



ОРГАНИЗАЦИЯ  
ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ



РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ  
ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Distr.  
GENERAL

FCCC/SBSTA/2006/7  
25 August 2006

RUSSIAN  
Original: ENGLISH

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ДЛЯ КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ  
ПО НАУЧНЫМ И ТЕХНИЧЕСКИМ АСПЕКТАМ**

Двадцать пятая сессия

Найроби, 6-14 ноября 2006 года

Пункт 11 предварительной повестки дня

Доклады о ходе работы

**Доклад о результатах сессионного рабочего совещания по улавливанию и  
хранению диоксида углерода, состоявшегося в ходе двадцать четвертой  
сессии Вспомогательного органа для консультирования  
по научным и техническим аспектам**

**Записка Председателя Вспомогательного органа для консультирования  
по научным и техническим аспектам**

*Резюме*

Сессионное рабочее совещание по улавливанию и хранению диоксида углерода состоялось в Бонне, Германия, 20 мая 2006 года. Участники обменялись мнениями и опытом выполнения широкого круга мероприятий по проблематике улавливания и хранения диоксида углерода, в том числе опытом, полученным в ходе реализации демонстрационных и экспериментальных проектов, выполнения соответствующих положений *Руководящих принципов МГЭИК 2006 года для национальных кадастров парниковых газов*, наращивания потенциала для продвижения этой технологии и решения других связанных с этой тематикой вопросов. Участники определили круг возможных направлений дальнейшей работы по продвижению технологии улавливания и хранения диоксида углерода.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. ВВЕДЕНИЕ .....	1 - 4	3
A. Мандат .....	1 - 2	3
B. Сфера охвата записки .....	3	3
C. Возможное решение Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам .....	4	3
II. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ.....	5 - 7	4
III. РЕЗЮМЕ ВЫСТУПЛЕНИЙ И ДИСКУССИИ .....	8 - 47	5
A. Вводная информация и обзор технологии улавливания и хранения диоксида углерода .....	8 - 17	5
B. Опыт, полученный в ходе реализации демонстрационных и экспериментальных проектов и проведения других мероприятий по этой тематике .....	18 - 38	9
C. Нарращивание потенциала для продвижения технологии улавливания и хранения диоксида углерода и решения других связанных с этой тематикой вопросов .....	39 - 47	19
IV. ОБЩАЯ ДИСКУССИЯ.....	48 - 56	26
V. ВОПРОСЫ, ЗАСЛУЖИВАЮЩИЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО ОБСУЖДЕНИЯ .....	57	29

## **I. ВВЕДЕНИЕ**

### **A. Мандат**

1. Вспомогательный орган для консультирования по научным и техническим аспектам (ВОКНТА) на своей двадцать третьей сессии поручил секретариату в ходе двадцать четвертой сессии ВОКНТА провести под руководством Председателя ВОКНТА сессионное рабочее совещание по улавливанию и хранения диоксида углерода (УХУ) с целью достижения более глубокого понимания вопросов УХУ на основе обзора Специального доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) об улавливании и хранении диоксида углерода с учетом накопленного опыта и усвоенных уроков.

2. На той же сессии ВОКНТА поручил своему Председателю подготовить доклад о результатах вышеупомянутого рабочего совещания для рассмотрения его ВОКНТА на своей двадцать пятой сессии, запланированной к проведению в Найроби в ноябре 2006 года, и просил разместить этот доклад и сделанные на рабочем совещании сообщения на вебсайте РКИК ООН (FCCC/SBSTA/2005/10, пункт 112).

### **B. Сфера охвата записки**

3. В настоящем докладе содержится резюме 20 сообщений, с которыми на рабочем совещании выступили представители стран и эксперты от межправительственных организаций (МПО), неправительственных организаций (НПО), деловых и промышленных кругов, а также резюме общей дискуссии. Высказанные на рабочем совещании идеи о возможных дальнейших направлениях деятельности по тематике УХУ могут рассматриваться в качестве вклада в дальнейшее рассмотрение этого вопроса на двадцать пятой сессии ВОКНТА.

### **C. Возможное решение Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам**

4. ВОКНТА, возможно, пожелает принять к сведению информацию, содержащуюся в настоящем документе, и, где это требуется, дать дальнейшие указания Сторонам относительно возможных последующих шагов по освоению технологии УХУ с учетом текущей работы соответствующих НПО и частного сектора.

## II. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

5. Рабочее совещание было созвано в ходе двадцать четвертой сессии ВОКНТА 20 марта 2006 года<sup>1</sup>. На нем присутствовало около 300 участников, включая Стороны и представителей деловых и промышленных кругов, природоохранных НПО, международных и региональных организаций<sup>2</sup>.

6. Перед участниками рабочего совещания ставились следующие задачи:

а) достичь более широкого понимания по вопросам УХУ среди ключевых участников процесса, Сторон, представителей НПО и частного сектора путем обзора Специального доклада МГЭИК и обмена опытом и извлеченными уроками;

б) определение вариантов практических шагов, которые Сторонам и соответствующим заинтересованным участникам необходимо предпринять для дальнейшего продвижения УХУ.

7. В своем вступительном слове г-н Кишан Кумарсингх, Председатель ВОКНТА, рассказал о том, что технология УХУ представляет собой новаторское техническое решение с очень высоким потенциалом в деле смягчения воздействия изменения климата, которое может стать одним из ключевых компонентов портфеля дополнительных стратегий и технических вариантов построения будущего, в меньшей мере сопряженного с выбросами углерода. При этом оратор отмечал тот активный интерес, который у Сторон вызывает эта тематика. Г-н Кумарсингх обратил внимание участников на Специальный доклад МГЭИК по тематике УХУ, в котором говорится о потенциале этой технологии для решения проблемы выброса парниковых газов (ПГ). Он подчеркнул большое значение УХУ в контексте дискуссии Сторон о дальнейших шагах для решения проблемы изменения климата в рамках Диалога по вопросу о долгосрочных мерах сотрудничества в целях решения проблем, связанных с изменением климата, путем активизации осуществления Конвенции и деятельности Специальной рабочей группы по дальнейшим

---

<sup>1</sup> Рабочее совещание по вопросам улавливания и хранения диоксида углерода как часть проектных мероприятий в рамках механизма чистого развития состоялось 22 мая 2006 года в Бонне (Германия), и его доклад содержится в документе FCCC/КР/СМР/2006/3.

<sup>2</sup> Повестка дня рабочего совещания и сделанные на нем сообщения размещены на вебсайте <<http://unfccc.int/meetings/sb24/in-session/items/3623.php>>.

обязательствам в отношении Сторон, включенным в приложение I к Киотскому протоколу.

### **III. РЕЗЮМЕ ВЫСТУПЛЕНИЙ И ДИСКУССИИ**

#### **A. Вводная информация и обзор технологии улавливания и хранения диоксида углерода**

8. Г-н Берт Метц, МГЭИК, поделился основным выводом Специального доклада МГЭИК, что УХУ составляет часть портфеля возможных вариантов решений, способных снизить общую сумму расходов на мероприятия по смягчению воздействия и повысить гибкость мер по снижению выбросов ПГ. При этом он отмечал, что компоненты систем УХУ находятся на разных уровнях разработанности, начиная от зрелой рыночной стадии (повышенное извлечение нефти - ПИН), демонстрационной стадии (повышенное извлечение угольного метана - ПИУМ) и кончая стадией экспериментальных разработок (хранение в океане). Он подчеркивал наличие явной глобальной корреляции между местами улавливания и хранения диоксида углерода (CO<sub>2</sub>). Что касается затрат, необходимых для применения методов УХУ, то г-н Метц оценил их на уровне дополнительных 1-5 центов на кВт-ч, что эквивалентно 20-270 долл. США на тонну предотвращенных выбросов CO<sub>2</sub>. Основная часть затрат идет на улавливание CO<sub>2</sub>, но уже в ближайшие 10 лет можно ожидать сокращения расходов на улавливание CO<sub>2</sub> на 20-30%. Г-н Метц также подчеркивал большой экономический потенциал УХУ, который при сценарии стабилизации положения мог бы обеспечить эффект, равный 15-55% коллективных усилий по смягчению воздействия изменения климата по всему миру до 2100 года, снизив при этом затратность усилий по смягчению воздействия на 30% или более. Однако повсеместное применение этой технологии невозможно без того, чтобы затраты на улавливание CO<sub>2</sub> составили 25-30 долл. США на тонну предотвращенных выбросов CO<sub>2</sub>.

9. Г-н Ларри Майер, Соединенные Штаты Америки, представил обзор технологических вариантов УХУ, обратив особое внимание на технологию хранения CO<sub>2</sub> в нефтяных и газовых резервуарах, не имеющих промышленного значения угольных пластах глубокого залегания и соленосных формациях. По его мнению, хранение в нефтяных и газовых резервуарах представляет собой первоочередной вариант хранения в силу широкой распространенности таких участков; они уже характеризуются наличием природных уплотнений с хорошо изученными свойствами; опыт применения соответствующих технических решений насчитывает не одно десятилетие; выработанные горизонты создают хорошие возможности для хранения; а повышенное извлечение нефти (ПИН) и повышенное извлечение газа (ПИГ) позволяют получить экономию, уравнивающую

затраты. Один из недостатков этого варианта состоит в ограниченности емкости давно разрабатываемых и заброшенных скважин. Он подчеркивал, что, в то время как уже имеются коммерчески доступные варианты ПИН<sup>3</sup>, технология ПИГ еще не до конца изучена.

10. Г-н Джон Брэдшо, Австралия, выступил с оценкой емкости хранилищ CO<sub>2</sub> с национальной и международной точек зрения, в том числе поделился результатами геологической оценки перспектив емкости мест хранения CO<sub>2</sub>, полученной в ходе тематического исследования в Австралии, странах Организации Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС), Китае и по всему миру. Он в общих чертах рассказал о системе классификации рисков, применяемой при сопоставлении и градации потенциальных мест хранения CO<sub>2</sub> в Австралии, на основе критериев геологической вероятности и расчетного потенциала риска. Сопоставление потенциальных мест хранения CO<sub>2</sub> с разбросом источников выбросов CO<sub>2</sub> в Австралии показало наличие высокого потенциала для хранения в надежных коллекторах в северо-западных районах страны, которые, однако, находятся на большом удалении от основных источников выбросов; наличие приемлемых, но не оптимальных резервуаров вблизи крупных источников выбросов; и существования надежных резервуаров в юго-восточной части страны, хотя эксплуатация этих хранилищ потребует дорогостоящих работ по освоению морских участков. Что касается экономических аспектов хранения CO<sub>2</sub> в Австралии, то пороговый объем лучших участков превышает 4 100 ГтCO<sub>2</sub>, поровый объем рискованных участков составляет 740 ГтCO<sub>2</sub>, но если учитывать лишь участки вблизи источников выбросов, то потенциал не превышает 100-115 МтCO<sub>2</sub> в год на базе устойчивых темпов освоения или 40-180 МтCO<sub>2</sub> в год на основе кривой затрат. Г-н Брэдшо дал также общий обзор высокоперспективных, перспективных и неперспективных районов хранения на глобальном уровне и в Китае, который мог бы использоваться в качестве отправной точки в поиске хранилищ при сопоставлении источников выбросов и мест возможного хранения.

11. Участники дискуссии подчеркивали тот факт, что потенциал хранения в геологических горизонтах в целом может быть довольно значительным, но такое положение, возможно, характерно не для всех регионов<sup>4</sup>, и потенциал может оказаться более ограниченным с учетом экономических параметров. Соленосные формации, в том

---

<sup>3</sup> Из 70-80 объектов, где внедрена система ПИН, лишь на нескольких, таких, как Вейберн, используется закачка антропогенного CO<sub>2</sub>.

<sup>4</sup> В Специальном докладе МГЭИК относительно УХУ говорится о возможности хранения в геологических горизонтах до 2000 ГтCO<sub>2</sub>.

числе в районах нефтеносных и газоносных горизонтов<sup>5</sup>, обеспечат основную часть емкостей для хранения углерода; имеющиеся данные о нефтеносных и газоносных горизонтах могут быть экстраполированы на окружающие их соленосные формации, а основная часть технологических решений может быть напрямую реплицирована<sup>6</sup>. Тем не менее необходимо получение характеристик участка для определения технических особенностей геологических структур, играющих роль ловушек, уплотнений и коллекторов. Угольные пласты могут обеспечить дополнительный потенциал для хранения, однако этот вариант решения находится на раннем этапе разработки, и сопряженные с ним возможности для хранения углерода относительно скромны.

12. Что касается сроков хранения CO<sub>2</sub> в седиментационных бассейнах, то их можно рассчитать на примере нефтяных систем. Участники дискуссии говорили о том, что нефтяные системы обеспечивают надежное хранение углеводородов на протяжении сотен миллионов лет, хотя естественная утечка все же наблюдается, и есть примеры аварийных стихийных выбросов. Несколько участников совещания, ссылаясь на немногочисленные практические примеры, отмечали, что риск утечки из хранилищ в геологических горизонтах невелик при условии надлежащего выбора мест хранения и выполнения продуманной программы мониторинга, а также применения системы регулирования и методов ликвидации или борьбы с возможными выбросами CO<sub>2</sub>. Перспектива постоянства хранения в меньшей степени будет зависеть от характеристик участка хранения, чем от планов оператора, мер регулирования и защиты и характера выбросов и темпов закачки. Риск утечки сопоставим с нынешним риском утечки из систем ПИН, хранилищ природного газа или систем удаления кислого газа. Утечка по-прежнему возможна, однако весьма вероятно, что более 99% CO<sub>2</sub> будет оставаться в резервуаре в течение свыше 100 лет, и директивным органам надлежит определиться, достаточно ли это длительный срок.

13. Один из участников дискуссии подчеркивал наличие обширной технической экспертизы по вопросам применения УХУ, в частности на примере эксплуатации природных систем нефтяных горизонтов, которые весьма познавательны в плане того, что

---

<sup>5</sup> Например, в Калифорнии в нефтяных и газовых пластах можно складировать 5 ГтCO<sub>2</sub>, а в соленосных формациях по 100-500 ГтCO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Проекты Сляйпнер и Ин-Салах являют собой примеры хранения CO<sub>2</sub> в соленосных формациях. В случае Ин-Салаха формация частично содержит углеводороды и частично водно-солевой раствор, в то время как на участке Сляйпнер CO<sub>2</sub> закачивается в хранилище из рабочего горизонта, откуда добываются углеводороды.

можно ожидать от хранения CO<sub>2</sub>. Необходимо также разработать глобально согласованную систему технических критериев для оценки рисков.

14. Участники указывали на мониторинг как ключевой элемент оценки эффективности и демонстрации надежности хранения в соленосных формациях и говорили о том, что с учетом сходства с системами нефтяных горизонтов есть соответствующий технический опыт, который может быть использован для выбора участков, управления ими, мониторинга и принятия восстановительных мер. На основе опыта нефтегазовой промышленности создан обширный портфель методов мониторинга, в том числе по факторам сейсмо- и электрогеофизики, каротажа скважин, гидрологического давления, изотопного измерения, взятия геохимических проб, дистанционного зондирования, использования датчиков CO<sub>2</sub> и замера просачивания на поверхность. Затраты на мониторинг соленосных формаций были рассчитаны на уровне 0,17 долл. США на тонну предотвращенного выброса CO<sub>2</sub>, что соответствует затратам на мониторинг при ПИН, а затраты на подземные операции в рамках УХУ, в том числе на мониторинг, составили от 10% до 20% общей цены проекта.

15. Отмечалась затруднительность прогнозирования времени, которое должно пройти между экспериментальной и оперативной фазами УХУ, для чего необходимо выполнить несколько тысяч проектов. С учетом объема выбросов, подлежащих сокращению, для того чтобы оказать заметный эффект, индустрия хранения CO<sub>2</sub> должна в своем развитии в несколько раз превзойти масштабы нынешней газовой промышленности.

16. Отвечая на поднятые вопросы, участники совещания указывали на то, что недавнее повышение цен на газ не нашло отражения в анализе, данном в Специальном докладе МГЭИК по УХУ. В анализе учитывались затраты на газификацию при комбинированном цикле комплексной газификации (КЦКГ); при такой технологии было бы дешевле добавить этап улавливания CO<sub>2</sub>, чем внедрять энергетический комплекс на базе газовой турбины комбинированного цикла (КЦПГ) или угольной пыли (УП). В этой связи комплексная газификация комбинированного цикла может оказаться выгоднее энергетического комплекса на базе газовой турбины комбинированного цикла. Кроме того, еще не разработан простой метод расчета того, как нынешнее повышение цен на нефть будет сказываться на выводах Специального доклада по УХУ относительно затрат, экономического потенциала, своевременности и наличия УХУ с учетом существования других факторов, требующих рассмотрения<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Повышение цен на нефть будет сказываться на ПИН, поскольку более высокие затраты будут стимулировать УХУ, однако, с другой стороны, цена CO<sub>2</sub> будет повышаться и оказывать давление в противоположном направлении.

17. В ходе дискуссий подчеркивалось, что силовые установки с УХУ на 15-40% более энергоемки, чем силовые установки без УХУ<sup>8</sup>. Основная часть дополнительных потребностей в энергии вызвана операцией по улавливанию, и поэтому ставится задача разработать менее энергоемкую технологию улавливания. Участники отмечали, что УХУ представляет собой технологию смягчения воздействия, применяемую в отношении ископаемых видов топлива и биомассы, и ее следует использовать в связи с крупными точечными источниками выбросов, такими, как энергетические комплексы, нефтехимические предприятия и установки по производству водорода. Технология УХУ не рекомендуется для небольших установок, не включенных в сеть, в силу того, что такое техническое решение может быть экономически неоправданным.

**В. Опыт, полученный в ходе реализации демонстрационных и экспериментальных проектов и проведения других мероприятий по этой тематике**

1. Полученный опыт и извлеченные уроки из демонстрационных и экспериментальных проектов

18. Г-н Торе Торп, Международная ассоциация представителей нефтяной промышленности по охране окружающей среды (ИПИЕКА) ("Статойл"), рассказал об опыте и уроках, извлеченных из выполнения проекта Сляйпнер и других демонстрационных и экспериментальных проектов. Г-н Торп также поделился обширным опытом, уже накопленным промышленностью при работе с CO<sub>2</sub> в связи с ПИН, очисткой природного газа, транспортировкой (трубопроводами и судами), повторной закачкой и подземным хранением<sup>9</sup>, производством прохладительных напитков, химической чистки одежды и упаковкой пищевых продуктов. В рамках проекта Сляйпнер, который начал выполняться в 1996 году в водно-соленосном горизонте Утсира, можно обеспечить хранение всего объема CO<sub>2</sub>, производимого электростанциями Европейского сообщества (ЕС) за 600 лет. В рамках этого проекта в целях мониторинга распределения закачиваемого CO<sub>2</sub> были разработаны такие технические решения, как трехмерное сейсмическое обследование, и частично апробированы инструменты симулирования поведения резервуаров. В числе других демонстрационных проектов следует назвать

---

<sup>8</sup> Для энергетического комплекса угольной пыли этот показатель составляет: 25-40%; энергетической установки на базе комбинированного цикла природного газа (КЦПГ): 20%; и энергетической установки на базе комбинированного цикла комплексной газификации (КЦГК): 15-25%.

<sup>9</sup> Из 600 участков по всему миру за последние 60 лет лишь на 4-5 отмечались утечки, и те были успешно ликвидированы.

показательную закачку CO<sub>2</sub> по технологии K12-B в отработанное газовое месторождение Ин-Салах, месторождение Снохвит (куда в 2007 году намечено начать закачку отделенного от природного газа CO<sub>2</sub>), электростанции на лигните с улавливанием CO<sub>2</sub> в Шварце-Пумпе и электростанцию в Тьелдбергоддене, работающую в комплексе с установкой по производству метана, идущего на цели ПИН, получения и экспорта газа.

19. Г-жа Каролин Престон, Канада, рассказала об опыте и извлеченных уроках из выполнения проекта Вейбурн, в рамках которого улавливаемый в Дакоте CO<sub>2</sub> перекачивался по трубопроводу на расстояние 300 км и использовался для ПИН в целях производства дополнительных 155 млн. баррелей нефти и хранения 30 млн. т CO<sub>2</sub> на протяжении всего цикла реализации проекта<sup>10</sup>. Главные цели проекта состояли в том, чтобы прогнозировать и проверить способность нефтяного резервуара обеспечить надежное и экономичное хранение CO<sub>2</sub> (геологическое хранение) и решить долгосрочную проблему смягчения воздействия и поведения CO<sub>2</sub> в конкретной среде. В ходе проекта удалось подготовить комплексные и прошедшие международную коллегияльную проверку ряды данных, в том числе с помощью мониторинга исходного положения (до закачки); при этом было найдено, что применительно к любому участку хранения необходимо, как минимум, регистрировать давление в шахтах, скорость закачки и выхода. Результаты моделирования на этапе 1 говорят о том, что геологический "контейнер" в Вейбурне доказал свою надежность: не более 27% закаченного объема вышло за пределы участка ПИН, но оставались в пределах района на последующие 5 000 лет после закачки. Это свидетельствует о том, что такая формация пригодна для долгосрочного геологического хранения CO<sub>2</sub>.

20. Г-н Ян Райт, ИПИЕКА ("Бритиш петролиум"), поделился опытом и уроками, извлеченными из геологического хранения CO<sub>2</sub> в рамках проекта Ин-Салах. В рамках этого показательного проекта промышленного масштаба по геологическому хранению CO<sub>2</sub> в хранилище закачивался примерно 1 млн. т CO<sub>2</sub> в год (17 млн. т на протяжении жизненного цикла проекта) при дополнительных затратах в 100 млн. долл. США (6 долл. США на тонну предотвращенного выброса CO<sub>2</sub>). Г-н Райт подчеркивал, что проект не преследовал цель получения коммерческой выгоды и служил лишь базой для отработки методов мониторинга CO<sub>2</sub>. При выполнении этого совместного промышленного проекта НИОКР ставились следующие главные цели: убедиться в том, что надежное геологическое хранение CO<sub>2</sub> поддается рентабельной проверке и что в ходе краткосрочного мониторинга можно получить долгосрочные гарантии надежного хранения; продемонстрировать заинтересованным лицам на примере проекта

---

<sup>10</sup> Это эквивалентно ликвидации выброса выхлопных газов 5 млн. автомашин в год с затратой 42 млн. долл. США.

промышленных масштабов тот факт, что геологическое хранение  $\text{CO}_2$  является жизнеспособным вариантом смягчения воздействия парниковых газов (ПГ); и создать прецеденты регулирования и проверки надежности геологического хранения  $\text{CO}_2$ , которые позволили бы претендовать на получение кредитов под сокращение выбросов ПГ. Геологические осадочные породы, используемые для хранения  $\text{CO}_2$ , весьма схожи по своим характеристикам с резервуарами, встречающимися в других местах (например, в Китае, Индии и ряде европейских стран), и полученный при выполнении этого проекта опыт может быть реплицирован.

21. Г-н Паскаль Винтхаген, Нидерланды, рассказал об опыте выполнения проектов повышенного извлечения угольного метана (ПИУМ). По словам г-на Винтхагена, технология извлечения угольного метана (ИУМ) с помощью адсорбции  $\text{CO}_2$  является одним из вариантов хранения  $\text{CO}_2$  в угольных горизонтах, не имеющих промышленного значения. Было доказано, что эти горизонты способны обеспечить многолетнее хранение  $\text{CO}_2$ , однако оценочная емкость резервуара при этом варианте значительно ниже, чем при других вариантах, таких, как водоносные горизонты. Демонстрационные проекты ПИУМ в настоящее время выполняются в Канаде, Китае, Японии и Польше, но в ограниченных масштабах (25 000 т  $\text{CO}_2$  в год при цели повысить хранение в 10 раз). Со временем под действием закачиваемого  $\text{CO}_2$  проницаемость угольного пласта снижалась, что вело к сокращению темпов закачки  $\text{CO}_2$ ; в рамках этого варианта необходима дальнейшая работа для исследования динамики поглощения и выделения  $\text{CO}_2$  в угольных горизонтах.

22. Г-жа Мальти Гоэль, Индия, рассказала о возможностях и проблемах применения УХУ в секторе ископаемого топлива в краткосрочной перспективе и поделилась положением дел с УХУ в Индии; по ее словам, УХУ представляет собой одно из технических решений, которые рассматриваются ее страной в целях рационализации оборота углерода. Г-жа Гоэль назвала три поколения технологии чистого применения угля. Технология первого поколения (в частности, подготовка угля, угольная пыль, сжигание в кипящем слое, десульфуризация дымового газа, котлы сверхкритического давления) уже полностью освоена и применяется в промышленных масштабах. Технология второго поколения (например, добывание угольной пыли, удаление оксидов азота, применение котлов ультра- и сверхкритического давления, сжигание в циркулирующем псевдосжиженном слое, сжигание угольной пыли под давлением, КЦКГ, сжигание в кипящем слое под давлением, топливные элементы с расплавленным карбонатным элементом) в настоящее время достигла этапа демонстрации в промышленных масштабах; страна нуждается в заимствовании такой передаваемой технологии. И наконец, технология третьего поколения (например, сжигание обогащенного кислородом топлива, подземная газификация угля, извлечение угольного метана, извлечение попутного метана из угольных шахт, сжигание комплексного

распыленного топлива, КЦКГ и технология с нулевым выбросом, комплексная газификация, топливные элементы, улавливание и хранение углерода) находится на раннем демонстрационном этапе, и страна ищет партнеров для проведения совместных исследований.

23. Были рассмотрены различные достижения, полученные в ходе выполнения демонстрационных и экспериментальных проектов, в том числе апробирование целого ряда инструментов мониторинга, создание полного, всеобъемлющего и прошедшего коллегиальную проверку ряда данных по геологическому хранению CO<sub>2</sub>, принятие мер, содействующих формированию эффективных международных команд высококлассных специалистов-исследователей и подготовка руководств наиболее эффективной практики (РНЭП). Ряд участников отмечали, что эти проекты будут стимулировать широкомасштабное применение технологий, необходимых для проектирования, выполнения, мониторинга и проверки большого числа проектов геологического хранения CO<sub>2</sub>. В ходе демонстрационных проектов основное внимание уделялось разработке технического инструментария, однако не следует забывать и о необходимости разработки инструментов проведения государственной политики.

24. Что касается проблематики мониторинга, то по ходу дискуссии подчеркивалась необходимость создания более рентабельных инструментов для демонстрации долгосрочной надежности хранения, а также разработки стимулов, содействующих дальнейшему совершенствованию нефтяной и газовой промышленности уже имеющихся в ее распоряжении инструментов. При этом участники указывали на то, что в силу значительного многообразия геологических формаций технология мониторинга, которая работает в одном месте, может не работать в другом, и поэтому ощущается потребность в формировании единого источника знаний для мониторинга и принятия стандартов для сертификации мест хранения. Мониторинг необходим не только в силу потребности в обеспечении безопасности, но также для понимания технологии закачки углерода. Участники говорили о том, что результаты отслеживания движения CO<sub>2</sub> с использованием результатов сейсмических обследований хорошо соотносятся с результатами симулирования поведения резервуаров, применявшегося для количественной оценки объемов хранимого на местах CO<sub>2</sub>. Планируется подготовить или обновить РНЭП для отработки протоколов этапных мероприятий, таких, как выбор места хранения, мониторинг и проверка поведения хранимого CO<sub>2</sub>, мониторинг и восстановление целостности скважин, оценка долгосрочных рисков и их снижение, использование максимальных мощностей для рентабельного хранения CO<sub>2</sub>.

25. Отмечалось, что в последние четыре-пять лет ЕС расходует 140 млн. евро на выполнение целого ряда исследовательских проектов, направленных на предварительную

работу к широкомасштабному внедрению УХУ, например на реализацию в сталелитейной промышленности инициативы ULCOS (проект сталелитейного производства с крайне низким выбросом CO<sub>2</sub>), в рамках которой ожидается доведение затрат на улавливание двуокиси углерода до уровня ниже затрат на ту же операцию при энергопроизводстве. Несколько участников упомянули о международных совместных усилиях по УХУ, таких, как Форум лидеров в технологии удержания углерода (CSLF), "Фьючер Джен"<sup>11</sup>, партнерство в продвижении технологии удержания углерода "Биг Скай" и Азиатско-тихоокеанское партнерство в деле чистого развития. Проводимые мероприятия включают совместные исследования на базальтовых породах в рамках проектной инициативы CSLF силами Соединенных Штатов Америки<sup>12</sup> и подготовку технико-экономических обоснований освоения нефтяных месторождений методом повышенного извлечения нефти и хранения углерода в соляносных горизонтах. Один из участников от развивающейся страны говорил о том, что высокие затраты на улавливание и хранение требуют создания механизма финансирования.

26. В ходе дискуссии речь шла также об основных требованиях, предъявляемых к УХУ со стороны государственных властей и общественности. В то время как органы государственной власти предъявляют к технологии УХУ требования, аналогичные требованиям к регулированию деятельности нефтяных и газовых месторождений (в том числе право доступа и лицензирование, составление спецификации и плана участка, мониторинг и проверка, восстановительные меры, вывод из эксплуатации и мониторинг до этапа стабилизации), а также требования по отчетности (представление докладов секретариату РКИКООН и системе торговли выбросами (СТВ)), общественность ожидает гарантий безопасности операций (например, работа участка должна быть безаварийной, без утечки, с транспарентным мониторингом и проверкой, должна быть одобрена РКИКООН и СТВ и обеспечивать долгосрочную стабильность).

27. Несколько участников очертили круг основных задач, которые ставятся перед демонстрационными проектами, включая разработку методов управления эффективностью деятельности, содействие разработке ясных и практически реализуемых нормативов по хранению CO<sub>2</sub>, развитие уже существующей действенной нормативной базы, содействие развитию эффективного процесса консультаций с населением и эффективной государственной политики по внедрению широкомасштабного и

---

<sup>11</sup> Речь идет об инициативе по созданию первой в мире исследовательской электростанции с комплексным удержанием углерода и производством водорода (электростанция мощностью 275 МВт с нулевым выбросом углерода).

<sup>12</sup> Результаты исследований по применению различных пород в качестве ловушки будут полезны и для других стран, имеющих сходную структуру горных формаций.

рентабельного снабжения CO<sub>2</sub> и поддержанию инфраструктуры и создание механизма монетизации кредитов за хранение CO<sub>2</sub>.

28. Что касается будущей работы, то необходимо добиваться снижения капитальных затрат на улавливание CO<sub>2</sub> и повышение его эффективности (например, ставится задача ограничить расходы суммой в 20-30 долл. США на тонну CO<sub>2</sub>) и содействовать формированию доверия к осуществимости хранения через решение проблемы его постоянства, а также путем обмена опытом, методами и инструментами, разработанными нефтяной и газовой промышленностью в области ПИН. Несколько участников подчеркивали также необходимость запуска широкомасштабных демонстрационных проектов и разработки нормативной и программной базы, в том числе стимулов, чтобы сделать эту технологию привлекательной (например, в виде получения права на участие в таких механизмах, как механизм чистого развития (МЧР) и СТВ ЕС).

29. В ходе последовавшей за этим общей дискуссии были рассмотрены такие вопросы, как барьеры, возникающие в связи с дополнительными затратами на эту технологию, неопределенность по поводу потенциала Сторон, включенных в приложение I к Конвенции (Стороны приложения I), и отсутствие потенциала у Сторон, не включенных в приложение I к Конвенции (Стороны, не включенные в приложение I). Что касается дополнительных затрат, то по этому вопросу было высказано несколько мнений: затраты должны отражаться в стоимости окончательного продукта<sup>13</sup>; затраты на УХУ незначительны по сравнению с затратами на другие технологии, которые могут использоваться для смягчения воздействия изменения климата, и эта технология реально существует уже сегодня; кроме того, технология ПИН может приносить прибыль, в том числе во многих развивающихся странах, где существуют возможности для развития ПИН. Отмечалось, что затраты на тонну предотвращенного выброса CO<sub>2</sub>, о которых говорилось применительно к демонстрационным проектам, упомянутым на рабочем совещании, относительно невелики, и что эти проекты могли бы подпадать под меры стимулирования в рамках МЧР (Ин-Салах) и совместного осуществления (СО) (Вейбурн).

30. Что касается долгосрочного мониторинга, критериев выбора участка хранения и прогнозируемой на будущее интенсивности утечки, то участники совещания продемонстрировали, что на участке Сляйпнер расчетная интенсивность утечки в течение нескольких тысяч лет должна быть нулевой. Однако с учетом возможного человеческого фактора и геологической неопределенности необходимо все же иметь план на случай чрезвычайных обстоятельств. Предлагалось принять стандарты для сертификации

---

<sup>13</sup> По аналогии со сталелитейной промышленностью, где затраты на уменьшение выбросов включаются в стоимость окончательного продукта, или энергетикой, где затраты на сокращение выбросов SO<sub>x</sub> отражаются в тарифах.

участков и было высказано замечание, что в промышленности уже существуют такие стандарты. В случае участка Вейбурн было указано на то, что этот участок был выбран, среди прочего, с учетом его хорошего послужного списка в плане антропогенного вмешательства в эксплуатацию резервуара и хорошей изученности геологии района. Исходя из результатов выполнения проекта, продемонстрировавшего высокую целостность резервуара, проблем с утечкой не ожидается. До настоящего времени не было зарегистрировано утечек, поэтому дальнейший мониторинг не представляется обязательным, тем не менее он будет продолжен, с тем чтобы продемонстрировать обществу надежность технологии.

31. Несколько участников поставили вопрос о том, какую часть от общих затрат на УХУ составляют расходы по мониторингу. В случае участка Сляйпнер расходы на УХУ составляют 17 долл. США на тонну предотвращенного выброса CO<sub>2</sub> (без учета расходов на улавливание, которое в любом случае необходимо для коммерческой реализации газа)<sup>14</sup>, а затраты на мониторинг составляют 0,1 долл. США на тонну предотвращенного выброса CO<sub>2</sub>. Недавно проведенное исследование свидетельствует о том, что для операции промышленного масштаба такие затраты будут составлять 0,5 долл. США на тонну предотвращенного выброса CO<sub>2</sub> даже применительно к мониторингу по истечении многих лет после завершения этапа закачки газа.

## 2. Перспективы с точки зрения неправительственных организаций

32. Г-н Харун Кешги, представляющий неправительственные организации деловых и промышленных кругов (ИПИЕКА), кратко рассказал о перспективах УХУ с точки зрения промышленности. В числе главных преимуществ УХУ он назвал глобальное распределение участков для геологического хранения, благодаря которому УХУ потенциально возможно во всех районах мира, а также связанный с этой технологией потенциал решения проблемы крупных источников CO<sub>2</sub>, сконцентрированных в основном в энергетическом секторе; он также упомянул о том, что технология УХУ позволит добиться того, чтобы уголь по-прежнему вносил вклад в мировое энергообеспечение даже при контролируемом выбросе ПГ. Для того чтобы полностью реализовать потенциал УХУ, необходимо использовать эту технологию в энергетическом секторе по другим направлениям, помимо ПИН; для того чтобы этот метод нашел широкое промышленное применение, необходимо принятие политики по решению проблемы дополнительных затрат, с тем чтобы эта технология была экономически жизнеспособной; необходимо также создание надлежащей нормативной и правовой базы. Благодаря целому набору инициатив со стороны ученых кругов, правительств и промышленности, в частности

---

<sup>14</sup> Следует отметить, что эти затраты для проектов на море в целом в три раза выше, чем для проектов на суше.

нефтяной промышленности, в настоящее время ведется работа по повышению эффективности и улучшению перспектив УХУ через накопление промышленного опыта закачки газа; через исследовательские инициативы по изысканию менее затратных технологий УХУ и улучшению понимания рисков; этому содействуют также оценки преимуществ УХУ и других технических решений, благодаря чему ведется сбор ценной информации для лиц, принимающих решения, и формирования у общественности положительного отношения к таким техническим решениям.

33. Г-жа Габриела фон Герне, "Гринпис", остановилась на перспективах УХУ с точки зрения природоохранных неправительственных организаций. Она поделилась своим видением мира, в котором выбросы углерода поставлены под контроль, каждый имеет доступ к чистой воде, продовольствию и энергии в основном из ее новых возобновляемых источников, где удалось повысить энергоэффективность и тем самым снизить спрос на энергоносители; в таком мире УХУ позволит продолжать сжигать уголь, но при этом вместо выброса вредных веществ удастся обеспечить их захоронение. Оратор кратко рассказала о вопросах хранения  $\text{CO}_2$ , вызывающих озабоченность с точки зрения охраны окружающей среды, таких, как вопросы ответственности, нормативного регулирования и отчетности, задачи мониторинга, риск утечки<sup>15</sup> и вклад в устойчивое развитие. Что касается последнего фактора, то электростанции, способные улавливать  $\text{CO}_2$ , требуют для своей работы большего объема угля и производят больше  $\text{CO}_2$ , чем обычные электростанции, что ведет к более активной деградации земли на участках добычи. Для будущих поколений это обернется тем, что у них при пользовании ископаемым топливом не будет иного выхода, чем хранить миллионы тонн  $\text{CO}_2$  под землей. По этой причине возникает необходимость проведения долгосрочных структурных изменений для снижения зависимости от ископаемых видов топлива и более активного использования возобновляемых источников энергии. Кроме того, в Специальном докладе МГЭИК говорилось о том, что УХУ не будет играть большой роли до начала второй половины столетия, и поэтому на этот метод нельзя рассчитывать в настоящее время в качестве решения насущной проблемы сокращения выбросов.

34. Дискуссии и выступления в ходе этого совещания со всей наглядностью показали опыт промышленности в достижении цели надежного геологического хранения  $\text{CO}_2$  через применение систем отбора участков и управления рисками, в которых используется информация о характеристиках участков, данные оперативного мониторинга, научные исследования и инженерный опыт. Участники говорили о большой роли политики решения проблемы дополнительных затрат и придания технологии конкурентоспособного характера, в том числе применении стимулов на национальном и международных уровнях

---

<sup>15</sup> Безопасность хранения  $\text{CO}_2$  в геологических резервуарах в долгосрочной перспективе еще не доказана.

и необходимости для промышленности работать над внедрением бизнес-моделей УХУ и апробированию методики УХУ в промышленных масштабах для получения энергии.

### 3. Нововведения, внедрение, распространение и передача технологии УХУ

35. Г-жа Трюде Сандсет, Норвегия, говорила о том, что задача Форума лидеров (CSLF) состоит в том, чтобы превратить УХУ в действенный инструмент достижения долгосрочной стабилизации динамики выброса парниковых газов в атмосферу. Применяемый CSLF метод состоит в координации НИОКР с международными партнерами и частными промышленными компаниями; возможность применения УХУ будет зависеть от действия широкого круга факторов технического, геологического, экономического и организационного порядка, причем создание надежной глобальной технологии возможно лишь при учете столь широкого набора потребностей и вовлечения в работу стран с различными перспективами развития. В реализации предложенной инициативы принимают участие инженеры, ученые и политики, сотрудничающие в рамках рабочих групп по программным и техническим вопросам. По словам г-жи Сандсет, налаженное сотрудничество позволяет получить значительные выгоды, в том числе добиться более оперативного решения проблем, сокращения затрат для каждого участника, стимулирования технического творчества и извлечения уроков из опыта других, а также использования дополнительных возможностей для решения стоящих проблем.

36. Г-н Сюэду Лу, Китай, рассказал о том, что опыт Китая в применении УХУ ограничивается рядом экспериментальных проектов ПИН и исследовательскими работами по технологии улавливания углерода после и до сжигания ископаемого топлива, которые проводились в академических институтах. Начальная оценка показала, что Китай обладает потенциалом хранения CO<sub>2</sub> в 46 нефтяных и газовых резервуарах (7,2 млрд. т CO<sub>2</sub>) и 68 не имеющих промышленного значения угольных горизонтах (12 млрд. т CO<sub>2</sub>). Что касается совместных мероприятий, то Китай и Соединенное Королевство подписали меморандум о взаимопонимании (MoU) в целях сотрудничества в создании силовой установки с почти нулевым выбросом за счет применения технологии УХУ; это сотрудничество предусматривает технологические разработки и накопление технического опыта, оценку потенциала УХУ, определение возможностей демонстрации и внедрения этой технологии в Китае, анализ затрат и экономических аспектов УХУ в Китае и выявление вариантов финансирования НИОКР. Китай и Европейская комиссия также подписали MoU о разработке технологии энергопроизводства с почти нулевым выбросом углерода благодаря применению УХУ, которое предусматривает исследование вариантов технологии сжигания угля с нулевым выбросом углерода на базе технологии УХУ в Китае, формулирование и разработку демонстрационного проекта строительства и

эксплуатации экспериментального объекта. Другие совместные мероприятия включают "Гео-Капасити"<sup>16</sup> и СОАСН<sup>17</sup>. Г-н Лу подчеркивал необходимость принятия внутренней и международной политики и оказания финансовой поддержки деятельности по созданию технологий, а также указывал на то, что необходимо создание потенциала коренных кадров для их активного и эффективного участия в развитии такой технологии.

37. Г-н Джон Гейл, Международное энергетическое агентство (МЭА), Программа НИОКР по парниковым газам, указал на две важные проблемы на пути широкого применения УХУ: разработка технологии улавливания CO<sub>2</sub> в фазе после сжигания в целях производства энергии (3-5 млн. т CO<sub>2</sub> в год на уровне демонстрационных проектов) и создание трубопроводной инфраструктуры, по масштабам сопоставимой с той же инфраструктурой для использования природного газа. Ни то, ни другое не составляет крупной технической проблемы. Что касается надежности хранения, то, по мнению г-на Гейла, ни один из крупномасштабных проектов<sup>18</sup> не дал сведений о возникновении просачивания<sup>19</sup>, однако мониторинг осуществлялся в течение коротких периодов времени (от 3 до 25 лет), и необходимо продемонстрировать отсутствие возможности просачивания на сотни лет вперед (на период преобладающего значения ископаемых видов топлива). Исследования по оценке эффективности свидетельствуют о просачивании с той малой интенсивностью, что ею можно пренебречь<sup>20</sup>. Тем не менее отсутствует техническая база, которая позволяла бы судить об интенсивности просачивания при геологическом хранении или обсуждать в принципе вопрос о просачивании в местах хранения. Хранилища могли бы проектироваться с таким расчетом, чтобы гарантировать нулевое просачивание. При этом необходимо принимать

---

<sup>16</sup> Речь идет о проекте ЕС, который координируется Управлением геологических обследований Дании и Гренландии. Среди в общей сложности 26 партнеров единственным партнером со стороны Китая выступает Университет Синьхуа.

<sup>17</sup> Совместные мероприятия Китая и ЕС в рамках проекта УХУ предусматривают, что координирующую роль играет Институт нефти Франции, в реализации проекта участвует 21 партнер, в том числе ряд со стороны Китая.

<sup>18</sup> Сляйпнер, Вейбурн и Рэнгли.

<sup>19</sup> Термин "утечка" имеет для МЧР иное значение, и поэтому предлагается пользоваться термином "просачивание".

<sup>20</sup> Проигрывание модели Вейбурна свидетельствует о том, что теоретически просачивание на поверхность может произойти не раньше чем 5 000 лет. Моделирование на участке Сляйпнер свидетельствует о том, что весь объем CO<sub>2</sub> растворится после 3 000 лет.

практические меры для соблюдения этого требования<sup>21</sup> и представления отчетности о фактах просачивания, если таковое случается. Инвестирование средств в технологию УХУ в нефтегазовой промышленности может стимулироваться высокими ценами на нефть и газ, и затраты на технологию УХУ в случае ее повторного использования снизятся на 20-40%. Г-н Гейл, также отмечал, что многие источники выбросов CO<sub>2</sub> расположены в развивающихся странах, и их число, как ожидается, будет расти. В этой связи необходимо обеспечить передачу и внедрение технологии в развивающихся странах, а также принятие мер по устранению барьеров на пути передачи и распространения технологии. По словам г-на Гейла в рамках МЧР следует предусмотреть меры по стимулированию более широкой доли рынка, приходящейся на технологию УХУ.

38. В ходе последующей общей дискуссии подчеркивалось, что возобновляемые источники энергии и технология УХУ взаимодополняют друг друга, поскольку предполагается, что УХУ позволит расширить рыночную долю непостоянных источников энергии, таких, как возобновляемые источники энергии, причем подчеркивалось, что Европейская комиссия ассигнует средства на проведение исследований по тематике хранения возобновляемой энергии, что позволит решить проблему непостоянства подачи возобновляемой энергии.

**С. Нарращивание потенциала для продвижения технологии улавливания и хранения диоксида углерода и решение других связанных с этой тематикой вопросов**

1. Нарращивание потенциала через обучение и разъяснительную работу

39. Г-н Билл Райнер, Канада, рассказал о деятельности по разработке и внедрению учебных модулей и курсов по технологии УХУ в целях наращивания потенциала и повышения осведомленности об этой технологии с использованием результатов Дельфской группы, в частности в рамках проекта, начатого Рабочей группой АТЭС по энергетике. Этот трехэтапный проект предусматривает оказание содействия недостаточно развитым в промышленном отношении странам - членам АТЭС успешно выявлять, оценивать и внедрять у себя передовые проекты улавливания и геологического хранения CO<sub>2</sub>. На этапе I были подготовлены реестр и оценка потенциальных участков геологического хранения CO<sub>2</sub>, включая обзор выбросов CO<sub>2</sub> и типов хранилищ,

---

<sup>21</sup> Необходимо, например, принимать меры по регулированию эксплуатации хранилища путем определения действительных характеристик участка (геология, гидрология, разломы пород и скважины), оценки рисков, реализации программы мониторинга (до и после закачки, планирование восстановительных мер).

имеющихся в распоряжении, а также была создана географическая информационная система<sup>22</sup>. В ходе этапа II основное внимание уделялось наращиванию потенциала стран - членов АТЭС с использованием учебных материалов и рабочих совещаний<sup>23</sup>, мер по повышению осведомленности и наращиванию потенциала в деле выявления возможностей для улавливания и геологического хранения CO<sub>2</sub>, а также внесения вклада в достижение целей устойчивого развития. На этапе III внимание уделялось более активному наращиванию потенциала и использованию уже имеющихся учебных материалов, выявлению тех возможностей, которые технология улавливания и геологического хранения CO<sub>2</sub> имеет в странах региона, а также работе по наращиванию потенциала в деле оценки вариантов и реализации успешных инициатив УХУ.

40. Г-н Артур Ли, ИПИЕКА ("Шеврон") подробно поделился опытом промышленности в деле наращивания потенциала для демонстрации и применения УХУ и передачи знаний и опыта по УХУ тем, кто отвечает за принятие решений. Отмечая, что внедрению УХУ содействовал целый круг инициатив, что эта технология находит все более широкое коммерческое применение, затраты на эту технологию снижаются, а связанные с ней риски становятся все более понятными и контролируемыми, г-н Ли заявил, что непрерывные долгосрочные инвестиции в НИОКР являются ключом к успеху в деле более широкого применения УХУ для обеспечения энергией процесса развития с более рациональным управлением рисками, связанными с углеродом. Г-н Ли среди приоритетных направлений работы промышленности по тематике УХУ назвал следующие темы:

а) правовые и нормативные вопросы: потенциальная классификация CO<sub>2</sub> как одного из видов отходов в рамках ранее существовавших нормативных положений, долгосрочных обязательств и мониторинга;

б) промышленные стратегии: связь энергетической промышленности с источниками CO<sub>2</sub>, разработка потенциальной бизнес-модели, роль ИПИЕКА (например, обобщение наиболее эффективной практики, содействие взаимодействию с правительством) и влияние на текущие операции;

---

<sup>22</sup> Система содержит данные по проектному району, политическим/административным границам, сгруппированные узловые данные о точечных источниках выбросов, сведения об основных геологических районах, главных нефтеносных бассейнах (имеющих и не имеющих промышленное значение), седиментационных бассейнах высокой, низкой и нулевой "перспективности" для хранения CO<sub>2</sub>, данные о распределении залежей угля и типах угольных месторождений в Восточной и Юго-Восточной Азии.

<sup>23</sup> Подборка учебных материалов АТЭС размещена на вебсайте:  
<<http://www.delphi.ca/apec/>>.

- c) создание стимулов: важное место УХУ в рамках МЧР и системы его кредитов, стимулирование НИОКР;
- d) передача знаний по УХУ тем, кто отвечает за разработку политики принятия мер на случай изменения климата: ставить их в известность о задачах промышленности, делиться оценкой того, как УХУ вписывается в портфель бизнес-проектов, информировать о роли CO<sub>2</sub> в ПИН и уже имеющихся вариантах;
- e) завоевание поддержки со стороны общественности и разъяснительная работа по УХУ.

41. Г-н Ли также указал на потенциально парадоксальную ситуацию, с которой придется столкнуться промышленности и правительствам: прежде чем приступить к внедрению УХУ, промышленность ожидает создания нормативной базы, а правительствам, до того как приступить к созданию нормативной базы, хотелось бы узнать об опыте промышленности и наиболее эффективной практике. Оратор высказал мысль, что выходом из создавшейся ситуации является широкое внедрение готовой к промышленному применению технологии, а также создание благоприятного делового климата. Следует формировать инфраструктуру для решения проблемы CO<sub>2</sub>, в том числе развивать комплексные региональные сети транспортировки CO<sub>2</sub>. Роль компаний и правительств в создании и эксплуатации таких сетей должна быть сформулирована в будущей стратегии по этой тематике.

## 2. Инвентаризация и вопросы создания нормативной и правовой базы

42. Г-н Саймон Эгглстон, МГЭИК, выразил мнение, что *Руководящие указания МГЭИК 2006 года по созданию национальных реестров парниковых газов (РУ 2006)* содержат полный набор методических рекомендаций по УХУ, которые согласуются с остальным комплексом руководящих положений за 2006 год. РУ 2006 содержат рекомендации по улавливанию и транспортировке CO<sub>2</sub>, а также его геологическому хранению<sup>24</sup>. В то время, как выбросы, сопряженные с улавливанием CO<sub>2</sub>, могут подпадать под отчетность по сектору МГЭИК, в котором ведется улавливание, выбросы от работы транспорта, закачка и хранение CO<sub>2</sub> подпадают под отчетность по категории источников 1С. Методика "уровня 3" применяется в отношении улавливания, поскольку ее основу составляет проведение замеров либо путем оценки остаточных выбросов в атмосферу, либо оценки выбросов на основе содержания углеродного топлива и вычета замеренного

---

<sup>24</sup> Никаких методов расчета выбросов по иным типам вариантов хранения, таким, как хранение в океане или конверсия CO<sub>2</sub> в инертные неорганические карбонаты, не предусматривается.

объема уловленного газа. Что касается транспортировки CO<sub>2</sub>, то г-н Эгелстон подчеркнул особое значение трубопроводов, транспортировки судами, железной дорогой и автомобильным транспортом. Руководящие указания по трубопроводной транспортировке содержат стандартные факторы выброса по методу "уровень 1" и более подробную методику определения фактора выбросов на основании показателей утечки метана из трубопровода и сопутствующего оборудования. Что касается нагнетания, то в расчет принимается все оборудование у горловины скважины, а замеры у горловины скважины по фактору закачиваемой жидкости включают замер интенсивности, температуры и давления потока. Что касается оценки, проверки и сообщения сведений о выбросах с участков хранения CO<sub>2</sub>, то Руководящие положения не содержат фактора выбросов и зависят от характеристик участка<sup>25</sup>, оценки рисков, утечки, мониторинга и отчетности. Полный набор сведений национальной отчетности содержит сведения об объеме CO<sub>2</sub>, полученном в ходе улавливания по стране; сведения об утечке CO<sub>2</sub> со всех видов транспорта и при всех видах нагнетания в стране; данные об утечке CO<sub>2</sub> со всех мест хранения в стране; объем импорта и экспорта уловленного CO<sub>2</sub>. Объемы CO<sub>2</sub> для последующего использования и краткосрочного хранения не должны вычитаться из показателя выбросов CO<sub>2</sub>. Объемы утечки из хранилищ и трубопроводов должны сообщаться по стране, где утечка произошла, а в отношении трансграничных мест хранения эти данные должны сообщаться по стране, на которой лежит административная ответственность за хранение<sup>26</sup>.

43. г-н Юрген Лефевр, Европейская комиссия, поделился информацией об исследованиях ЕС по тематике УХУ, недавних промышленных инициативах ЕС и мероприятиях в направлении создания благоприятной программной базы ЕС по тематике УХУ. Что касается исследований ЕС, то, по словам г-на Лефевра, пятая и шестая программы базовых исследований ЕС предусматривают портфель проектных мероприятий по тематике УХУ стоимостью более 170 млн. евро; кроме того, выделяются исследовательские фонды на изучение других источников энергии, и средства, выделяемые на УХУ, сбалансированно выделяются из общего объема ассигнований. Г-н Лефевр подробно рассказал о недавно обнародованных инициативах промышленного сектора ЕС в области УХУ, включая создание показательной тепловой электростанции на базе сжигания обогащенного угольно-кислородного топлива с улавливанием CO<sub>2</sub>; тепловой электростанции, работающей на H<sub>2</sub>; тепловой электростанции, работающей на природном газе с улавливанием CO<sub>2</sub> и его транспортировкой для закачки в морское

---

<sup>25</sup> Дается оценка геологии хранения, сведения о региональной гидрологии на местах и путях утечки.

<sup>26</sup> В принципе, уравнение должно иметь вид: уловленный объем + импорт = закаченный объем + экспорт + утечка.

хранилище и ПИН; а также о строительстве тепловой электростанции КЦКГ с улавливанием и хранением CO<sub>2</sub>. Комиссия при проведении такой работы активно координирует ее с международными инициативами; в качестве примеров были названы участие в CSLF, инициатива ЕС и Китая и сотрудничество с Организацией стран - экспортеров нефти (ОПЕК). В плане создания благоприятной программной базы в рамках Европейской программы в области изменения климата была создана Рабочая группа по УХУ для изучения возможности использования улавливания и геологического хранения углерода в качестве одного из вариантов смягчения последствий. Проводимая ею работа включает анализ потенциала, экономических аспектов и рисков, связанных с УХУ, выявление нормативных потребностей и барьеров, выявление элементов благоприятной нормативной базы для развития УХУ и определение других барьеров, которые могут препятствовать разработке надлежащей политики по продвижению УХУ. Заключительный доклад рабочей группы, подлежащий рассмотрению Комиссией в 2007 году, может содержать предложение по законодательству ЕС в области УХУ. Эта программная и нормативная база ЕС, возможно, будет включать оценку рисков и воздействия на окружающую среду, санкционировать мероприятия в области мероприятий в области УХУ, определять краткосрочные и долгосрочные обязательства и стимулы в области УХУ, включая роль УХУ в СТВ ЕС.

44. Г-жа Элизабет Хаттен, Соединенное Королевство, поделилась новостями в области международных договоров по морскому праву применительно к УХУ. По ее словам, появление технологии УХУ ставит более широкие природоохранные вопросы, в частности в плане ее потенциального воздействия на морскую среду. Что касается Конвенции по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Лондонская конвенция) и Протокола к ней, то на двадцать седьмом консультативном совещании (2005 год) была подтверждена роль УХУ как составной части комплекса мероприятий по решению проблемы изменения климата и подкисления мирового океана. Она указала на то, что в случае признания факта распространенности действия Лондонской конвенции на морские недра хранение в них CO<sub>2</sub> будет запрещено. Несмотря на то, что Стороны признают расхождение в толкованиях Конвенции и Протокола к ней, они все же постановили, что необходимо внести ясность в такие толкования с целью содействия внедрению и регулированию технологии УХУ, и с этой целью создали межсессионные рабочие группы по правовым и техническим вопросам. Группа по правовым вопросам провела совещание и пришла к договоренности о необходимости отражения УХУ в Протоколе, регулировании и содействии продвижению этой технологии и в этой связи предложила поправку для рассмотрения на следующем консультативном совещании, которому предстоит внести CO<sub>2</sub> в приложение к Протоколу, с тем чтобы санкционировать его сброс при определенных условиях, в том числе форме удаления в геологических формациях толщи морского дна, при условии что поток CO<sub>2</sub> в

подавляющей части будет состоять из самого CO<sub>2</sub> и не содержать каких-либо дополнительных отходов. Г-жа Хаттен рассказала о том, что ведется работа по внесению поправки в Лондонскую конвенцию и Протокол к ней, а также разработка руководящих положений по выполнению проектов УХУ. В случае принятия этих поправок и руководящих положений они создадут прочную международную базу морского права, которая не будет препятствовать реализации проектов УХУ.

### 3. Понимание рисков, связанных с улавливанием, транспортировкой и хранением CO<sub>2</sub>

45. Г-н Вольфганг Хайдуг, ИПИЕКА ("Шелл"), выступил с подробным обзором технологии и вопросов, связанных с хранением. Он обратил внимание на два типа рисков, связанных с геологическим хранением<sup>27</sup>: глобальные риски (возвращение CO<sub>2</sub> в атмосферу) и местные риски (повышенные концентрации газообразного CO<sub>2</sub> в приземном слое; влияние растворенного CO<sub>2</sub> на химический состав подземных вод; последствия перемещения флюидов под воздействием закачиваемого CO<sub>2</sub>). Отмечая, что эффективность геологического хранения зависит от комбинации физических и геохимических ловушек, г-н Хайдуг дал краткую характеристику четырем механизмам создания ловушек<sup>28</sup> и рассказал о различных путях утечки CO<sub>2</sub>, в том числе через разрывы перекрывающих пород, находящиеся выше водоносные горизонты, а также о просачивании CO<sub>2</sub> через заброшенные шахты с дефектной заглушкой (коррозия цемента). Для снижения опасности утечки CO<sub>2</sub> применяются методы управления рисками в деле решения проблем, связанных с выбором мест хранения, оценка рисков, мониторинг и проверка, а также планирование восстановительных мер. Управление рисками рассматривает с точки зрения временного горизонта следующие этапы: работы до закачки (определение характеристик участка; оценка долгосрочных рисков; мониторинг; восстановительные меры); этап эксплуатации (прогноз на краткосрочную перспективу; мониторинг участка для проверки правильности прогноза); консервирование (обновление долгосрочной оценки; определение продолжительности мониторинга конкретного участка); и период после консервации (обновление оценки и, если это необходимо, передача ответственности за мониторинг проблемного участка). Существует целый ряд

---

<sup>27</sup> Риски пропорциональны масштабам потенциальной опасности и вероятности наступления такой опасности.

<sup>28</sup> Структурное и стратиграфическое улавливание; остаточное улавливание CO<sub>2</sub> (блокировка под действием эффекта капиллярных сосудов); создание ловушки через растворение углерода (в воде, что делает его более тяжелым) и минеральный треппинг. Со временем значение остаточного улавливания CO<sub>2</sub>, улавливания через растворение и минерального треппинга будет возрастать.

технологий мониторинга и конкретных технических методов, из которых надо выбрать те, которые содействуют решению проблем в рамках разработанных сценариев утечки. Процедуру мониторинга следует увязывать с конкретными условиями и рисками, с которыми сопряжен участок хранения; в их число входит применение датчиков для измерения присутствия  $\text{CO}_2$  в воздухе, взятие геохимических проб из забоя скважины, каротаж скважин и геофизические методы (сейсмические, электромагнитные, по удельному весу).

46. Г-жа Престон коснулась вопросов, связанных с мониторингом геологического хранения на участке Вейбурн. Она кратко рассказала об основных компонентах процесса управления рисками, в том числе об анализе рисков и составных процессах оценки рисков. Мероприятия по оценке рисков в Вейбурне преследовали следующие цели: применить методы оценки рисков для прогнозирования долгосрочного поведения  $\text{CO}_2$  в системе хранения; выявить риски, связанные с геологическим хранением; оценить способность нефтехранилищ обеспечивать надежное хранение  $\text{CO}_2$ ; определить объем хранимого в Вейбурне  $\text{CO}_2$  в динамике; изучить последствия любой утечки; дать выходные данные оценки в динамике, в первую очередь в виде оттока  $\text{CO}_2$  из геосферы. Она подчеркивала, что на заключительном этапе оценки рисков в Вейбурне предпочтение будет отдано сбалансированному подходу, поддающемуся проверке. Этот этап может предусматривать проведение коллегиальной оценки базового и альтернативных сценариев, обновление и совершенствование геосферной модели, проведение квазиколичественной оценки рисков для Вейбурна и Мидейла, заслушивание мнения экспертов и участников процесса о вероятности и последствиях различных воздействий, сопряженных с утечкой в Вейбурне, и проведение полновесной оценки рисков в полевых условиях в Вейбурне и Мидейле.

47. По ходу дискуссии и выступлений подчеркивалось, что риски, связанные с улавливанием и транспортировкой  $\text{CO}_2$ , уже достаточно хорошо изучены. Что касается улавливания, то эти риски аналогичны рискам в промышленных операциях, связанных с санитарией, безопасностью и природоохраной, в то время как риски при транспортировке сопоставимы с рисками, с которыми сопряжена перекачка углеводородов трубопроводным транспортом, или они даже ниже этих рисков. Был определен круг элементов, составляющих профиль участка, гарантирующего надежное хранение. В первую очередь речь идет о стратиграфических факторах: участок должен иметь перекрывающую породу с низкой проницаемостью, достаточной мощностью пласта, латеральной непрерывностью и отсутствием разломов; должен присутствовать пласт хранения с высокой проницаемостью, достаточной толщиной и большой площади. Во-вторых, речь идет о геомеханических факторах: участок должен характеризоваться тектонической стабильностью с положительной устойчивостью к стрессам в разломах и

разрывах. В-третьих, речь идет о геохимических факторах: участок должен иметь минералогические характеристики, которые способствуют смягчению последствий повышения кислотности и содействуют треппингу в виде неподвижных плотных образований. И наконец, существуют антропогенные факторы: если участок имеет заброшенные скважины, то их местонахождение и состояние должны быть известны. Что касается оценки долгосрочных рисков, то участники дискуссии указывали на то, что одна из наиболее актуальных методик оценки рисков основана на систематической компиляции свойств, событий и процессов, сопряженных с участком (метод ССП). "Свойства" - это любые характеристики составляющих систему скважин, литографии района или местной демографии. "События" представляют собой конкретные происшествия, такие, как разрывы на трубопроводе, землетрясения вблизи участка или последствия падения метеоритов. "Процессы" представляют собой природные явления, такие, как коррозия обшивки, растворение упаковочного материала или конвекция подземных вод. В ходе оценки рисков за выявлением ССП следует классификация, ранжирование, предварительный отсев и обобщение, группировка и отбор, а также составление сценария потенциальной утечки. В рамках каждого сценария утечки определяются необходимые восстановительные меры.

#### IV. ОБЩАЯ ДИСКУССИЯ

48. Говорилось о том, что у Соединенного Королевства имеется шесть проектов УХУ с общей мощностью порядка 4 000 МВт, и выполнение таких проектов можно считать проявлением доброй воли со стороны этой страны в ожидании принятия радикальных нормативных положений не только со стороны правительства Соединенного Королевства, но и ЕС. Что касается долгосрочных обязательств по хранению, то передача ответственности правительству затруднит внедрение УХУ, при этом одним из вариантов решения этой проблемы могло бы стать создание органа, отвечающего за эти проекты на коммерческой основе. К такому оператору могут применяться меры стимулирования в рамках механизма чистого развития (МЧР) или системы торговли выбросами (СТВ) Европейского союза; оператор будет нести ответственность за эксплуатацию хранилища в течение определенного периода времени. Однако в конечном итоге ответственность за хранилище должна быть передана государству, в первую очередь с учетом того, что срок деятельности соответствующих коммерческих структур может оказаться короче срока, необходимого для обеспечения сохранности хранилища. Поскольку оператор действовал за вознаграждение, то следует предусмотреть контролируемый процесс передачи ответственности от частного сектора к государственному (например, это необходимо для демонстрации факта перекрытия хранилища, показа что CO<sub>2</sub> в подповерхностном слое ведет себя в соответствии с результатами моделирования, демонстрации факта оценки риска и отсутствия возможности утечки в ближайшие несколько столетий).

49. Участники провели обмен мнениями о развитии успеха тех усилий, которые предпринимаются ЕС для создания национальных сетей. Было рассмотрено несколько вопросов, касающихся нормативной и стратегической базы, в том числе по поводу озабоченности промышленности тем, что такая база может препятствовать развитию УХУ; как добиться согласования действующего национального и международного законодательства о хранении природного газа, законов о деятельности горной промышленности, существующих правил санкционирования и оценки воздействия на окружающую среду с базами по УХУ; каковы пути выявления препятствий выполнению проектов УХУ; и необходимость создания дополнительных стимулов для реализации проектов УХУ.

50. Отвечая на вопрос, будет ли УХУ частью второго этапа СТВ ЕС, один из участников заявил, что в случае необходимости принятия нового законодательства по УХУ ему необходимо будет пройти процесс нормативного правотворчества ЕС в целях оценки его последствий, на что может уйти до двух лет. Участники задавали вопросы по поводу того, насколько мероприятия по наращиванию потенциала АТЭС охватывают такие комплексные вопросы, как создание национальных кадастров, оценка и управление рисками, МЧР и другие стимулы. В ответ было сказано, что проводимая работа представляет собой лишь первые шаги в направлении формирования более широкой информационной базы в развивающихся странах, содействуя повышению осведомленности ключевых лиц в странах с нарождающейся рыночной экономикой по проблематике УХУ. Тем не менее необходимо проводить более широкую работу по совершенствованию и дальнейшему развитию такого учебного материала.

51. Подчеркивая высокое качество специального доклада МГЭИК по УХУ и РУ 2006 МГЭИК, один участник от ЕС сказал, что технология УХУ представляет собой один из вариантов смягчения воздействия в портфеле технических решений, которые могли бы содействовать достижению целей Конвенции при условии безопасного и рационального выполнения проектов и управления ими. В рамках РКИКООН и Киотского протокола следует отчитываться о выбросах, в том числе о физической утечке из объектов УХУ; ЕС не поддерживает идею УХУ, сопряженную с хранением в океане, по той причине, что как в выступлениях, так и в Специальном докладе МГЭИК было показано, что этот метод хранения не является постоянным и еще не выявлены последствия его использования для морских экосистем.

52. Что касается взаимодополняемости различных вариантов смягчения воздействия зависимости между вложениями средств в УХУ и другие технологии смягчения воздействия, то, по мнению участников, инвестиции средств в другие технологии по смягчению воздействия, в частности, по повышению энергоэффективности и освоению

возобновляемых источников энергии, естественно, не должны сокращаться из-за инвестиций средств в технологию УХУ; эта технология связана с определенными затратами на удаление CO<sub>2</sub>, поэтому необходимо создать стимулы в направлении использования этой технологии, с тем чтобы она активнее выходила на рынок. Ряд участников отмечал, что главы, посвященные УХУ в рамках РИ 2006 МГЭИК, представленные на этом рабочем совещании, предназначены для национальных кадастров, а на уровне отдельных мест хранения можно было давать руководящие указания, ориентированные на характеристики участков. Они также отмечали, что руководящие указания касаются вопросов представления докладов, а не подотчетности, в частности в области трансграничной передачи CO<sub>2</sub> в связи с использованием технологии УХУ.

53. Участники отмечали ключевую роль выбора мест хранения и продуманного планирования и управления проектами, а также большое значение стандартов при выборе мест хранения и управления ими и подняли вопрос о целесообразности рассмотрения потребности в международной работе по таким стандартам и руководящим указаниям. Кроме того, необходимо предусмотреть, что потенциальная интенсивность утечки была прогнозируемой, что обеспечило бы предрасположенность общественности к использованию технологии УХУ.

54. Было указано на то, что в соответствии со статьей 6 Лондонского протокола запрещается экспортировать отходы или другие материалы в другие страны для сброса или сжигания на море, и поэтому последствия положений для технологий УХУ на этом этапе не будут рассматриваться, поскольку они требуют внесения поправки в сам Протокол. Участники обсудили вопросы, связанные с отражением информации о УХУ в национальных сообщениях и упомянули образец сообщения Норвегии. По словам одного участника, Канада продолжает работу по созданию стратегии отчетности в отношении проекта Вейбурн. Один из членов группы от ЕС подчеркивал тот факт, что национальное законодательство имеет приоритет (режим санкционирования, оценка воздействия на окружающую среду, информирование общественности, доступ к информации, стимулирование и его соответствие требованиям СТВ ЕС), в связи с чем необходимо провести оценку того, нет ли в законодательстве ЕС каких-либо препятствий на пути выполнения проектов УХУ. Другой участник рекомендовал МЭА подготовить перечень экспертов, готовых оказывать содействие странам в решении вопросов, связанных с УХУ в рамках их национальных кадастров, а секретариату РКИКООН - подготовить обновленный реестр экспертов, включив в него экспертов из перечня МЭА.

55. Несколько участников выразили благодарность членам группы за их выступления, отметили участие различных специалистов в деятельности рабочего совещания, высоко

отозвались о профессиональных знаниях присутствующих, отметили ценность диалога и заявили, что рабочее совещание позволило Сторонам узнать много нового и обменяться мнениями по тематике УХУ.

56. Подводят итоги, г-н Кумарсингх отметил высокое качество выступлений, отражающих опыт стран, потребность наращивания потенциала по проблематике УХУ, необходимость подготовки кадастров и нормативной базы для управления рисками и мониторинга. Он отмечал наличие в развивающихся странах ограниченного опыта работы по тематике УХУ и подчеркивал необходимость внедрения УХУ, а также создания в этой связи надлежащей нормативной базы. В то время, как промышленность накапливает опыт эффективной практики и создает стандарты выбора мест геологического хранения, необходимо вести работу с правительствами в направлении создания реалистичных стандартов и кодексов. По его словам, необходимо провести большой объем работы для обеспечения широкомасштабного и оперативного реплецирования опыта применения УХУ. В этом отношении он подчеркивал, что следующие 5-10 лет представляют собой решающий период, в течение которого следует провести исследования и полевые испытания, прежде чем перейти к масштабному промышленному внедрению технологии УХУ. Г-н Кумарсингх упомянул о том, что в ходе совещания было затронуто несколько актуальных вопросов зависимости между УХУ и МЧР, и этот разговор будет продолжен на рабочем совещании по улавливанию и хранению углерода в рамках проектной деятельности МЧР, который состоится 22 мая; он выразил благодарность членам группы и участникам за активную работу на совещании.

## **V. ВОПРОСЫ, ЗАСЛУЖИВАЮЩИЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО ОБСУЖДЕНИЯ**

57. Ниже в произвольной форме, а не в порядке первоочередности, перечисляются несколько вопросов, которые были подмечены в ходе выступлений и обсуждения на сессионном рабочем совещании и которые заслуживают дальнейшего обсуждения.

а) целесообразность выполнения дополнительных показательных и крупномасштабных демонстрационных проектов, в том числе в энергетическом секторе (к примеру, газификация угля в комплексе с УХУ) с использованием мест хранения в различных географических средах для рационализации затрат, накопления опыта на региональном уровне и получения сведений о надежности геологического хранения. Подготовка справочников по наиболее эффективным методам в качестве практического и технического руководства по проектированию и выполнению проектов хранения  $\text{CO}_2$ , сопряженных с ПИН;

b) проведение НИОКР для снижения затрат, в частности затрат, связанных с улавливанием CO<sub>2</sub>, и повышение эффективности улавливания и общей эффективности (например, достижение целевого показателя в 20-30 долл. США на тонну CO<sub>2</sub>);

c) формирование доверия к технологии хранения путем решения вопроса непрерывности, обмена опытом, методами и инструментарием, разработанными нефтяной и газовой промышленностью в области ПИН, и путем установления стандартов и руководящих указаний по выбору мест хранения и управлению ими (промышленность и правительства);

d) создание нормативной базы по вопросам выбора мест хранения, оценки рисков и долгосрочного мониторинга. Разработка нормативных стандартов по хранению CO<sub>2</sub> с использованием уже существующей эффективной нормативной базы, что может содействовать созданию логичной и экологически приемлемой методики применения УХУ в мировых масштабах;

e) продвижение эффективной государственной политики по закладыванию основ для развития широкомасштабного и экономически обоснованного снабжения CO<sub>2</sub> и поддержания инфраструктуры, а также механизмов использования кредитов на хранение CO<sub>2</sub>;

f) выявление и продвижение стимулов в направлении повышения привлекательности такого варианта (например, стратегическая база, рыночная приемлемость таких механизмов, как МЧР и СТВ ЕС) и устранение барьеров на пути передачи и распространения технологии.

-----