



# Улавливание, использование и хранение CO<sub>2</sub> (CCUS)

EOR - увеличение нефтеотдачи пластов с использованием CO<sub>2</sub>

Технологии улавливания CO<sub>2</sub>, Опыт, Примеры

Валерий Шаповал – Менеджер по развитию бизнеса PL/UA/KZ/UZ

Казахстан

Декабрь 2024

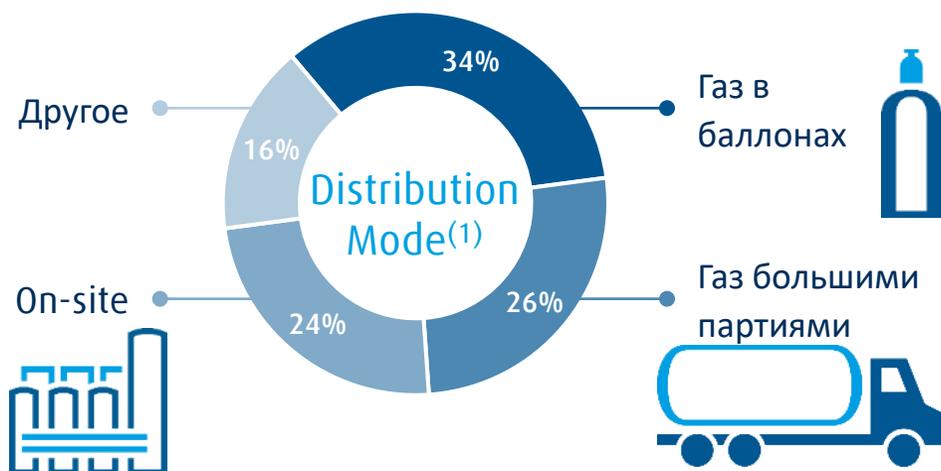
Making our world more productive



# Linde — ведущая мировая компания по производству промышленных газов и инжиниринга



Более 140 лет технического прогресса



(1) excluding Linde Engineering

**100+**

Стран

Обеспечение сильных, взаимодополняющих позиций во всех ключевых регионах и конечных рынках.

**~65,000**

Сотрудников

Полное раскрытие нашего потенциала индивидуально и коллективно.

**\$33 billion**

2023 продажи

Установленное присутствие там, где есть клиенты и где их деятельность растет.

**6,500+**

Активные патентные

активы по всему миру

Лидерство в области инновационных продуктов, решений и технологий

Профиль  
Linde



# Минутка безопасности – Диоксид Углерода



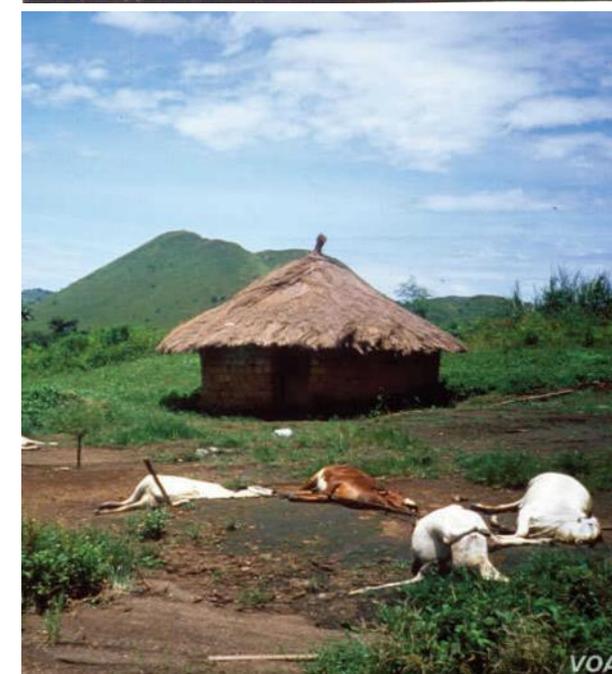
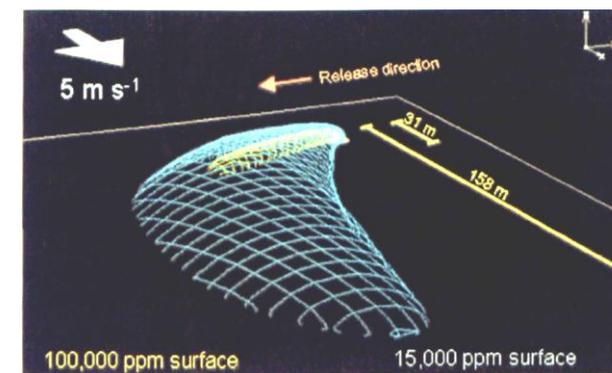
CO<sub>2</sub> – тяжелее воздуха, бесцветный газ без запаха, обладающий удушающим и наркотическим действием.

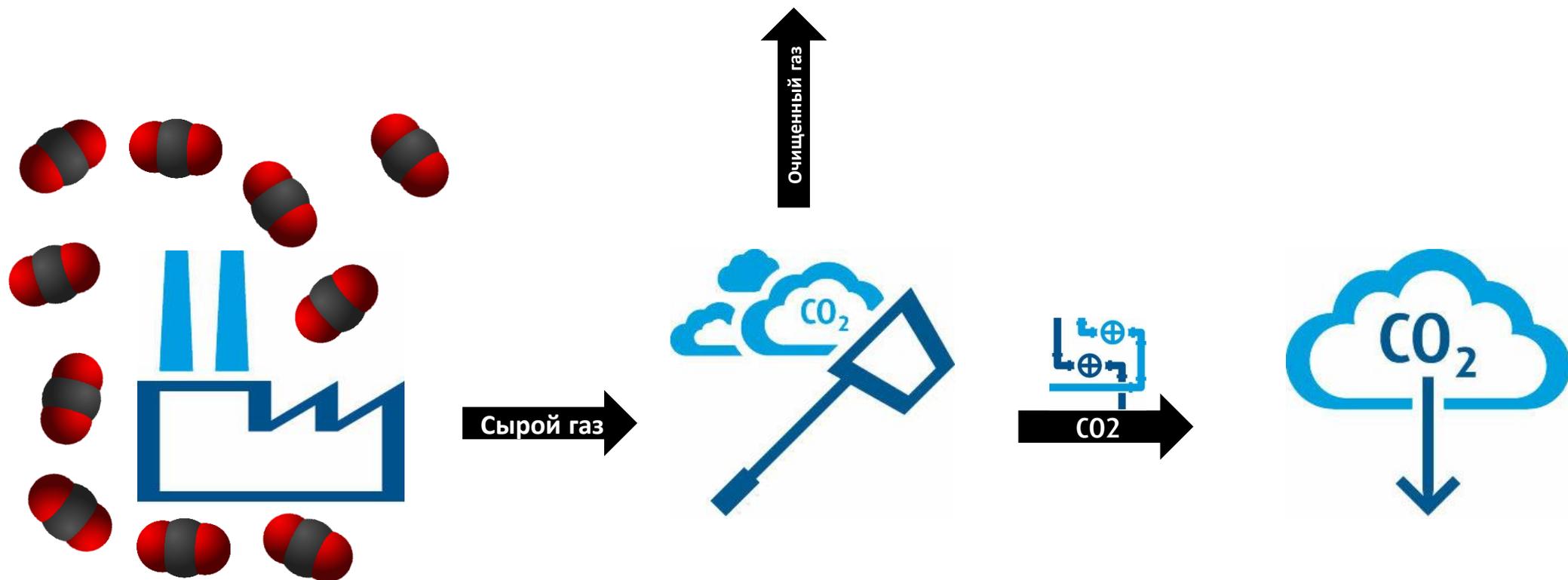
## Ключевые риски безопасности:

- Наркотическое воздействие: сонливость от >1.5 об.-% CO<sub>2</sub> в воздухе, угроза мгновенной смерти >10 об.-% CO<sub>2</sub> в воздухе.
- Распыление газа на земле образует невидимые CO<sub>2</sub> лужи.
- Холодный ожег сухим льдом -78°C твердое вещество при атмосферных условиях.

## Меры предосторожности:

- Используйте детекторы газа рядом с источниками CO<sub>2</sub>.
- Носите СИЗ с толстыми перчатками и очками для защиты от сухого льда.
- Входите в закрытые помещения с источниками CO<sub>2</sub> только с соблюдением мер предосторожности.



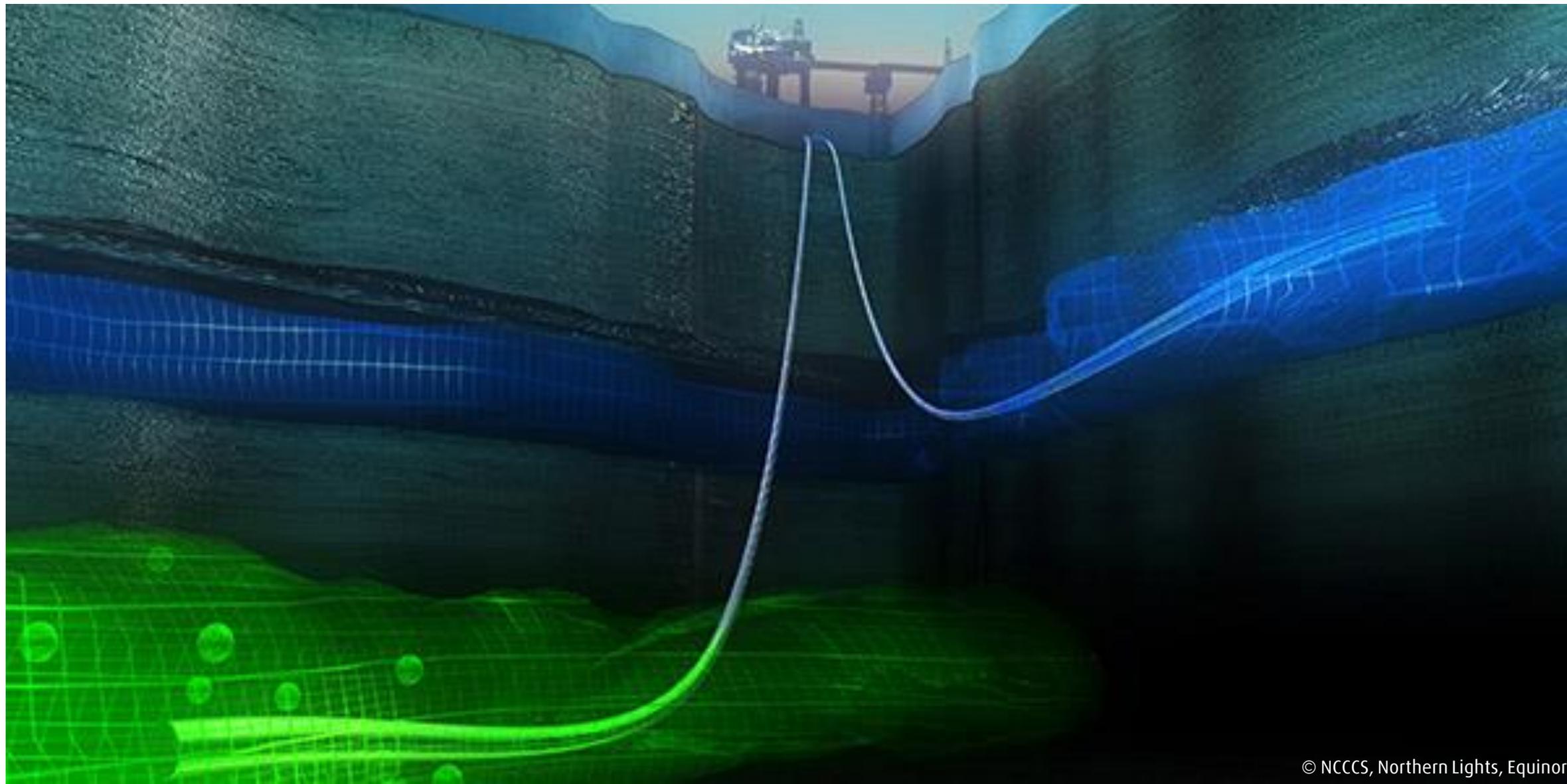


Источник

Улавливание

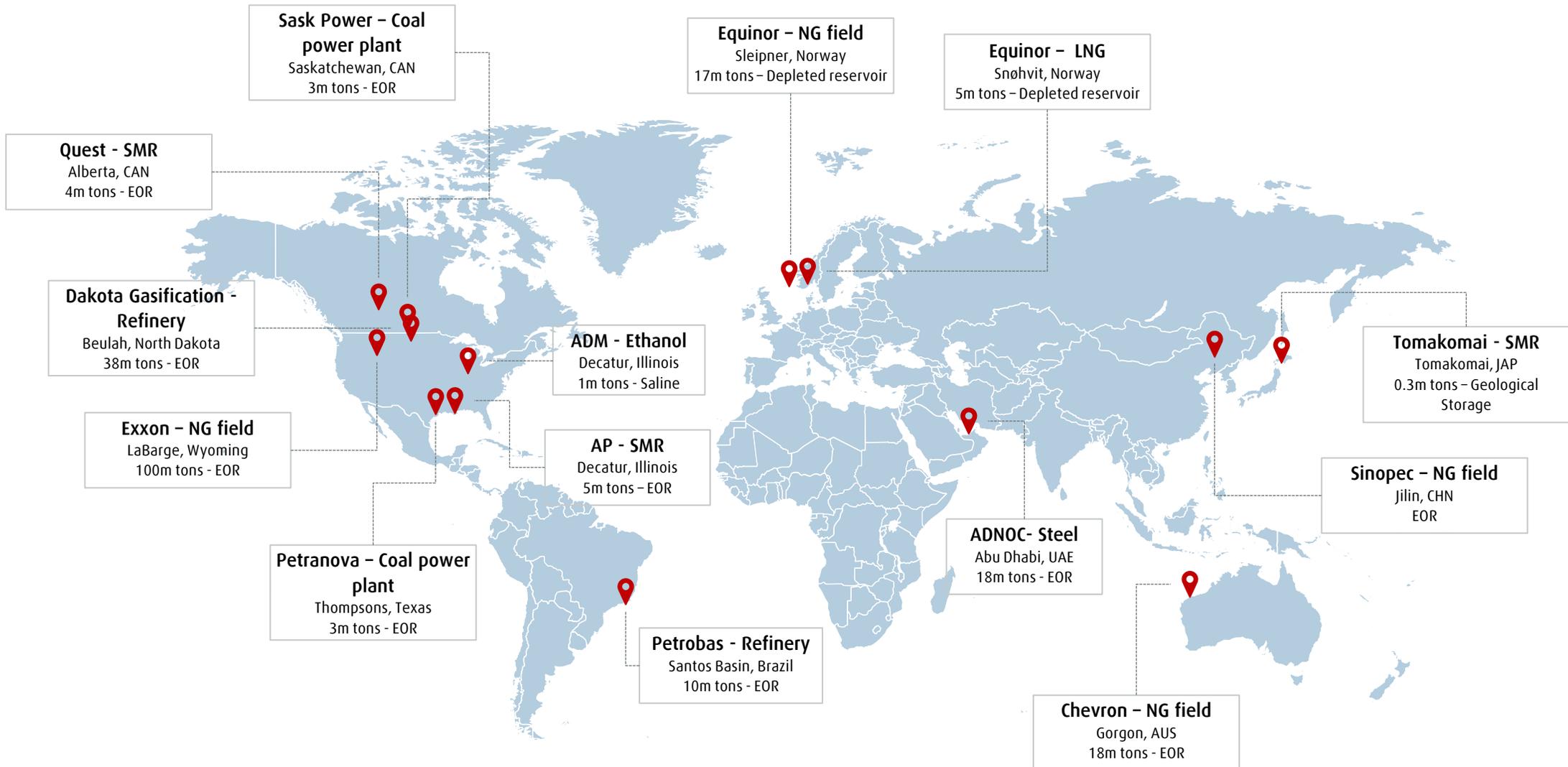
Закачка/Хранение

Для транспортировки и закачки CO<sub>2</sub> в подземные структуры необходим механизм, регулирующий процесс на законодательном уровне!



# Глобальные CCS проекты за последнее двадцатилетие

> 200 миллионов тонн захороненного CO<sub>2</sub>



# CO<sub>2</sub> Улавливание, использование и хранение CO<sub>2</sub> (CCUS)

Источники выбросов все чаще ориентируются на крупномасштабные CCUS



# Драйверы затрат CCS



Деятельность CCS	Сред. Затраты	Фактор затрат
<b>Улавливание</b> 70% - 80%	\$25-\$175 /Тонну CO <sub>2</sub>	Концентрация Сырого Газа Давление Сырого Газа Тип Технологии улавливания Размер завода Стоимость Электроэнергии Процент улавливания
<b>Транспортировка (трубопровод)</b> 10% - 15%	\$0.5 - \$3 / Тонну CO <sub>2</sub> / 100Km	Процент использования трубы Расстояние Давление Состав газа Местность
<b>Хранение</b> 10% - 25%	\$5 - \$70 / Тонну CO <sub>2</sub>	Объем Требования по мониторингу Тип Захоронения

## Примерная концентрация CO<sub>2</sub> в потоке сырого газа

Аммиак	95%	Чистый ↑ ↓ Разбавленный
Нефтехим	90%	
Водород	80%	
Переработка ПГ	80%	
Чугун и Сталь	7-27%	
Цемент	20%	
Алюминий	1-10%	
Газовая Генерация э/э	5%	

Source: estimates compiled from published literature; emissions from IEA ETP 2017, various sources. Emissions from petroleum production include emissions from fossil-based hydrogen production (i.e. from steam reforming methane) and from natural gas processing

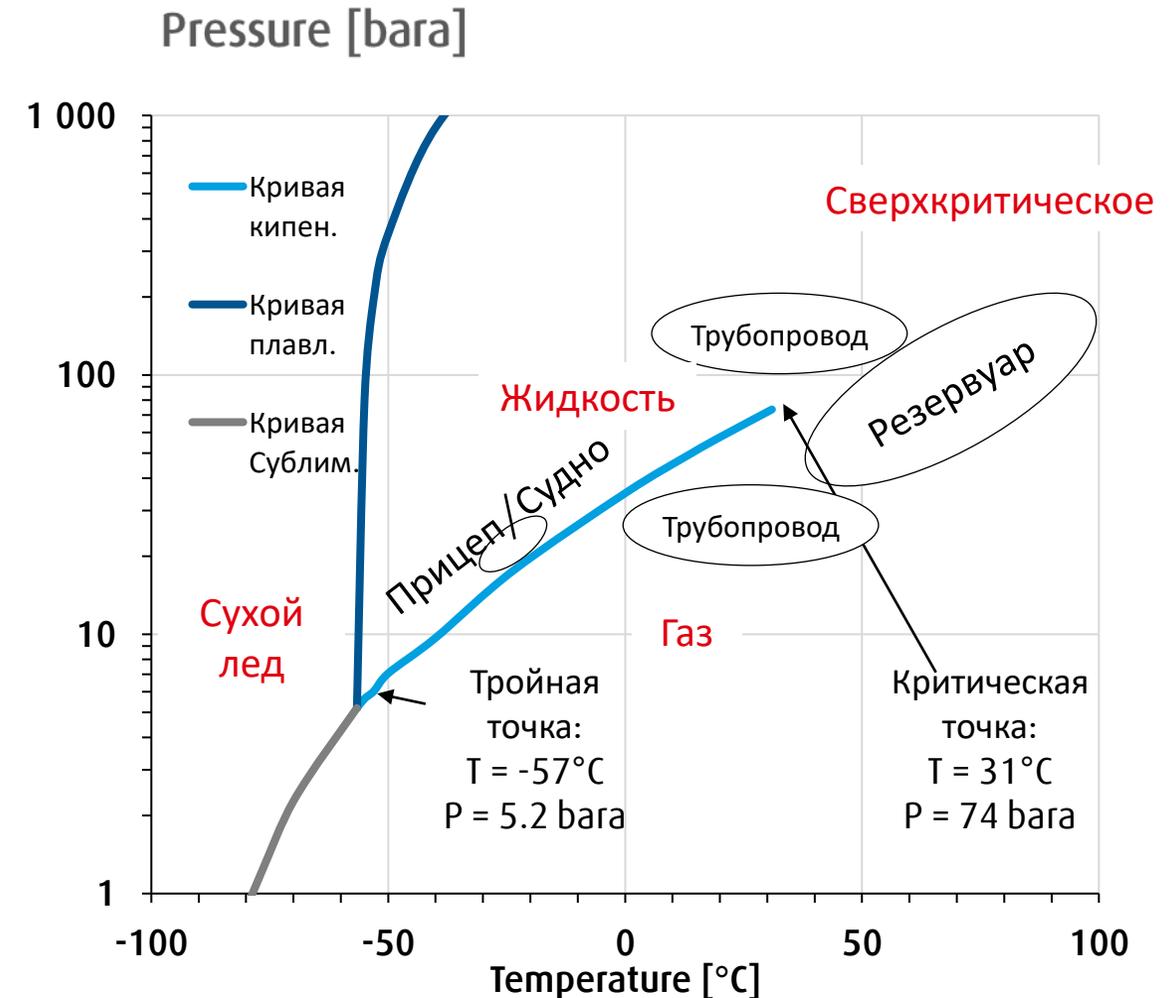
# Свойства CO<sub>2</sub> для CCS



- CO<sub>2</sub> может быть в твердом, жидком, газообразном и сверхкритическом состоянии в зависимости от температуры и давления
- Температура зависит от способа транспортировки и типа подземного резервуара, в диапазоне **-25 до 120°C (-13 до 248°F)**.
- Типичное давление **15 до 165 bar (240 до 2,400 psi)**.

## Основные положения

- Жидкий CO<sub>2</sub> – только выше 5.2 bara
- Газообразный CO<sub>2</sub> – избегайте двухфазового потока в трубопроводе
- Сверхкритическая CO<sub>2</sub> – вязкость газа и плотность жидкости



# Saudi Aramco, Linde и SLB CCUS hub в Джубейле, Саудовская Аравия

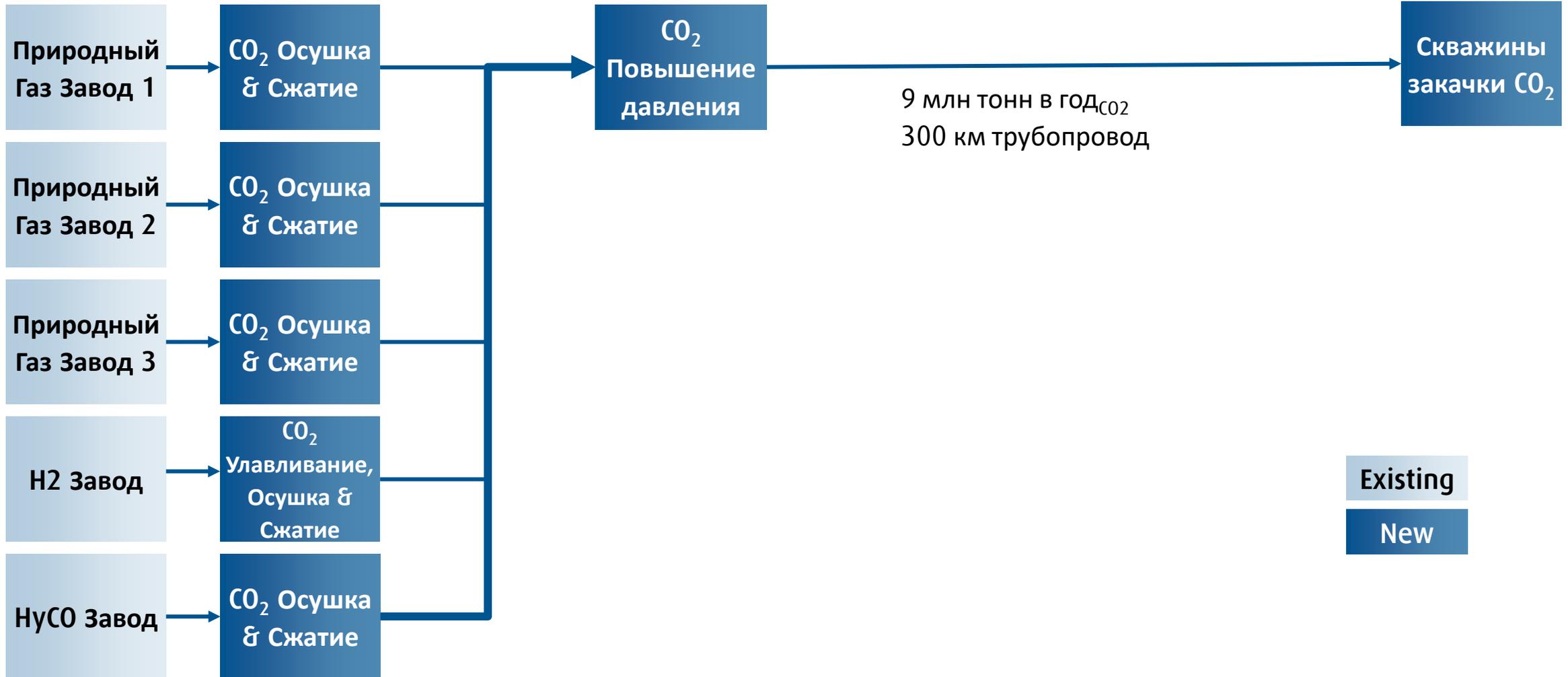


## Наибольший CCS проект в Среднем Востоке

- Совместное предприятие было подписано между Aramco, Linde и SLB в 2022
- Местоположение в Джубейле на восточном побережье королевства Саудовская Аравия
- Хранение до 9 миллионов тонн диоксида углерода до 2027 года
- Значительный вклад в общую цель 44 миллиона тонн улавливания к 2035



# Пример проекта: CCS общая схема в среднем востоке



## HISORP® CC пример размещения установки



- Типовой завод на улавливание 500 тыс тонн в год CO<sub>2</sub> HISORP® CC размерами:  
50 м x 70 м = 3,500 м<sup>2</sup>
- Предпочтительное размещение – рядом с трубой с выбросами CO<sub>2</sub>





**Спасибо за Ваше внимание!**

Making our world more productive

