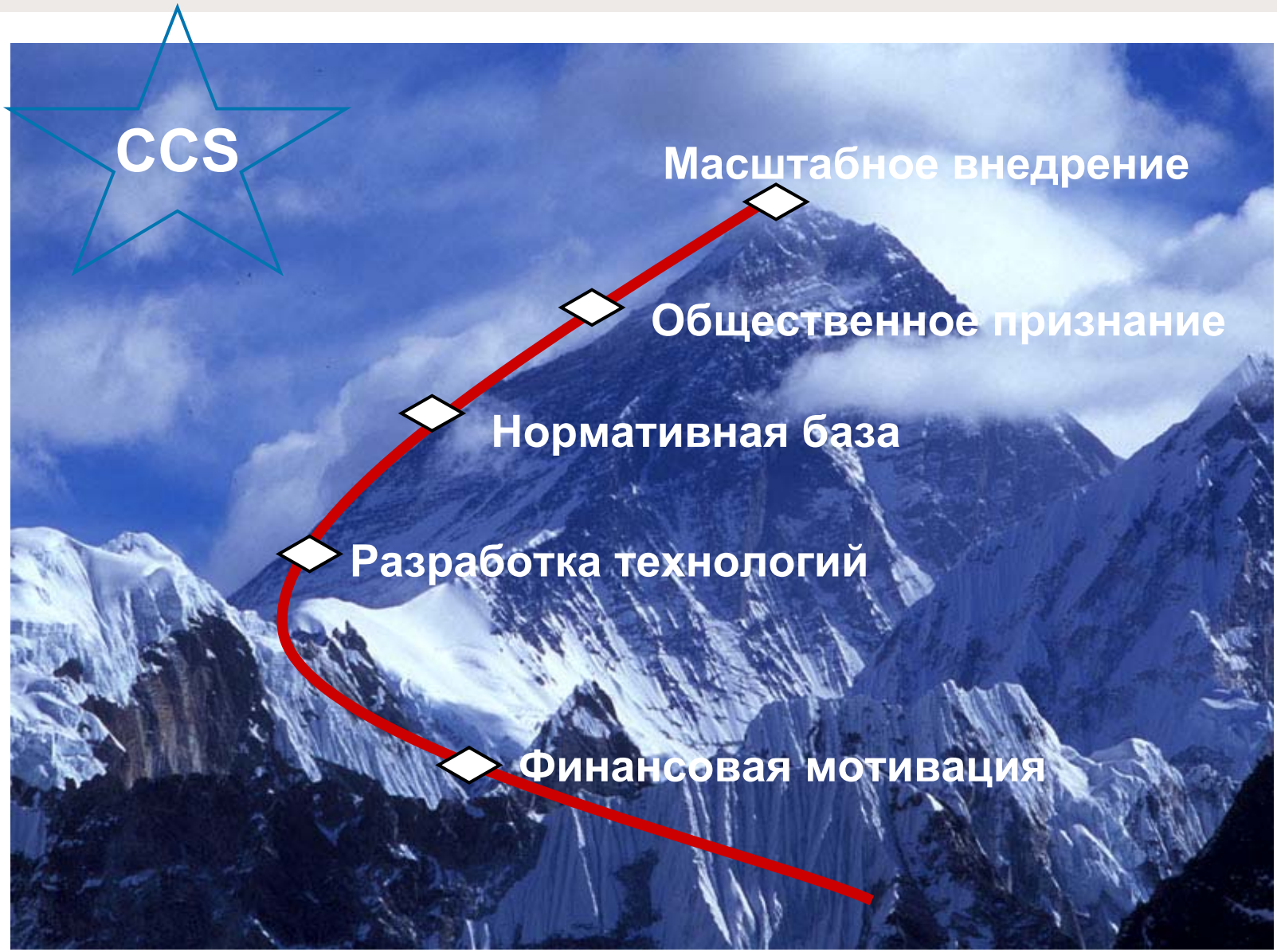
# Следующий огромный и трудный шаг – улавливание выбросов $CO_2$ на электростанциях и промышленных предприятиях:

- **Намного более сложная проблема по сравнению с улавливанием $CO_2$ из природного газа**
  - **Объемы, давления, концентрации, потребление энергии, выбросы в атмосферу и т.д.**
- **Активная работа в странах ЕС и в мире с целью разработки лучших технологий**
  - **Масса пилотных разработок, несколько демонстрационных установок, многочисленные проекты промышленного масштаба**
  - **Их значительно больше, чем показано на картинках вверху**




# Европейский испытательный центр по выбросам $CO_2$ плюс полномасштабное улавливание $CO_2$

- **Эмпирическое правило: затраты на улавливание $CO_2$ в отходящих газах могут составлять ¾ от всех расходов на улавливание и хранение углекислого газа.**
- **Испытательный центр в Монгстаде: Испытания и верификация технологий для применения в промышленном масштабе. Расходы делятся между норвежским правительством и несколькими промышленными партнерами.**
- **Полномасштабный проект по улавливанию и хранению $CO_2$ (ТЭЦ + НПЗ), включая трубопровод и хранилище, будет полностью оплачен правительством Норвегии.**
- **Как это произошло?**
  - **Движущие силы: Компании Statoil была необходима ТЭЦ вследствие модернизации НПЗ. Норвежскому правительству было необходимо подтверждение его серьезного отношения к климатическим изменениям.**
  - **Активные переговоры между правительством и компанией Statoil в октябре 2006 г. продолжительностью в 1 неделю.**




StatoilHydro

# Проекты StatoilHydro по улавливанию и хранению $CO_2$

## Бизнес-подход к изменениям климата

Мощности по закачке $CO_2$ (млн.т/год)

1996- Слейпнер — 1

2004- Ин-Салах — 0,6 - 1

2008- Сновит СПГ — 0,7

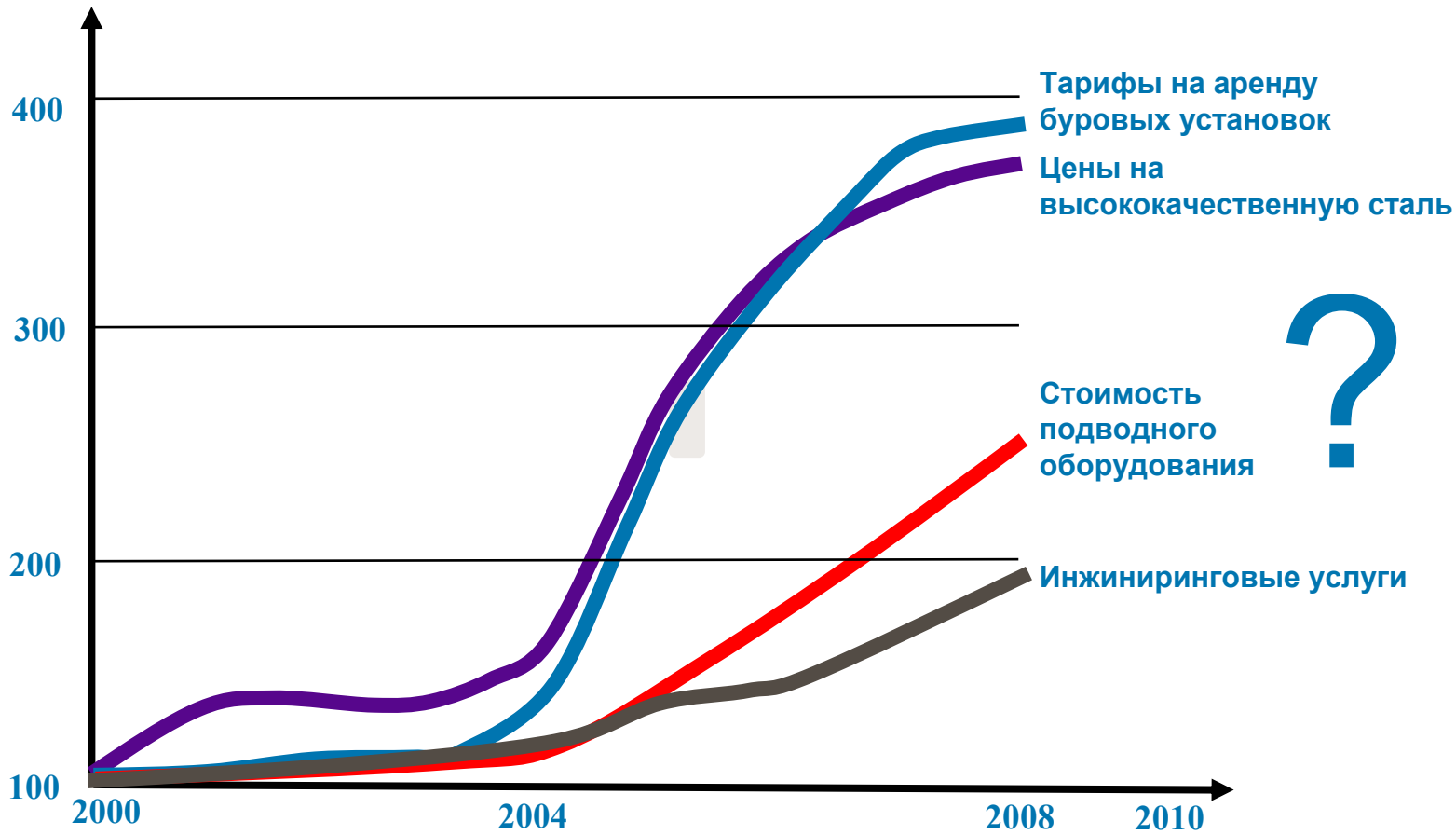
2011/12- Испытательный центр Монгстад

2014- Полномасштабный проект Монгстад — 1,2 – 2,0

«Низко висящие плоды»

StatoilHydro

# Расходы на улавливание и хранение выбросов $CO_2$ сильно зависят от сегодняшних высоких цен



# Улавливание и хранение выбросов $CO_2$ (CCS) - коммерческие перспективы и проблемы

- **Затраты на улавливание**
- **Доверие и общественное признание CCS**
- **Международная правовая база, охватывающая следующие вопросы:**

  - ответственность за хранимый $CO_2$
  - критерии приемлемости $CO_2$ для закачки
  - трансграничная транспортировка
  - верификация безопасных мест хранения

- **Разработка технологий, позволяющих снизить затраты на улавливание $CO_2$**

- **Коммерческая нормативная база:**

  - система лицензирования
  - взаимосвязь с соответствующими сертификационными системами

# Заключение

- Ключевой составляющей стратегии действий в ответ на изменения климата является разработка новых технологий
- Технология улавливания и хранения $CO_2$ (CCS) достаточно отработана и внедрение ее может начаться уже сейчас
- Для ускорения разработок требуются стимулы и смелость
- Хранение $CO_2$ в геологических структурах предоставляет уникальную возможность значительно снизить объемы выбросов $CO_2$ в атмосферу
- Перед широкомасштабным внедрением процессов улавливания и хранения $CO_2$ (CCS) необходимо решить ряд сложных задач (технологии, ОТОСБ, общественное одобрение)

StatoilHydro

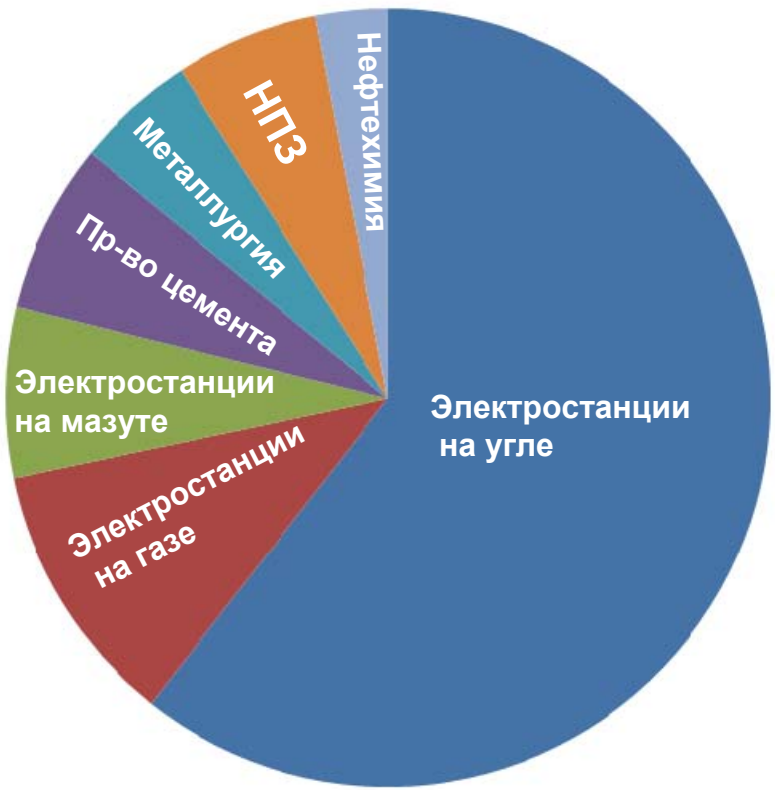
# МИР НА НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ДИЕТЕ

Спасибо за внимание!

- Back-up

# Масштаб глобальной проблемы выбросов $CO_2$

## - В промышленности начитывается около 7500 крупных точечных источников выбросов

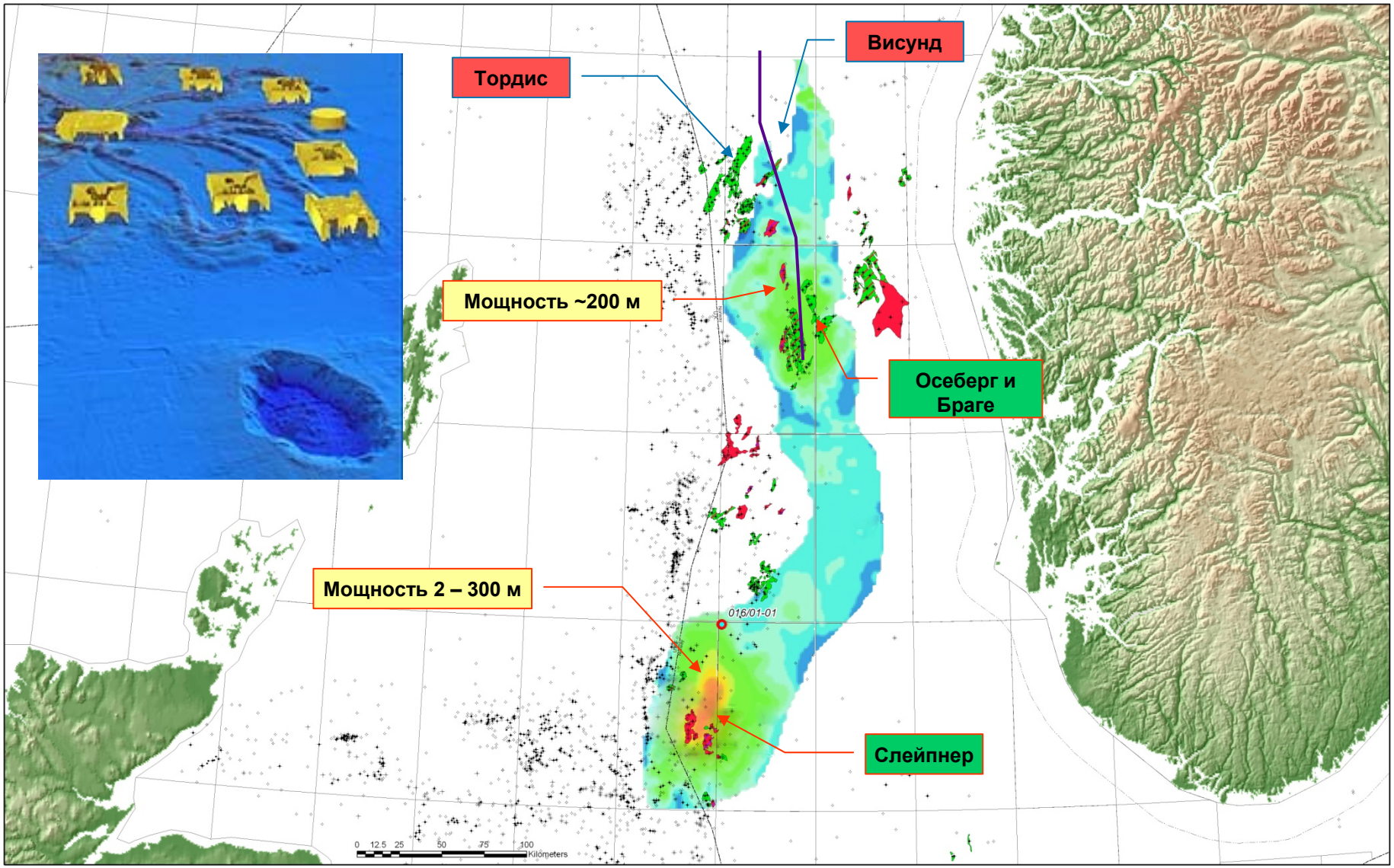



- Электростанции на угле ~60%
- Электростанции на газе ~11%
- Электростанции на мазуте ~7%
- Производство цемента ~7%
- Металлургия ~5%
- Нефтепереработка ~6%
- Нефтехимия ~3%

**56% всех техногенных выбросов $CO_2$**

** Точечные источники с выбросами $CO_2$ свыше 0,1 млн. т/год*

# Уроки инцидента на месторождении Тордис – закачка воды в пласт




StatoilHydro

# В качестве кандидатов для улавливания и хранения $CO_2$ (CCS) помимо угля необходимо рассматривать также нефть и газ

StatoilHydro