



Проект реализуется
Донецким национальным
университетом



Проект выполняется Научно-образовательным центром «Конвергенция нано-, био- и инфотехнологий для сбалансированного регионального развития»

Лекционный курс: Изменение климата и необходимость в улавливании и хранении CO₂

Бескровная М.В., к.т.н., с.н.с
Донецкий национальный университет, Донецк, Украина

Проект «Низко-углеродные возможности для
индустриальных регионов Украины (LCOIR-UA)»

Исследование выполнено в
рамках грантового контракта
№ DCI/ENV 2010/243-865

Первый международный научно-практический симпозиум
«Низко-углеродные открытые
инновации для регионов Украины»
29.11.2012 – Донецк



Проект финансируется
Европейским Союзом



Факторы изменения климата

*«Предсказывать климат легко,
предсказывать погоду очень трудно»
Г.Г. Малинецкий*

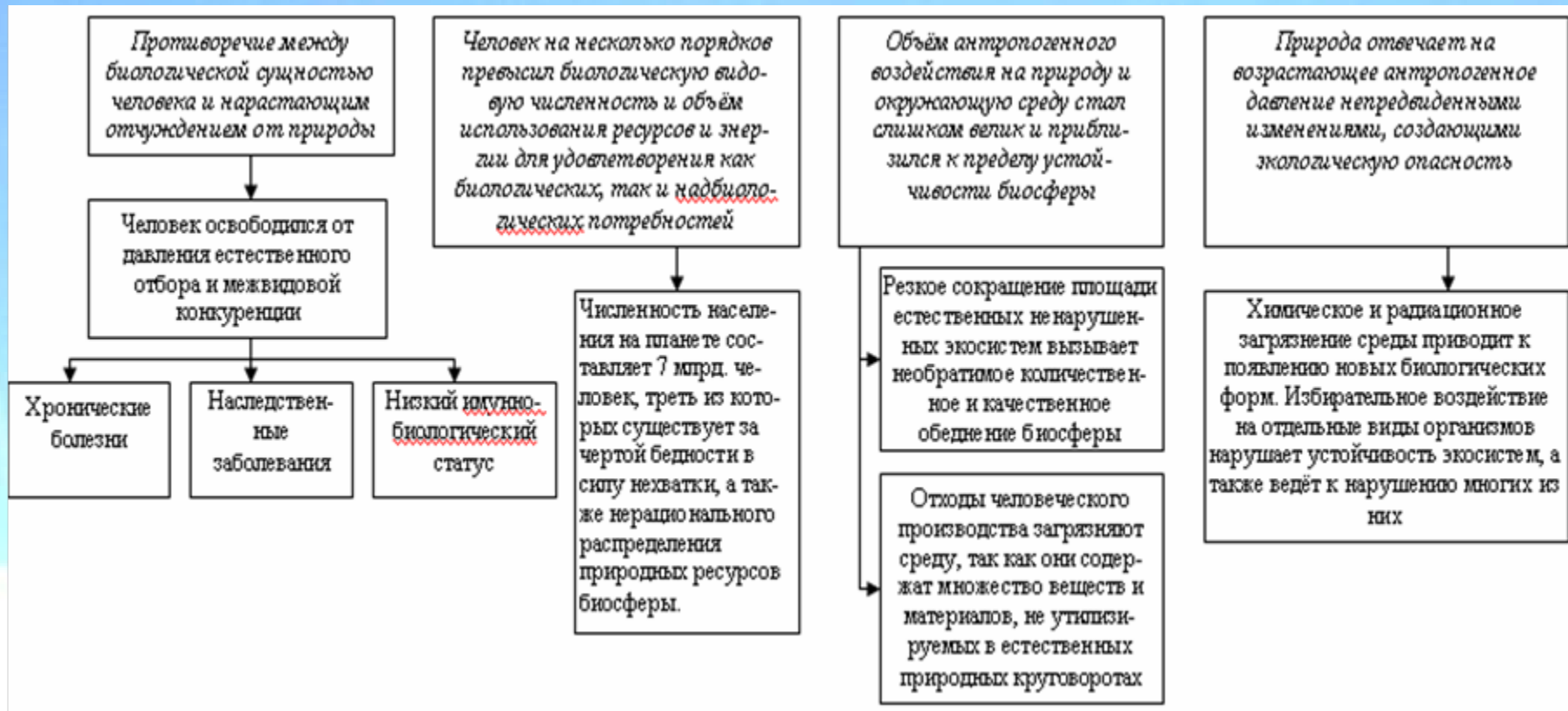
Изменения климата обусловлены переменами в земной атмосфере, процессами, происходящими в других частях Земли, таких как океаны, ледники, а также эффектами, сопутствующими деятельности человека. Внешние процессы, формирующие климат, – это изменения солнечной радиации и орбиты Земли.

- изменение размеров и взаимного расположения материков и океанов,
- изменение светимости солнца,
- изменения параметров орбиты Земли,
- изменение прозрачности атмосферы и ее состава в результате изменений вулканической активности Земли,
- изменение концентрации парниковых газов (CO_2 и CH_4) в атмосфере,
- изменение отражательной способности поверхности Земли (альбедо),
- изменение количества тепла, имеющегося в глубинах океана.





Глобальные экологические проблемы современности и основная задача ЭКОЛОГИИ





Парниковые газы

Парниковые газы – газы с высокой прозрачностью в видимом диапазоне и с высоким поглощением в дальнем инфракрасном диапазоне. Присутствие таких газов в атмосферах планет приводит к появлению парникового эффекта. Основным парниковым газом в атмосферах Венеры и Марса является диоксид углерода, в атмосфере Земли – **водяной пар**.

Газ	Формула	Вклад(%)
Водяной пар	H_2O	36 – 72 %
Диоксид углерода	CO_2	9 – 26 %
Метан	CH_4	4 – 9 %
Озон	O_3	3 – 7 %





Основные гипотезы



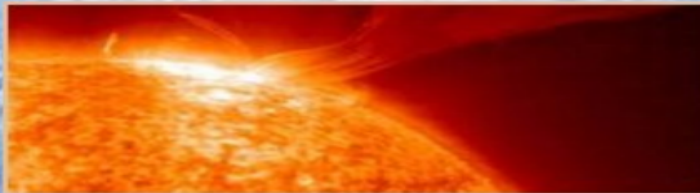
Основные гипотезы



Гипотеза 1

Причиной глобального потепления является изменение солнечной активности.

Все происходящие климатические процессы на планете зависят от активности нашего светила – Солнца. Поэтому даже самые малые изменения активности Солнца непременно сказываются на погоде и климате Земли. Вполне вероятно, что наблюдаемое глобальное потепление связано с очередным ростом солнечной активности, которая в будущем может снова пойти на убыль.



Гипотеза 2

Виновник глобальных климатических изменений – океан.

Мировой океан во многом определяет направление и скорость движения тёплых океанических, а также воздушных масс на Земле, которые в сильной степени влияют на климат планеты. В водах океана растворено большое количество CO_2 и ряда других парниковых газов, в результате определённых природных процессов эти газы могут поступать в атмосферу, существенным образом оказывая влияние на климат Земли.





Основные гипотезы



Гипотеза 3

Повышенная вулканическая активность.

Вулканическая активность является источником поступления в атмосферу Земли аэрозолей серной кислоты и большого количества углекислого газа, что также может значительным образом сказаться на климате Земли. Крупные извержения первоначально сопровождаются похолоданием.

Впоследствии, поступивший в ходе извержения CO_2 вызывает рост среднегодовой температуры на Земле.

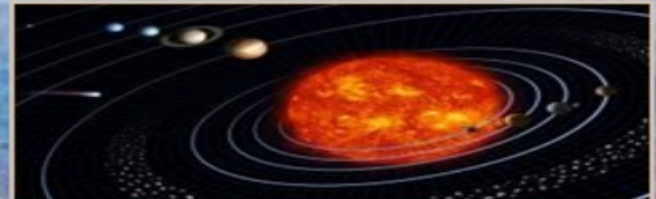
Долговременное снижение вулканической активности в итоге повышает температуры на планете.



Гипотеза 4

Неизвестные взаимодействия между Солнцем и планетами Солнечной системы.

В словосочетании «Солнечная система» не зря упоминается слово «система», а в любой системе, как известно, присутствуют связи между её компонентами. Взаимное положение планет и Солнца может влиять на распределение и силу гравитационных полей, солнечной и других видов энергии. Не исключено, что связи и взаимодействия между Солнцем и планетами оказывают значительное влияние на процессы, происходящие в атмосфере и гидросфере Земли.



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Основные гипотезы



Гипотеза 5

Всему виной человек.

Самая популярная гипотеза. Высокая скорость климатических изменений, происходящих в последние десятилетия, действительно может быть объяснима возрастающей антропогенной деятельности человека, которая оказывает влияние на химический состав атмосферы. За последние 100 лет можно заметить, что скорость повышения средней температуры воздуха нижних слоёв атмосферы Земли слишком высока для естественных процессов. Ранее в истории Земли изменения происходили тысячелетиями.



Гипотеза 6

Изменение климата может происходить само по себе без каких-либо внешних воздействий и деятельности человека.

Планета Земля настолько большая и сложная система с огромным количеством структурных элементов, что её глобальные климатические характеристики могут ощутимо изменяться без всяких изменений солнечной активности и химического состава атмосферы. Различные математические модели показывают, что на протяжении века, колебания температуры приземного слоя воздуха могут достигать $0,4^{\circ}\text{C}$.



Проект финансируется
Европейским Союзом

[29.11.2012 – Донецк](#)

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Глобальная температура от 1958 г. до 2012 г.



Проект финансируется
Европейским Союзом

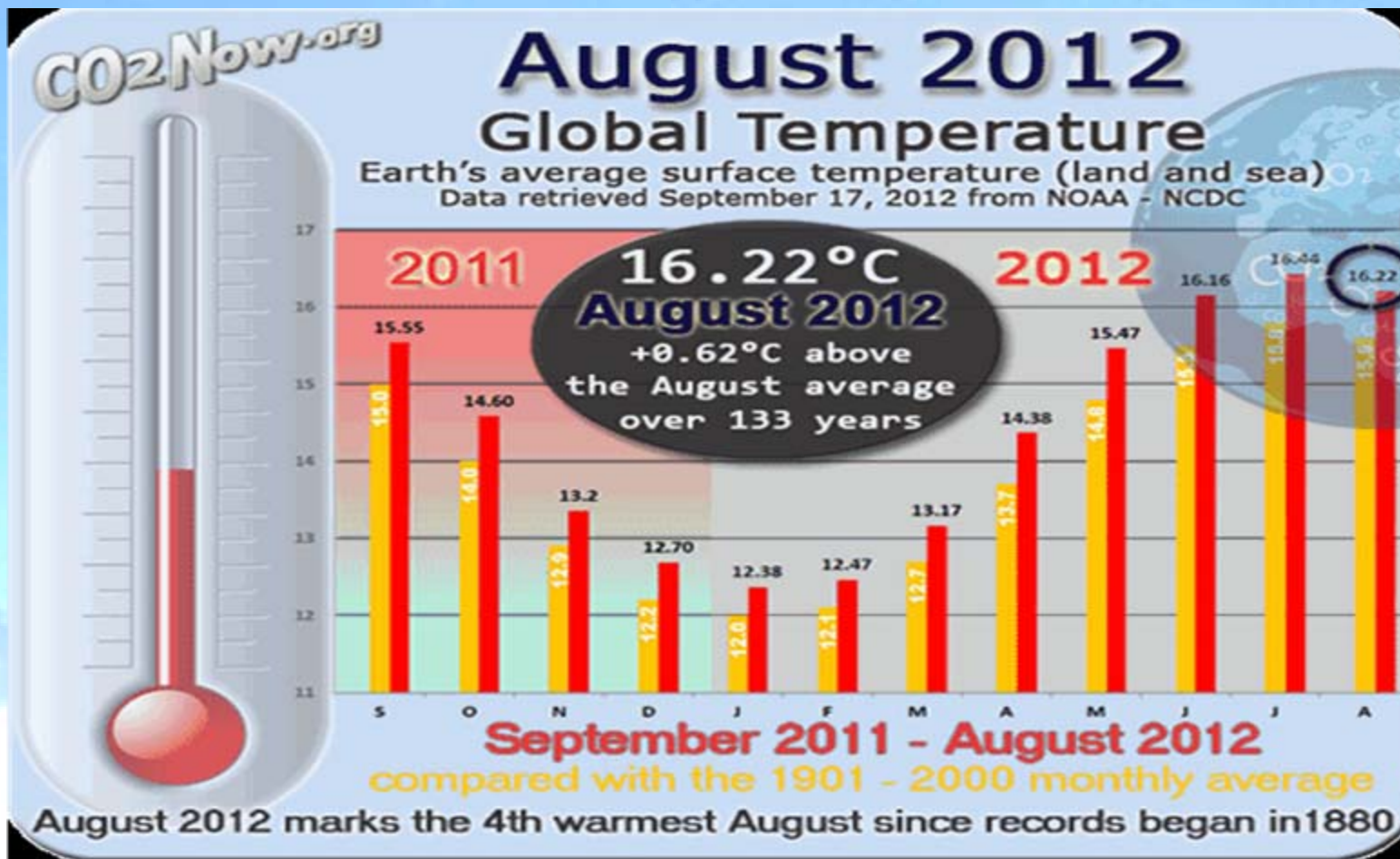
29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





May not have seemed it in the UK!



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом



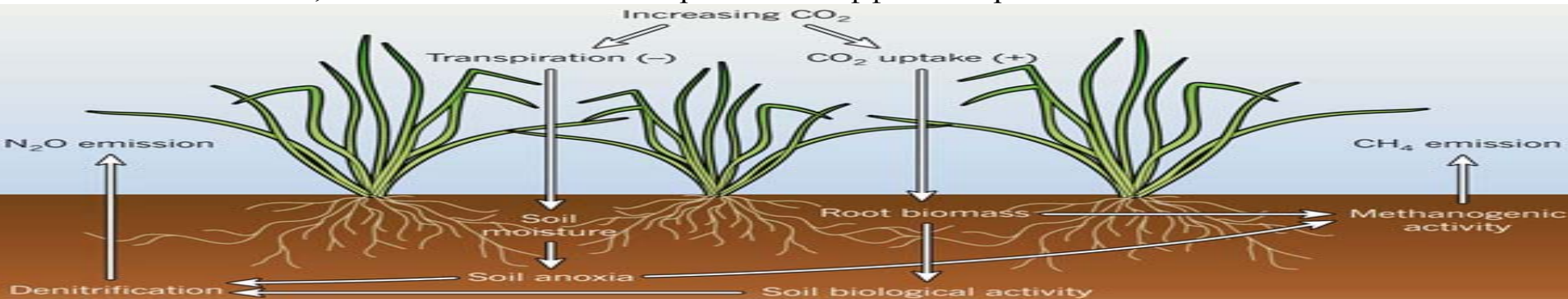


«Длинная тень скотоводства»

В ответ на рост содержания в воздухе CO_2 растения снижают интенсивность транспирации (испарения воды листьями), но связывают при этом больше CO_2 .

Уменьшение транспирации приводит к тому, что из почвы откачивается меньше воды. Соответственно, возрастает увлажненность почвы, ухудшается ее аэрация, возникают участки, где кислород практически отсутствует (состояние аноксии).

В отсутствие кислорода в почве развиваются бактерии, которые при получении необходимой им энергии в качестве окислителя используют азот. Начинается процесс **денитрификации**, в ходе которого азот последовательно восстанавливается. На одном этапе этого процесса в воздух выделяется закись азота (N_2O). С другой стороны, в условиях обилия CO_2 растения растут быстрее, в частности увеличивают массу корней. При этом корнями в почву выделяется большое количество лабильного органического вещества, которое охотно используется бактериями. В местах, где нет кислорода, преимущество получают бактерии метаногены. Конечный продукт их метаболизма, выбрасываемый во внешнюю среду, — это метан. Закись азота и метан — газы, обладающие сильным парниковым эффектом органов.



Проект финансируется
Европейским Союзом

23.10.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Основной фактор потепления

Растущий уровень диоксида углерода считается главной причиной глобального потепления, начиная с 1950 года. Согласно данным Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) от 2007 года, концентрация CO_2 в атмосфере в 2005 году составила 379 чнм^3 , в доиндустриальный период она составляла 280 чнм^3 .

Чтобы предотвратить резкое потепление в ближайшие годы, концентрация углекислоты должна быть снижена до уровня, существовавшего до индустриальной эпохи до 350 частей на миллион (0,035%) (сейчас – 385 частей на миллион и увеличивается на 2 миллионные доли (0,0002%) в год, в основном из-за сжигания ископаемого топлива и вырубки лесов) генетики.



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Стендовая презентация плаката «Здание изменения климата» (DiploFoundation (Мальта))



Здание Изменений климата
идет строительство

Дурбан 2011

Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Последние важнейшие результаты исследований изменения климата

1. Резкое увеличение выбросов газов, усугубляющих «парниковый эффект».
2. Глобальные температуры в настоящее время показывают, что потепление связано с деятельностью человека.
3. Ускорение процесса таяния льдов, ледников и ледяных шапок.
4. Резкое уменьшение морского ледяного покрова Арктики.
5. Недооценки нынешнего повышения уровня моря.
6. Предсказания о повышении уровня моря пересмотрены.
7. Промедление в действиях ведёт к угрозе необратимого ущерба.
8. Поворотный момент должен наступить скоро.

Если глобальное потепление ограничено максимальной отметкой в 2°C , превышающих преиндустриальные температуры, тогда мировой выброс газов должен достичь пика в 2015-2020 годах, и затем – резко сократиться. Чтобы стабилизировать климат, уже в этом веке должно быть создано безуглеродное мировое сообщество с почти нулевым выбросом CO_2 и других газов, способствующих «парниковому эффекту». Говоря более конкретно, к 2050 году среднегодовые выбросы газов должны составлять менее 1 метрической тонны CO_2 на душу населения. Этот показатель на 80-95% ниже, чем выброс газов на душу населения развитых стран в 2000 году.





Что представляет собой улавливание и хранение CO₂ и каким образом оно может способствовать смягчению воздействий на изменение климата?

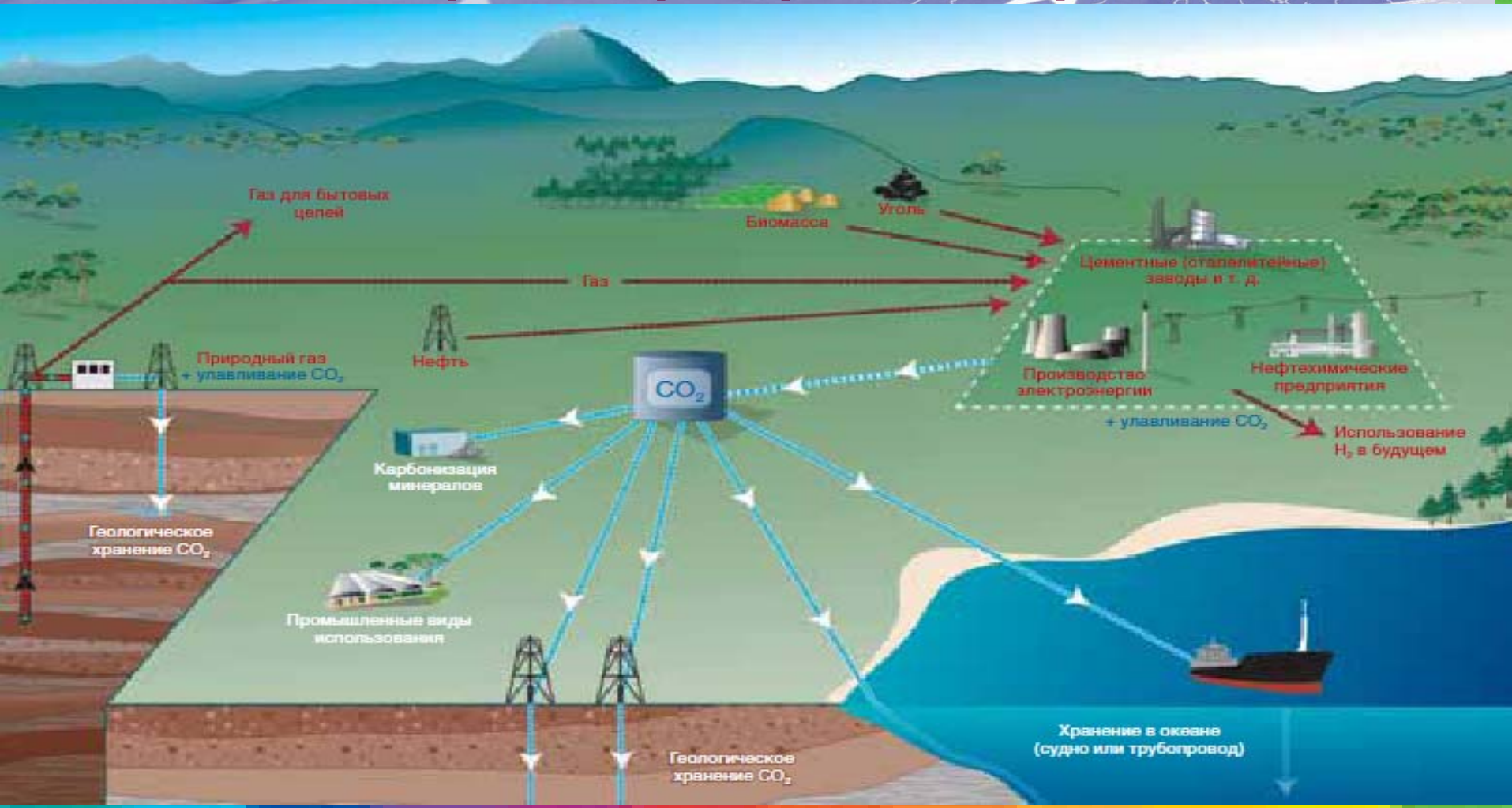
Улавливание и хранение двуокиси углерода (CO₂) — УХУ — это процесс, включающий отделение CO₂ от промышленных и энергетических источников, транспортировку к месту хранения и долгосрочную изоляцию от атмосферы. В этом докладе УХУ рассматривается как вариант в рамках мер по смягчению воздействий, направленных на стабилизацию атмосферных концентраций парниковых газов.

Другие варианты смягчения воздействий включают повышение энергетического КПД, переход на менее углеродоемкие виды топлива, атомную энергию, возобновляемые источники энергии, совершенствование биологических поглотителей и сокращение выбросов парниковых газов, иных нежели CO₂. УХУ характеризуется наличием потенциала для уменьшения общей стоимости мер по смягчению воздействий и повышению гибкости при обеспечении сокращений выбросов парниковых газов.





Схематическая диаграмма возможных систем УХУ. Варианты транспортировки и хранения CO₂



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

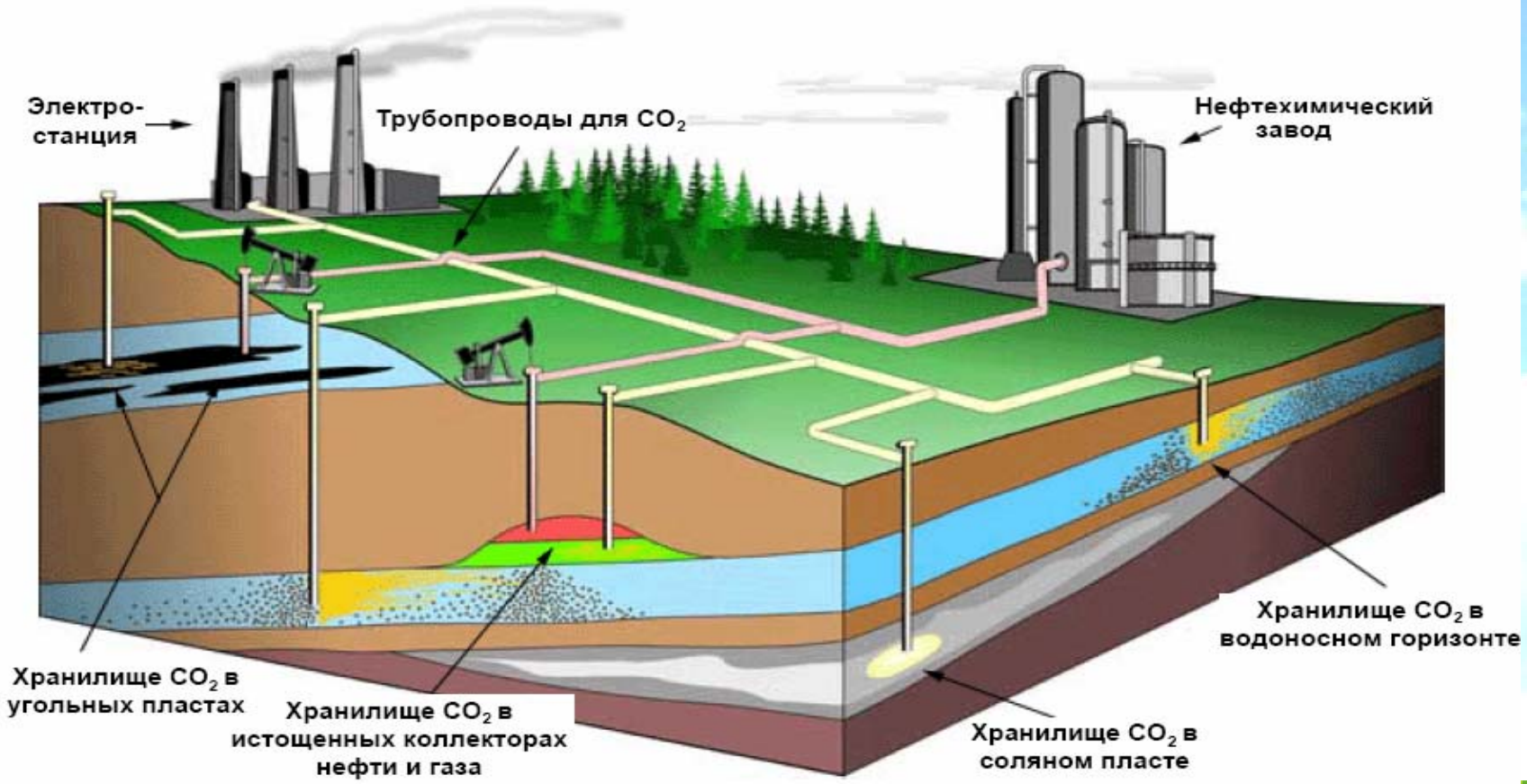
Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Типы хранилищ для CO₂

Типы хранилищ для CO₂



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом

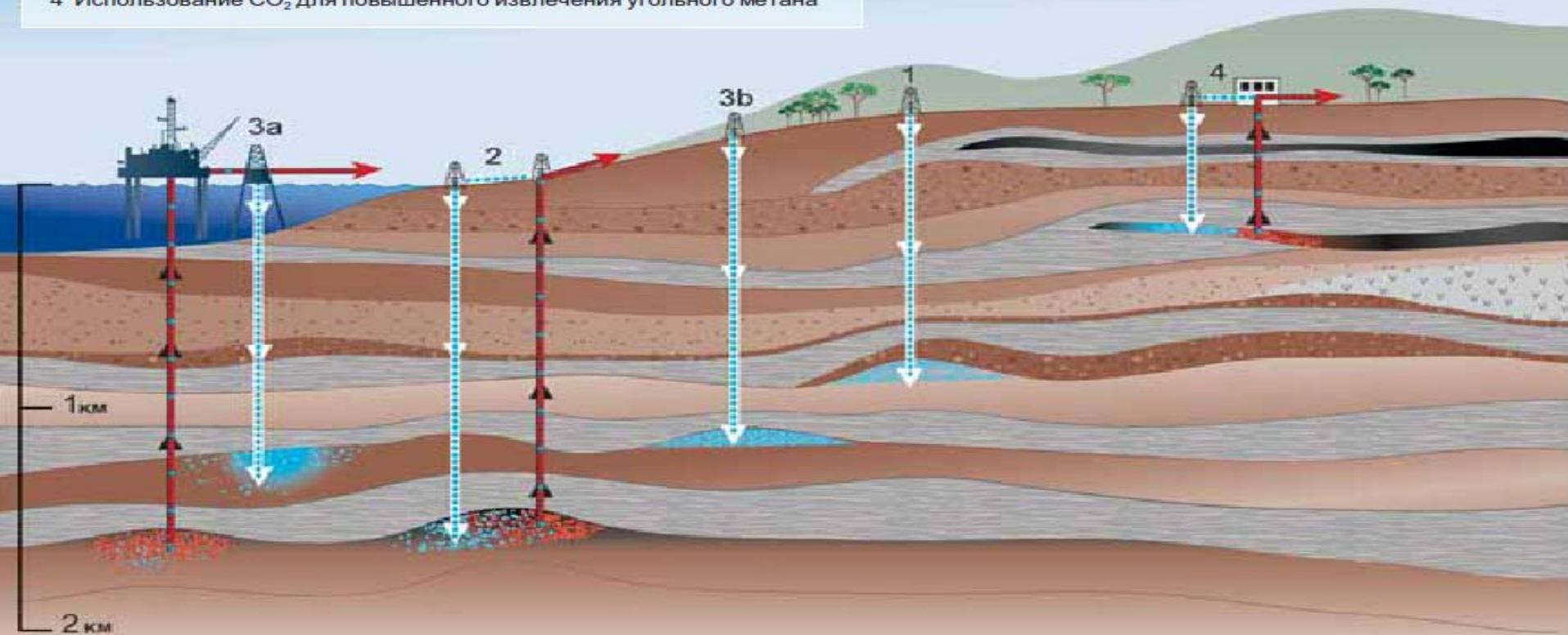
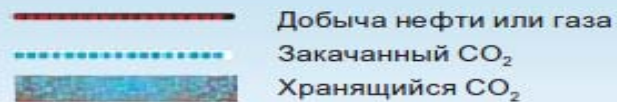




Обзор вариантов геологического хранения

Обзор вариантов геологического хранения

- 1 Выработанные нефтяные и газовые пласты
- 2 Использование CO_2 для повышенного извлечения нефти и газа
- 3 Глубоко залегающие соленосные формации –
а) морская зона б) береговая зона
- 4 Использование CO_2 для повышенного извлечения угольного метана



Проект финансируется
Европейским Союзом

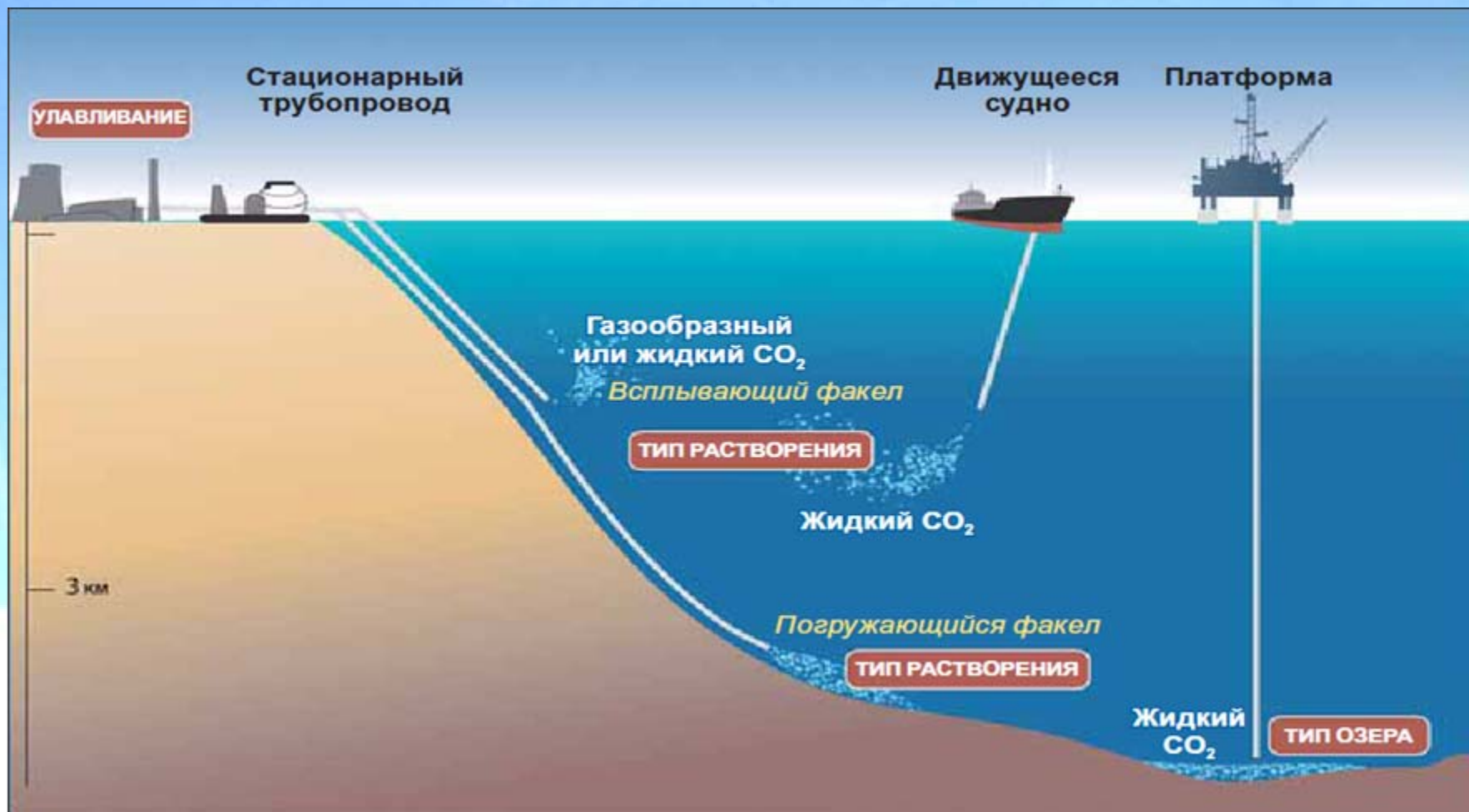
29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Обзор концепций хранения в океане



Проект финансируется
Европейским Союзом

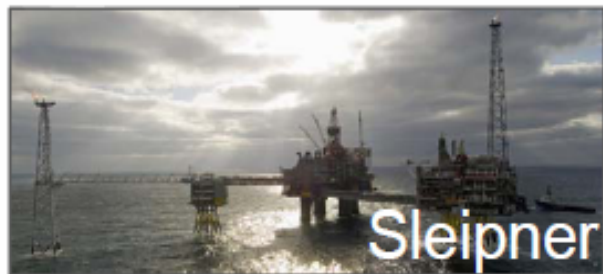
[29.11.2012 – Донецк](#)

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Технологии УХУ функционирующие в данный момент ...



Пять крупных проектов успешно осуществляют деятельность по хранению CO2



Проект финансируется
Европейским Союзом

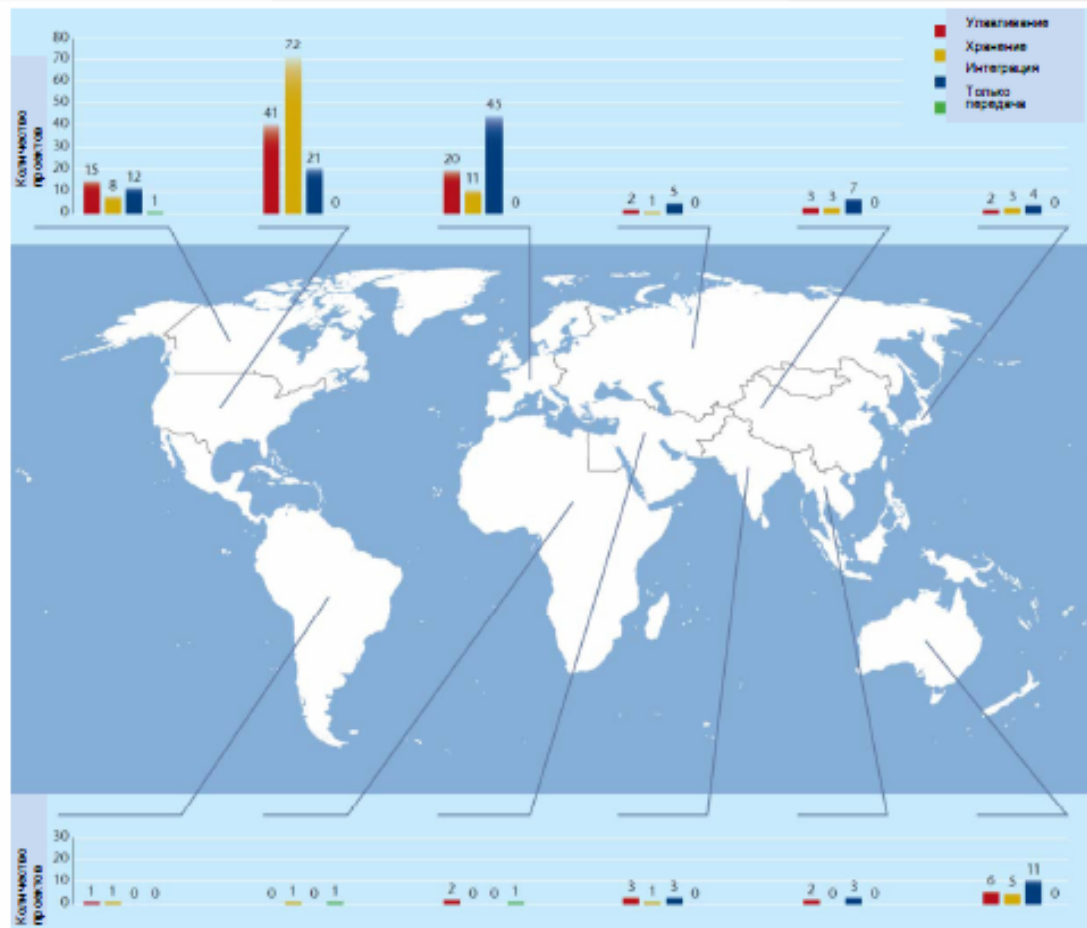
29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





... и планируется ещё большое распространение ...



80 комплексных крупномасштабных проекта существуют на разных стадиях развития

Источник:
Всемирный
Институт по
улавливанию и
хранению CO2



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Перспективы и проблемы CCS-технологий

20

Улавливание и хранение выбросов CO₂ (CCS) - коммерческие перспективы и проблемы

- Затраты на улавливание
- Доверие и общественное признание CCS
- Международная правовая база, охватывающая следующие вопросы:
 - ответственность за хранимый CO₂
 - критерии приемлемости CO₂ для закачки
 - трансграничная транспортировка
 - верификация безопасных мест хранения
- Разработка технологий, позволяющих снизить затраты на улавливание CO₂
- Коммерческая нормативная база:
 - система лицензирования
 - взаимосвязь с соответствующими сертификационными системами



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом



Благодарю за внимание!

E-mail:
m.bezkrovna@donnu.edu.ua

[Бескровная Марина Викторовна,](#)
к.т.н., доцент кафедры ФНПМиЭ ДонНУ



Проект финансируется
Европейским Союзом

[29.11.2012 – Донецк](#)

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом

