



**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ УГЛЕРОДА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА**

ПРОГРАММА ТЕХНОЛОГИЙ СНИЖЕНИЯ
ВЫБРОСОВ УГЛЕРОДА

The logo for the Department of Trade and Industry (DTI) consists of the lowercase letters 'dti' in a white, sans-serif font, positioned on a solid green rectangular background.

Работа Департамента торговли и промышленности Великобритании (DTI) по созданию наиболее благоприятных условий для успешного ведения бизнеса в стране является главной составляющей в достижении нашей цели - "благополучия для всех". Мы помогаем предпринимателям и компаниям повысить эффективность производства, продвигая их инновационные разработки и укрепляя их творческий потенциал. Мы поддерживаем бизнес в Великобритании и за рубежом, защищая права производителей и потребителей. Мы активно инвестируем в научные разработки и технологии мирового уровня. Мы за благоприятные и открытые рынки Великобритании, Европы и мира.

The logo for the Department of Trade and Industry (DTI) consists of the lowercase letters 'dti' in a black, sans-serif font.

Предисловие

Энергия занимает центральное место в большинстве аспектов современной жизни. Она приносит тепло и свет в дома и офисы, поставляет топливо для транспорта и коммуникаций, энергия нужна во всех производственных процессах. Предполагается, что в ближайшие десятилетия ископаемые виды топлива будут оставаться главным источником энергии. Особенно много энергии нужно развивающимся странам для того, чтобы обеспечить социальное и промышленное развитие. Однако использование ископаемых видов топлива будет способствовать глобальному потеплению, если не удастся сократить эмиссию продуктов сгорания. Технологии снижения выбросов углерода (CATs), могут помочь ослабить угрозу изменения климата от использования ископаемого топлива. Данная стратегия направлена на достижение этой цели.

В правительственном отчете по энергетике (EWP) признается, что для борьбы с изменениями климата необходимы срочные действия глобального масштаба, и Великобритания находится в авангарде этого процесса. Поставлена задача - к 2050 году сократить эмиссию двуокиси углерода на 60%. Мы еще более активно действовали на этом направлении в период, когда работу Большой восьмерки возглавляла Великобритания. Изменение климата - это одно из двух заявленных направлений деятельности Большой восьмерки (G8).

Но единого решения данной проблемы не существует. Те меры, которые призваны решить наши внутренние задачи, были до сих пор направлены на повышение эффективности действующих объектов энергетике, транспорта, на новые разработки в области возобновляемых источников энергии, но этого оказывается недостаточно.

CATs представляет собой группу передовых технологий, которые хорошо вписываются в систему других действий по снижению вредных выбросов. Они предлагают варианты использования ископаемых видов топлива на этапе перехода к низкоуглеродным энергосистемам. Применение CATs совместно с технологиями сжигания ископаемого топлива позволяет использовать ныне существующее оборудование и рассчитывать на новые инвестиции, что особенно важно для развивающихся стран, где в ближайшие 20 лет предстоит освоить большой объем

инвестиций в строительство электростанций, работающих на ископаемом топливе, и на других промышленных объектах. CATs предполагает снижение двуокиси углерода от 5 до 30% за счет повышения КПД существующих технологий, а также использования смеси номинально карбонейтральной биомассы с ископаемыми видами топлива. К более радикальным, но и более долгосрочным программам снижения эмиссии до 85%, относится технология улавливание и хранение углерода (CCS). Суть этой технологии - улавливание углекислого газа, который выделяется при работе крупных промышленных топливосжигающих установок, и его хранение в геологических формациях. Ряд CCS технологий предусматривает дальнейшее производство водорода и использование его для нужд транспорта.

Мы рассматриваем CATs как удачное дополнение к разработкам в области возобновляемых источников энергии, как технологии, которые помогут решать проблему изменения климата безопасными и экологически надежными мерами с полным учетом обязательств, принятых Великобританией в рамках международных договоров, в том числе по охране морской среды. Разработка и внедрение CATs затронет многие направления бизнеса, в том числе электроэнергетику, другие производственные процессы, добычу полезных ископаемых, шельфовые разработки, нефтедобычу, геологические службы и разработчиков проектов. Великобритания имеет солидное присутствие во всех этих секторах, а также располагает природными ресурсами для длительного хранения двуокиси углерода в своих нефтяных и газовых резервуарах, находящихся в морских глубинах. Поэтому у нас хорошие исходные условия для развития этих технологий, как на территории Великобритании, так и за рубежом.

Данная стратегия сфокусирована на развитии CATs с использованием ископаемого топлива, которые помогут людям во многих странах вырабатывать энергию себе во благо, не ставя под угрозу будущее.



Малком Викс, член Парламента
Государственный министр по
вопросам энергетики



Элиот Моли, член Парламента
Государственный министр по
вопросам изменения климата и
защиты окружающей среды

Содержание

1	Введение и краткое описание	3
1.1	Введение	3
1.2	Резюме	3
	Причины разработки Стратегии CAT в Великобритании	3
	Трудности сокращения потребления ископаемого топлива в Великобритании и во всем мире	4
	Суть CATs и перспективы их широкого использования	5
	Роль CATs в достижении целей, заявленных в правительственном Отчете по энергетике	7
	Потенциал промышленного применения CATs у деловых кругов Великобритании	7
	Возможные преимущества и преграды на пути развития CATs в Великобритании	7
	Причины поддержки правительством Великобритании CATs	8
	Задачи Стратегии CAT и планируемые действия	9
	Пути реализации Стратегии CAT	11
1.3	Выводы и направление дальнейших действий	12
2	Обоснованность стратегии Великобритании по развитию технологий снижения выбросов углерода	13
2.1	Политический контекст Стратегии CAT	13
2.2	Изменения климата - настоятельная необходимость действовать	14
2.3	Мировые тенденции в потреблении ископаемых видов топлива	15
2.4	Прогнозы DTI относительно спроса и предложения на энергию в Великобритании к 2020 году	17
2.5	Эмиссия CO ₂ от других стационарных источников	19
2.6	CATs - путь вперед	19
3	Текущее состояние и перспективы развития технологий снижения выбросов углерода	21
3.1	Многообразие CATs	21
	Стадия развития	22
	Текущее состояние технологий CCS	24
3.2	Перспективы внедрения CATs	26
	Практика внедрения технологий в Великобритании	27
	Международные перспективы	30
3.3	Улавливание CO ₂ - предварительная готовность оборудования	33
4	Техническое состояние предприятий Великобритании, имеющих отношение к CATs	35
4.1	Связь CATs с функционированием промышленных предприятий Великобритании	35
4.2	Наличие CAT-индустрии в Великобритании	36
4.3	Техническое состояние CAT-индустрии Великобритании	37
	Вопрос собственности на CAT-индустрию Великобритании	37
	Местоположение действующих CAT-предприятий	38
4.4	Возможности создания новых предприятий	39
4.5	Факторы, влияющие на развитие стратегии CAT	39
5	Возможности и ограничения	41
5.1	Факторы, благоприятные для Великобритании	41

5.2	Увеличение нефтеотдачи пластов (EOR).....	42
5.3	Ограничения.....	42
	Финансовые ограничения.....	43
	Нормативные ограничения.....	43
5.4	Оборудование, предварительно готовое к улавливанию.....	45
6	Обоснование и цели Стратегии CAT.....	47
6.1	Роль DTI в поддержке CATs.....	47
	Неспособность рынка.....	47
	Перетекание прибыли.....	47
	Препятствия для эффективной координации.....	47
	Нормативная неопределенность.....	47
6.2	Задачи Стратегии.....	48
6.3	Действия.....	49
6.4	Масштаб.....	52
6.5	Подземная газификация угля.....	53
6.6	Связь с программами Научного совета.....	53
6.7	Другие финансирующие организации.....	54
6.8	Поддержка CATs Евросоюзом.....	54
6.9	Международное сотрудничество.....	55
7	Реализация стратегии.....	58
7.1	Организация и руководство Программой CAT.....	58
	Общее руководство.....	58
	Консультативный комитет по технологиям снижения выбросов углерода и его структурная единица CAT.....	58
	Координация с другими программами.....	59
7.2	Стратегическое планирование и финансирование.....	59
	Временные рамки.....	59
	Финансирование.....	59
7.3	Совместные научные исследования, опытно-конструкторские разработки и внедрение.....	61
8	Выводы и направление дальнейших действий.....	62
	Приложение I - Программа Экологически чистые угольные технологии.....	64
	Приложение II - Варианты улавливания двуокиси углерода.....	66
	Приложение III - Сценарий развития по MARKAL.....	69
	Приложение IV - Глоссарий.....	73
	Приложение V - Список членов Консультативного комитета по технологиям снижения выбросов углерода (ACCAT).....	74

1. Введение и краткое описание

1.1 Введение

Ископаемые виды топлива в настоящее время присутствуют практически во всех аспектах современной жизни. Несмотря на то, что такая зависимость не способствует повышению КПД использования энергии и развитию альтернативных источников энергии, большинство прогнозов говорит о том, что ископаемые виды топлива будут и в новом веке оставаться основным энергоносителем. Более того, потребление ископаемого топлива будет, по всей видимости, возрастать, т.к. развивающимся странам требуется все больше энергии для социального и промышленного развития. Однако при сжигании ископаемых видов топлива выделяется двуокись углерода (CO₂), основной газ, вызывающий изменения глобального климата. Это явление, по общепринятому мнению, является серьезной угрозой социально-экономическому благосостоянию, как в развитых, так и в развивающихся странах.

Признавая настоятельную необходимость постепенного сближения мировых экономик, поддержание высокого качества жизни в развитых странах и противодействие изменениям климата является серьезнейшей проблемой, у которой нет готового решения. Потребуется целый пакет мер, направленных на консервацию энергии, на использование возобновляемых источников энергии и других энергоносителей с низким или нулевым содержанием CO₂. Технологии снижения выбросов углерода (CATs) - это ряд инновационных решений, которые позволят использовать ископаемые виды топлива, но при этом значительно снизить эмиссию CO₂, и, тем самым, станут одним из способов противодействия изменениям климата.

Программа¹ Министерства торговли и промышленности (DTI) под названием Экологически чистое ископаемое топливо (CFF), ранее известная как программа Экологически чистые угольные технологии (CCT), оказывает поддержку совместным разработкам, в частности, научным исследованиям в области чистых угольных технологий, а также процессу передачи и экспорту технологий. На основании анализа исследований по Программе улавливания и долгосрочного хранения двуоксида углерода (CCS)² были приняты рекомендации по ее дополнению или замене более масштабной программой, направленной на разработку и внедрение CATs. Соответственно, данный отчет представляет собой стратегию Великобритании по технической поддержке и коммерческому внедрению технологий снижения выбросов углерода, как у себя в Великобритании, так и на мировых рынках. Стратегия уточнялась в процессе общественного обсуждения и проработки в узком кругу специалистов, все мнения были учтены и опубликованы в соответствующих отчетах³. Данный

документ рассматривает важнейшие стратегические положения, связанные с CATs:

- политический контекст и необходимость стратегии CAT Великобритании
- прогнозы относительно роли ископаемых видов топлива в Великобритании и во всем мире
- статус на сегодняшний день и перспективы широкого использования CATs
- статус британских предприятий, имеющих отношение к CATs
- благоприятные факторы и возможные ограничения для развития и распространения CATs.

В отчете освещены такие вопросы:

- обоснование и цели стратегии CAT
- план реализации стратегии CAT

В остальном данная глава представляет собой резюме стратегии CAT.

1.2 Резюме

Причины разработки Стратегии CAT в Великобритании

Со времен индустриальной революции уровень содержания CO₂ в атмосфере вырос более чем на треть, и в настоящее время продолжает расти все более высокими темпами. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC)⁴ прогнозирует, что при нынешних темпах роста спроса на ископаемые энергоносители, в 2100 году концентрация CO₂ в атмосфере может более чем втрое превысить до-индустриальный уровень, в результате чего средняя температура на земном шаре увеличится более чем на 5,8°C. Такой подъем температуры во всем мире неизбежно влечет серьезные изменения климата. Для Великобритании это, вероятнее всего, будет означать больше жарких дней в году, больший риск наводнений, более тревожную обстановку на южном и восточном побережье. Однако особому риску будут подвергаться, прежде всего, развивающиеся страны. Их инфраструктура менее устойчива к экстремальным событиям. Есть опасение, что вследствие изменения климата население этих стран будет испытывать ограничения в потреблении воды и продуктов питания, в этих странах ухудшится здоровье людей, ускорится процесс утраты биологического разнообразия.

1 www.dti.gov.uk/energy/coal/cfft/cct

2 *Анализ осуществимости проекта "Каптаж и долгосрочное хранение CO₂ в ВБ"*, Отчет DTI URN 03/1261, Сентябрь 2003.

3 *Анализ откликов на консультации по вопросам технологий сокращения выбросов углерода* (DTI/Pub URN 05/602) Март 2005.

4 *Изменения климата 2001: Научное обоснование*, Третий оценочный отчет IPCC, 2001.

В международном сообществе пока нет совместно выработанного мнения о том, какие темпы роста концентрации парникового газа, а значит климатических изменений, можно считать приемлемыми. В отношении CO₂ речь в настоящее время идет об уровне в 550 ppm, что в два раза превышает до-индустриальный уровень. Евросоюз вновь подтвердил свою позицию⁵, что увеличение средней температуры на поверхности земного шара не должно превышать 2°C, а для этого, по всей вероятности, понадобится стабилизация на уровне намного ниже, чем 550 ppm эквивалента CO₂. Чтобы добиться такой стабилизации, предлагается целый пакет мер снижения эмиссии. IPCC изучила несколько способов снижения глобальной эмиссии CO₂ при использовании ископаемых энергоносителей (рис. 2.1). Здесь показано, что для стабилизации на уровне 550 ppm требуется, чтобы к 2100 году уровень эмиссии был ниже уровня эмиссии 1990 года и продолжал бы далее неуклонно снижаться⁶. Королевская Комиссия по вопросам загрязнения окружающей среды (RCEP) сделала вывод, что для Великобритании стабилизация означает: к 2050 году уровень эмиссии должен быть снижен на 60% от сегодняшнего уровня, и на 80% к 2100 году⁷. Снижение эмиссии должно проводиться с учетом потребностей развивающихся стран, где спрос на энергию растет более быстрыми темпами, т.к. экономика в этих странах находится на подъеме, а население стремится к более высокому качеству жизни.

Правительственный отчет по энергетике (EWP) -- Будущее нашей энергетики - создание низкоуглеродных экономик⁸ - рассматривает изменение климата как одну из важнейших проблем и ставит перед Великобританией задачу снизить к 2050 году уровень выбросов CO₂ на 60%. Это объясняется стремлением Великобритании не только внести свой вклад в борьбу против парникового газа, но и занять ведущую позицию в этом вопросе на мировой арене. Эти действия очень важны для эффективного снижения глобального уровня эмиссии в целом, т.к. в самой Великобритании выбросы парникового газа составляют лишь 2% от общемирового количества. Лидерство Великобритании в этом направлении получило дополнительный импульс благодаря тому, что в 2005 году она председательствовала в Большой восьмерке, и именно в это время проблема изменения климата и согласованные действия по сокращению эмиссии, вызванной сжиганием ископаемых видов

5 Совет ЕС, Декабрь 2004.

6 *Изменения климата 2001: Научное обоснование, Третий Оценочный Отчет - Кто Принимает Решения*, IPCC, 2001.

7 *Энергетика - Меняющийся Климат*, 22-й Отчет Королевской Комиссии по вопросам Загрязнения Окружающей Среды, Июнь 2000.

8 *Будущее нашей энергетики - создание низкоуглеродной экономики*, Ст 5761, (DTI/Pub URN 03/660), Февраль 2003.

9 *Обзор Мировой Энергетики 2004*, Международное Агентство по Энергетике, Париж, Октябрь 2004.

10 Миллион тонн нефтяного эквивалента.

топлива, являлась одной из двух основных тем.

Первые шаги по достижению поставленной цели - снизить уровень выбросов CO₂ на 60% - это разработка и широкое распространение технологий использования возобновляемых источников энергии, а также на повышение эффективности использования энергии. EWP - Правительственный отчет по энергетике - также признает, что и в "низко-углеродной экономике" ископаемые виды топлива будут по-прежнему играть свою роль, однако необходимо значительно снизить уровень эмиссии CO₂ - особенно это касается угольного топлива - по сравнению с тем, что имеется на сегодня. Предусматривается, что этого можно достичь благодаря разработке и широкому внедрению технологий снижения выбросов углерода - CATs.

Трудности сокращения потребления ископаемого топлива в Великобритании и во всем мире

Недавно Международное энергетическое агентство (IEA) опубликовало документ "Обзор мировой энергетики 2004⁹ (World Energy Outlook 2004)", где приводятся такие цифры: в 2002 году мировой спрос на первичную энергию превысил 10 000 млн. т нефтяного эквивалента¹⁰, из которых на долю ископаемых энергоносителей приходится 80%. К 2030 году ожидается увеличение спроса примерно на 60%, причем ископаемые энергоносители будут покрывать уже более 80%, а именно: 22% - уголь, 35% - нефть и 25% - природный газ. Отсюда напрашивается вывод, что уровень эмиссии CO₂ от сжигания такого количества ископаемого топлива увеличится примерно на 62% - с 23,6 Гт в год до 38,2 Гт в год.

По прогнозам, две трети предполагаемого увеличения спроса должно поступить от развивающихся стран, соответственно, к 2030 году их доля в общемировом спросе увеличится с 37% до 48%. Следует отметить, что на долю Китая и Индии будет приходиться почти половина всего спроса развивающихся стран. Ожидается, что спрос на электроэнергию будет расти быстрее, чем спрос на энергию в целом, и к 2030 году он почти удвоится.

Рост спроса на электроэнергию вызовет оживление в строительстве новых генерирующих мощностей. Данные IEA показывают, что к 2010 году понадобится не менее 800 ГВт дополнительных мощностей, а к 2020 еще 1300 ГВт. Многие из этих мощностей будут работать на ископаемом топливе, и значительная доля этих мощностей будет построена в развивающихся странах. Новые электростанции, которые строятся в настоящее время, будут, вероятно, эксплуатироваться в течение 40-60 лет, и значит, в обозримом будущем они будут оказывать значительное влияние на уровень эмиссии CO₂.

Прогноз DTI¹¹ относительно энергетики Великобритании таков, что между 2000 и 2020 годами общее энергопотребление в стране увеличится примерно на 13%, причем производство электричества увеличится примерно на 10%. К 2020 году Великобритания, согласно прогнозу, будет по-прежнему сильно зависеть от ископаемых энергоносителей, на которых будет вырабатываться львиная доля электроэнергии. Около 75% нашего электричества будет вырабатываться при сжигании ископаемого топлива, по сравнению с 70% в 2000 году. Однако в прогнозах отмечается, что к тому времени мы будем больше зависеть от природного газа, нежели от угля, т.к. примерно 58% электричества будет вырабатываться на газовом топливе, а на угле - лишь 16%.

Исследования на период после 2020 года с использованием методов моделирования MARKAL, подтверждающие выводы EWP¹², свидетельствуют, что, если не будет принято дополнительных мер по сокращению эмиссии CO₂, ископаемые виды топлива будут продолжать удовлетворять до 96% спроса в Великобритании на первичную энергию до 2050 года. В основном это будет природный газ (64%) для отопления помещений и выработки электроэнергии и нефтепродукты (30%), которые преимущественно используются для автомобильного транспорта. В период между 2020 и 2030 годами уголь перестанут использовать для выработки электроэнергии, т.к. ныне действующие электростанции будут выводиться из работы, и ядерные станции тоже закончат работу к 2030 году. Результаты недавнего исследования MARKAL, проведенного для подтверждения данной Стратегии CAT, согласуются с выводами более ранней работы, из которой следует, что ископаемые виды топлива продолжают доминировать в Великобритании в качестве энергоносителей¹³. Настоящий анализ включает в себя новейшую базу данных по технологиям генерации электроэнергии с использованием ископаемых энергоносителей, в том числе новейшие технологии сжигания угля. Результаты показали, что такие экономичные, с более высоким КПД электростанции, работающие на угле, могут и в дальнейшем использоваться для выработки электроэнергии.

Нет сомнений, что можно намного увеличить энергоэффективность экономики, что будет строиться

11 *Новейшие прогнозные данные по эмиссии CO₂ (последние Прогнозы для подготовки Национального Плана Размещения)*, DTI, Ноябрь 2004, www.dti.gov.uk/energy/sepn/uep2004.pdf, а также www.dti.gov.uk/energy/sepn/uep_addendum.pdf.

12 *Варианты низкоуглеродного будущего*, Экономический Бюллетень DTI № 4, Июнь 2003.

13 *Роль технологий сокращения выбросов двуокиси углерода при сжигании ископаемых видов топлива в низкоуглеродной энергосистеме*, Энергетические Решения Будущего, подготовлено к публикации.

14 Часть этого сокращения относят на счет более высокого КПД новой парогазовой турбины.

15 *Анализ осуществимости проекта "Каптаж и долгосрочное хранение CO₂ в ВБ*, Отчет DTI URN 03/1261, Сентябрь 2003.

больше установок, использующих возобновляемые источники энергии, но, тем не менее, очень мала вероятность, что до 2050 года ископаемые виды топлива утратят свое доминантное положение, особенно в развивающихся странах. Таким образом, напрашивается вывод, что для серьезного снижения эмиссии CO₂ в период до 2050 года понадобится широкое распространение CATs в мировом масштабе.

Суть CATs и перспективы их широкого использования

CATs - это целый ряд принципиальных решений, направленных на снижение эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива. К ним относятся:

- Процессы с более высоким КПД преобразования - количество потребляемого топлива и соответствующего выделения CO₂ уменьшается, когда повышается эффективность процессов преобразования (например, выработки электроэнергии, переработки нефти). За счет этого можно снизить эмиссию на 10-30%, в зависимости от технического состояния заменяемой и вводимой в эксплуатацию установок.
- Переход на низкоуглеродный аналог топлива - ярким примером для Великобритании является переход с угольного топлива на газ, при этом снижение эмиссии CO₂ составляет 50% на единицу вырабатываемой продукции¹⁴. Однако, согласно данной стратегии, основное решение - это совместное сжигание, с добавлением 5-10% CO₂-нейтральной биомассы в состав топлива, что позволит снизить выбросы на 5-10%.
- Улавливание и хранение двуокиси углерода (CCS) - углерод, содержащийся в ископаемом топливе, вычлняется (в виде CO₂) до или после сжигания и направляется на длительное хранение в геологические формации. Такой метод может снизить эмиссию до 85%, в зависимости от технического состояния заменяемой установки¹⁵. Если скомбинировать CCS с технологией совместного сжигания, т.е. добавлять биомассу в состав топлива, то можно добиться еще более значительного снижения эмиссии CO₂.

Технологии CCS являются наиболее радикальным решением среди всех вариантов CATs. Данный вариант предусматривает размещение цепочки технологий улавливания, транспортировки и хранения CO₂, а не только разработки, направленные на совершенствование технологии сжигания. CCS является наименее коммерчески продвинутой из всех вариантов CATs, потому что в настоящее время сформулированы только желаемые показатели, но отсутствуют экономические рычаги, которые бы стимулировали предприятия использовать данную технологию для снижения эмиссии CO₂ и,

соответственно, нет рынка, который бы стимулировал строительство коммерчески окупаемых объектов. Тем не менее, в настоящее время большинство технологических решений, необходимых для внедрения CCS, уже имеется, но они действуют в других отраслях. Первое, что требуется - это обобщить имеющийся опыт и оптимизировать имеющиеся технологии с тем, чтобы использовать их для улавливания CO₂.

Промежуточным звеном для внедрения технологий CCS как таковых могла бы стать предварительная подготовка оборудования к улавливанию. Предварительная готовность к улавливанию - означает, что электростанция, работающая на угле или на природном газовом топливе, спроектирована и построена таким образом, чтобы в дальнейшем было удобно с незначительными затратами осуществлять её модернизацию и монтировать оборудование, улавливающее CO₂. Общий уровень предварительной готовности промышленных предприятий к улавливанию все увеличивается, но основные проектные решения - это собственно выбор конфигурации, что не оказывает значительного влияния ни на капитальные затраты, ни на текущие расходы электростанции.

Имеется несколько вариантов долгосрочного хранения CO₂ в естественных подземных резервуарах, в том числе нагнетание в освободившееся пространство, откуда ранее были добыты запасы нефти, в освобожденные резервуары из-под природного газа, депонирование в глубинных водоносных горизонтах с минерализацией и закачка CO₂ в угольные пласты, не подлежащие отработке. По оценкам, общемировой потенциал для хранения CO₂ составляет 1000-10 000 Гт, следовательно, при нынешнем уровне эмиссии CO₂ около 25 Гт в год такой потенциал хранения позволяет технологиям CCS играть существенную роль в снижении эмиссии.

Хранение CO₂ в геологических формациях имеет хорошее техническое обоснование, если речь идет о привычных сроках службы инженерного сооружения. Однако основная задача - это обеспечить надежность хранения газа на более продолжительный период времени, который понадобится для противодействия изменению климата. В течение последних нескольких лет продолжается создание геологических моделей с целью описать, как происходит перемещение и геохимические реакции CO₂ после закачки в такой резервуар, разрабатываются методы мониторинга, которые дадут возможность опробовать эти модели и проверить их достоверность. В рамках крупных международных проектов продолжается мониторинг уже действующих объектов, куда закачивают CO₂, в частности, резервуары в Sleipner, Норвегия и Weyburn, Канада. Аналогичная работа планируется для резервуаров в In Salah в Алжире и Gorgon в

Австралии.

Анализ результатов моделирования MARKAL показал, что CATs могут играть важную роль в достижении результатов, намеченных Великобританией, по снижению эмиссии CO₂. Было выяснено, что динамика этого процесса будет зависеть от особенностей социально-экономического развития, от цен на энергоносители, от того, насколько широко будут задействованы другие способы снижения эмиссии, такие как увеличение КПД использования энергии конечными потребителями. Модель предусматривает повышение КПД генерации, когда отслужившие свой срок электростанции будут заменяться новыми, а в случае, если действующие электростанции работают на пылевидном угольном топливе, там будут устанавливаться более совершенные котлы и модернизированные турбины. Во всех установках, которые работают на пылевидном угольном топливе, запланировано внедрить метод совместного сжигания, при котором в топливо добавляются специально выращиваемые сельскохозяйственные культуры, используемые в качестве источника энергии. Максимально допустимое количество добавки - 10%.

Технологии CCS нужны для снижения эмиссии CO₂, как при выработке электроэнергии, так и в процессе получения водорода (для нужд транспорта). Внедрение этих технологий намечено на период между 2010 и 2020 годом, но в сценарии с высоким спросом размещение оборудования начнется примерно в 2010 году. Объемы улавливания эмиссии CO₂ планируются на уровне 10-25 млн. т/год в 2010-2020 годах, с увеличением до 100-150 млн. т/год в 2040-2050 годы, а по сценарию с высоким спросом объемы улавливания в 150 млн. т/год будут достигнуты уже к 2040 году. Важно то, что созданная модель показывает экономическую целесообразность встраивания систем улавливания в энергоагрегаты более раннего поколения, что еще более подчеркивает необходимость концепции предварительной готовности к улавливанию. Было выяснено, что CCS пополняет группу возобновляемых источников энергии и является резервом для возобновляемых источников энергии, таких как ветер. При моделировании не рассматривалось применение CCS на других типах больших установок для сжигания.

Анализ глобальной энергетики, выполненный IEA¹⁶, показывает, что технологии снижения выбросов углерода (CATs) имеют потенциал значительного снижения глобальных эмиссий CO₂. Технологии CCS обещают колоссальное сокращение - до 8 Гт в год к 2030 году, причем к 2050 году эта цифра увеличится более чем вдвое, что составит почти 30% предполагаемого объема эмиссии CO₂ от объектов

¹⁶ Перспективы улавливания и хранения CO₂, Международное энергетическое агентство, Париж, декабрь 2004.

энергетики. Некоторые технологии улавливания и хранения двуокси углерода уже нашли применение на узкоспециализированных направлениях, а для более широкого их развертывания нужно определиться с механизмами, которые призваны стимулировать рыночный спрос на технологии снижения выбросов углерода.

Роль CATs в достижении целей, заявленных в правительственном Отчете по энергетике

CATs будут внедряться как составная часть процесса перехода к низкоуглеродным энергосистемам, следовательно, другие преимущества, приобретаемые при этом, должны рассматриваться в контексте такой системы. Что касается надежности энергоснабжения, CATs позволят использовать большие объемы ископаемых видов топлива при заданном уровне эмиссии CO₂. Таким образом, позволяя сохранить ископаемые энергоносители в глобальной структуре энергоснабжения, CATs будут способствовать диверсификации источников энергии. Более того, поскольку некоторые из возобновляемых источников энергии, которыми располагает Великобритания, не могут обеспечить бесперебойное снабжение (например, энергия ветра, энергия волн, энергия приливов), широкое распространение технологий снижения выбросов углерода будет также способствовать надежному и устойчивому энергоснабжению, особенно электроснабжению. Наконец, сохраняя ископаемые энергоносители среди других видов топлива в низкоуглеродной экономике, CATs помогут обеспечить более широкий диапазон вариантов, что должно способствовать более острой ценовой конкуренции.

Потенциал промышленного применения CATs у деловых кругов Великобритании

Разработка и внедрение технологий снижения выбросов углерода потребует участия целого ряда секторов бизнеса, включая энергомашиностроение, электрогенерацию, разработчиков технологических процессов, добычу полезных ископаемых, технологию нефте- и газодобычи, геологические службы, разработчиков проектов. Великобритания имеет солидное присутствие во всех этих секторах через транснациональные нефтяные компании, такие как BP и Shell, ведущие машиностроительные компании, такие как BOC и Rolls-Royce, через производителей оборудования, пользующегося международным спросом, таких как Mitsui Babcock и ALSTOM Power. Великобритания является международным центром по разработке технологий, консалтингу, заключению подрядных договоров, финансовых услуг и передаче опыта управления проектами. Великобритания также обладает природными ресурсами для долгосрочного хранения CO₂ в своих шельфовых нефтяных и газовых

резервуарах, а также для депонирования его в морских глубинах.

Инновационные CATs развиваются в нескольких направлениях, что открывает возможности для создания совершенно новых продуктов, в том числе продуктов, созданных на основе мембранных технологий, новых химических соединений, катализаторов, других материалов нового поколения. Лидерство, принадлежащее Великобритании в области технологий снижения выбросов CO₂, следует использовать для создания рыночных возможностей для широкого внедрения CATs. Это станет как бы трамплином для освоения гораздо более широких рынков, которые появятся в других странах и регионах, особенно в развивающихся странах. Но по мере того, как всеобщее стремление снизить эмиссию CO₂ будет нарастать, станет очевидно, что каждая страна будет заинтересована в разработке собственных технологий снижения выбросов CO₂.

Одно из конкретных направлений, в которых британская компания захватывает мировое лидерство, это Проект улавливания и хранения CO₂ (ССР).

Компания BP является ведущим партнером в этом межнациональном проекте, который также финансируется другими компаниями, такими как Shell, Statoil и Chevron-Texaco, а также Еврокомиссией (ЕС) и Министерством энергетики США (DOE). Этот проект, состоящий из целого ряда исследований инженерного и оценочного характера, в настоящее время переходит на второй этап. Он занимается вопросами снижения вредных выбросов в контексте экологически приемлемых и конкурентоспособных технологий бесперебойного электроснабжения во всем мире¹⁷.

Возможные преимущества и преграды на пути развития CATs в Великобритании

Великобритании находится в сильной позиции и может стать лидером в разработке технологий снижения выбросов углерода и получить весомые коммерческие и социальные выгоды от их внедрения. Причин тому несколько:

- Твердые намерения британского правительства добиться лидерства в разработке технологий снижения выбросов углерода должно достаточно быстро сформировать внутренний рынок для CATs.
- Крепкая промышленная база для создания CATs и для фактического производства соответствующего оборудования.
- В самом ближайшем будущем открываются рыночные возможности - приближаются сроки замены большого парка генерирующих мощностей, работающих на угле и ядерном топливе.

¹⁷ Более подробную информацию см. www.co2captureproject.org/overview/overview.htm

- Наличие геологических формаций для долгосрочного хранения CO₂, за счет чего Великобритании становится идеальным местом для демонстрации технологий улавливания и хранения углерода (CCS).
- Высокий потенциал в области шельфовой инженерии, добычи нефти и газа, в геологических науках - все это необходимо для того, чтобы выполнить оценку, вести эксплуатацию и мониторинг резервуаров долгосрочного хранения CO₂.
- Наличие инфраструктуры, необходимой для эксплуатации объектов хранения CO₂, которая была создана в свое время для ведения добычи нефти и газа в Северном море.
- CO₂ может стать фактором искусственного повышения нефтеотдачи и часть финансового дохода может быть направлена на покрытие расходов, связанных с CCS.
- Индустрия Великобритании завоевала хорошую репутацию в качестве поставщика на ключевые рынки, например Китай, где возрастает спрос на ископаемые виды топлива, поэтому, там будут востребованы технологии снижения выбросов углерода.

Внедрение CATs, и в особенности направления по улавливанию и хранению углерода (CCS), будет зависеть от ряда финансовых и нормативных факторов, в том числе:

Финансовые:

- Неопределенность в вопросах применения рыночных инструментов, и во что они будут обходиться, включая Европейскую схему торговли квотами на выбросы парниковых газов (EU-ETS).
- Новые коммерческие взаимоотношения между производителями CO₂, компаниями, которые будут транспортировать CO₂, и компаниями, которые будут обеспечивать долгосрочное хранение CO₂.

Нормативные:

- Правовая и нормативная базы.
- Мониторинг и контроль долгосрочного хранения CO₂.
- Долгосрочное право собственности на хранимый газ CO₂.
- Планирование и санкционирование.

Причины поддержки правительствам Великобритании CATs

В предыдущих разделах было продемонстрировано, что CATs могут внести значительный вклад в

достижение намеченных показателей по снижению CO₂, предусмотренных в Правительственном отчете по энергетике (EWP), а также реально поучаствовать в глобальном процессе снижения эмиссии CO₂, который будет осуществляться в рамках Большой восьмерки. Есть и еще один аргумент, почему правительство Великобритании оказывает поддержку инновационным технологиям снижения выбросов углерода.

Как и любое другое правительство во всем мире, правительство Великобритании оказывает поддержку инновационным технологиям, т.к. частные организации не всегда могут в достаточной мере финансировать исследования и разработки - или в силу рыночных условий, или из-за системных ошибок¹⁸ - таких, какие произошли в случае с CATs:

- Неспособность рынка полностью оценить такое явление, как снижение выбросов CO₂.
- Утечка преимуществ к международным конкурентам.
- Барьеры на пути к эффективному взаимодействию между различными отраслями промышленности.
- Неопределенность нормативной базы.

Неспособность рынка

Рыночные рычаги поощрения снижения эмиссии CO₂ находятся в настоящее время в зачаточном состоянии: Европейская схема торговли квотами (EU-ETS) начала работать только с 1-го января 2005 года.

Первоначально, согласно этой схеме, квоты будут предоставляться по цене, которая не вполне отражает социальные затраты в связи с изменениями климата. Меры, предусмотренные Великобританией, такие как Обязательства по использованию возобновляемых источников энергии в производстве электричества (Renewables Obligation for electricity supply) и освобождение от Налога на предотвращение изменения климата (CCL exemption) за хорошее качество парогазовой установки, не распространяются на CATs. Следовательно, не существует такого экономического механизма, который бы полностью поощрял положительные последствия применения CATs, и это не способствует притоку инвестиций в их развитие. Отлаживание рыночных механизмов потребует времени, необходимо также будет заключить международные соглашения. Следовательно, пока технологии снижения выбросов углерода нуждаются в адресной поддержке.

Утечка преимуществ

Энергетический сектор интернационален, и многие технологии снижения выбросов углерода станут доступны на международных рынках. В этих условиях часть знаний и оригинальные конструкторские решения, полученные в результате исследований в одной организации, неизбежно станут предметом

¹⁸ Конкуренция в Глобальной Экономике: Проблемы Инноваций, DTI, Декабрь 2003 (www.dti.gov.uk/innovationreport).

утечки, и часть прибыли, таким образом, достанется другим участникам. При таких обстоятельствах организации не станут торопиться направлять, с риском для себя, свои ресурсы на НИОКР.

Барьеры на пути к эффективной координации

Для того, чтобы воспользоваться преимуществами CATs, понадобится сотрудничество и координация работы множества промышленных предприятий, в том числе предприятий, занятых в энергомашиностроении, электрогенерации, химическом машиностроении, в производстве химических веществ и соединений, разработчиков технологических процессов, предприятий, добывающих нефть и газ, разработчиков и производителей нефтегазовой техники, и т.д. К ним же относятся и крупнейшие транснациональные компании, и предприятия малого и среднего бизнеса. Правительственная поддержка может понадобиться для того, чтобы содействовать разработке и осуществлению программ совместной деятельности таких организаций.

Неопределенность нормативной базы

Возможности, открывающиеся в связи с появлением технологий снижения выбросов углерода, в настоящее время рассматриваются большинством организаций как источник высокого риска. Частично это объясняется неподготовленностью рынка, как это описано выше, но кроме этого имеется целый ряд нерешенных вопросов нормативного, юридического, политического и социального характера. Больше всего вопросов с технологиями улавливания и хранения углерода (CCS). Здесь тесно взаимодействует целый ряд факторов, в том числе:

- Отсутствие согласованных нормативных документов и стандартов для лицензирования объектов долгосрочного хранения CO₂.
- Вопрос, кто является собственником резервуаров CO₂, и кто будет нести юридическую ответственность за их эксплуатацию.
- Правовой статус хранилищ CO₂ и его соответствие национальным и международным нормам права в части, определяющей порядок утилизации отходов.
- Необходимость обеспечить политическую поддержку и общественное одобрение технологиям CCS.
- Каково будет политическое решение относительно альтернативных технологий, таких как атомная энергия.

Великобритания уже сейчас занимает передовые позиции в решении многих из этих проблем, например, организуются дискуссии в рамках Соглашения между Лондоном, Осло и Парижем (OSPAR) для предприятий и организаций по вопросам содержания и обслуживания хранилищ CO₂, расположенных в

глубинных водоносных горизонтах. При этом Евросоюзу отводится функция контроля и мониторинга, в соответствии с Европейской схемой торговли квотами (EU-ETS), а Межправительственная группа экспертов по вопросам изменения климата (IPCC) будет разрабатывать методики инвентаризации и учета количества хранимого парникового газа. Однако эти процессы необходимо детализировать, и на это потребуется время. Ниже обсуждаются условия, согласно которым в настоящее время, в соответствии с Соглашением OSPAR, разрешено каптирование и хранение углерода.

Задачи Стратегии CAT и планируемые действия

Задачи Стратегии CAT включают:

Обеспечить лидерство Великобритании в разработке и коммерческом внедрении технологий снижения выбросов углерода, за счет чего можно достичь реального и значительного сокращения эмиссии CO₂ при сжигании ископаемых видов топлива.

Стратегией определены десять направлений деятельности:

- Поддержка исследований, разработок и демонстраций CATs.
- Оказание поддержки в демонстрации промышленных установок, предварительно готовых к улавливанию CO₂.
- Оказание поддержки в демонстрации объектов хранения CO₂.
- Содействие международному сотрудничеству в рамках расположенных на территории Великобритании проектов, цель которых - создание и демонстрация технологий снижения выбросов углерода.
- Содействие и поддержка участия Великобритании в проектах, цель которых - создание и демонстрация технологий снижения выбросов углерода, расположенных на территории других стран.
- В рамках программы Анализ климатических изменений (CCPR) - исследование возможных способов стимулирования внедрения первых коммерческих проектов по применению CCS в Великобритании.
- Содействие в приобретении и передаче компаниям и другим организациям, участвующим в процессе промышленного освоения, знаний о технологиях снижения выбросов углерода и ноу-хау, как на территории Великобритании, так и на территории других стран.

- Возглавить работу по подготовке как британской, так и международной нормативной базы и рыночных механизмов, необходимых для поддержки CAT.
- Вести просветительскую работу среди общественности, стимулировать, по мере нарастания осведомленности, дебаты о роли CATs в противодействии процессу изменения климата.
- Составление и дальнейшее ведение сводной картосхемы развития CATs в Великобритании.

Стратегия CAT, в отличие от предыдущей программы Экологически чистые угольные технологии (ССТ), оказывает поддержку демонстрационным проектам. Это объясняется тем, что технологии улавливания и хранения углерода уже достигли стадии зрелости, и для того, чтобы продолжать их техническое совершенствование, важно устраивать демонстрации, уделять внимание некоторым факторам, которые не относятся к технике, но которые могут стать барьером на пути к коммерческому успеху. Кроме того, проведение демонстрационных мероприятий покажет, кто является флагманом в борьбе с парниковым газом и с изменениями климата. Второе отличие от предыдущей программы ССТ заключается в том, что Стратегия CAT охватывает все виды ископаемого топлива. Это поможет упрочить роль природного газа в энергетике Великобритании, и в то же время будет содействовать развитию технологий для внешних ее рынков, т.к. предполагается, что некоторые из них (например, Китай, Индия) для производства электроэнергии будут в основном использовать уголь.

Если для совершенно новых и строящихся взамен старых генерирующих станций, работающих на ископаемом топливе, а такие планы намечены на ближайшие 10-15 лет (и эксплуатироваться они будут в течение еще 40-60 лет), будет достаточно широко использоваться вариант "предварительная готовность к улавливанию", то в будущем это бы облегчило процесс улавливания CO₂ на этих предприятиях. Демонстрация оборудования предварительно готового к переходу на режим улавливания - это одно из направлений Стратегии, способствующее оживлению наметившейся мировой тенденции; задача облегчается тем, что многие ключевые компоненты собственно установки по улавливанию CO₂ могут быть продемонстрированы на элементах оборудования, предварительно готового к переходу на режим улавливания (например, паровые и газовые турбины нового поколения, новейшие котлы, оборудование для очистки воздуха, газификации и т.д.). Считается, что на нынешнем этапе демонстрационный показ является самым экономичным способом для продвижения технологий CCS, которым можно пользоваться уже в ближайшие 3-4 года.

В настоящее время пока не ясно, демонстрация какого типа оборудования, предварительно готового к

переходу на режим улавливания, должна получать поддержку. Такого рода информация поступит только тогда, когда будет выполнена подробная оценка проектов, которым DTI сейчас оказывает поддержку в рамках программы Экологически чистое ископаемое топливо (CFF). Кроме того, надо будет получить отзывы от самих предприятий - какая из технологий, по их мнению, имеет большие шансы на рынке, как в Великобритании, так и в других странах.

Стратегия также планирует поддерживать демонстрационные показы объектов хранения CO₂. Это важно для Великобритании, т.к. приобретается опыт и ноу-хау в том, как их проектировать, как выдавать разрешения, какие должны быть нормативные документы, как осуществлять мониторинг объекта хранения. Появится дополнительная возможность перепроверить надежность геологической формации для долгосрочного хранения. Необходимо также помочь общественности убедиться, что технология CCS - это надежный, проверенный способ снижения эмиссии CO₂. Можно совместить демонстрацию хранилища CO₂ и показ установки, предварительно готовой к переходу на режим улавливания. Например, можно проводить каптацию CO₂ во время демонстрационного показа, или как отдельное мероприятие, если будет возможность иметь не очень дорогой источник CO₂. Важный момент здесь - технические преимущества, демонстрируемые во время показа одного хранилища, становятся достоянием других проектов, которые выполняются в разных частях света, и могут быть использованы при последующих демонстрациях, где бы то ни было.

В программу было включено изучение мероприятий, способствующих промышленному освоению технологий CCS, т.к. такое "лоббирование" важно для того, чтобы поддерживать решимость Британских компаний разрабатывать эти технологии и переводить их на коммерческую основу, чтобы не потерять набранные обороты. Оно также призвано упрочить позицию британского бизнеса как лидера и в вопросах внедрения, и в вопросах управления этой цепочкой технологий. Более того, проект промышленного масштаба поможет избавляться примерно от 0,5 до 2 млн. тонн CO₂ в год, что само по себе будет значительным вкладом в достижение поставленных Великобританией целей по снижению эмиссии CO₂. В планах стоит исследование мероприятий, которые бы способствовали введению в строй к 2010 - 2012 году электростанции, оборудованной технологией каптирования CO₂ и, соответственно, средствами его транспортировки и долгосрочного хранения. Это будет выполняться в рамках программы Анализ климатических изменений (CCPR).

Стратегия Великобритании по развитию технологий снижения эмиссии CO₂ не задумывалась как

изоляционистская акция. У Великобритании нет для этого ресурсов, и в любом случае Великобритания не сможет преподнести миру готовое решение, т.к. если разрабатывать и внедрять CAT только "по-британски", это может не подойти остальным странам.

Международное сотрудничество является важным элементом Стратегии, поэтому предусмотрены специальные меры для того, чтобы содействовать этому процессу.

Пути реализации Стратегии CAT

Общее руководство

Программа CAT будет выполнять основные мероприятия, перечисленные выше. Программа будет действовать, по крайней мере, десять лет, начиная с апреля 2005 года, а пять лет спустя - будет сделан полный анализ. Будет выполнена специальная оценка на втором году действия Программы с целью - проработать возможные варианты демонстрационных проектов, куда будут включены установки, предварительно готовые к переходу на режим улавливания, и хранилища CO₂.

Программа CAT будет, прежде всего, ориентироваться на нужды индустрии и, следовательно, не будет изначально намеченных объектов. Стратегия определяет широкие направления работы и призывает промышленность и науку предлагать свои инновационные проекты.

Поддержка научным исследованиям и опытно-конструкторским работам будет оказана Технологической программой DTI¹⁹ под руководством Совета по технологической стратегии - (TSB). Дважды в год объявляется прием заявок на сотрудничество в области научных исследований и опытно-конструкторских работ в рамках Технологической программы. Технологическая программа DTI охватывает все технологии, которые будут включены в список специализированных заявок определяемый Советом по технологической стратегии (TSB). Проекты, получившие поддержку в числе последних, заявленных по Программе ССТ, нацелены на снижение выбросов углерода и рассматриваются как переходный мостик к новой Программе CAT. Другая деятельность по Программе CAT будет администрироваться Отделом технологий снижения выбросов углерода под руководством Консультативного комитета по технологиям снижения выбросов углерода (ACCAT).

Консультативный комитет по технологиям снижения выбросов углерода

В настоящий момент ACCAT проводит стратегические консультации по вопросам деятельности Программы ССТ. Комитет выполнил оценку и предложил

рекомендации, какие проекты научно-исследовательского и опытно-конструкторского характера по направлению ССТ заслуживают поддержки Правительства. Комитет ACCAT образован в соответствии с рекомендациями Нолан (Nolan guidelines) о государственных назначениях. Членами ACCAT избираются лица на основании их опыта и знаний в области энергетики, и в частности, технических знаний, способных дать оценку проектному предложению. В Комитет привлекают тех, кто работает в энергетическом секторе, в том числе занимается производством оборудования, производством электроэнергии, проводит консультации по вопросам энергетики, а также академические сотрудники. На заседаниях Комитета также присутствуют представители соответствующих правительственных кругов.

Новый порядок, введенный DTI относительно организации и администрирования проектов научно-исследовательского и опытно-конструкторского характера в рамках Технологической программы, означает, что ACCAT больше не надо будет выполнять оценку заявок в области научных исследований и опытно-конструкторских работ. Следовательно, ACCAT будет выполнять чисто наблюдательную функцию в отношении НИИОКР, и в то же время предоставлять DTI развернутые рекомендации и советы по оптимизации выполнения Стратегии CAT, а также содействовать выполнению программы CAT. Роль ACCAT, как консультативного органа, будет проанализирована в 2005 году с тем, чтобы ввести в состав этого Комитета наиболее подходящих членов. Предполагается, что члены этого Комитета будут являться представителями более широких заинтересованных кругов, чем это было ранее, (например, более широкое представительство промышленных и академических кругов, представители негосударственных организаций).

Финансирование

Согласно расчетам 2004 года, Программе CFF было выделено в общей сложности 20 млн. фунтов стерлингов на период 2005/06 до 2007/08 годов. Это финансирование предназначается на научные исследования и опытно-конструкторские работы, согласно Технологической программе, которые ориентированы на нужды индустрии, а также на разработку различных механизмов, связанных с безопасными и экономически приемлемыми технологиями использования ископаемых энергоносителей. На основании прошлого опыта предполагается, что на данном этапе этого бюджета должно быть достаточно для финансирования лабораторных исследований. Из этого же бюджета планируется помощь участию Великобритании в международных программах научных исследований, в том числе для поддержки Меморандумов о

19 Более подробную информацию см. www.dti.gov.uk/technologyprogramme/

взаимопонимании с США и с Китаем.

Бюджет предусматривает элементы финансирования политических вопросов, связанных с CATs. Бюджет также предусматривает регулярное финансирование DTI программы исследований Британской научной ассоциации по вопросам использования угля (BCURA), а также суммы на уплату членских взносов в Соглашение по ССТ под эгидой Международного агентства по энергетике (IEA).

Стратегия признает, что мы приближаемся к той стадии, когда может стать необходимым проведение полномасштабных демонстраций. Есть целый ряд возможностей продемонстрировать применение технологий с низкой или нулевой эмиссией CO₂ в соответствующих областях производства водорода и топливных элементов. Поэтому государство выделяет сумму в 40 млн. фунтов стерлингов на четыре года, начиная с 2006/07 года, для проведения демонстраций применения CATs, водородных и топливных элементов. Из этой общей суммы примерно 25 млн. фунтов стерлингов планируется направить на CATs, и примерно в равных долях на водородные и топливные элементы. Проекты, где технологии совмещаются, например CATs и водород, смогут получать финансирование по обоим каналам. Это финансирование будет предоставляться в виде целевых грантов, и будет регулироваться теми же правилами и процедурами, какие действуют при оказании других видов государственной поддержки.

Совместные научные исследования, опытно-конструкторские разработки и внедрение

В развитии CATs ощутимую пользу принесет сотрудничество с другими странами. Стратегией определены те направления, по которым Великобритании следует стремиться к сотрудничеству с другими странами или международными коллективами. В скором времени по Программе ЕС должна начать свою работу вторая фаза проекта Коалиция энергии ископаемого топлива (FENCO), в которой Великобритания является ведущим партнером. Этот проект направлен на развитие Европейских исследований (ERA-Net) для CATs, и предоставит хорошую возможность Великобритании определиться с партнерами в Евросоюзе. Были определены области сотрудничества с США, где уже работают два проекта, и изучается перспектива для третьего направления совместных исследований. Ожидается также, что будут достигнуты договоренности о сотрудничестве с Китаем.

1.3 Выводы и направление дальнейших действий

В данной Стратегии собраны все доводы в пользу поддержки технологии снижения выбросов углерода

при производстве электроэнергии на основе ископаемых энергоносителей и при работе других крупных установок по сжиганию топлива.

Просматриваются три направления, где технологии снижения эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива имеют преимущества: повышение КПД, совместное сжигание с биомассой и, для более радикального снижения, улавливание и долгосрочное хранение углерода (CCS). Эти технологии не являются взаимоисключающими, но могут и должны работать совместно ради общего сокращения эмиссии CO₂. Начиная примерно с 2010 года и далее, CCS могут играть все возрастающую роль в сокращении эмиссии, зато другие технологии могут быть задействованы раньше.

Хотя для всех трех названных направлений - повышение КПД, совместное сжигание с биомассой и улавливание CO₂ - снижение затрат и разработка технологий являются ключевыми задачами, при рассмотрении долгосрочного хранения CO₂ есть отдельный блок вопросов. Самые важные факторы связаны с разработкой нормативного пакета по вопросам безопасного и надежного хранения, с демонстрацией того, что утечек CO₂ обратно в атмосферу не происходит, и с просветительской работой, цель которой - убедить население и общественность, что CCS не представляет серьезного вреда для окружающей среды.

CATs следует рассматривать не в изоляции, но как часть портфеля, работающего с возобновляемыми источниками энергии и с технологиями, повышающими КПД конечного использования энергии с целью снижения выбросов CO₂. CATs следует рассматривать как переходные технологии, обеспечивающие снижение эмиссии CO₂ в ближайшее время и в среднесрочной перспективе, давая тем самым запас времени для разработки устойчивых и надежных технологий в области энергетики.

Эта Стратегия намечает целый ряд направлений деятельности, начиная от НИИОКР, далее демонстрационные проекты, содействие международному сотрудничеству, анализ факторов, необходимых для ускорения организации объектов каптирования и хранения углерода на коммерческой основе, и вплоть до проработки социальных, экономических, правовых и нормативных вопросов, связанных с внедрением этих технологий. Данный план действий будет продвигать развитие CATs и, в конечном итоге, позволит достичь целей, определенных этой Стратегией.

2. Обоснованность стратегии Великобритании по развитию технологий снижения выбросов углерода

Ископаемые топлива в настоящее время присутствуют во многих аспектах современной жизни; они являются опорой промышленной деятельности, обеспечивают людям и товарам мобильность, предоставляют комфорт, который в развитом обществе воспринимается как должное. Несмотря на то, что такую зависимость можно снизить путем повышения КПД при использовании энергии и внедрении альтернативных источников энергии, большинство прогнозов говорит о том, что ископаемые виды топлива будут и в новом веке оставаться доминирующим энергоносителем. В наше время потребление ископаемого топлива в абсолютных величинах будет, по всей видимости, возрастать, т.к. развивающимся странам требуется все больше энергии для социального и промышленного развития. Однако при сжигании ископаемых видов топлива выделяется CO₂, основной газ, вызывающий изменения в климате, что, по общепринятому мнению, представляет серьезную угрозу социально-экономическому благосостоянию всех стран.

Признавая необходимость содействия экономическому развитию, сокращению разрыва между богатыми и бедными странами, противодействие изменениям климата является серьезнейшей задачей, у которой нет единственного готового решения. Потребуется портфель мер, в том числе консервация энергии, более широкое использование возобновляемых источников энергии и других источников энергии с низким или нулевым содержанием CO₂. Технологии снижения выбросов углерода при сжигании ископаемых видов топлива - это группа инновационных технологий, которые позволяют использовать ископаемые виды топлива, но при этом значительно снизить выбросы CO₂, и они могут стать одним из способов противостояния изменениям климата. В этой главе рассматривается политический контекст для CATs и приводится обоснование лидерства Великобритании в развитии и внедрении этих технологий.

2.1 Политический контекст Стратегии CAT

В Правительственном Отчете по энергетике (EWP)²⁰, определены основные положения энергетической политики Великобритании. Сформулированы четыре основных цели:

- Противодействие климатическим изменениям, борьба против эмиссии парникового газа, сокращение в Великобритании к 2050 году уровня эмиссии на 60%.
- Обеспечение бесперебойности энергоснабжения.
- Поощрение конкурентных рынков.
- Обеспечение достаточного количества и по доступной цене отопления в каждом доме.

²⁰ Будущее нашей энергетики - создание низкоуглеродной экономики, Ст 5761, (DTI/Pub URN 03/660), Февраль 2003.

Первой цели было уделено, пожалуй, больше всего внимания, т.к. она исходит из рекомендаций Королевской Комиссии по вопросам загрязнения окружающей среды (RCEP) и предполагает существенные изменения в области снабжения и потребления электроэнергии в Великобритании. Политическая подоплека этой цели - не просто обеспечить участие Великобритании в сокращении выбросов парникового газа и противодействии изменениям климата, но намерение завоевать для страны ведущую позицию в этом вопросе на мировой арене. Учитывая, что в самой Великобритании выбросы парникового газа составляют лишь 2% от общемирового количества, эта последняя задача является наиболее значимой. Дополнительный импульс был получен благодаря тому, что в 2005 году Великобритания председательствовала в Большой Восьмерке, и именно в это время проблема изменения климата и согласованные действия по сокращению эмиссии, вызванной сжиганием ископаемых видов топлива, являлась одной из двух ведущих тем.

Первые шаги по достижению в Великобритании поставленной цели - снизить уровень выбросов CO₂ на 60% - делают упор на разработку и внедрение технологий использования возобновляемых источников энергии, таких как энергия ветра, а также на повышение эффективности использования энергии. В частности, Стратегией запланировано, что к 2010 году 10% электричества будет вырабатываться из возобновляемых источников энергии, а к 2015 году эта доля увеличится до 15%. Эти меры обеспечат выполнение задачи, поставленной перед Великобританией Киотским соглашением - сократить эмиссию парниковых газов на 12,5%. Они направлены на то, чтобы к 2010 году довести у себя в стране снижение эмиссии CO₂ на 20% по сравнению с уровнем 1990 года. В EWP также признается, что ископаемые виды топлива будут по-прежнему играть заметную роль в 'низко-углеродной экономике', однако необходимо значительно снизить уровень эмиссии CO₂ по сравнению с тем, что имеется на сегодня, и особенно это касается угольного топлива. Предусматривается, что этого можно достичь благодаря широкому распространению технологий снижения выбросов углерода, включая технологии, где КПД преобразования выше, добавлением в топливо биомассы, и, в конечном итоге, с помощью технологий улавливания и хранения углерода (CCS). Например, если больше усилий направить на то, чтобы уже сейчас внедрить имеющиеся технологии, оставив на завтра те технологии, решение которых еще не вполне созрело, то одно это даст снижение эмиссии CO₂ на 15-20%. В связи с этим в EWP отмечается целесообразность для Великобритании продвижения чистых угольных технологий в другие страны, например, Китай и Индию, где намечено построить большое количество новых электростанций,

работающих на угле. Ожидается, что в одном только Китае к 2020 году будет построено электростанций с суммарной мощностью 400 ГВт (примерно в пять раз больше, чем производят сегодня все электростанции Великобритании)²¹.

Согласно другой задаче, сформулированной EWP, CATs будут внедряться как составная часть процесса перехода к низкоуглеродным энергосистемам, следовательно, преимущества, приобретаемые при этом, должны рассматриваться в контексте такой системы. В этих обстоятельствах основной вклад CATs будет состоять в том, что эти технологии позволят использовать большие объемы ископаемых видов топлива при заданном уровне эмиссии CO₂.

Следовательно, способствуя сохранению ископаемых энергоносителей в структуре энергоснабжения, CATs будут способствовать диверсификации источников энергии.

Кроме того, поскольку некоторые из возобновляемых источников энергии, которыми располагает Великобритания, поставляют энергию с перерывами (например, энергия ветра, энергия волн, энергия приливов), широкое распространение технологий снижения выбросов углерода будут также способствовать надежному и бесперебойному энергоснабжению, особенно электроснабжению. Наконец, сохраняя вариант использования ископаемых энергоносителей среди других видов топлива в низкоуглеродной экономике, CATs помогут обеспечить более широкий диапазон вариантов, что должно способствовать более острой ценовой конкуренции.

Остается вопрос о том, насколько мы обеспечены источниками ископаемых видов топлива, с которыми будут иметь дело CATs. Собственные ресурсы природного газа в Великобритании будут все быстрее истощаться в предстоящие 15 лет, поэтому страна будет все больше зависеть от импортного газа, особенно из Норвегии и России. Однако на эти источники спрос будет увеличиваться по мере перехода других Европейских стран на газовое топливо, и, вероятнее всего, надо будет иметь в запасе другие источники. Уже сейчас в Великобритании существуют планы расширить ресурсную базу за счет сжиженного газа. Надежность энергообеспечения будет усилена за счет диверсификации источников энергии, в том числе за счет того, что среди вариантов будет по-прежнему оставаться уголь. Великобритания все еще располагает большими запасами угля. Кроме того, будучи одним из ископаемых энергоносителей, который экспортируется и импортируется, уголь будет снижать риски перебоев в снабжении или серьезных перепадов цен. Также есть возможность хранить достаточно большие количества угля на

электростанциях и в других местах хранения. Следовательно, если CATs будут способствовать сохранению определенной доли угля в топливном балансе, они станут дополнительным фактором надежности нашего энергообеспечения.

2.2 Изменения климата - настоятельная необходимость действовать

Наш земной шар стоит перед лицом изменения климата, и одна из главных тому причин - увеличение в атмосфере объемов парниковых газов антропогенного происхождения. Со времен индустриальной революции концентрация CO₂, основного парникового газа антропогенного происхождения, выросла более чем на треть, примерно с 280 ppm до нынешних 380 ppm. Темпы прироста продолжают увеличиваться примерно на 2 ppm в год. Если не предпринимать эффективных мер противодействия, в 2100 году концентрация CO₂ в атмосфере может более чем втрое превысить до-индустриальный уровень, в результате чего средняя температура на земном шаре увеличится более чем на 5,8°C. Недавние исследования²² дают основания считать, что чувствительность климата к увеличению CO₂ может оказаться больше, чем это предполагалось ранее.

Такой подъем глобальной температуры неизбежно означает серьезные изменения климата. Для Великобритании это, вероятнее всего, будет означать больше жарких дней в году, большой риск наводнений, более тревожную обстановку на южном и восточном побережье. На некоторых участках восточного побережья вероятность чрезвычайных подъемов уровня моря в настоящее время составляет 2% в год, но к 2080 году этот процент может увеличиться в 10 или в 20 раз. Однако особому риску будут подвергаться развивающиеся, прежде всего беднейшие страны. Их инфраструктура менее устойчива к экстремальным явлениям, и есть серьезные опасения, что вследствие изменения климата население этих стран будет испытывать ограничения в потреблении воды и продуктов питания, в этих странах может ухудшиться здоровье людей, ускориться процесс утраты биологического разнообразия. Более того, чем сильнее изменения климата, тем больше риск серьезных нарушений в климатических системах, таких как изменения устойчивых океанических течений, все нарастающее исчезновение лесного покрова, дестабилизация ледниковых образований Гренландии и Западной Антарктики.

В международном сообществе пока нет совместно выработанного мнения о том, какие темпы роста концентрации парникового газа, а значит, климатических изменений, можно считать приемлемыми. В отношении CO₂ речь в настоящее

21 Обзор Мировой Энергетики 2004, IEA, Париж, Ноябрь 2004.

22 Тезисы международного симпозиума "Не допустить опасность Изменения Климата", Центр Хардли (Hadley Centre), Экзетер, Февраль 2005 (www.stabilisation2005.com).

Изменения климата будут, вероятно, означать больше жарких дней в году, большой риск наводнений и менее устойчивое состояние акватории Великобритании (фото любезно предоставлено Йеном Бриттоном).



время идет об уровне в 550 ppm, что является вдвое больше, чем в до-индустриальный век. Евросоюз вновь подтвердил свою позицию, что увеличение средней температуры на поверхности земного шара не должно превышать 2°C, а для этого, по всей вероятности, понадобится стабилизация на уровне намного ниже, чем 550 ppm эквивалента CO₂²³.

Чтобы добиться такой стабилизации, предлагается целый перечень способов снижения эмиссии. Межправительственная группа экспертов по вопросам изменения климата (IPCC) изучила несколько способов снижения глобальной эмиссии CO₂ при использовании ископаемых энергоносителей (рис. 2.1). Здесь показано, что для стабилизации на уровне 550 ppm требуется, чтобы к 2100 году уровень эмиссии был ниже уровня эмиссии 1990 года и продолжал бы далее неуклонно снижаться²⁴. Королевская Комиссия по вопросам загрязнения окружающей среды (RCEP) сделала вывод, что для Великобритании стабилизация означает: к 2050 году уровень эмиссии должен быть снижен на 60% от сегодняшнего уровня, и на 80% к 2100 году²⁵.

Прогнозы IPCC показывают, что весомое снижение эмиссии CO₂ нужно, как развитым, так и развивающимся странам, причем в развивающихся странах есть необходимость увеличивать объем энергетических услуг, т.к. экономика в этих странах находится на подъеме, а население стремится добиться лучшего качества жизни. Развивающиеся страны, такие как Китай и Индия, в настоящее время

23 Council of the European Union, декабрь 2004.

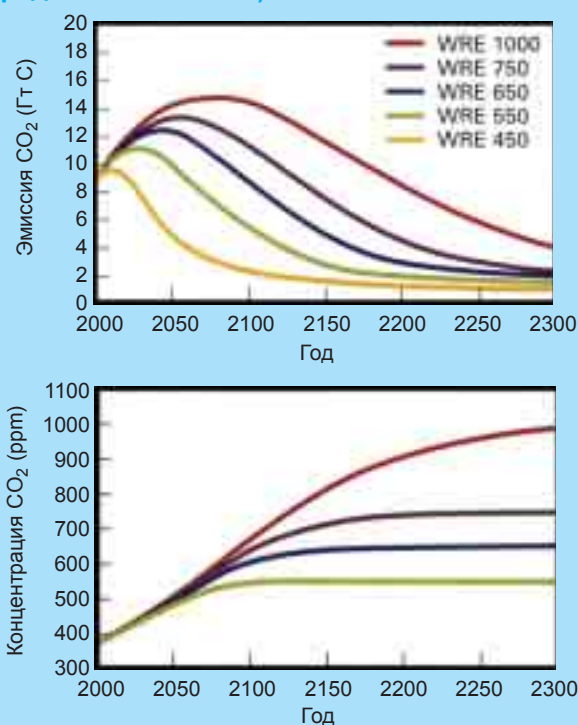
24 *Climate Change 2001: IPCC Отчет №3 - Summary for Policy Makers*, IPCC, 2001. WRE: Данные от Wigley, Richels and Edmonds, Nature 379, 240-243, 1996.

25 *Energy - the Changing climate*, Отчет №22 Королевской комиссии по вопросам загрязнения окружающей среды, июнь, 2000.

26 *World Energy Outlook 2004*, IEA, Париж, ноябрь 2004.

вкладывают громадные средства в капитальное строительство, в частности, в электростанции, которые будут эксплуатироваться в течение многих десятилетий. Следовательно, для успешного противостояния изменениям климата крайне важно, чтобы эти средства направлялись на самые лучшие из имеющихся технологий, те, у которых не только высокая степень преобразования, но и соответствие принципу "предварительная готовность к улавливанию", т.е. в более отдаленном будущем такое

Рис. 2.1 Альтернативные сценарии стабилизации глобальной эмиссии CO₂ (информация любезно предоставлена IPCC).²⁴



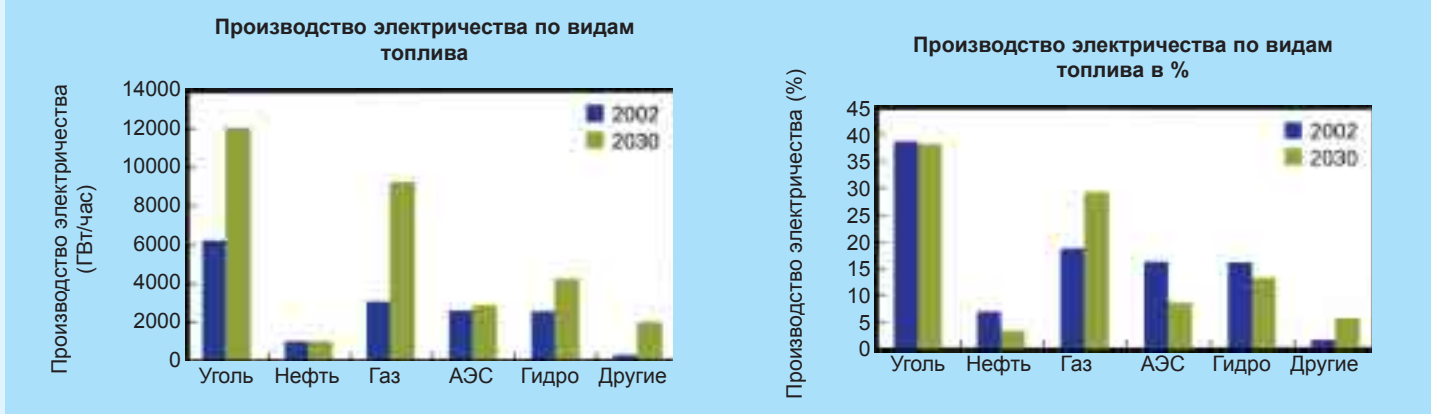
оборудование будет снабжено установками для улавливания CO₂.

Хотя цель, которую поставила для себя Великобритания - к 2050 году сократить эмиссию двуокси углерода на 60% - чрезвычайно трудна для выполнения, в абсолютных величинах это будет лишь скромный вклад в борьбу за глобальное снижение эмиссии CO₂, так как на нашу долю в общей сложности приходится лишь 2% от объема глобальной эмиссии. Однако эти усилия могут иметь гораздо большее значение, если учесть, что они оказывают плодотворное влияние на развитие CATs, которые могут быть применены в любых других странах.

2.3 Мировые тенденции в потреблении ископаемых видов топлива

Недавно Международное агентство по энергетике (IEA) опубликовало документ, озаглавленный Обзор мировой

Рис. 2.2 Генерация электричества по видам топлива в 2002 г. и прогноз на 2030 г. (по данным IEA 2004 г.).



энергетики 2004²⁶ (World Energy Outlook 2004), где приводятся такие цифры: в 2002 году мировой спрос на первичную энергию превысил 10 000 млн. т нефтяного эквивалента, из которых на долю ископаемых видов энергоносителей приходится 80%. К 2030 году ожидается увеличение спроса примерно на 60%, причем ископаемые энергоносители будут покрывать уже более 80%, а именно: 22% - уголь, 35% - нефть и 25% - природный газ. Отсюда напрашивается вывод, что уровень эмиссии CO₂ от сжигания энергетическими объектами такого количества ископаемого топлива увеличится примерно на 62% - с 23,6 Гт в год до 38,2 Гт в год.

В нынешнем топливном балансе большая доля угля (69%) и природного газа (36%) используется в центральном отоплении и на электростанциях. Как показано на рис. 2.2, эта тенденция будет нарастать, т.к. ожидается, что спрос на электроэнергию будет расти быстрее, чем спрос на энергию в целом, и к 2030 году он почти удвоится. Ожидается, что к 2030 году уголь будет продолжать оставаться главным источником электричества (38%), и природный газ тоже увеличит свою долю (29,5%), что компенсирует незначительный прирост добычи нефти и производства

атомной энергии.

В общемировых тенденциях энергетики имеются значительные вариации. По прогнозам, две трети предполагаемого увеличения спроса должно поступить от развивающихся стран, соответственно, к 2030 году их доля в общемировом спросе увеличится с 37% до 48%. Следует отметить, что на долю Китая и Индии будет приходиться почти половина всего спроса развивающихся стран (рис. 2.3).

Прогнозы указывают на значительное региональное разнообразие видов топлива для производства электроэнергии к 2030 году (рис. 2.4): Европа увеличит объем генерации на основе природного газа (32%), а Северная Америка оставит уголь в качестве основного вида топлива (40%). Углю также отдается явное предпочтение перед другими видами ископаемого топлива в развивающихся странах, там на его долю приходится 47% от общего потребления. Ведущая роль угля в производстве электроэнергии, как ожидается, будет еще более ощутима в ключевых развивающихся странах, Китае и Индии, где в 2030 году на угольном топливе будет вырабатываться, соответственно, 72% и 64% электроэнергии.

Рис. 2.3 Предполагаемая доля мирового спроса на первичную энергию в 2030 г. (по данным IEA 2004 г.).

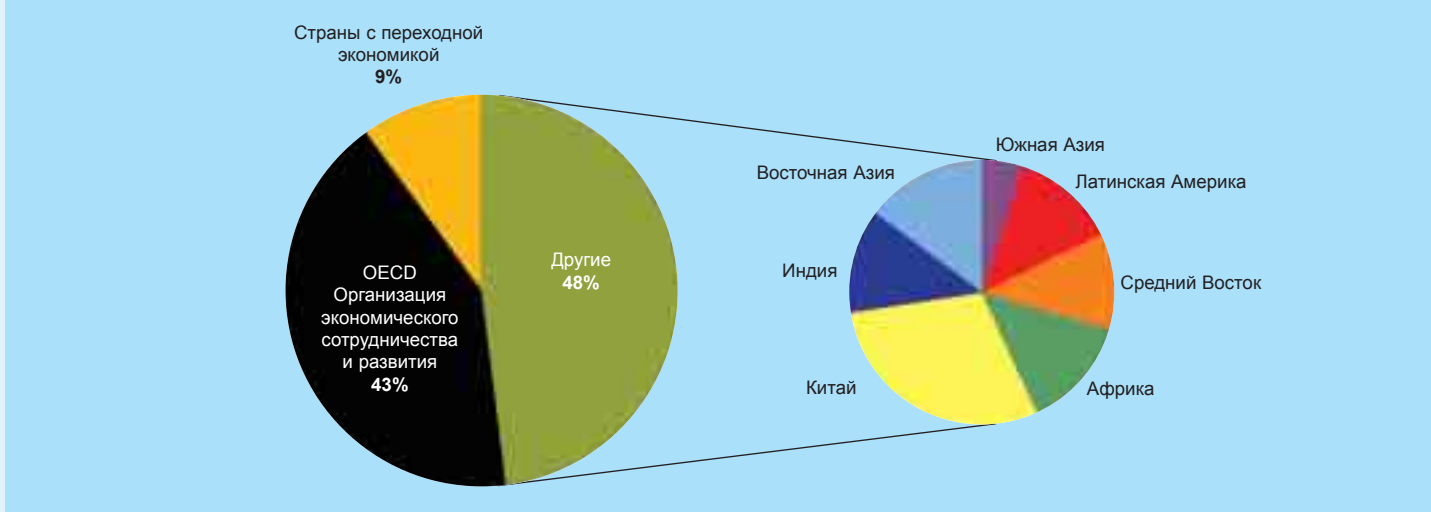
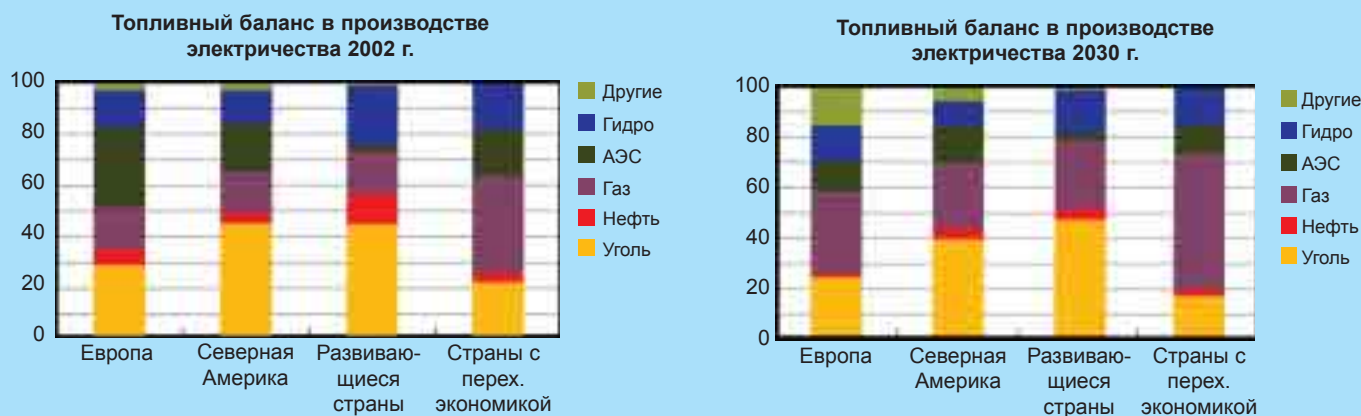


Рис. 2.4 Топливный баланс в производстве электричества 2002 и 2030 г. (по данным IEA 2004 г.).



Рост спроса на электроэнергию потребует массового строительства новых генерирующих мощностей.

Данные IEA показывают, что к 2010 году понадобится не менее 800 ГВт дополнительных мощностей, а к 2030 еще 1300 ГВт. Таблица 2.1 показывает, что многие из этих мощностей будут работать на ископаемом топливе, и значительная доля этих мощностей будет построена в развивающихся странах. Новые электростанции, которые строятся в настоящее время, будут, вероятно, действовать в течение 40-60 лет, следовательно, они будут оказывать значительное влияние на уровень эмиссии CO₂ в обозримом будущем. Поэтому инвестиционные решения, принимаемые в настоящее время, являются крайне важными.

Таблица 2.1 Потребность в дополнительных генерирующих мощностях на угольном и газовом топливе (ГВт) на каждое из трех предстоящих десятилетий.²⁷

	2010	2020	2030
Во всем мире	520	967	1205
ОЭСР Организация Экономического Сотрудничества и Развития	160	309	363
Развивающиеся страны	343	587	750
Страны с перех. экономикой	16	72	90
Евросоюз (25)	39	105	132
Северная Америка	83	141	171
Китай	162	210	260
Индия	24	66	97
Россия	5	27	34

Примечание: значения даны на каждые десять лет, (т.е. это не суммарные значения)

27 Выдержка из IEA Обзор Мировой Энергетики 2004. Базовый сценарий.
28 DTI - *Новейшие прогнозные данные по эмиссии CO₂ (последние Прогнозы для подготовки Национального Плана Размещения)*, Ноябрь 2004, www.dti.gov.uk/energy/sepn/uep2004.pdf, а также www.dti.gov.uk/energy/sepn/uep_addendum.pdf.

Угольный разрез Loy Yang и электростанция в Latrobe Valley, Victoria, Австралия - ожидается, что ископаемые виды топлива будут продолжать удовлетворять большую часть мирового спроса на энергоносители по крайней мере до 2050 года.



2.4 Прогнозы DTI относительно спроса и предложения на энергию в Великобритании к 2020 году

Энергетические прогнозы DTI²⁸ показывают, что в период между 2000 и 2020 годами общее конечное потребление энергии увеличится примерно на 13%, причем производство электричества будет расти несколько более низкими темпами (~10%): от исходных 346,3 млрд. Квт-час. в 2000 году до 381 млрд. Квт-час. в 2020 году. В результате выполнения Обязательства по возобновляемым источникам энергии (Renewables Obligation) и других правительственных инициатив, можно ожидать, что в Великобритании к 2010 году примерно 10% всего электричества будет вырабатываться из возобновляемых источников энергии. А к 2020 году этот показатель возрастет до 20%. К 2020 будет работать не больше трех АЭС, на которых будет вырабатываться электроэнергия примерно 7% от потребления. Считается, что в этот период новых АЭС строиться не будет, однако в Правительственном отчете (EWP) этот вопрос

оставлен для дальнейшего рассмотрения.

Важно в этих прогнозах то, что к 2020 году Великобритания будет по-прежнему сильно зависеть от ископаемых энергоносителей (природного газа и угля, в меньшей степени от нефти), на которых будет вырабатываться основная доля электроэнергии. Фактически, примерно 75% нашего электричества будет вырабатываться при сжигании ископаемого топлива, по сравнению с 70% в 2000 году (рис. 2.5). В прогнозах отмечается, что к тому времени мы будем больше зависеть от природного газа, нежели от угля, т.к. примерно 58% электричества будет вырабатываться на газовом топливе, а на угле лишь 16%.

Кроме производства электроэнергии, природный газ, по прогнозам, будет широко использоваться для отопления жилых домов и общественных заведений, для подогрева воды и для других промышленных нужд. В результате, ожидается, что прямое использование природного газа в общей структуре энергопотребления составит к 2020 году 34%. Другим важным источником энергии является нефть. К 2020 году на ее долю будет приходиться 47%, преимущественно для нужд транспорта. Принимая во внимание эти тенденции и учитывая, что атомная отрасль будет сворачиваться, предполагается, что ископаемые виды топлива будут удовлетворять большую долю спроса в Великобритании, чем в настоящее время, и их доля к 2020 году превысит 90%.

Принимая во внимание увеличение доли ископаемых видов топлива, понимая, что углеродная интенсивность природного газа ниже, можно предполагать, что после 2010 года начнется снижение эмиссии CO₂ (Таблица 2.2). По прогнозам правительства, к 2020 году уровень эмиссии CO₂ при производстве электроэнергии (на любом топливе) может быть примерно на 17% ниже, чем в 2000 году и на 34% ниже, чем в 1990 году, причем наибольшая доля этого снижения будет результатом массового

перевода в 1990 годах генерирующих мощностей на газовое топливо.

Исследования, охватывающие период после 2020 года, подтверждают прогнозы EWP относительно того, что, если не будет принято дополнительных мер по сокращению эмиссии CO₂, ископаемые виды топлива будут продолжать удовлетворять до 96% спроса в Великобритании на первичную энергию, по крайней мере, до 2050 года. В основном это будет природный газ для отопления помещений и выработки электроэнергии и нефтепродукты, которые преимущественно используются для автомобильного транспорта. В период между 2020 и 2030 годами уголь перестанут использовать для выработки электроэнергии, т.к. ныне действующие электростанции будут выводиться из работы, и ядерные станции тоже будут закрыты к 2030 году. Большинство из планово выводимых из эксплуатации установок будет замещаться природным газом, и к 2050 году на его долю в структуре генерации будет приходиться почти 80%.

В процессе разработки данной Стратегии было выполнено дополнительное исследование MARKAL, целью которого было выявить перспективы перехода на технологии, снижающие выбросы углерода (CATs). Об этом более подробно будет рассказано в следующей главе, а пока важно отметить, что по состоянию на текущий момент, без осуществления дополнительных мероприятий по снижению выбросов CO₂, ископаемые энергоносители, как показывали и более ранние исследования, будут преобладать в структуре источников энергии в экономике Великобритании. Последний анализ опирается на обновленную базу данных по технологиям генерации электроэнергии с использованием ископаемых энергоносителей, в том числе новейшим технологиям сжигания угля. Результаты показали, что такие низкзатратные, с более высоким КПД электростанции, работающие на угле, могут продолжать использоваться для выработки электроэнергии. (рис. 2.6)²⁹.

Рис. 2.5 Топливный баланс в производстве электричества в Великобритании в 2000 и 2020 гг.

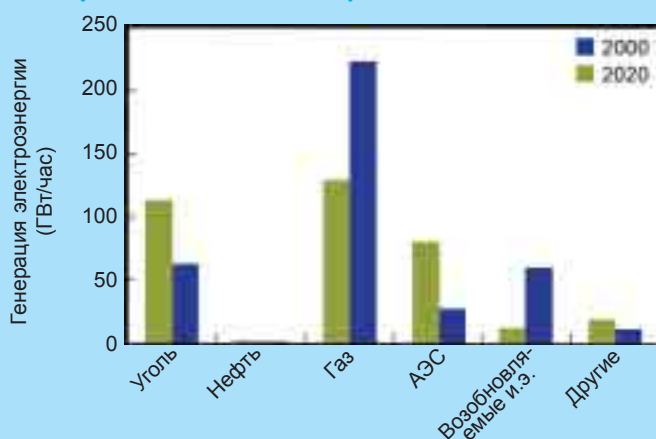
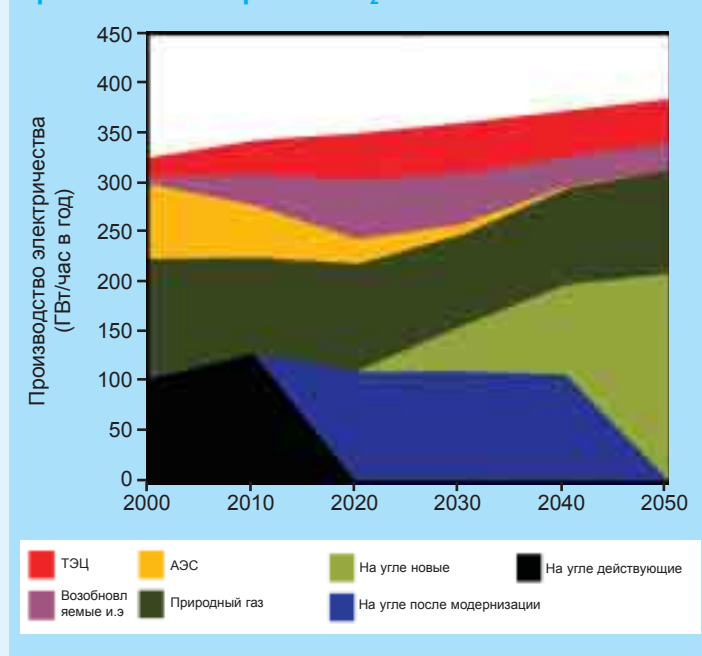


Таблица 2.2 Прогноз эмиссии по отраслям в Великобритании (млн. т С в год).

	1990	2000	2010	2020
Электростанции	54,1	43,1	37,4	35,9
Нефтеперегонные заводы	4,8	4,4	5,5	5,5
Бытовые выбросы	21,5	23,0	20,5	21,8
Предприятия обслуживания	8,5	8,1	7,5	7,9
Другие предприятия	35,5	33,8	31,6	30,1
Транспорт	34,7	36,0	38,5	42,4
Всего	159,1	148,4	141,0	143,6

²⁹ Роль технологий сокращения выбросов двуокси углерода при сжигании ископаемых видов топлива в низкоуглеродной энергосистеме, Энергетические Решения Будущего, подготовлено к публикации.

Рис. 2.6 Производство электричества по видам топлива - консервативный вариант MARKAL без ограничения выбросов CO₂.



2.5 Эмиссия CO₂ от других стационарных источников

Хотя изначально эта Стратегия создавалась для снижения выбросов CO₂ при генерации энергии, получаемой при сжигании ископаемых энергоносителей, вышеприведенная Таблица 2.2 показывает, что другие энергоносители тоже будут иметь важное значение. Отсюда возникает вопрос: должна ли Стратегия CAT включать в себя все промышленные источники CO₂. Кроме выработки электроэнергии в любую программу на будущее можно включить металлургические предприятия, цементные и нефтеперерабатывающие заводы.

Учитывая, что технологии улавливания CO₂ для этих установок и систем будут такими же, что транспортировка и долгосрочное хранение CO₂ будут идентичны, было принято решение, включить в эту программу такие источники эмиссии углекислого газа, сохранив основной фокус программы. Однако, поскольку данная программа ориентируется на нужды индустрии, от предприятий-участников потребуются, чтобы наряду с получением от Программы для себя преимуществ коммерческого характера, они проявляли бы инициативу, выдвигали инновационные предложения, которые можно было бы применить, как в Великобритании, так и в других странах.

2.6 CATs - путь вперед

Итак, вполне очевидно, что ископаемые виды топлива в течение предстоящих десятилетий будут по-прежнему занимать ведущее место среди других энергоносителей, поэтому наша страна, Великобритания, просто обязана предпринимать усилия по снижению выбросов парникового газа и борьбе с изменениями климата. CATs дают возможность сохранения ископаемых видов топлива в структуре энергоносителей с одновременным снижением объемов выброса парникового газа. Тем самым они дают время для перехода к действительно долговечным источникам энергии и способствуют тому, чтобы и энергии всем доставалось по справедливости, и по-настоящему заработали рыночные механизмы, способствующие снижению выбросов CO₂.

Есть вероятность того, CATs выйдут на широкий международный рынок. Следовательно, мы стремимся к тому, чтобы Великобритания заняла правильную позицию и получила в будущем все преимущества на рынке этих технологий.

Несмотря на то, что некоторые, пусть не все, предприятия, участвующие в CATs, имеют достаточно прочные позиции, остаются значительные риски и факторы неопределенности. Следовательно, необходимо, чтобы уровень государственной поддержки инноваций CATs был такой, чтобы стимулировать приток инвестиций со стороны промышленных кругов, чтобы хватало на научные исследования, на разработку и внедрение.

Последующие главы этой Стратегии более подробно исследуют вопрос о необходимости государственной поддержки, и по каким каналам ее следует направлять, чтобы получить максимальную отдачу - как на рынках в Великобритании, так и на внешних рынках.

РЕЗЮМЕ

- Прогнозы показывают, что глобальный спрос на энергию увеличится к 2030 году примерно на 60%, и наибольший прирост спроса будет приходиться на развивающиеся страны.
- Ископаемые виды топлива будут продолжать удовлетворять 80% общемирового спроса на энергоносители, в результате чего к 2030 году уровень эмиссии CO₂ станет на 62% выше.
- Во всем мире уголь и природный газ являются основными видами ископаемого топлива, используемого для производства электроэнергии и, по прогнозам, в 2030 году на них будет приходиться, соответственно, 38% и 30% от общего количества. Преобладание угля для нужд генерации энергии наиболее ярко выражено в ведущих развивающихся странах - Китае и Индии, в которых, как ожидается, к 2030 году спрос на ископаемые энергоносители вырастет более чем в два раза, а доля угля, соответственно, составит 72% и 64%.
- В ближайшее десятилетие будет построено большое количество энергогенерирующих мощностей (только в одном Китае более чем на 160 ГВт). Поскольку эти объекты будут находиться в эксплуатации в течение 40-60 лет, выбор технологического решения будет оказывать существенное влияние на то, насколько в будущем объект сможет осуществлять снижение эмиссии CO₂.
- Ожидается, что спрос на электроэнергию в Великобритании будет расти более умеренными темпами - на 10% к 2020 году, но все же большая часть этой электроэнергии будет произведена с использованием ископаемых видов топлива (75%), однако 58% будет приходиться на природный газ.
- После 2020 года в Великобритании может произойти заметный рост потребления угля для выработки электроэнергии - как вследствие внедрения новых, менее затратных и более эффективных технологий, так и за счет ценового преимущества по сравнению с газом.
- Эти тенденции входят в противоречие с необходимостью коренного сокращения эмиссии CO₂, основная доля которой является результатом сжигания ископаемых видов топлива.
- Для того чтобы стабилизировать концентрацию CO₂ в атмосфере хотя бы на уровне 550 ppm, что примерно вдвое превышает до-индустриальный уровень, требуется, чтобы примерно к 2100 году глобальная эмиссия CO₂ была ниже уровня 1990 года, и это сокращение должно продолжаться непрерывно.
- Великобритания находится в авангарде этого процесса: поставлена задача - к 2050 году сократить эмиссию двуокиси углерода на 60%. Однако, учитывая, что в самой Великобритании выбросы парникового газа составляют лишь 2% от общемирового количества, ее усилия призваны, прежде всего, стимулировать эффективность действий других участников этого процесса во всем мире.
- CATs предлагают возможность сохранения ископаемых видов топлива в структуре энергоносителей и, в то же время, значительного снижения объемов выброса CO₂. Тем самым они дают время для перехода к действительно надежным источникам энергии. Внедрение CATs будет также способствовать, за счет сохранения ископаемых энергоносителей в низкоуглеродной энергетической системе, энергетической безопасности и становлению конкурентных энергетических рынков.

3. Текущее состояние и перспективы развития технологий снижения выбросов углерода

Предыдущие главы показали, что хотя ископаемые виды топлива уже сейчас являются главным источником эмиссии CO₂, имеющиеся энергетические прогнозы предполагают, что их потребление будет только нарастать, во всяком случае, до 2050 года³⁰. Это показывает, что ископаемые энергоносители являются неотъемлемой составляющей современной жизни (они дают тепло и свет, обеспечивают мобильность и коммуникации, и т.д.), и как нелегко будет за относительно короткий срок разработать экономически эффективные и социально приемлемые альтернативы. CATs - это вариант сохранения ископаемых энергоносителей в структуре энергоснабжения, и в то же время возможность продвижения к низкоуглеродным энергосистемам. Они работают с имеющимися системами производства, преобразования и энергораспределения с прицелом извлекать максимальную пользу от размещения инвестиций. Несомненно, ископаемые виды топлива - это ресурс, который когда-нибудь кончится, следовательно, CATs следует рассматривать именно как технологии переходного периода, которые позволят продлить время перехода к другим, по-настоящему долговечным источникам энергии.

3.1 Многообразие CATs

CATs - это целый ряд принципиальных решений, направленных на снижение эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива. К ним относятся:

- Процессы с более высоким КПД преобразования - количество потребляемого топлива и соответствующего выделения CO₂ уменьшается, когда повышается эффективность процессов преобразования (например, выработки электроэнергии, переработки нефти). За счет этого можно снизить эмиссию на 10-30%, в зависимости от технического состояния заменяемой и вводимой в эксплуатацию установок.
- Переход на низкоуглеродный аналог топлива - ярким примером для Великобритании является переход с угольного топлива на газ, при этом снижение эмиссии CO₂ составляет 50% на единицу вырабатываемой продукции¹⁴. Однако, согласно данной стратегии, основное решение - это совместное сжигание, с добавлением 5-10% CO₂-нейтральной биомассы в состав топлива, что позволит снизить выбросы на 5-10%.
- Улавливание и хранение двуокиси углерода (CCS) - углерод, содержащийся в ископаемом топливе, вычленяется (в виде CO₂) до или после сжигания и направляется на длительное хранение в геологические формации. Такой метод может снизить эмиссию до 85%, в зависимости от технического состояния заменяемой установки¹⁵. Если скомбинировать CCS с технологией

совместного сжигания, т.е. добавлять биомассу в состав топлива, то можно добиться еще более значительного снижения эмиссии CO₂.

Объемы снижения выбросов CO₂ с помощью вышеперечисленных способов могут суммироваться, часто они взаимно дополняют друг друга, как улучшая технические характеристики установки, так и снижая затраты на ее внедрение. Например, технические решения, которые помогают повысить КПД преобразования, во многих случаях также способствуют переводу установки на режим совместного сжигания, в котором используется топливо с более низким содержанием углерода, на режим CCS, т.к. позволяет компенсировать повышенный расход энергии, связанный с улавливанием CO₂. Таким же образом режим совместного сжигания открывает путь к другим биотехнологиям за счет того, что предлагает достаточно удобный и низкзатратный вариант, который может стимулировать создание инфраструктуры для производства (посев/уборка урожая) энергетических сельскохозяйственных культур. Другие технологии могут быть отнесены к разряду CATs, если они связаны с CCS. Например, можно организовать комплексный низкоэмиссионный проект, задачей которого будет использование CO₂, выделяющегося в процессе подземной газификации угля, для повышения метаноотдачи из неотрабатываемых угольных пластов.

Время, на протяжении которого остается необходимость использования вышеупомянутых вариантов CAT при переходе к низкоуглеродной экономике, будет зависеть от скорости самого перехода. Если брать за основу нынешнюю политику Великобритании, процесс перехода на более высокие КПД и другие виды топлива может происходить до 2010 года, к этому времени, как планируется, эмиссия CO₂ будет снижена на 20% относительно уровня 1990 года. В последующие годы будут вступать в действие технологии CCS, которые внесут свой вклад в достижение планового снижения эмиссии CO₂ к 2050 году на 60% (см. Раздел 3.2). Технологии CCS жизненно необходимы в ситуации, когда продолжается использование ископаемых энергоносителей, но уже осуществляется глобальное снижение эмиссии CO₂ (см. Раздел 3.2), которое необходимо в долгосрочной перспективе для стабилизации концентрации CO₂ в атмосфере.

³⁰ *Обзор Мировой Энергетики 2004, Международное Агентство по Энергетике, Париж; ЕС-15 Обзор Энергетики и Транспорта до 2030, Еврокомиссия, Брюссель, 2003; Международный Обзор Энергетики 2003, Администрация по Энергетической Информации США, 2003.*

³¹ Часть этого сокращения относится на счет более высокого КПД новой парогазовой турбины.

³² *Анализ осуществимости проекта "Каптаж и долгосрочное хранение CO₂ в Великобритании", Отчет DTI URN 03/1261, Сентябрь 2003.*

Стадия развития

Процессы преобразования с более высоким КПД

Со времен первых паровых двигателей и индустриальной революции технологии сжигания топлива непрерывно совершенствовались. В настоящее время основные направления увеличения КПД включают в себя:

- более совершенные котлы, которые производят пар при повышенных температурах и давлении;
- более совершенные паровые турбины, которые работают при повышенных температурах и давлении и преобразуют тепловую энергию в механическую с более высоким КПД;
- газовые турбины, в которых газ сжигается при более высоких температурах, и, значит, с более высоким КПД;
- усовершенствованные газогенераторы для преобразования угля и мазута в синтетический газ.

Для этого нужны по настоящему новые технологии и системы, такие как высокотемпературные материалы, традиционное и компьютерное моделирование для оптимизации процессов сжигания, новейшие датчики и системы контроля новейшего поколения. Хотя в этом направлении имеются уже сейчас значительные достижения, есть хороший потенциал для дальнейшего усовершенствования. Например, в генерации электроэнергии с использованием угольного топлива самые передовые из имеющихся технологий могут обеспечить КПД на уровне 44-46%, а в потенциале КПД может быть увеличен до 60%. То же самое с использованием природного газа - КПД может быть увеличен с нынешнего показателя 56% до 70-75%³³.

В прошлом экономические стимулы работали на то, чтобы снижалось потребление топлива, но сейчас на повестку дня встала дополнительная задача: снижение выбросов двуокиси углерода. Следовательно, необходимо оказывать содействие ускоренному развитию, продвигать технологии, преимущество которых не ограничивается только экономией топлива.

Переход на низкоуглеродные варианты топлива

Помимо перехода с угля на природный газ, основное направление сокращения выбросов двуокиси углерода - это совместное сжигание, когда в ископаемое топливо добавляется биомасса, например энергетические сельскохозяйственные культуры, отходы переработки пищевых продуктов или отходы переработки древесины. Режим совместного сжигания

уже находится в процессе реализации на ряде британских электростанций, работающих на пылевидном топливе, и есть интерес к более широкому использованию этой технологии. Низкая удельная энергия биомассы часто ограничивает ее долю в общем объеме топлива примерно до 5%, но при непосредственном сжигании эта доля может быть выше. Вообще сбор биотоплива, находящегося в радиусе 30-50 км от электростанции - это всего лишь экономия. Возможные исключения - это электростанции, расположенные на побережье, к которым по морю можно подвозить большое количество биотоплива, или электростанции, расположенные неподалеку от обширных полей энергетических сельскохозяйственных культур или мест складирования биоотходов. Такого рода проекты в основном были направлены на вопросы смешивания угля с биотопливом, способы ввода такой шихты, зольности отходов такого топлива, характеристиками шлаков. По программе CFF работам в этой области оказывалась поддержка, и в будущем может понадобиться дополнительный объем исследований.

Улавливание и долгосрочное хранение CO₂

CCS - это самый радикальный из всех вариантов CATs. Сюда относят внедрение целой цепочки технологий для улавливания, перемещения и долгосрочного хранения CO₂, а не только то, что связано непосредственно с установками по сжиганию топлива. CCS является наименее коммерчески продвинутым из всех вариантов CATs, потому что отсутствуют экономические рычаги, которые бы стимулировали предприятия использовать данную технологию для более интенсивного снижения эмиссии CO₂. В настоящее время сформулированы только желаемые показатели, но нет рынка, который бы подталкивал к строительству коммерчески окупаемых объектов. Тем не менее, в настоящее время большинство технологических решений, необходимых для внедрения CCS, уже имеются, но они действуют в других отраслях.

Например, аминовая очистка уловленных продуктов сгорания используется более 60 лет с целью удаления сероводорода и CO₂ из углеводородных газовых потоков. Однако в основном этот опыт связан с уменьшением газовых потоков (например, удаление CO₂ из природного газа), а не с дымовыми газами, где имеется содержание кислорода, и в меньшем масштабе, чем на электростанции. Точно так же альтернативная технология улавливания газов до сжигания топлива в основном была отлажена в аммиачном производстве. Такого рода установка рентабельно работает в США на электростанции Great Plains Synfuels Plant³⁴, где улавливаемый газ можно продавать в соседнюю Канаду, там он используется для увеличения нефтеотдачи пластов (EOR). Меньше

³³ Перспектива генерации электроэнергии с использованием экологически чистых энергоносителей, Рекомендации по сокращению выбросов двуокиси углерода при производстве электроэнергии с использованием ископаемого топлива, отчет Британского форума по новейшим технологиям производства электроэнергии, Май 2004.

опыта накоплено по улавливанию после процесса сжигания с использованием топливно-кислородного метода (см. Приложение II с описанием этой технологии), следовательно, возникает ряд практических вопросов:

- нет ясности относительно параметров котла;
- как минимизировать притоки воздуха в котёл;
- какова должна быть степень очистки дымового газа до того, как приступить к компрессии CO₂, его транспортировке и хранению;
- коррозия и аспекты безопасности при эксплуатации котла после реконструкции;
- может понадобиться реконструкция систем размельчения и подачи топлива.

Проектные решения оборудования по улавливанию CO₂, в котором используются ныне имеющиеся технологии, требуют значительных капиталовложений, а также повышенного расхода электроэнергии, как для эксплуатации самой установки, так и для компрессии CO₂, его транспортировки и хранения. Однако, многочисленные исследования в разных странах указывают на то, что существует потенциал для снижения затрат и потребления электроэнергии, как за счет оптимизации имеющихся технологий, так и за счет внедрения новых методов.

Разрабатываются новейшие технологии, позволяющие обойтись без энергоёмких установок для воздухоочистки, которые в существующих конструкциях являются основным компонентом, и где улавливание CO₂ производится или до сжигания или с помощью кислородного сжигания. Одним из примеров является химический процесс, где используется реакция окисления металла для отделения кислорода, а затем восстановление оксида металла с выделением кислорода, который необходим для сжигания ископаемого топлива. Другая потенциально интересная разработка в области энергосберегающей воздушной сепарации - это ионообменные мембраны. Подобные крупные достижения в области повышения КПД преобразования могут быть получены путем встраивания топливных ячеек в систему "тройного цикла", где для выработки электроэнергии объединены топливные элементы, газовые турбины и паровые турбины. Если улавливание производится после сжигания, имеется возможность получать амины с улучшенными свойствами, которые могут увеличивать эффективность растворения (и тем самым уменьшить размер газоочистительной установки), замедлить процесс разложения, минимизировать количество энергии, необходимой для регенерации. К тому же можно бороться с повышенным расходом энергии за счет оптимальной интеграции уловительной установки

Аминовая установка для очистки после сжигания работает на электростанции Беллингем, Массачусетс, США (Bellingham, Massachusetts, USA), из выхлопов газовой турбины она улавливает 360 тонн CO₂ в день. Многие технологические решения, необходимые для внедрения CCS, уже имеются, но они действуют в других отраслях (информация любезно предоставлена Fluor Enterprises Inc).



в остальные системы электростанции, а также увеличивая общий ее КПД с помощью усовершенствованных котлов и газовых турбин.

Транспортировка CO₂ по трубопроводу или водным транспортом - это хорошо отлаженная технология, но хранение газа, особенно долгосрочное хранение, чтобы не допустить возврата каптированного CO₂ в атмосферу, освоено меньше. Было предложено несколько вариантов долгосрочного хранения CO₂ в геологических формациях, в том числе нагнетание:

- в истощенные резервуары нефти (125 Гт);
- в истощенные резервуары природного газа (800 Гт);
- в глубинные водоносные горизонты с минерализацией (от 400 до 10 000 Гт);
- в угольные пласты, не подлежащие обработке (148 Гт).

Цифры, приведенные в скобках, это глобальные объемы каждого из видов хранилищ согласно прогнозным подсчетам, выполненным ИЕА в рамках Программы научных исследований по парниковому газу (Greenhouse Gas R&D Programme)³⁵. Учитывая, что в настоящее время мировой объем эмиссии CO₂

³⁴ Carbon dioxide capture and storage, Отчет DTI - International Technology Service mission to the USA and Canada, DTI/APGTF, февраль 2003.

составляет примерно 25 Гт в год, огромный потенциал для долгосрочного хранения каптированного CO₂ сыграет свою важную роль в снижении эмиссии.

Дополнительный вариант долгосрочного хранения CO₂ - это нагнетание CO₂ в жидком или твердом состоянии вглубь океана, но в данной Стратегии этот вариант не рассматривается, т.к. пока не известно, какое влияние окажет такое хранение на экологию.

Сравнение затрат на сокращение эмиссии при производстве электроэнергии с применением CCS и с использованием других технологий, которые также дают значительное сокращение выбросов двуокиси углерода, приводится в Таблице 3.1. Эти цифры взяты из технологической базы данных MARKAL на 2010 год с учетом 15% дисконтной ставки, а для CCS учтены расходы на транспортировку и закачку CO₂.

Результаты будут весьма зависеть от достигнутой эффективности электростанции за счет технологии снижения выбросов, а также от стоимости используемого топлива. Например, сокращение, полученное на единицу выработанного электричества, если новая технология заменила установку, работавшую на природном газе, будет меньше, чем при замене агрегата, работавшего на угле, но если цена угля ниже, чем цена природного газа, тогда может быть дешевле заменить газ. Поэтому затраты на сокращение приведены для электростанций, работающих, как на традиционном угле, так и на природном газе.

Эти результаты следует рассматривать только как пример, т.к. они чувствительны к предполагаемым рабочим параметрам, таким как % готовности и коэффициент полноты загрузки электростанции. Полный анализ затрат на разные технологии и на меры по сокращению выбросов двуокиси углерода выполняется в рамках Обзорной программы по изменению климата (CCPR). Ориентировочные результаты, приведенные в Таблице 3.1 дают возможность предполагать, что CCS способна конкурировать с большинством технологий, где используются возобновляемые источники энергии (энергия ветра, энергетические сельскохозяйственные культуры, энергия волн). CCS по затратам сравнима также с АЭС, особенно в случае, если замещается традиционная электростанция, работающая на угле.

Текущее состояние технологий CCS - (улавливание и долгосрочное хранение углерода)

Технологии CCS заслуживают дальнейшего внимания, т.к. они обещают значительное сокращение (до 85%)

35 IEA Greenhouse Gas R&D программные отчеты - № PH3/22, февраль 2000; SR3, июнь 1994 и № PH3/3, август 1998.

36 Нижние и верхние значения отражают неопределенности, влияющие на стоимость и рабочие характеристики технологий и как следствие, на стоимость сокращений.

Таблица 3.1 Сравнение затрат на сокращение выбросов двуокиси углерода для ряда технологий, использующих возобновляемые источники энергии, ископаемые энергоносители и АЭС в 2010 г.³⁶

Технология	Затраты на снижение по сравнению с углем (фунт ст./тС)		Затраты на снижение по сравнению с природным газом (фунт ст./тС)	
	Низ.	Выс.	Низ.	Выс.
Материк. ветер	(-36)	72	(-35)	167
Морской ветер	64	165	152	340
Энерг. культуры	62	115	138	257
АЭС	25	46	51	94
Волны	159	343	329	671
CCS модерниз. п/г турб.	14	26	58	108
CCS нов. п/г турб.	31	58	87	162
CCS модерниз. на угле	38	70	112	208
CCS нов. на угле	53	127	140	325

эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива. Эти технологии обычно рассматриваются как среднесрочные варианты (т.е. 2020-2030 годы), так как в настоящее время не продуманы механизмы поощрения за снижение высокого уровня CO₂, которое можно осуществить благодаря этим технологиям. Однако, как было сказано выше, все ключевые компоненты имеются и уже применяются в других отраслях, и, если будет рыночный спрос, их можно будет перепрофилировать в течение пяти лет. Это подтверждается также и тем, что в других нишах технологии CCS уже активно применяются.

Говоря об улавливании, самой крупной из действующих установок является Great Plains Synfuels Plant в Северной Дакоте, США, где в настоящее время выделяют ежегодно 2 млн. тонн CO₂,

применяя метод "до сжигания". Эта установка промышленная, газ транспортируется по 330 км трубопроводу в Канаду, где используется для повышения нефтеотдачи пласта (EOR) на нефтяном месторождении Weyburn³⁷. Министерство энергетики США утвердило также программу "FutureGen", цель которой заключается в проектировании и строительстве станции, работающей на угле, для производства электроэнергии и водорода с нулевым

Вставка 1 ТРАЕКТОРИИ CATs ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ИСКОПАЕМОМ ТОПЛИВЕ

Британский Форум по передовым технологиям генерации электроэнергии (APGTF) в своем стратегическом прогнозе относительно электростанции, которая бы работала на ископаемом топливе с почти нулевой эмиссией CO₂, определил две темы или две траектории стратегических научных исследований, опытно-конструкторских разработок и внедрения в области CATs³⁸:

- увеличение КПД электростанций;
- почти нулевая эмиссия при выработке электроэнергии с улавливанием CO₂.

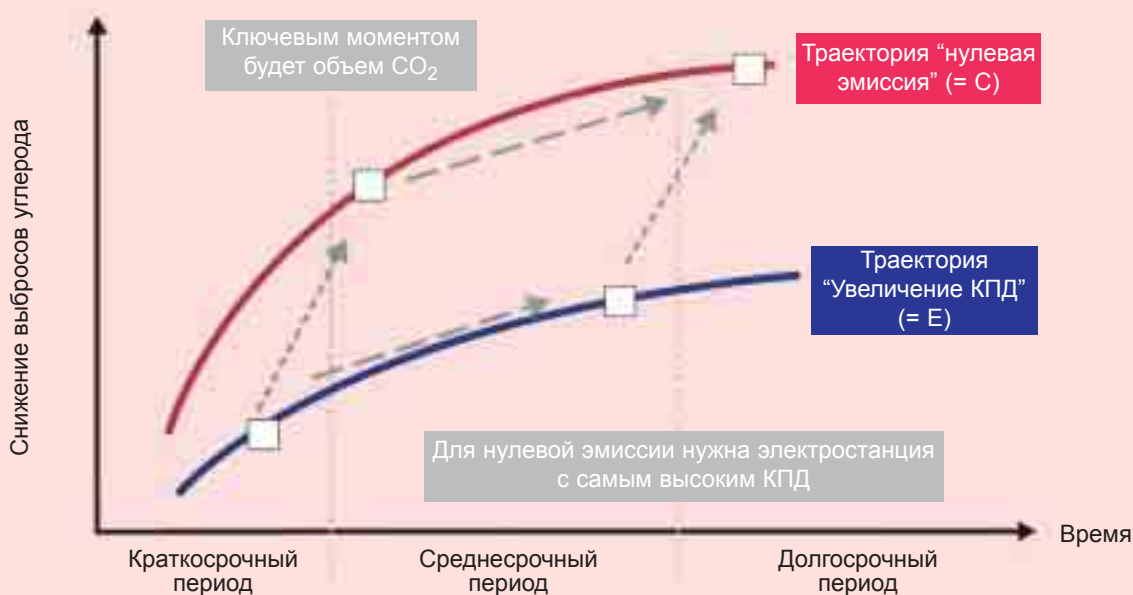
Различные технологии, увеличивающие КПД электростанций, уже сами по себе снижают эмиссию CO₂, к тому же они компенсируют затраты, связанные с улавливанием CO₂, которые сказываются на КПД системы в целом. Будущий объем снижения эмиссии CO₂ определяет, когда необходимо переключиться с одной траектории на другую, как схематично показано на графике.

Траектория “КПД электростанции” (E) является продолжением существующей программы, в которой участвует Великобритания. В недалеком будущем (2005+) и в среднесрочной перспективе (2010+) в эту траекторию будет входить разработка и демонстрация мер,

направленных на увеличение КПД электростанции и разработка конструктивных решений “предварительной готовности к улавливанию” (решений, с помощью которых можно будет при необходимости просто и с оптимальными затратами перевести на режим улавливания CO₂).

Траектория “Улавливание CO₂” (C) включает в себя разработку и демонстрацию технологий CCS, в том числе исследования и опытно-конструкторские разработки в области оптимальных методов улавливания и демонстрации, по мере появления благоприятных возможностей, какое важное значение имеет улавливание CO₂, в частности, для увеличения нефтеотдачи при обработке нефтяных месторождений. Или же траектория C перейдет на демонстрацию и промышленное внедрение, когда требование снижения выбросов углерода станет достаточно настоятельным. Когда придет это время, данная траектория вберет в себя все достижения по увеличению КПД, полученные при движении по траектории E.

Этот подход, использующий двоякую траекторию, сначала сосредотачивает все ресурсы на разработке электростанции, предварительно готовой к улавливанию CO₂, что дает коммерческую отдачу со временем и важно даже там, где технологии CCS не применяются.



уровнем эмиссии CO₂. Правительство США планирует выделить 80% средств от предполагаемых на эти цели затрат в \$1 млрд. дол. США и начать строительство в 2008-2010 году.

37 Улавливание и долгосрочное хранение CO₂. Отчет DTI Международная технологическая миссия в США и Канаду, DTI/APGTF, февраль 2003.

38 Перспектива генерации электроэнергии с использованием чистых ископаемых энергоносителей. Рекомендации по сокращению выбросов двуокиси углерода при производстве электроэнергии с использованием ископаемого топлива 2004, отчет Британского Форума по новейшим технологиям производства электроэнергии, май 2004.

На многих месторождениях добывается природный газ с высоким содержанием CO₂, но для того, чтобы такой газ предложить на рынке, двуокись углерода следует удалить. Это осуществляется или с помощью аминовой очистки, или методом адсорбции при перепаде давления с пропускной способностью установки на уровне 1 млн. тонн CO₂ в год. Большая часть этого газа выбрасывается в атмосферу, но в последние годы некоторые проекты решили оставлять

его для долгосрочного хранения. Хорошим примером является проект Sleipner на норвежском континентальном шельфе, где, начиная с 1996 года, в вышележащие минераловодонесущие горизонты закачивается по 1 млн. т CO₂ ежегодно. В Норвегии также рассматривается второй проект примерно с такими же параметрами для газового месторождения Snohvit на севере Северного моря. Оба эти проекта получают поддержку правительства Норвегии в виде освобождения от налога на эмиссию двуокиси углерода при цене 315 норвежских крон за тонну CO₂. Еще один пример - это недавно начавшийся совместный проект In Salah Gas по добыче природного газа в Алжире, ведущим партнером в котором является BP. Там выделяют по 1,2 млн. тонн в год CO₂ и закачивают этот газ обратно в газоносные горизонты³⁹. В настоящее время разрабатываются также планы улавливать по 5 млн. тонн в год CO₂ на газовом месторождении Gorgon в Австралии, этот газ также будет закачиваться в геологические формации для хранения⁴⁰.

Геологическое хранение CO₂ хорошо освоено - как инженерный проект с нормальным сроком эксплуатации - также и в США, благодаря упомянутым выше проектам и другим проектам, где CO₂ используется технология EOR. Например, в западном Техасе примерно 22 млн. тонн CO₂ ежегодно транспортируется и закачивается в нефтеносные месторождения Пермского Бассейна. Главная из нерешенных в настоящее время проблем - это обеспечить надежность хранения на более длительные сроки - на период, пока будут происходить изменения климата. Вот уже в течение нескольких лет ведется работа по созданию геологических моделей для описания процессов транспортировки и геохимических реакций CO₂ после закачивания, а также разрабатываются методы мониторинга для испытания этих моделей и подтверждения их обоснованности. В рамках крупных международных проектов продолжается мониторинг объектов Sleipner и Weyburn, аналогичную работу планируется проводить на газовых месторождениях In Salah и Gorgon. Кроме того, в настоящее время несколько экспериментальных проектов меньшего масштаба, цель которых разработка и испытание геологических моделей, уже реализуются или готовятся к реализации в разных странах, в том числе в Японии, Австралии, Германии и Нидерландах. Следующее направление исследований - это изучение природных аналогов, встречающихся в природе геологических скоплений CO₂, которые могли бы дать ценные сведения о том, каким образом может находиться газ в изолированном виде в течение тысячелетий⁴¹.

3.2 Перспективы внедрения CATs

Важная роль CATs в переходе на низкоуглеродную энергосистему хорошо видна из результатов анализа энергосистемы Великобритании, которые были выполнены в рамках подготовки данной Стратегии (Рис. 3.1)⁴². Анализ показывает, что эмиссия CO₂ будет нарастать в экономике Великобритании со среднегодовой скоростью 2,25%, а энергонасыщенность экономики (т.е. конечное энергопотребление, деленное на ВВП) улучшается со среднегодовыми темпами 1,6%, эти темпы были достигнуты между 1990 и 2000. Нижние кривые на рис. 3.1 показывают объемы снижения выбросов CO₂, которые могут быть обеспечены за счет повышения КПД конечной формы энергии, используемой потребителем, перехода на другие виды топлива (за исключением энергетической отрасли) и обеспечения мер по сокращению эмиссии CO₂ при производстве электроэнергии. Скорость улучшения энергоэффективности соответствует снижению энергонасыщенности экономики (т.е. конечное энергопотребление, деленное на ВВП). Этот среднегодовой показатель составляет примерно 2,7%. Эта цифра превышает среднегодовые темпы в 1,6%, достигнутые между 1990 и 2000 годом, и даже 2,1%, достигнутые между 1970 и 2000 годом, а это был самый высокий показатель, потому что производился плановый вывод из строя энергонасыщенных объектов индустрии. Важность перехода на другие виды топлива в потребительском секторе станет особенно ощутимой после 2040 года, когда начнется массовое использование водорода, полученного из природного газа с помощью CCS, в качестве топлива для автомобильного транспорта.

Результаты иллюстрируют важность электрогенерации и энергоэффективности в достижении намеченных показателей по снижению эмиссии CO₂. Без серьезного снижения выбросов углерода при производстве электроэнергии будет трудно достичь намеченных показателей. Аналогично, если темпы повышения КПД электрогенерации будут ниже запланированных, то понадобится более длинный перечень мероприятий, и выполнять их понадобится быстрее, для того, чтобы сократить эмиссии CO₂ в процесс выработки электроэнергии, или переходить на менее углеродонасыщенные виды топлива (например, водород для нужд транспорта, электричество для

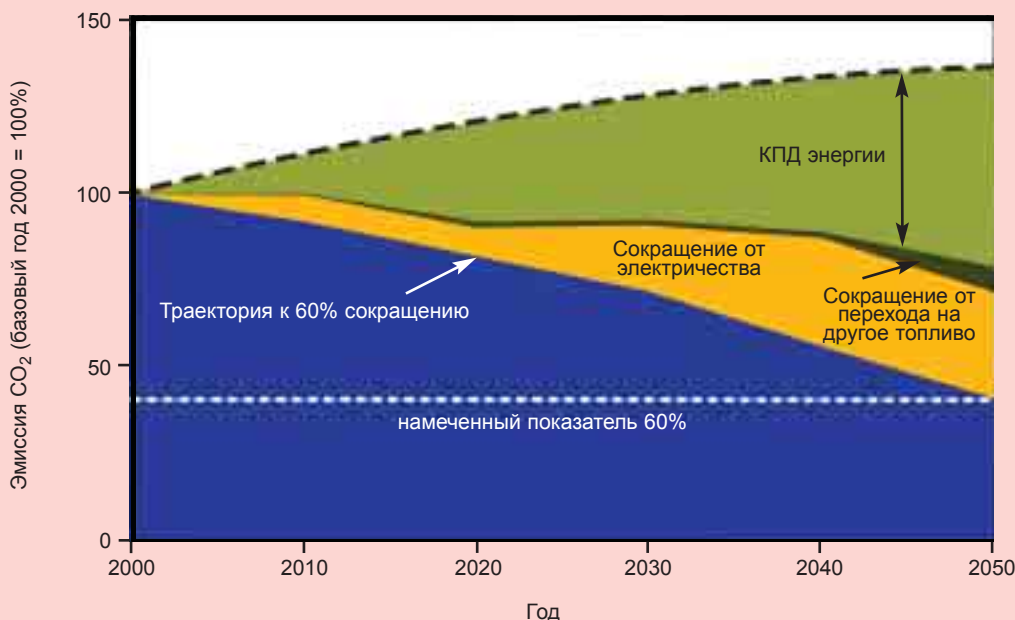
39 F. Riddiford, I. Wright, C. Bishop, A. Espie and A. Tourqui, *Мониторинг геологического хранилища - проект The In Salah Gas хранения CO₂*, GHT7, Ванкувер, сентябрь 2004.

40 *Улавливание и долгосрочное хранение двуокиси углерода в Австралии - технология утилизации углерода*, Отчет о миссии DTI в Австралии Глобальное наблюдение, DTI/APGTf, июнь 2004.

41 Проект Nascent - природные аналоги хранения CO₂ в геологических формациях: www.bgs.ac.uk/nascent/home.html

42 *Роль технологий сокращения выбросов двуокиси углерода при сжигании ископаемых видов топлива в низкоуглеродной энергосистеме*, Энергетические решения будущего (подготовлено к публикации).

Рис. 3.1 Потенциальная доля различных технических решений в достижении намеченной цели - 60% сокращение эмиссии CO₂ в Великобритании к 2050 г.



отопления помещений). Совершенно очевидно, что технологии CATs могут способствовать прогрессивной декарбонизации в процессе генерации электричества и являются предпочтительным вариантом производства альтернативного низко- или безуглеродного топлива, такого как водород.

Практика внедрения технологий в Великобритании

В дополнительном анализе для EWP используются модели MARKAL исследования технических вариантов внедрения низкоуглеродных энергосистем⁴³. В ходе разработки настоящей Стратегии модели MARKAL исследовали варианты более интенсивного использования CATs в процессах производства электроэнергии и водорода для того, чтобы выяснить их потенциальную роль в снижении эмиссии CO₂ в Великобритании⁴⁴. В дополнение к уже имеющемуся пакету, новые технологии включают в себя:

- Совместное сжигание, как на действующих, так и на вновь вводимых электростанциях, т.е. добавление в состав топлива до 10% энергетических сельскохозяйственных культур.
- Модернизация электростанций, работающих на пылевидном топливе, а именно, перевод их на более совершенные котлы и паровые турбины.
- Новое, более совершенное оборудование для сжигания пылевидного топлива.
- Модернизация процесса газификации угля с целью

использования его в имеющихся турбинах с комбинированным парогазовым циклом (GTCC).

- Новые, более совершенные технологии производства электроэнергии по комбинированному циклу комплексной газификации угля (IGCC).
- Технология IGCC с выработкой электричества и производством водорода.
- Более совершенные турбины с комбинированным парогазовым циклом (GTCC), работающие на природном газе.
- Производство водорода из угля и природного газа.

Кроме того, модели включают в себя опцию переналадки или адаптации к этим технологиям процесса улавливания CO₂ и транспортировку CO₂ по трубопроводу для последующего хранения в прибрежных шельфах в истощенных резервуарах природного газа и нефти и в глубинных минераловодоносных горизонтах. В этом исследовании не прорабатывались варианты адаптации CCS к другим крупным источникам CO₂, таким как металлургические производства и цементные заводы, хотя данная технологии может быть применима и к таким предприятиям (Раздел 2.5).

В моделях исследуются варианты выполнения намеченных правительственным Отчетом по

⁴³ Варианты низкоуглеродного будущего, Экономический Бюллетень DTI № 4, Июнь 2003.

⁴⁴ Роль технологий сокращения выбросов двуокиси углерода при сжигании ископаемых видов топлива в низкоуглеродной энергосистеме, Энергетические решения будущего (подготовлено к публикации).

Таблица 3.2 Прогнозные цены на топливо, заложенные в модель MARKAL.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Базовый сценарий							
Природный Газ	(пенс/терм)	23,0	23,0	25,5	29,7	33,0	33,0
Уголь	фунт ст./тонну	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5
Мировые рынки							
Природный Газ	(пенс/терм)	23,0	27,2	31,3	38,0	38,0	38,0
Уголь	фунт ст./тонну	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5
Глоб. устойчивость							
Природный Газ	(пенс/терм)	23,0	24,7	28,0	33,0	34,7	36,3
Уголь	фунт ст./тонну	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5

энергетике показателей снижения к 2050 году эмиссии CO₂ на 60%. Очевидно, при выполнении таких долгосрочных проекций имеют место серьезные факторы неопределенности, такие как будущая модель экономического развития Великобритании и, соответственно, спрос на энергоуслуги (отопление помещений, развлечения, для целей бизнеса, мобильность и т.д.), социальные тенденции и предпочтения и ценовые тенденции на первичные энергоносители. Поэтому в исследовании был использован сценарный подход для рассмотрения вариантов возможного развития в будущем. Более подробная информация о допущениях, сделанных при создании этих сценариев, приводится в Приложении III, а если коротко, то были изучены три группы сценариев:

Базовый сценарий (БС) - консервативный вариант (КВ) - в котором текущие ценности общества остаются неизменными, и политическое вмешательство в поддержку экологических объектов осуществляется таким же образом, как и в настоящее время (рост ВВП 2,25% в год).

Мировые Рынки (МР) - в основу положены индивидуальные потребительские ценности, высокая степень глобализации, а внимание, уделяемое вопросам глобальной экологии, ограничено (рост ВВП 3% в год).

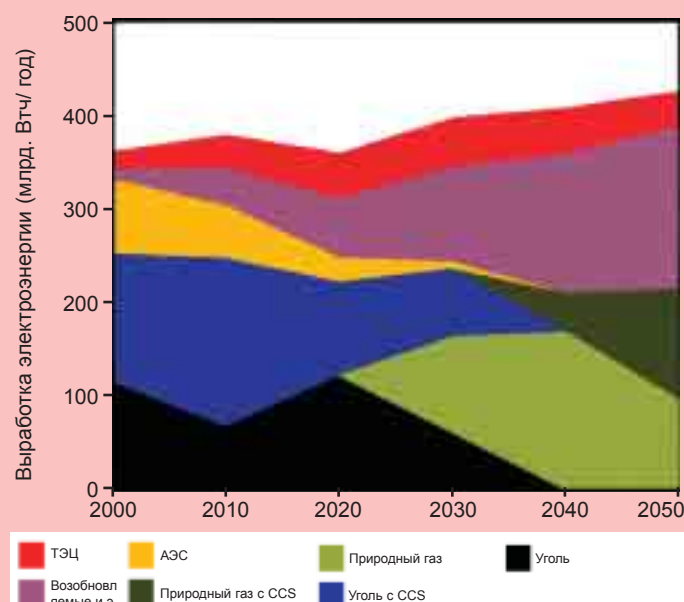
Глобальная устойчивость (ГУ) - в основу положено первостепенное значение социальных и экологических ценностей, настойчивые совместные действия по сохранению окружающей среды и глобализация систем управления (рост ВВП 2,25% в год).

В этих сценариях для выбора технологии САТ важно спрогнозировать цены на уголь и газ, поступающие на крупные электростанции. Цены, используемые в сценариях, приведены в Таблице 3.2. Было сделано допущение, что цена на уголь будет неизменной при любом развитии событий и на протяжении прогнозного

периода, учитывая большие его запасы, большое количество поставщиков и вероятность того, что международная конкуренция будет стабилизировать цены в долгосрочном периоде. Цены на газ, по прогнозам, будут расти, т.к. глобальный спрос будет увеличиваться при любом развитии событий. Цены на природный газ оказались выше в сценарии ГУ, чем в базовом сценарии КВ, потому что при более высоком уровне озабоченности вопросами экологии в сценарии ГУ, прогнозируется, что предпочтение будет отдано газу.

Обобщенные результаты этого исследования показаны на рис. 3.2 для одного из сценариев группы КВ, согласно которому снижение эмиссии CO₂ к 2050 году

Рис. 3.2 Результаты полученные с помощью модели MARKAL для консервативного варианта согласно которому строительство АЭС не ведется, а топливный баланс для производства электроэнергии выглядит следующим образом.



составит 60%, при условии что не будет строиться новых АЭС. Показано, что на ископаемые виды топлива до 2050 года будет приходиться примерно 50% производства электроэнергии, размещение технологий CCS начнется с 2020 года, а к 2040 году установки CCS будут применяться на всех электростанциях, работающих на ископаемом топливе. Установки CCS также были применены к производству водорода, как из природного газа, так и из угля, при этом водород, начиная с 2040 года, полностью вытеснит бензин и дизель в качестве топлива для легковых машин и автобусов. Примечательно, что другие технологии снижения выбросов будут также играть важную роль в обеспечении 60% снижения эмиссии CO₂:

- Совместное сжигание с энергетическими культурами - максимально допустимая доля 10% - было заложено везде, где использовалось пылевидное топливо.
- К 2020 году 15 ГВт из ныне действующих мощностей, где используется пылевидное топливо, будут переоборудованы усовершенствованными котлами, предварительно готовыми к улавливанию CO₂, а позже на них будут установлены аминовые скрубберы для улавливания CO₂.
- Оборудование для внутрицикловой газификации угля (IGCC) с выработкой электричества и производством водорода будет вводиться в строй начиная с 2020 года.

В целом, сроки и масштаб внедрения CATs во многом зависели (в модели) от того, какие были сделаны допущения относительно общих темпов наращивания КПД в энергетике, темпов экономического роста и наличия/отсутствия строительства новых АЭС. Сроки внедрения также весьма чувствительны к темпам снижения эмиссии CO₂, которые в данном исследовании были приняты на уровне 10% в 2010 году, 20% в 2020 году, 35% в 2030 году и 60% в 2050

году, все цифры относительно 2000 года. Если бы были заложены более высокие темпы снижения CO₂, тогда внедрение CATs, особенно CCS, было бы раньше. Для исследования этих факторов был рассмотрен ряд комбинированных сценариев (см. ниже):

Внедрение CCS во всех этих сценариях, как для производства электроэнергии, так и для производства водорода показано на рис. 3.3. В общем случае CCS будет впервые вводиться в период между 2010 и 2020 годами, но в случае с более высоким спросом на энергию, к 2010 году понадобится сценарий MP. Объемы наращивания CCS будут все время увеличиваться, и в большинстве сценариев к 2040 году этот показатель превысит 100 млн. т CO₂/год. Во всех сценариях также было заложено совместное сжигание с энергетическими культурами везде, где использовалось пылевидное угольное топливо с максимально допустимой долей 10% от общего объема сжигаемого топлива.

Распространение CCS будет меньше, если будут строиться новые АЭС, но все равно технологии CCS будут использоваться в производстве электроэнергии, и всё производство водорода будет все равно вестись на основе ископаемых энергоносителей с применением технологии улавливания и хранения CO₂. Важно, что затраты на снижение выбросов CO₂ были лишь немного выше, чем в случае отсутствия энергии от АЭС (например, в 2050 году 1% в сценарии типа KB). Это объясняется тем, что затраты на выработку электроэнергии с использованием технологий CCS и на выработку атомной энергии равнозначны (см. также Таблицу 3.1), а на самом деле разница скорее всего даже меньше, чем неопределенность, стоящая перед аналитиками при вводе долгосрочных затрат и оценке результатов, полученных с помощью моделей MARKAL. Коэффициент насыщения технологий сжигания на

БС-60	Базовый сценарий - 60% снижение CO ₂ к 2050 г.
БС-60NN	Базовый сценарий - 60% снижение CO ₂ к 2050 г., не строятся новые АЭС
БС-60EN	Базовый сценарий - 60% снижение CO ₂ к 2050 г., не строятся новые АЭС, ограниченное повышение КПД энергии
БС-60E	Базовый сценарий - 60% снижение CO ₂ к 2050 г., ограниченный рост КПД энергии ⁴⁵
ГУ-60	Сценарий Глобальная устойчивость - 60% снижение CO ₂ к 2050 г.
ГУ-60NN	Сценарий Глобальная устойчивость - 60% снижение CO ₂ к 2050 г., не строятся новые АЭС
ГУ-60EN	Сценарий Глобальная устойчивость - 60% снижение CO ₂ к 2050 г. не строятся новые АЭС, ограниченное повышение КПД энергии
MP-60	Сценарий Мировые рынки - 60% снижение CO ₂ к 2050 г.
MP-60NN	Сценарий Мировые рынки - 60% снижение CO ₂ к 2050 г., не строятся новые АЭС
MP-60EN	Сценарий Мировые рынки - 60% снижение CO ₂ к 2050 г., не строятся новые АЭС, ограниченное повышение КПД энергии

⁴⁵ В этих сценариях темпы роста энергоинтенсивности (т.е. общее потребление энергии деленное на ВВП) было ограничено средним значением, достигнутым Великобританией в 1990-2000 годах, а именно 1,6% в год.

основе ископаемых видов топлива установками CCS также будет зависеть от наличия и размещения АЭС. Когда происходило строительство АЭС, коэффициент загрузки технологиями CCS был на уровне 50-60%, а АЭС работали в базовом режиме эксплуатации. Напротив, если не будет строиться новых АЭС, часть электростанций на ископаемом топливе будет работать с нормативной загрузкой. Выходит, что при наличии АЭС технологии CCS используются как резерв для производства электроэнергии из возобновляемых источников энергии, большую долю которых составляет энергия морского и материкового ветра, и в этом смысле эти два источника дополняют друг друга.

Технология CCS применима, как к углю, так и к природному газу во всех сценариях, хотя соотношение между ними может быть разное в зависимости от относительных цен на топливо. Там, где сжигается природный газ, перевод на CCS осуществляется путем предварительной подготовки оборудования к режиму улавливания. Для электростанций, работающих на угле, такой перевод означает переход, как на пылевидное топливо, так и на комбинированный цикл комплексной газификации угля (IGCC). Электростанции на пылевидном топливе существуют уже сегодня, в

модели их также оснастили более современными котлами и паровыми турбинами, а оборудование комбинированного цикла комплексной газификации угля (IGCC) всегда проектировалось для совместного производства электроэнергии и водорода. Совсем новые электростанции на пылевидном топливе не будут строиться, т.к. затраты на них немного выше, чем с IGCC. Что касается АЭС, разница в стоимости получается небольшой, но затраты на длительный период спрогнозировать трудно, поэтому так нелегко выбрать победителей среди технологий, работающих на пылевидном топливе, и технологий IGCC.

Международные перспективы

Значение CATs, как глобального способа снижения выбросов углерода, можно оценить, рассмотрев четыре варианта, а именно:

- Модернизация лучших технологий, имеющихся на сегодняшний день (например, котлов, паровых турбин), на существующих электростанциях для того, чтобы довести их КПД до современных стандартов.
- Использование на вновь вводимых в эксплуатацию

Рис. 3.3 Обобщение результатов сценариев: общий объем улавливания CO₂ в период с 2000 г. по 2050 г.

Базовые сценарии

БС-60					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

БС-60NN					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

БС-60EN					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

БС-60E					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

Сценарии Глобальная устойчивость

ГУ-60					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

ГУ-60NN					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

ГУ-60EN					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

Сценарии Мировые рынки

МР-60					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

МР-60NN					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

МР-60EN					
млн. т CO ₂ /год	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
>150					
100-150					
50-100					
25-50					
0-25					

Таблица 3.3 Возможность снижения CO₂ с помощью различных САТ на угольных электростанциях в 2020 г. (млн. т CO₂/год).

Страна/Регион	Модернизация ⁴⁶	ЛИТ ⁴⁷	Совместное сжигание	CCS ⁴⁸
Во всем мире	1176	798	973	6341
OECD	325	274	419	2948
Развивающиеся страны	666	445	490	3087
Страны с переходной экономикой	184	79	63	306
Китай	424	316	305	1877
Индия	127	86	85	515
Россия	120	47	39	176

объектах самые лучшие из имеющихся технологий (ЛИТ) с самым высоким КПД преобразования, какой только можно достичь.

- Режим совместного сжигания (биомасса, предположительно, должна составлять 10%).
- Улавливание и хранение CO₂ (CCS).

Таблица 3.3 дает перечень возможных объемов сокращения эмиссии CO₂, которые можно получить к 2020 году, если провести такие мероприятия на всех угольных электростанциях в различных регионах и странах. Эти расчетные значения опираются на прогнозные данные IEA's World Energy Outlook 2004, и дают общее представление о технических возможностях.

Простой подсчет показывает, что отдельные технологии САТs, примененные только к угольным электростанциям, имеют технический потенциал снижения выбросов CO₂ к 2020 году примерно от 800 до более чем 6000 млн. т CO₂/год. Самые большие объемы снижения достигаются за счет CCS и составляют почти 20% от общего прогнозного количества эмиссии, связанной с предприятиями энергетики. Возможно это завышенный прогноз, потому что не все угольные электростанции смогут перейти на технологии CCS, а на ряде других CCS может оказаться не экономичным вариантом по сравнению с другими вариантами снижения выбросов углерода, такими как повышение КПД конечного пользования энергией или возобновляемая энергия. С другой стороны, в этом анализе рассматриваются только угольные электростанции, а технологии САТs могут быть применимы и к электростанциям, работающим на природном газе и нефти, а также можно сокращать эмиссию CO₂ на транспорте, вырабатывая водородное топливо путем улавливания углерода. В конечном итоге, САТ представляют собой основной, в техническом плане, способ снижения выбросов углерода, который применим во всем мире.

Международные исследования в отношении масштабов и сроков внедрения САТs сосредоточены на том, какую роль играют технологии CCS в глобальном движении за снижение эмиссии

парниковых газов⁴⁹. Общий вывод этих исследований - технологии CCS имеют хороший потенциал участия в сокращении эмиссии, располагая в общей сложности объемами хранения до 400 Гт CO₂ к 2050 году. Однако прогнозные оценки сроков, когда может начаться коммерческая деятельность этих хранилищ, имеют большой разброс - может уже в 2005 году, а может быть не ранее 2035 года. Это расхождение отражает разницу в допущениях, принимаемых по таким факторам как рост спроса на электроэнергию, цена на ископаемое топливо, развитие других технологий, меры и намечаемые показатели снижения эмиссии.

Самое подробное исследование на сегодня по технологиям CCS и перспективам их внедрения было выполнено IEA с использованием собственной модели Перспективы энергетических технологий (ETP). Это модель энергосистем подобная модели, используемой в Великобритании. IEA использовало эту модель в исследовании вопроса о глобальном размещении ряда технологий CCS (в том числе улавливание, транспортировка и хранение углерода). Для целей этого исследования весь мир был поделен на 15 регионов. Базовые результаты были получены по сценарию KB. Этот сценарий исследует будущее, при котором в общем и целом продолжают существовать в настоящее время тенденции, в результате чего спрос на первичную энергию удваивается к 2050 году. Затем в сценарий KB вводился еще один фактор - плата за эмиссии CO₂. Этот платеж для OECD стран с переходной экономикой был установлен в размере 10 дол. США/т CO₂ в 2005 году с увеличением до 50 дол. США/т CO₂ к 2015 году. Такие же тарифы были заложены для развивающихся стран начиная с 2015 года. Как следствие, эмиссия CO₂ стабилизируется примерно на нынешнем уровне (т.е. 23-28 Гт CO₂/год) вплоть до 2050 года, а это примерно половина от того значения, которое, по прогнозам, было бы в 2050 году, если бы не применялись санкции. Вполне очевидно, что прогнозное снижение объемов эмиссии весьма значительно, но не настолько впечатляет, как заявленный Великобританией показатель - снизить объем эмиссии CO₂ на 60% по сравнению с нынешним объемом и тоже к 2050 году.

46 Было сделано допущение, что модернизация увеличит КПД нынешнего оборудования до 42,5% считая от нынешнего общенационального или регионального среднего значения КПД для данного типа оборудования. Например, текущее среднее значения КПД для OECD около 36%, поэтому увеличение до 42,5% снизит потребление топлива и эмиссии приблизительно на 15%.

47 КПД лучших электростанций на угольном топливе было принято 45,5%.

48 Было сделано допущение, что энергия, расходуемая на улавливание CO₂ и компрессию, снижают КПД генерации на семь процентных пунктов в 2020 году. Дополнительная энергия, необходимая для закачки CO₂ и процесса хранения в расчет не принималась, потому что эти значения малы по сравнению с энергией, расходуемой на улавливание CO₂ и компрессию.

49 Например, работы авторов (1) McFarland J.R.; Herzog H.J. and Reilly (2) Dooley J.J and Wise M.A and (3) Riahi K.; Rubin E.S and Schrattenholzer L. в докладах VI Международной конференции посвященной технологиям контроля за парниковым газом, Киото, Япония, 2002.

Вставка 2 ПЕРСПЕКТИВЫ УЛАВЛИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ CO₂

Международное энергетическое агентство (IEA) было основано в 1974 году для осуществлени международной энергетической программы по совершенствованию мер противодействия перебоям в поставках нефти, имевшим место в тот период. Агентство ставит своей целью способствовать распространению рациональной энергетической и, соответственно, экологической политики во всем мире. Достигается эта цель публикацией статистических данных по энергопотреблению, а также информации и рекомендаций по альтернативным источникам энергии, энергоэффективности и экологическим последствиям производства и использования энергии.

В декабре 2004 года IEA опубликовало отчет о перспективах CCS⁵⁰. Там обобщаются результаты новой, созданной IEA модели Перспективы энергетических технологий (ETP), о которой здесь говорится в Разделе 3.2. Модель ETP принадлежит к группе многоуровневых моделей MARKAL, так же как и модель, с помощью которой в DTI анализируют энергетические сценарии для Великобритании на предстоящие десятилетия, также см. Раздел 3.2.

Отчет IEA содержит ряд важных выводов:

- CCS является перспективным способом снижения эмиссии CO₂, выгодным с точки зрения экологии, экономики и надежности электроснабжения. На ближайшие 50-100 лет его надо рассматривать как неотъемлемую технологию "периода перехода" к экологически надежной энергосистеме.
- Массовое применение CCS начнется лет через 10, примерно с 2030 года эти технологии станут реальным инструментом снижения выбросов углерода в развитых странах, с последующим развертыванием в развивающихся странах.
- Общая стоимость CCS может быть от 50 до 100 дол. США на тонну CO₂, но к 2030 году эта цифра может быть вполнину меньше.
- Сценарии, согласно которым глобальная эмиссия CO₂ стабилизируется к 2050 году, потребуют уплаты штрафов в 50 дол. США на тонну CO₂, при этом половина всего объема снижения будет обеспечена за счет технологий CCS. Улавливание в процессах сжигания угля будет соответствовать 65% от всего количества улавливаемого CO₂. При отсутствии CCS, потребуется удвоить штрафы, чтобы обеспечить такой же объем снижения эмиссии CO₂.
- Технологии CCS могут существовать параллельно с возобновляемыми источниками энергии и АЭС как часть

портфеля экономически рентабельных вариантов сокращения эмиссии CO₂.

- Следует ускорить выделение инвестиций на НИОКР в области CCS, это поможет осознать потенциал этих технологий и даст им возможность значительно поправить ситуацию с эмиссией CO₂ в предстоящие десятилетия. Требуется пятикратное увеличение бюджета на НИОКР в области CCS по сравнению с сегодняшними затратами - что предполагает 30% увеличение тех сумм, которые в настоящее время выделяются во всем мире на исследования и научные разработки в области ископаемых видов топлива и энергетических технологий. Такие инвестиции могут быть хорошим "страховым полисом" на будущее.
- Пока нет возможности определить, какая из технологий улавливания окажется "победителем", потребуется запустить еще несколько опытно-промышленных объектов хранения CO₂ чтобы лучше понять и официально признать надежность подземного хранения.
- Правительства должны обратить внимание на то, что в настоящее время проводится мало крупномасштабных исследований - к 2015 году должно эксплуатироваться не менее 10 крупных электростанций, оснащенных технологией улавливания.
- Для того, чтобы начиная с 2015 года и далее технологии CCS, наряду с другими технологиями сдерживания климатических изменений, могли выйти на рынок, нужны стимулы, которые будут способствовать эффективному снижению уровня эмиссии CO₂.

Участники Рамочного соглашения ООН по вопросам изменения климата (Киотское соглашение, UNFCCC) на Конференции сторон (COP7) выразили интерес к технологии улавливания и хранения углерода. Они предложили IPCC подготовить Технический отчет по технологии хранения углерода в геологических формациях. После проведения семинара на эту тему в ноябре 2002 года в городе Регина, Канада, Совет принял решение подготовить Специальный Отчет по вопросам улавливания и хранения CO₂⁵¹ и в феврале 2003 года утвердил тезисы этого отчета. В настоящий момент отчет готовится Рабочей группой №3 IPCC. Работа должна быть завершена во второй половине 2005 года. Специальный Отчет, в который войдет резюме для тех, кто разрабатывает направления политики, и техническое резюме, является важным шагом на пути к достижению консенсуса по отношению к технологии CCS и ее перспективам.

50 *Перспективы улавливания и хранения CO₂*, Париж: Организация Экономического Сотрудничества и Развития/ Международное энергетическое агентство; ISBN 92-64-108-831, декабрь 2004.

52 *Перспективы улавливания и долгосрочного хранения CO₂ (CCS)*, IEA, Париж, декабрь, 2004.

Рис. 3.4 Прогноз топливного баланса в энергетике с учетом штрафов за выбросы CO₂ в размере \$50 за тонну CO₂ (по данным ©OECD/IEA, 2004⁵²).

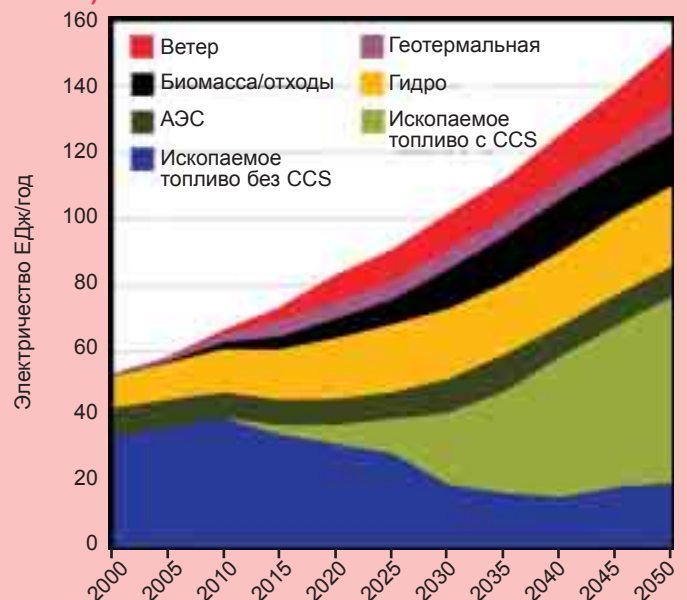
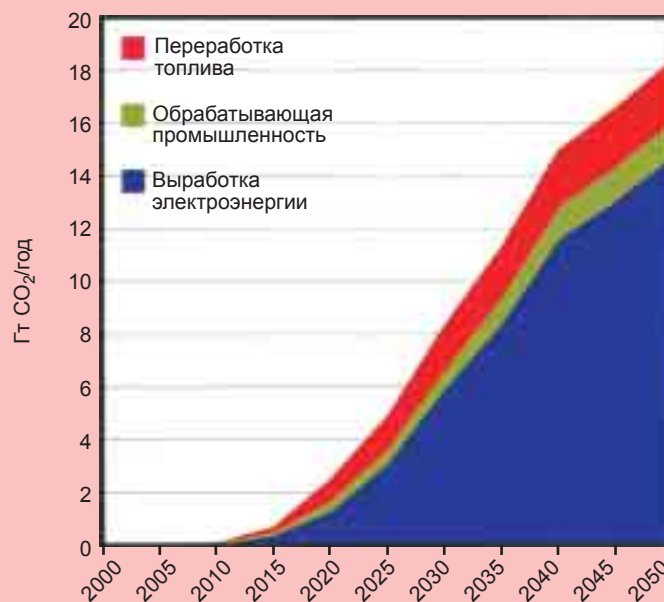


Рис. 3.4 показывает соотношение видов топлива, используемых в производстве электроэнергии, и плату за выбросы. Для 2050 года общий спрос на электричество составит 153 EJ (Экзаджоулей) (1 EJ=10¹⁸ Дж), а без платы за выбросы эта цифра составит 148 Экзаджоулей. Это объясняется тем, что некоторые потребительские секторы переключились на электричество, рассматривая его в качестве рентабельного способа сокращения эмиссии CO₂ на своем производстве. Доля ископаемых видов топлива в генерации упадет с 64% в 2000 году до 54% в 2050 году, а доля возобновляемых источников энергии увеличится с 19% до 40%. Примерно 70% электроэнергии, выработанной на ископаемом топливе, будут получать на электростанциях, оснащенных CCS, внедрение которых начнется в 2010-2015 годах.

Рис. 3.5 показывает общую схему размещения CCS. Эти сведения приведены, в основном, по объектам электрогенерации, хотя имеются крупные установки улавливания CO₂ и в других отраслях тяжелой и перерабатывающей промышленности. Изучение уже действующих технологий CCS показало, что предпочтительным вариантом является комбинированный цикл комплексной газификации угля (IGCC), особенно когда его используют по двойному назначению - для производства электричества и синтетических видов топлива..

Исследования IEA также выявили, что для успешного внедрения этих технологии важны инновации. Например, было выяснено, что распространение CCS снизится на 20%, если из модели изъять более рискованные варианты, в том числе новейшие

Рис. 3.5 Размещение технологий CCS по отраслям (по данным ©OECD/IEA, 2004⁵³).



мембраны и топливные элементы.

3.3 Улавливание CO₂ - предварительная готовность оборудования

Все больший интерес вызывают электростанции, спроектированные и построенные таким образом, чтобы впоследствии на них было бы удобно монтировать CO₂ улавливающее оборудование. Этот вариант получил название "Предварительная готовность к улавливанию". Поддерживает эту концепцию понимание того, что уже сегодня в строительство новых электростанций вкладываются и на протяжении следующих десятилетий будут продолжать вкладываться огромные средства, но на данный момент не существует рыночных механизмов, отсутствуют нормативные документы, которые бы стимулировали предприятия устанавливать CO₂ улавливающее оборудование. Следовательно, может получиться, что решения, принимаемые сегодня, могут обернуться слишком большими затратами при последующей установке такого оборудования, или такая установка окажется практически неоправданной.

Если строить уже сегодня электростанции с учетом необходимости улавливания, то должны приниматься решения, позволяющие в дальнейшем осуществлять удобное и с минимальными затратами переоснащение и монтаж оборудования, улавливающего CO₂. К таким решениям относятся:

52 *Перспективы улавливания и долгосрочного хранения CO₂ (CCS)*, IEA, Париж, декабрь, 2004.

53 Улавливание CO₂ в процессе выработки электроэнергии включает в себя попутное производство водорода.

- Расположение, где это возможно, электростанций вблизи объектов хранения CO₂ в геологических формациях.
- Обеспечение достаточно просторной территории при строительстве электростанции, чтобы в дальнейшем была возможность “вписать” модуль улавливания CO₂.
- Обеспечение достаточного пространства в здании самой электростанции, что в дальнейшем даст возможность смонтировать дополнительное количество труб, задвижек, и т.д., - всего, что необходимо для установки оборудования, улавливающего CO₂.
- В варианте улавливания “после сжигания”, проектировать паровой цикл с учетом оптимальной интеграции аминового скруббера, тем самым минимизируя потребление электрической энергии, необходимой для работы улавливающего оборудования.
- В варианте улавливания “до сжигания” делать выбор в пользу технологии газификации угля,

интегрированной с водо-газовым циклом и установкой сепарации CO₂ для того, чтобы минимизировать потери КПД.

На осуществление этих мер потребуются небольшие дополнительные капитальные затраты, если они (меры) будут предусмотрены на этапе проектирования.

В области сжигания пылевидного топлива, на таких электростанциях целесообразно добавить самые передовые на данное время технологии очистки дымового газа, хотя это не обязательно будет связано с выполнением экологических требований, так как они только формулируются на данный момент и не предусматривают таких высоких требований. Выгода заключается в том, что впоследствии не надо будет проводить реконструкцию такой электростанции, чтобы не допустить разложения аминовых абсорберов/фильтров, улавливающих CO₂. Такое разложение происходит в результате химической реакции между аминами с содержанием SO_x и NO_x в дымовых газах. Это будет более дорогостоящим мероприятием, примерно 10-15 млн. фунтов стерлингов на установку мощностью 500 МВт.

РЕЗЮМЕ

- CATs позволяют продолжать пользоваться преимуществами ископаемых видов топлива и одновременно осуществлять переход к низкоуглеродным энергетическим системам. CATs следует рассматривать как переходные технологии, которые могут продлить время перехода к действительно возобновляемым источникам энергии.
- CATs охватывают целый ряд вариантов снижения эмиссии CO₂ при сжигании ископаемых видов топлива. К ним относятся:
 - Более высокий КПД процессов преобразования, что дает снижение эмиссии CO₂ на 10-30%.
 - Перевод топлива на низкоуглеродные альтернативы, что дает снижение эмиссии CO₂ до 50% при переходе с угля на природный газ и 5-10% при замене ископаемого топлива на биомассу.
 - CCS, что дает снижение эмиссии CO₂ до 85%.
- CCS является наименее разработанной для промышленного применения технологией CATs, потому что в настоящее время отсутствуют проработанные механизмы, которые бы поощряли или предъявляли требования снижения высокого уровня CO₂, а в отсутствие таких механизмов CCS действительно требует высоких затрат. И тем не менее, многие из необходимых технологий в настоящее время уже существуют, но применяются в других отраслях.
- Имеется достаточное количество геологических формаций для долгосрочного хранения CO₂, что несомненно сыграет положительную роль в глобальном снижении эмиссии CO₂.
- Улавливание CO₂ при сжигании ископаемого топлива было уже осуществлено в промышленном масштабе в США, и они планируют проводить такого рода демонстрации в дальнейшем. В настоящее время также осуществляются несколько крупномасштабных опытно-промышленных проектов хранения, задача которых - подтвердить надежность долгосрочного хранения CO₂.
- CAT может играть важную роль в осуществлении задач, поставленных в Великобритании по снижению эмиссии CO₂. Исследования показывают, что их внедрение - очень непростая задача именно из-за того, что нет ясности, как будет идти развитие энергетических систем Великобритании в будущем. Масштабы внедрения также будут зависеть от направления экономического и социального развития, от цен на первичную энергию и от распространения других способов снижения эмиссии CO₂, таких как эффективность (КПД) конечного использования энергии.
- CCS и снижение эмиссии CO₂ сопоставимы с теми затратами, которые потребуются на освоение энергии ветра, энергетически емких с/х культур, с затратами, связанными с работой АЭС.
- Согласно большинству сценариев, размещение проектов CCS как средства снижения CO₂ в процессе производства электроэнергии и при производстве водорода, начнется между 2010 и 2020 годами, но если спрос будет высок, освоение начнется ближе к 2010 году.
- CCS хорошо вписывается в программу развития возобновляемых источников энергии: создаются резервные источники для непостоянно действующих источников энергии, таких как энергия ветра.
- CATs обладает потенциалом значительного снижения глобальной эмиссии CO₂. К 2020 году снижение выбросов с помощью CCS только на угольных электростанциях может составить до 6 Гт CO₂/год, или почти 20% от общего объема эмиссии, связанной с предприятиями энергетики.
- Проектирование и строительство электростанций, предварительно готовых к улавливанию, обеспечит условия для монтажа CO₂ улавливающего оборудования, когда возникнет необходимость. Капитальные затраты на строительство таких электростанций, предварительно готовых к улавливанию, увеличатся незначительно.

4. Техническое состояние предприятий Великобритании, имеющих отношение к CATs

В этой главе перечисляются отрасли промышленности Великобритании, которым предстоит участвовать в производстве и/или эксплуатации CATs, описывается, как они могут внести свой вклад, и что они могут получить от такого участия.

4.1 Связь CATs с функционированием промышленных предприятий Великобритании

Для небольших электростанций любые решения, который способствуют увеличению КПД преобразования, в том числе совместное сжигание, дадут свой положительный эффект, но большинство разработок в области CAT нацелены на крупные объекты потребления или преобразования ископаемого топлива. Из этого следует, что ключевыми отраслями, для которых разрабатываются CAT, являются электростанции и энергетика в целом. Однако к этому следует добавить, что концепция и разработки в области CAT должны также вызывать живой интерес у других отраслей промышленности. Например, технологии совместного сжигания касаются производителей и поставщиков энергетических культур, а в области газификации угля большая часть нынешнего опыта восходит к разработке технологий на предприятиях нефтепереработки. Более того, по мере своего становления, CCS будут нужны все в более широком диапазоне исполнительской квалификации, как для производства установок по выделению CO₂, так и по эксплуатации объектов геологического хранения.

Таблица 4.1 предлагает обширный, но не исчерпывающий, список отраслей промышленности, участие которых в разработке и промышленном

освоении CAT очень желательно, и указывает, как именно они могут быть задействованы.

Кроме того, большое количество предприятий поставляют этим отраслям ключевые компоненты или предоставляют им свои услуги, например, современные материалы, насосы и клапаны, датчики, катализаторы, оборудование для транспортировки топлива и очистки дымовых газов, специализированные реагенты, мембраны, и т.д.

Однако, разработка и промышленное освоение CATs означает больше, чем простое увеличение количества промышленных секторов, участвующих в работе крупной электростанции; велика вероятность, что этот процесс будет способствовать появлению новых деловых связей между этими группами. Например, в настоящее время общепринятая практика в энергетическом секторе состоит в том, что крупная компания-поставщик подрядяется спроектировать, построить и пустить в эксплуатацию электростанцию, а затем она передается в руки генерирующей компании. Этот генподрядчик мог выполнить весь объем требуемых работ сам, или приобрести часть оборудования у специализированного субподрядчика (например, котлы, паровые турбины, оборудование для транспортировки топлива). Этот порядок может измениться, если генерирующие компании решат перейти на какую-то из технологий CAT - газификацию угля или улавливание CO₂ путем очистки дымовых газов, или кислородное сжигание. Все это - химические процессы, с которыми генерирующие компании не знакомы. В этих условиях генерирующие компании могут посчитать необходимым связаться с другими предприятиями, которые знакомы с новыми технологиями, и договориться о том, чтобы они (другие предприятия) предоставляли им эти услуги. Например,

Таблица 4.1 Промышленные отрасли, которым предстоит участвовать в разработке и промышленном освоении CAT.

Отрасль промышленности	Участие
Операторы электростанций и операторы других крупных установок, где происходит сжигание (например, металлургические предприятия, нефтеперерабатывающие заводы, цементные заводы)	Участие в разработке технологий, чтобы быть грамотными покупателями и, в конечном итоге, приобрести и эксплуатировать оборудование/установку CAT.
Энергетические предприятия	Разработка технологий и поставка оборудования или как контракты "под ключ", или поставка основных блоков (например, котлов, газовых турбин, паровых турбин).
Разработчики технологических процессов	Разработка и поставка "под ключ" электростанций и других промышленных установок, где происходит сжигание, где предусмотрено использование CATs.
Поставщики ископаемого топлива	Передача ноу-хау и рабочих объектов для утилизации и/или хранения CO ₂ .
Шельфовые инженерные и обслуживающие компании	Проектирование, строительство и эксплуатация объектов для закачки CO ₂ .
Компании, занимающиеся транспортировкой электричества и газа	Разработка и эксплуатация комплексных систем, необходимых для внедрения CCS.
Разработчики проектов	Разработка комплексных проектов CAT, включая планирование, юридическую и финансовую экспертизу, управление финансами и проектом в целом.

химзавод или нефтеперегонный завод могут иметь у себя и эксплуатировать установку газификации угля, которую они завяжут в технологическую цепочку с имеющейся у генерирующей компании парогазовой турбиной и будут покупать дымовые газы буквально у себя под боком. Соответственно, воздухоразделительная установка (ASU), поставяющая кислород на кислородотопливную электростанцию, может являться собственностью и эксплуатироваться компанией, специализирующейся на очистке газов. Это именно та модель, по которой действовала металлургическая промышленность Великобритании, когда шел переход на новые технологии производства стали с использованием кислорода. Они покупали кислород от воздухоразделительных установок, которые находились тут же, на металлургическом предприятии, но являлись собственностью и эксплуатировались компанией, специализирующейся на поставках кислорода.

4.2 Наличие CAT-индустрии в Великобритании

В настоящее время в Великобритании генерирующие мощности, работающие на ископаемом топливе, вырабатывают примерно 55 ГВт электроэнергии, т.е. обеспечивают приблизительно 70% нашей потребности в электричестве. Следовательно, у наших генерирующих компаний имеется хороший потенциал проектирования и эксплуатации электростанций, сжигающих ископаемое топливо. Более того, некоторые из этих компаний (например, Scottish Power, International Power) имеют свои предприятия за рубежом, что позволяет им участвовать в научных исследованиях и разработках, проводимых в других странах, а также получать дивиденды в случае внедрения своих технологий за пределами Великобритании. Некоторые из таких организаций имеют собственную базу научных исследований и разработок в Великобритании, связи с поставщиками оборудования, и они уже сегодня принимают участие в разработке CATs, участвуя в программе CCT DTI.

В Великобритании есть также несколько крупных нефтеперегонных заводов, которые эксплуатируются транснациональными компаниями, в том числе BP, Shell, Conoco, а также другие крупные установки, где производится сжигание, такие как металлургические предприятия, цементные заводы, и все они могут пользоваться преимуществами CATs. В частности, нефтяные компании признали, что CATs могут открыть новые возможности для бизнеса, и они принимают активное участие в этом направлении - делают свои оценки и исследования. Характерным примером является проект по улавливанию CO₂ (CCP). Он осуществляется транснациональной компанией под руководством BP, в его рамках проводится программа по оценке и разработке вариантов, как по улавливанию

Огневой стенд Mitsui Babcock, предназначенный для отработки экологически чистых технологий сжигания. На нем проводились испытания по кислородному сжиганию пылевидного топлива (материал публикуется с разрешения Mitsui Babcock Energy).



CO₂, так и его хранению⁵⁴. Эта программа получила финансирование от Евросоюза, от Департамента энергетики США (DOE) и от правительства Норвегии.

Великобритания давно занимается разработкой и производством электростанций, у нас это крупная отрасль промышленности. К ней относятся крупные поставщики, такие как ALSTOM Power (электростанции "под ключ", паровые и газовые турбины) и Mitsui Babcock (признанный в мире поставщик промышленных котлов). Сюда также относятся компании, специализирующиеся в изготовлении отдельных компонентов, таких как вентиляторы, компрессоры, оборудование для перевалки угля и золы, насосы и запорная арматура, промышленные газовые турбины и много другой мелкой номенклатуры. Поиск, выполненный по заказу DTI⁵⁵, выявил более 600 компаний, которые связаны с энергетикой, а общее число занятых на этих предприятиях составляет около 150 000 человек. Помимо того, что эти предприятия обеспечивают внутренние потребности Великобритании, они имеют весомое присутствие на экспортных рынках, жизненно важных для CATs, наиболее важными из которых являются Китай и Индия.

Некоторые технологии CATs выходят за рамки чисто

⁵⁴ Более подробную информацию см. www.co2captureproject.org/overview/overview.htm

⁵⁵ Цепочка поставщиков /смежников для электрогенерирующей (на ископаемом топливе) отрасли Великобритании, S Harrison and M Holmes, Mott MacDonald, внутренняя презентация для DTI, 2002.

энергетики и включают в себя другие процессы, такие как газификация, каталитическое преобразование, производство водорода, химическая очистка и физическое разделение. Это относится к компетенции специалистов технологов, которые разбираются в вопросах интеграции массы и энергии и вносят свой вклад в оптимизацию работы электростанции. Такие специализированные организации выполняют детальное проектирование технологической установки, затем закупают у лучших мировых поставщиков агрегаты и комплектующие компоненты и осуществляют строительство и пусконаладочные работы. Великобритания стала международным центром консалтинга по вопросам технологического проектирования - у нас работают, как британские компании, так и крупные представительства международных фирм, таких как Foster Wheeler, Jacobs, Kellogg Brown and Root, Fluor, Amec и другие. Кроме того, у нас сильные специалисты по технологии воздушной сепарации - BOC и Air Products, а этот процесс является ключевым элементом нескольких CATs, таких как газификация угля и кислородное сжигание.

Производители ископаемого топлива несомненно заинтересованы в технологиях CATs: для них это шанс сохранить ископаемые виды топлива в низкоуглеродной экономике будущего, по крайней мере в период перехода на экологически более рациональные источники энергии. И у них есть свои практические наработки, и они также важны для внедрения CAT. Нефтяники и газовики лучше всех понимают процессы геофизики и геохимии. Они владеют соответствующими технологиями, которые нужны для выбора мест хранения CO₂ и эксплуатации таких хранилищ. У них также есть опыт транспортировки больших объемов газа. Некоторые из нефтяных компаний уже участвуют в проектах хранения CO₂ в геологических формациях. Примером самого долгосрочного хранения является проект Statoil's Sleipner, где в минерало-водоносный горизонт, находящийся над природным газовым резервуаром, закачивается ежегодно 1млн. т CO₂, выделяемого из природного газа. Недавно совместное предприятие In Salah Gas, где ведущим партнером является Бритиш Петролеум, начало осуществление подобного проекта на базе своего газового месторождения In Salah в Алжире. Шельфовые запасы Великобритании в Северном море являются основной рабочей площадкой для многих нефтяных и газовых компаний, в том числе BP и Shell. Топливные компании являются также потенциальными разработчиками/инвесторами проектов по выращиванию энергетических сельскохозяйственных культур и организации логистической цепочки, необходимой для совместного сжигания.

Производители нефти и газа пользуются услугами

целого ряда компаний, которые предоставляют услуги специализированного характера, такие как бурение, составление паспорта резервуара, разработка технологии добычи нефти, проектирование и строительство шельфовых установок, поставка специализированных реагентов. Эти компании могли бы выполнять те же функции и для объектов хранения CO₂. В Великобритании таких организаций не мало - они участвуют в разведке и добыче нефти и газа в Северном море.

Компании, специализирующиеся на транспортировке газа, в Великобритании этим занимается National Grid Transco, могут организовать строительство и эксплуатацию трубопроводов, необходимых для сбора и переброски CO₂ на объекты хранения. Это ключевой момент, т.к. транспортировка будет представлять собой очень важную функцию в организации работы объектов CCS. Компании, занимающиеся передачей электроэнергии на большие расстояния, могут также стать ключевыми игроками в создании инфраструктуры поставок водорода.

Наконец, успех проектов CAT будет зависеть от того, насколько полно они - проекты - будут соответствовать интересам и целям инвесторов, и в то же время отвечать задачам эксплуатационщиков. Великобритания по настоящему сильна во всех аспектах посредничества в вопросах разработки и финансирования проектов, поэтому она могла бы взять на себя роль лидера в организации проектов CAT, как в своей стране, так и в других странах.

4.3 Техническое состояние CAT-индустрии Великобритании

В предыдущем разделе было показано, что Великобритания имеет прочное присутствие во всех основных отраслях промышленности, которым предстоит участвовать в освоении CAT. Это обстоятельство создает определенное преимущество, позволяющее ей возглавить процесс внедрения этих технологий не только в своей стране, но и на ключевых экспортных рынках. Однако, существует два фактора, присущие этим отраслям, которые надо иметь в виду и учитывать при осуществлении Стратегии CAT:

- Многие из этих компаний субсидируются или непосредственно контролируются иностранными корпорациями
- Все большие объемы продукции производятся по лицензии на территории других стран.

Вопрос собственности на CAT-индустрию Великобритании

За последние десятилетия в энергетической отрасли произошли серьезные перемены, что привело к консолидации компаний и глобализации их

деятельности. В результате некоторые крупные генерирующие компании на территории Великобритании находятся в собственности иностранных компаний, а британским генерирующим компаниям принадлежат активы на внешних рынках. Так же обстоят дела и с производством энергетического оборудования: на территории Европы осталось только две корпорации, которые поставляют электростанции "под ключ", это ALSTOM Power и Siemens. Эти две корпорации вобрала в себя большую часть европейских проектных организаций и производств и сейчас имеют свои предприятия в нескольких странах, в том числе и в Великобритании, где осуществляют производство и восстановление паровых турбин, газовых турбин, аппаратуры автоматического контроля и управления. И наоборот, Rolls-Royce перевел производство своих газовых турбин промышленного назначения в Канаду, Mitsui Babcock, основной производитель котлов в Великобритании, находится в собственности Японии. Эти изменения в какой-то степени отражают положение дел в нефтегазовой промышленности, где степень консолидации уже сейчас высока, и в технологическом проектировании, в котором, как описано выше, ведущая роль принадлежит транснациональным консалтинговым компаниям.

При таком положении дел уместно задать вопрос, каким образом Великобритания сумеет извлечь выгоду, финансируя научные исследования и опытные разработки в области CATs, не считая прямой очевидной выгоды от стабилизации концентрации парникового газа на всем земном шаре. Есть опасение, что транснациональный характер и не-британская принадлежность некоторых ключевых участников приведут к тому, что эти выгоды достанутся зарубежным отделением компаний. Естественно, есть и другая вероятность - вероятность того, что выгоды могут развернуться и пойти в обратном направлении.

Абсолютной гарантии против "утечки" выгоды нет, но опыт последнего времени показывает, что такие приемы не характерны для этих компаний. Например, ALSTOM Power за последние пять лет вдвое увеличил свой главный технологический центр в Ветстоне. В настоящее время там работают более 350 инженеров и научных сотрудников. Кроме того, ALSTOM Power содержит полный штат проектировщиков-энергетиков в графстве Чешир. Другой пример: Mitsui Babcock действует как полностью автономное дочернее предприятие от японской группы Mitsui Engineering and Shipbuilding, имеет свои площадки в Великобритании - исследовательские лаборатории и опытные стенды в Ренфрю и проектно-конструкторское бюро в Кроли. Благополучие этих компаний зависит от инноваций, разрабатываемых в этих технологических центрах. Означенная тенденция перекликается с практикой организации работ крупнейших нефтяных компаний, таких как BP and Shell, которые содержат

исследовательские центры на территории Великобритании.

Местоположение действующих CAT-предприятий

В результате консолидации энергетической отрасли произошла рационализация производственных мощностей. Например, в настоящее время производственные предприятия ALSTOM Power и Siemens на территории Великобритании выпускают паровые турбины, небольшие газовые турбины и вспомогательное оборудование. Крупные газовые турбины, используемые в парогазовых установках для внутрициклового газификации угля, в Великобритании не производятся, как не производятся и крупные газогенераторы для таких парогазовых установок. Возникает вопрос, следует ли Великобритании сосредоточиться на тех элементах CATs, для которых у нас уже имеются производственные мощности.

Вторая тенденция в области производства более важна для британской Стратегии CAT. Это тенденция заключается в том, что на экспортных рынках принимающая страна желает увеличивать объемы производства на своей территории. Это особенно наглядно проявляется на двух целевых рынках Великобритании - в Китае и Индии. В ближайшие 20-30 лет их потребность может достичь 1000 ГВт, и они стремятся наращивать собственные производственные мощности. Соответственно, все большая доля британского экспорта в эти страны составляет передача технологий по лицензии и техническая поддержка. Например, за истекшие 12 месяцев Mitsui Babcock передал лицензий на строительство котлов общей мощностью 14 ГВт, и лишь 1 ГВт из этого объема будет физически сделан в Великобритании.

Эта тенденция скорее всего сохранится и в отношении CATs. Фактически, происходит то же самое, что уже прочно закрепилось в технологическом проектировании, где генеральный подрядчик (обычно тот, кто разрабатывает проект завода) закупает основные узлы и блоки от лучших мировых **Газовое месторождение In Salah в Алжире выделяет и закачивает на долгосрочное хранение около 1 млн. т CO₂/год. Для разработки методов мониторинга и контроля и обеспечения долгосрочной надежности хранения CO₂ необходимы крупномасштабные проекты (материал публикуется с разрешения In Salah Gas).**



Установки по отделению аминов

производителей. Это говорит о том, что Великобритании с ее признанным лидерством в области исследований, следует стремиться извлекать выгоду не только от того, что производится физически, но и используя свои права на интеллектуальную собственность. Индустрия Великобритании должна сосредоточиться на продуктах с высокой долей добавленной стоимости, таких как разработка новых технологий и специализированных компонентов, оборудование для управления и мониторинга процессов, программное обеспечение и принципиально новые материалы - короче говоря, построить экономику, в основе которой находятся знания.

В общем и целом, все эти тенденции указывают на то, что было бы просто неразумно сосредоточить Стратегию CAT на попытках создания новых продуктов с целью их производства в Великобритании. Энергетическое и технологическое проектирование все более активно использует всемирную базу снабжения с ее острой ценовой конкуренцией. Создание добавленной стоимости и богатства станет возможным тогда, когда мы будем владеть секретами проектирования и воплощения превосходных систем CAT, которые будут отвечать потребностям, как нашего внутреннего, так и внешних рынков.

4.4 Возможности создания новых предприятий

До сих пор в этом разделе речь, в основном, шла о действующих предприятиях, которые могли бы подключиться к CATs. Однако есть возможность создавать новые производственные и сервисные компании, особенно в области технологий улавливания и долгосрочного хранения (CCS), где просматривается солидный потенциал для инноваций. Например, для того, чтобы снизить затраты и повысить КПД улавливающих установок, требуются новые мембраны, химические абсорберы и катализаторы. Точно так же имеется потребность в более точных и менее затратных методах мониторинга режима работы геологических хранилищ CO₂.

Великобритания особенно сильна в оказании широкого спектра вспомогательных услуг, и CATs будут представлять еще один крупный сектор рынка для такого рода услуг. В дополнение к финансовым услугам, необходимым для осуществления CATs, понадобятся системы аудита и проверки для подтверждения декларируемых объемов снижения эмиссии CO₂ и для того, чтобы фиксировать и осуществлять торговлю углеродными квотами на этом новом растущем рынке. Необходимо также будет разработать ноу-хау для оценки и минимизации экологического воздействия других, парниковых газов CATs, а также сформулировать и применить нормативные режимы с целью контроля за

деятельностью этих объектов.

В университетах Великобритании имеется крепкая база в области исследования процессов сжигания ископаемых видов топлива, в области мембран и катализаторов, но в настоящее время лишь незначительная часть этих работ направлена на CATs. Британская геологическая служба также является мировым лидером в изучении вопросов хранения CO₂ в геологических формациях. Путем сотрудничества с программой Научных советов "На пути к экономике экологически безопасных источников энергии (TSEC)", с Британским центром научных исследований в области энергетики (UKERC) и с Британской научной ассоциацией по вопросам утилизации угля (BCURA), Программа CAT может способствовать формированию вновь создаваемых на этой основе компаний. Более того, демонстрационные проекты, предлагаемые в данной Стратегии, предоставят новым компаниям возможность приобрести практический опыт, перенять технологии и сервисные функции, необходимые для их становления и дальнейшей работы.

4.5 Факторы, влияющие на развитие стратегии CAT

В Великобритании имеется большая часть, если не весь объем специальных знаний, профессионального опыта и квалификации, необходимых для внедрения CATs, а также важнейшие физические ресурсы, такие как геологические формации для долгосрочного хранения больших объемов CO₂. То обстоятельство, что значительная доля промышленных предприятий находится в собственности зарубежных компаний, не должно стать препятствием к тому, чтобы Великобритания получала ощутимую выгоду от своих научно-исследовательских разработок, финансируемых из государственного бюджета. Как энергетическое, так и технологическое проектирование в настоящее время не может ограничиваться национальными рамками, и в процессе консолидации, который особенно активизировался в последнее десятилетие, были созданы компании с широкими международными интересами.

Наметилась важная тенденция - основные экспортные рынки для британской технологии стремятся наращивать объемы строительства мощностей у себя на местах, используя британские лицензии. Эта тенденция, скорее всего, будет наблюдаться и для CAT, поэтому необходимо, чтобы Великобритания получала отдачу от своих инвестиций в научные исследования. Надо будет сочетать лицензионную и консалтинговую работу, поставку специализированных компонентов и услуг.

Это показывает, что основное внимание в программе CAT должно быть уделено приобретению знаний и разработке компонентов и услуг с высокой долей

добавочной стоимости. Эта деятельность должна включать участие в двухсторонних или международных программах сотрудничества, но только тех, где цели и задачи соответствуют интересам и специальным знаниям Великобритании.

В Великобритании будут демонстрироваться только те технологии и процессы, которые впоследствии будут

использоваться у нас в стране. И наоборот, Великобритания может предложить свою территорию для организации демонстрационного проекта, финансируемого извне, но, опять-таки, сама Великобритании будет финансировать только те элементы такого проекта, которые соответствуют интересам и специальным знаниям Великобритании.

РЕЗЮМЕ

- Разработка и промышленное освоение CATs потребует участия многих секторов бизнеса, в том числе энергетическое и технологическое проектирование, электрогенерация, поставщики ископаемого топлива, шельфовые инженерные и обслуживающие компании, нефтепромысловые предприятия, геологические службы и разработчики проектов.
- Великобритания имеет прочное присутствие во всех этих отраслях, благодаря действующим на территории Великобритании транснациональным нефтяным компаниям, таким как BP и Shell, ведущим машиностроительным компаниям, таким как BOC и Rolls-Royce, международным компаниям по производству оборудования, таким как Mitsui Babcock и ALSTOM Power. Великобритания также сильна в области консалтинга по вопросам технологического проектирования и является центром оказания финансовых услуг.
- Великобритания также богата естественными резервуарами для долгосрочного хранения CO₂ в районе шельфовых разработок нефти и газа, а также в минерало-водоносных горизонтах.
- Имеется крепкая база для инноваций, для создания новых продуктов на основе мембранных технологий, специализированных реагентов, катализаторов, современных материалов и других новейших технологий.
- Лидерство Великобритании в вопросах снижения эмиссии CO₂ следует использовать для создания рыночных возможностей в плане промышленного применения CATs. Это станет своеобразным трамплином для освоения более крупных рынков, которые начнут появляться в других регионах, в частности, в развивающихся странах, по мере того, как будет разворачиваться и набирать скорость движение за снижение эмиссии CO₂.
- Некоторые зарубежные рынки захотят, по возможности, иметь собственное производство CATs. Поэтому индустрия Великобритании должна получать добавочную стоимость со своих инвестиций за счет консалтинговых услуг и продажи лицензий, а также за счет производства узкоспециализированных компонентов.

5. Возможности и ограничения

До сих пор в Стратегии говорилось о том, почему ископаемые виды топлива будут продолжать оставаться основным энергоносителем в мировом масштабе, по крайней мере, до 2050 года, а вероятнее всего и дольше, и поэтому, если считать, что для снижения эмиссии парникового газа нужно будет проводить эффективные меры глобального характера, потребуются CATs. Было также показано, что в Великобритании имеется крепкая промышленная база для развития CATs и перевода этих технологий на промышленную и коммерческую основу. Однако опыт показывает, что даже наличия большого перспективного рынка и наличия предприятий, которые готовы воспользоваться этим рынком, может оказаться недостаточно для достижения успеха. Для того чтобы обеспечить успех новой технологии, необходимо наличие других факторов. В данном разделе исследуются имеющиеся благоприятные факторы, которые могли бы способствовать тому, чтобы Великобритания стала активным мировым лидером в продвижении CATs. В данном разделе также рассматриваются факторы не технического характера, которые могли бы помешать внедрению CATs в Великобритании и в других странах.

5.1 Факторы, благоприятные для Великобритании

Задача, сформулированная в правительственном Отчете по энергетике (EWP), - сократить к 2050 году эмиссию двуокси углерода на 60% - имеет своей целью поощрять интерес британских деловых кругов к CATs, стимулировать их стремление выйти на лидерские позиции в вопросах борьбы с изменением климата. Можно возразить, что Великобритания могла бы не заниматься разработкой CAT, а просто покупать готовые решения, когда в них возникнет необходимость. Однако это будет означать потерю преимуществ, достоящихся первопроходцам. Быть первым - значит обеспечить индустрии Великобритании сильную позицию на рынке этих технологий. Кроме того, это бы означало потерю целого ряда деловых преимуществ и ресурсов, которые имеются в настоящее время у Великобритании. В частности, в Великобритании имеется:

- Мощный бизнес-потенциал для CATs, и не только производственный, но и в области разработки проектной документации, финансирования конкретных программ, составленных с учетом особенностей наукоемкой экономики.
- Значительное количество угольных электростанций и АЭС, которые в ближайшее десятилетие будут поставлены на реконструкцию или будут полностью заменяться новыми мощностями. Здесь просматривается благоприятная возможность для инвестиций в CATs.

- Геологические формации, пригодные для долгосрочного хранения CO₂, что предоставляет Великобритании идеальную возможность проводить демонстрации полной цепочки технологии улавливания и долгосрочного хранения CO₂.
- Мощный потенциал в области шельфовых технологий, добычи нефти и газа, геологических наук, необходимых для того, чтобы выполнять экспертную оценку, эксплуатацию и мониторинг объектов хранения CO₂.
- Инфраструктура для эксплуатации объектов хранения CO₂ в шельфовых формациях, созданная в свое время для добычи нефти и газа в Северном море.
- Потенциал использования CO₂ для повышения нефтеотдачи близких к истощению нефтеносных горизонтов в Северном море, что обеспечит определенный финансовый поток для частичного покрытия расходов, связанных с процессом улавливания и транспортировкой CO₂.
- Индустрия Великобритании находится в благоприятной ситуации, являясь поставщиком на ключевые рынки, например Китай, где возрастает спрос на ископаемые виды топлива, поэтому там нужны будут технологии снижения выбросов CO₂.

Вместе взятые, эти показатели дают Великобритании возможность возглавить переход от новаторских исследований к промышленному внедрению CATs. В частности, наличие мощной индустрии, связанной с сжиганием топлива, в сочетании с добычей нефти и газа, подземными резервуарами для долгосрочного

Совместное сжигание на электростанции E.ON в Кингснорте (Kingsnorth), Великобритания (материал публикуется с разрешения E.ON UK).



хранения, с возможностью организации хранения в шельфовых формациях - при таком сочетании факторов Великобритании оказывается в сильной позиции и может организовать на своей территории демонстрацию CCS в промышленном масштабе. Эти мероприятия можно будет использовать для демонстрации лучших британских технологий и для привлечения в Великобританию разработчиков самых прогрессивных технологий. Это также даст возможность британским сервисным компаниям приобрести непосредственный опыт внедрения и обслуживания технологий CCS.

5.2 Увеличение нефтеотдачи пластов (EOR)

Использование CO₂ для увеличения нефтеотдачи пластов в Северном море вызывает особый интерес как один из вариантов хранения CO₂ в Великобритании и поэтому заслуживает более подробного обсуждения. Перечислим следующие преимущества увеличения нефтеотдачи пластов, связанных с CO₂:

- Это обеспечит определенную финансовую отдачу в связи с дополнительными объемами добычи нефти, что частично покрывает расходы, связанные с процессом улавливания и транспортировкой CO₂.
- Закачивание CO₂ с целью увеличения нефтеотдачи пластов не запрещено Лондонским Соглашением или Соглашением OSPAR, а именно эти документы регулируют вопросы захоронения веществ в морских глубинах или на морском дне.
- Наоборот, складирование CO₂ на морском дне просто для долгосрочного хранения имеет больше ограничений согласно Лондонскому соглашению или Соглашению OSPAR, что препятствует использованию имеющихся в наличии нефте- и газодобывающих платформ и судов для этих целей.
- До окончания эксплуатации нефтяных промыслов в Северном море осталось совсем немного времени, поэтому надо успевать внедрять технологию увеличения нефтеотдачи пластов.

Осенью 2003 года в ответ на инициативы EWP состоялись консультации для производителей нефти по вопросам организации демонстрационных проектов использования CO₂ для увеличения нефтеотдачи пластов и их эксплуатационных характеристик. Это показало, что при уровне цен на нефть, официально выставляемом производителями, проекты EOR коммерчески невыгодны. Более того, было установлено, что предположительной стоимости проекта хранения CO₂, выполняемом EU-ETS (это единственный механизм, который могут использовать компании, занятые CCS, в качестве вознаграждения за снижение эмиссии CO₂), будет недостаточно, чтобы перекрыть финансовую разницу. Понятно, что эти

относительно низкие применяемые цены на нефть не претерпели значительных изменений, хотя рыночные цены на нефть значительно выросли за последние 12 месяцев. Очевидно, что предприятия должны иметь возможность видеть для себя долгосрочную перспективу, а относительно низкие применяемые цены на нефть в условиях, когда капитал ограничен, вполне подходят для оценки альтернативных инвестиционных возможностей.

В результате исследования вопроса внедрения технологии EOR возникло предположение, что проекты использования CO₂ для увеличения нефтеотдачи пластов должны получать поддержку через механизм особого налогообложения, подобно тому, что применяется в отношении нефтяников Северного моря. Эта точка зрения получила подтверждение от нескольких респондентов в ходе консультаций по вопросам CAT, и она оправдана по двум причинам:

- EOR поможет увеличить объемы нефти, добываемой с континентального шельфа Великобритании, получить больше выручки, сохранить рабочие места, повысить надежность обеспечения Великобритании нефтью.
- Технология EOR - это удобный способ стимулирования полномасштабного внедрения CCS.

Вопрос об изменении порядка налогообложения для компаний Северного моря выходит за рамки Стратегии CAT, он требует рассмотрения в более широком контексте всех возможных способов извлечения дополнительных объемов нефти, а также препятствий технического и коммерческого характера, влияющих на осуществление этой задачи. По инициативе PILOT⁵⁶ был создан аналитический центр для проработки проектов, реализуемых в районах, где отсутствует соответствующая инфраструктура. Задача аналитического центра - найти способы преодоления препятствий для продления рентабельной эксплуатации стареющих месторождений, и этот форум больше подходит для диалога между правительством и промышленными кругами на эту тему.

Однако Стратегия CAT признает необходимость рассмотрения других, более прямых механизмов поощрения технологий CCS, среди которых, конечно же, будут проработаны способы EOR.

5.3 Ограничения

В настоящее время имеется ряд препятствий, которые затрудняют внедрение CAT и которые должны быть рассмотрены в Стратегии CAT. Условно говоря, их можно разделить на препятствия финансового характера и препятствия нормативного характера.

56 PILOT является совместной инициативой между правительством и промышленными кругами на предмет обмена данными и опытом в области эксплуатации нефтяных и газовых континентальных шельфов с целью снижения затрат и повышения % готовности оборудования в Северном море.

Финансовые ограничения

Были выявлены три основных фактора, которые могут являться препятствиями для инвестиций в CATs:

- Отсутствие опыта работы с EU-ETS.
- Отсутствие определенности в применении рыночных инструментов/механизмов.
- Новые коммерческие отношения между производителями, перевозчиками и теми, кто готов заниматься долгосрочным хранением CO₂.

Отсутствие опыта работы с EU-ETS

EU-ETS является основным рыночным инструментом, цель которого - способствовать снижению эмиссии парникового газа в Европе. Поэтому важность этого механизма в поощрении инвестиций в CATs будет возрастать. Однако, хотя на данной фазе CCS не исключается из этой схемы, нет никаких согласованных протоколов по включению в нее вопросов по теме улавливания и хранения CO₂ (см. ниже: мониторинг и контроль), и поэтому потенциальные инвесторы не имеют опыта работы с этой схемой, не представляют, как она будет осуществляться в других странах-членах ЕС, и как будет производиться мониторинг и контроль деятельности в рамках этой схемы. Следовательно, они, вероятнее всего, будут воздерживаться от крупных инвестиций, таких, какие требуются для CATs, пока у них не появится больше доверия к этой схеме.

Отсутствие определенности в применении рыночных механизмов

Речь идет об отсутствии определенности в отношении к CATs как к одному из рыночных инструментов, предлагаемых для поощрения за снижение эмиссии CO₂. В настоящее время это, в основном, относится к Европейской схеме торговли углеродными квотами (EU-ETS), но может быть также применено к другим гибким механизмам Киотского протокола.

В рамках EU-ETS первоначальное размещение квот на эмиссию парниковых газов происходит по системе, согласно которой установки сжигания получают квоту, исходя из сложившегося в прошлом уровня эмиссии. Как раз сейчас подходит к завершению первый трехлетний период действия этих квот. Что касается следующего пятилетнего периода, нет ясности, чего ожидать после того, как будут сделаны инвестиции. Например, если генерирующая компания вкладывает средства в модернизацию котла, переводит его на более эффективный сверхкритический режим сжигания топлива и тем самым снижает эмиссию CO₂, значит ли это, что на следующем этапе осуществления схемы ETS для этой электростанции квота будет сокращена? С одной стороны, можно утверждать, что это нормальное бизнес-решение, и никаких

дополнительных льгот за снижение эмиссии CO₂ не положено, так как инвестиции были бы сделаны в любом случае, и поэтому не надо рассчитывать на поощрение от ETS. А с другой стороны, если продолжать выделять квоты предприятию, которое не проводит модернизацию своего оборудования, это можно рассматривать как дискриминацию в отношении тех операторов, которые делают инвестиции в CATs, а значит - в снижение эмиссии CO₂.

Такой же вопрос с выделением квот стоит и в отношении других технологий, таких как совместное сжигание, улавливание и долгосрочное хранение соединений углерода, и это также требует своего решения.

Новые коммерческие отношения

Это ограничение в основном относится к CCS, где размещение цепочки технологий улавливания, транспортировки и долгосрочного хранения будет означать возникновение новых деловых отношений между операторами крупных электростанций и перерабатывающих предприятий, компаниями, занимающимися транспортировкой, и разработчиками шельфовых месторождений. Понадобятся соглашения, где оговариваются доли рисков, как финансовых, так и операционных, которые должны взять на себя организации, не имевшие ранее опыта совместной работы.

Нормативные ограничения

Нормативные ограничения в основном касаются CCS и являются типичными для любых изменений технологической схемы:

- Нормативно-правовой режим.
- Мониторинг и контроль.
- Долгосрочное право собственности на хранимый CO₂.
- Планирование и получение санкций.

Нормативно-правовой режим

Большинство возможностей Великобритании для долгосрочного хранения CO₂ в геологических формациях расположено в районах шельфовых разработок. Нагнетание газа в такие хранилища ведется в соответствии с тремя соглашениями по защите морской среды от захоронения веществ. Это Конвенция 1972 года по предотвращению загрязнения морской среды в результате складирования отходов и других веществ (Лондонская конвенция), Протокол 1996 года к этой Конвенции и Конвенция 1992 года по защите морской среды северо-восточной части Атлантики (Конвенция OSPAR). Протокол 1996 имеет преимущество перед Лондонской конвенцией среди

участников, которые ратифицировали этот Протокол, но он еще не вошел в законную силу.

Однако Великобритания ратифицировала этот Протокол, и политика нашей страны - применять его положения. Для того чтобы выполнять свои международные обязательства, Великобритания будет стараться придерживаться того из указанных соглашений, которое окажется наиболее строгим.

За последний год Великобритания стала лидером по рассмотрению вопросов о размещении объектов хранения CO₂ в соответствии с этими соглашениями, и в результате было сформирована следующая позиция:

- утверждение, что хранение CO₂ в геологических формациях не подпадает под действие первоначальной Лондонской Конвенции, потому что там речь идет только о водной толще, является спорным;
- закачка CO₂ с целью увеличения нефтеотдачи пластов разрешена, как Конвенцией OSPAR, так и Протоколом 1996 года, т.к. оба документа разрешают размещение веществ "не просто как складирование отходов, а с иными целями";
- закачка CO₂ в глубоководные морские слои с шельфовых газовых и нефтяных установок для простого хранения будет считаться как захоронение отходов и поэтому, в целом, не будет разрешаться ни Конвенцией OSPAR, ни Протоколом 1996 года⁵⁷;
- OSPAR не препятствует закачке CO₂ с платформ, которые были специально построены для того, чтобы принимать газ из наземных газопроводов и с помощью форсажного давления закачивать его в глубоководные морские слои;
- протокол 1996 года не препятствует хранению в глубоководных морских хранилищах, в которые есть доступ лишь с берега, и которые допускают прямую закачку посредством трубопровода.

С одной стороны, это дает зеленый свет проектам по закачке CO₂, но эти же документы ограничивают деятельность, которая может оказаться не на пользу окружающей среде в целом. Вполне очевидно, что при разработке этих соглашений не имелась в виду эмиссия CO₂ и, соответственно, потребность закачки CO₂ в геологические формации. Например, в соглашениях ничего не говорится о вредном влиянии, которое оказывает на морскую среду увеличение концентрации атмосферного CO₂ в виде окисления

57 Закачка CO₂ осуществленная Норвежским проектом Sleipner не запрещена OSPAR или Протоколом 1996 года, потому что это сделано в рамках процесса извлечения водорода, а значит имело место "размещение веществ с иными целями".

58 *Разработка инструкций по мониторингу, составлению отчетности и верификации процесса улавливания и долгосрочного хранения CO₂ согласно нормативам EU-ETS*, (Отчет DTI URN 05/583), январь 2005. (www.dti.gov.uk/energy/coal/cfft).

59 Бар - единица давления, равная 105 Паскалей, нормальное атмосферное давление примерно 1,01 бар

океана. Следовательно, важно достичь договоренности между странами-участницами Конвенции OSPAR и Протокола 1996 года, рассмотреть поправки, в которых прописать вопросы хранения CO₂ и проработать общие положения, охватывающие санкционирование и регулирование деятельности, связанной с CCS. Правительство Великобритании уже начало этот процесс.

Будет необходимо просчитать все затраты на энергию и на экологические мероприятия, а также отдачу по каждому из рассматриваемых вариантов, чтобы определить отрицательные последствия и, соответственно, меры по их смягчению.

Мониторинг и контроль

Рыночные инструменты, такие как EU-ETS, требуют применения процедур мониторинга и контроля, с тем, чтобы страны-участницы предоставляли точные отчеты по объемам своих эмиссий относительно имеющихся у них квот. В этом отношении уже установлены стандартные процедуры для установок сжигания, где в основу положены или количество сожженного топлива, или прямой мониторинг топочных газов. Такие договоренности соответствуют потребностям CATs за исключением CCS, где нужны дополнительные меры, чтобы учесть потенциальные потери CO₂ во время транспортировки и в процессе закачки, а также утечку во время хранения.

Великобритания инициировала разработку такого рода процедур мониторинга и контроля, возглавив группу стран-членов ЕС, созданную спонтанно с целью разработки проекта рекомендаций в сотрудничестве с Европейской Комиссией. Недавно был опубликован отчет⁵⁸ по результатам изучения ключевых вопросов, где также предложены возможные варианты их решения, и в настоящее время ведется дальнейшая работа по созданию проекта протокола по вопросам мониторинга и контроля. Великобритания также активно участвует в разработке рекомендаций по составлению инвентарного перечня эмиссий, что позволит включить установки CCS в национальные инвентарные списки парникового газа. Эти списки должны пройти согласование в 2006 году.

Долгосрочное право собственности на хранимый CO₂

Закаченный в геологические формации газ CO₂ будет храниться там под давлением примерно в 60-100 бар⁵⁹, и хотя он будет постепенно растворяться в грунтовых водах, а в конечном итоге будет связан в результате реакций минерализации, в течение нескольких столетий будет сохраняться вероятность утечки. Отсюда возникает вопрос о том, в чьей долгосрочной собственности будет находиться объект хранения, и какая организация будет обязана

предпринимать меры по возмещению ущерба в случае, если произойдет утечка.

Было высказано предложение, что после определенного, заранее обговоренного периода времени, право собственности будет передаваться от компании-оператора к государству. Один из таких вариантов - передача будет происходить после того, как хранилище наполнилось, изолировано и вышло на стадию долгосрочного мониторинга. В пользу этого аргумента говорит то, что любая коммерческая организация, рано или поздно, прекращает свое существование, что в любом случае необходимо определить продолжительность коммерческой ответственности. В принципе, такая постановка вопроса может оказаться приемлемым вариантом при условии, что передача права собственности не разрушит рынок для других механизмов снижения эмиссии CO₂. Необходимо, чтобы любое такое решение принимало во внимание имеющиеся договоренности о выполнении других долгосрочных обязательств.

Планирование и получение санкций

Процесс получения разрешения у плановых и санкционирующих органов на эксплуатацию таких промышленных хранилищ, как на материковой территории Великобритании, так и в районе шельфов, уже хорошо отработан, и для многих CATs уже имеется полный пакет разрешительных документов. Однако CCS поднимает новый вопрос относительно получения санкций на объекты хранения. Как уже было сказано, такая система должна будет соответствовать требованиям OSPAR и Лондонской Конвенции, а также ожиданиям общественности Великобритании. В частности, понадобится разработать стандарты, с помощью которых будет вестись отбор подходящих для хранения геологических формаций и мест их расположения с тем, чтобы риск утечки был минимальным. Понадобится также разработать стандарты, которые будут регулировать все работы на объекте хранения, например, обеспечение герметичности в процессе эксплуатации.

Великобритания инициировала работу в этом направлении: выполнила анализ пробелов в существующей нормативной базе⁶⁰. Эта работа будет продолжена: будет создана рабочая группа под эгидой DTI с привлечением организаций, отвечающих за разработку и соблюдение нормативных требований, которая займется разработкой дополнений к существующей нормативной базе.

⁶⁰ "Анализ пробелов в нормативной базе по вопросам улавливания и хранения двуокиси углерода в Великобритании": Т Dixon (DTI) и М Anderson (Агентство Экологии), внутренний документ DTI - задание для Форума CSLF по вопросам законодательного, нормативного и финансового регулирования, июнь 2004, и "Рассмотрение нормативных вопросов относительно проектов улавливания и хранения двуокиси углерода" - отчет о выполнении задания CSLF LRF на совещании министров, Мельбурн, сентябрь, 2004.

Аэродинамический стенд для испытаний газовых турбин ALSTOM Power, находится в Испытательном Центре Whittle, Whetstone, Великобритания (материал публикуется с разрешения ALSTOM Power Ltd).



Общественное мнение

Надо понимать, что в Стратегию CAT следует включить мероприятия, направленные на формирование общественного мнения о CATs в целом и на разъяснения, почему эти вопросы так важны. Роль Правительства заключается в том, чтобы состоялся диалог между разработчиками технологий, их пользователями, другими заинтересованными сторонами, включая местные органы управления, организации, отвечающие за разработку и соблюдение нормативных требований, общенациональные и местные средства массовой информации и неправительственные организации (НПО). Диалог со всеми заинтересованными сторонами должен включать в себя обмен информацией о том, как продвигается разработка технологий, каковы выгоды и последствия CATs, обмен мнениями относительно мест их размещения.

5.4 Оборудование, предварительно готовое к улавливанию

Вышеперечисленные ограничения означают, что в ближайшем будущем CCS будут размещаться только в отдельных секторах. Однако в Главе 2 было отмечено, что в предстоящие 10 лет будет построено большое количество новых электростанций и других энергопреобразующих предприятий. Например, ожидается, что только в Индии и в Китае к 2010 году будет построено новых генерирующих мощностей суммарной мощностью 200 ГВт. Эти новые мощности будут эксплуатироваться в течение 40-60 лет, и именно от них во многом будет зависеть, как пойдет процесс снижения эмиссии CO₂.

Хотя в нынешних рыночных условиях было бы не

реально ожидать, что в ближайшие 5-10 лет большинство этих новых предприятий будут оснащены оборудованием для улавливания CO₂, важно обеспечить возможность установки такого оборудования на этих предприятиях в более отдаленном будущем. Отсюда возникла идея при проектировании оборудования включать вариант "предварительная готовность к улавливанию", который обеспечит оптимальные показатели при эксплуатации таких предприятий (Раздел 3.3).

Демонстрация в Великобритании концепции предварительной готовности электростанции к улавливанию обеспечит два положительных момента:

- Поможет Великобритании продемонстрировать выгоды такого решения другим странам, в частности, тем развивающимся странам, которые планируют строительство большого количества генерирующих мощностей, работающих на ископаемых видах топлива, и таким образом убедить их, что в своих заказах на проектирование электростанций им следует включать вариант "предварительная готовность к улавливанию".
- Усилит позицию Британских предприятий-разработчиков проектов, предварительно готовых к улавливанию, как для заказчиков в самой Великобритании, так и для экспортных клиентов.

РЕЗЮМЕ

- Великобритания имеет ряд преимуществ, за счет которых она занимает ведущую позицию в разработке CATs и может получать коммерческие и социальные выгоды от реализации этих технологий. К этим преимуществам относятся:
 - Решимость Правительства Великобритании стать во главе движения за снижение эмиссии CO₂ должна стать фактором скорейшего создания внутреннего рынка для CATs
 - Крепкая промышленная база для создания CATs и перевода этих технологий на промышленную основу
 - В самом ближайшем будущем открывается рыночная возможность - значительное количество угольных электростанций и АЭС будут заменяться новыми мощностями или будут поставлены на реконструкцию
 - Геологические формации для долгосрочного хранения CO₂ превращают Великобританию в идеальную площадку для демонстрации технологии улавливания и долгосрочного хранения CO₂
 - Мощный потенциал в области шельфовых технологий, добычи нефти и газа, геологических наук, необходимых для того, чтобы выполнять экспертную оценку, эксплуатацию и мониторинг объектов хранения CO₂
 - Имеется инфраструктура для эксплуатации объектов хранения CO₂ в шельфовых формациях, образованная ранее в процессе добычи нефти и газа в Северном море
 - CO₂ может быть использован для искусственного поддержания продуктивности нефтеносных горизонтов в Северном море, которые близки к истощению, что обеспечит некоторую финансовую отдачу для частичного покрытия расходов, связанных с технологиями CCS
 - Индустрия Великобритании находится в благоприятной ситуации, являясь поставщиком на ключевые рынки, например в Китай, где возрастает спрос на ископаемые виды топлива и нужны будут технологии снижения выбросов CO₂
- На реализацию проектов CATs, в частности CCS, влияет ряд факторов финансового и нормативного характера, в том числе:
 - Финансовые факторы:
 - отсутствие опыта работы со схемами торговли эмиссионными квотами
 - отсутствие определенности в применении рыночных механизмов
 - новые коммерческие отношения между производителями, перевозчиками и операторами, готовыми заниматься долгосрочным хранением CO₂.
 - Нормативные факторы:
 - Нормативно-правовой режим.
 - Мониторинг и контроль.
 - Долгосрочное право собственности на хранимый CO₂.
 - Планирование и получение санкций.
- В Стратегию CAT следует включить мероприятия, направленные на формирование общественного мнения о CATs в целом и на разъяснения, почему так важны эти технологии.
- Проектирование оборудования, предварительно подготовленного к улавливанию, - это, в основном, определенная пространственная конфигурация, и при строительстве новой электростанции будет означать лишь незначительное увеличение стоимости, но в дальнейшем значительно снизит стоимость установки оборудования, предназначенного собственно для улавливания. Великобритания должна оказывать поддержку демонстрационным показам этой концепции, способствовать ее всемирному распространению и помогать Британским производителям продвигать такие электростанции, как у себя в стране, так и на экспортных рынках.

6. Обоснование и цели Стратегии CAT

В этой главе приводится логическое обоснование, с какой целью правительство поддерживает работу над технологиями CATs, объясняются цели стратегии, проводимые мероприятия и объемы поддержки, необходимой для обеспечения эффективной программы CAT.

6.1 Роль DTI в поддержке CATs

В предшествующих разделах было показано, каким образом CATs могут внести существенный вклад в снижение CO₂ по схеме, предложенной EWP, а также стать частью предполагаемых акций Б8, направленных на глобальное снижение CO₂. Однако не только этим объясняется правительственная поддержка инновациям CAT. Как и другие правительства во всем мире, правительство Великобритании поддерживает технические новшества там, где частные организации не могут инвестировать достаточно средств в НИОКР из-за рыночной невостребованности или системных ошибок⁶¹. Есть ряд факторов, которые мотивируют и доказывают необходимость такой поддержки CATs⁶²:

- Неспособность рынка в полной мере оценить важность снижения эмиссии CO₂.
- Утечка выгоды к конкурентам из других стран.
- Барьеры на пути эффективного сотрудничества различных отраслей и ведомств.
- Неопределенность нормативно-правовой базы

Неспособность рынка

Формирование рыночных цен на сокращенные эмиссии CO₂ находится в настоящий момент на начальном этапе, а схема торговли эмиссионными квотами (EU-ETS) начала осуществляться с 1 января 2005 года. Согласно этой схеме, первоначальные объемы квот будут иметь рыночную стоимость, которая не полностью отражает социальные затраты, связанные с изменениями климата. Меры, введенные в Великобритании, такие как Renewables Obligation при производстве электричества и освобождение от налога CCL для эффективно работающих ТЭЦ, не распространяются на CATs. Следовательно, нет такого механизма, который бы обеспечивал компенсацию за недостаточное вознаграждение, которое будет получено в результате внедрения CATs, а это препятствует притоку инвестиций в их развитие.

Для усиления рыночных механизмов потребуется какое-то время, потребуется проработка международных договоренностей. Поэтому пока нужна адресная поддержка CATs.

61 Конкуренция в Глобальной Экономике: Проблемы Инноваций, DTI, Декабрь 2003 (www.dti.gov.uk/innovationreport).

62 Зеленая Книга, бонитировка и оценка в центральном правительстве, Приложение 1, стр. 51-52 Казначейство Ее Величества.

Перетекание прибыли

Энергетические предприятия являются международными по своему характеру, и большинство CATs будут выходить на международный рынок. В этих условиях наработки, полученные в результате научных исследований в одной организации, неизбежно станут достоянием других участников процесса, и часть прибыли достанется другим организациям. В принципе, учитывая, что ключевым получателем CATs будут развивающиеся страны, такое "перетекание" пойдет только на пользу. Но потеря прибыли дело весьма тонкое, т.к. по прогнозам рынка CAT будут иметь долгосрочный характер, особенно если речь идет о варианте долгосрочного хранения (CCS). При таких обстоятельствах фирмы не будут торопиться вкладывать свои собственные финансовые средства в рискованные виды исследований.

Препятствия для эффективной координации

Для того, чтобы полностью получить преимущества, связанные с CATs, нужно будет организовать сотрудничество и координацию деятельности широкого круга промышленных и коммерческих организаций, в том числе предприятий, занятых в энергомашиностроении, электрогенерации, химическом машиностроении, в производстве химических веществ и соединений, разработчиков технологических процессов, предприятий, добывающих нефть и газ, разработчиков и производителей нефтегазовой техники, и т.д. К таким организациям относятся и крупнейшие транснациональные компании, и предприятия малого и среднего бизнеса, которые образовались на базе исследовательских учреждений и университетов. Правительственная поддержка может понадобиться для того, чтобы содействовать программам совместной деятельности таких организаций.

Нормативная неопределенность

В настоящее время многие промышленные предприятия считают CATs высоко рискованными. Частично это объясняется тем, что не проработаны рыночные механизмы, но также это связано с целой гаммой нормативных, правовых, политических и социальных неопределенностей. Один такой пример - как рассматривается вариант совместного сжигания в рамках Обязательств использования возобновляемых источников энергии в производстве электричества начиная с 2015 года. Другой пример - вариант модернизации оборудования электростанции с целью увеличить эффективность генерации, и как это увязать с положениями EU-ETS.

Однако самые большие неопределенности связаны с более отдаленными технологиями CCS. Здесь

выявляются несколько факторов, в том числе:

- Отсутствие согласованных нормативов и стандартов на лицензирование объектов долгосрочного хранения CO₂.
- Вопрос, кто является собственником хранилищ CO₂, и кто будет нести юридическую ответственность за их эксплуатацию.
- Правовой статус хранилищ CO₂ и его соответствие национальным и международным нормам права в части, определяющей порядок утилизации отходов.
- Необходимость обеспечить политическую поддержку и общественное одобрение технологиям улавливания и хранения углерода (CCS).
- Каково будет политическое решение относительно альтернативных технологий, таких как атомная энергия.

Великобритания уже сейчас занимает передовые позиции в решении многих из этих проблем; например, организуются дискуссии в рамках Соглашения между Лондоном, Осло и Парижем (OSPAR) для предприятий и организаций по вопросам содержания и обслуживания хранилищ CO₂, расположенных в глубинных водоносных горизонтах. При этом Евросоюзу отводится функция контроля и мониторинга, в соответствии с EUETS, а IPCC будет разрабатывать методики инвентаризации и учета количества хранимого парникового газа. Однако эти процессы необходимо детализировать, и на это потребуется время.

6.2 Задачи Стратегии

Ниже перечислены основные положения, которые следуют из предыдущих глав, дают логическое обоснование инновационной программе CAT и задают общее направление развитию:

- Большинство прогнозов говорит о том, что ископаемые виды топлива будут продолжать удовлетворять большую долю мирового спроса на энергоносители, по крайней мере, до 2050 года (например, по расчетам IEA⁶³ - в 2030 году эта доля составит более 80%).
- Учитывая такую зависимость от ископаемого топлива, для снижения эмиссии CO₂ понадобится масштабное внедрение CATs. В частности, для обеспечения значительного снижения эмиссии CO₂ с целью стабилизации концентрации парникового газа, а значит для противодействия изменениям климата, необходимо будет применять технологии CCS.
- Природный газ и уголь будут основным топливом на крупных промышленных установках, предназначенных для сжигания, где в первую очередь предполагается использование CATs. Уголь

будет являться предпочтительным топливом в странах Северной Америки и ведущих развивающихся странах (Китае и Индии), а газ будет основным топливом в Европе и некоторых странах с переходной экономикой. Поэтому необходимо, чтобы были варианты применения CAT для технологии сжигания, как газа, так и угля. Надо отметить, что многие варианты этой инновационной технологии подходят для обоих видов топлива.

- Помогая сохранить уголь в топливном балансе, улавливание и долгосрочное хранение CO₂ способствует надежности и диверсификации источников энергии.
- В области проектирования имеет место мощная синергия. Например, предварительная подготовка современного оборудования, где уже сегодня используются высокие технологии, к улавливанию является существенным шагом на пути внедрения в более отдаленном будущем технологии CCS, как на тех объектах, которые предназначены к капитальной реконструкции, так и на вновь вводимых в строй мощностях. Сверх того, совместное сжигание биомассы может еще более снизить уровень эмиссии CO₂ на уже действующих и вновь вводимых в строй предприятиях.
- Великобритания имеет мощную базу - технические новинки, возможности зрелого бизнеса, природные ресурсы - все, что необходимо, чтобы стать лидером в разработке CCS.
- Лидерство в развитии технологий снижения эмиссии CO₂ хорошо согласуется с задачей, которая была сформулирована в EWP: Великобритания должна продемонстрировать международное лидерство в области смягчения последствий изменения климата, и эта миссия получила дополнительный импульс в 2005 году, когда наша страна председательствовала в Большой Восьмерке и объявила проблему изменения климата приоритетной.
- Лидерство в области CATs обернется реальным преимуществом на этапе, когда эти технологии начнут осваиваться в промышленном масштабе и выходить на внутренний и внешние рынки.
- CATs получили международное признание как технологии, которые могут внести серьезный вклад в снижение эмиссии CO₂, связанной с эксплуатацией объектов энергетики, поэтому было бы правильно, чтобы к инициативам Великобритании присоединялись другие страны, а Великобритания, в свою очередь, принимала участие в основных зарубежных мероприятиях.
- Рыночные механизмы поощрения снижения эмиссии CO₂ только начинают формироваться, но в настоящее время они не вполне отражают экономическое и социальное значение получаемых

63 Обзор Мировой Энергетики 2004, IEA, Париж, Ноябрь 2004.

результатов.

- Имеется ряд нерешенных вопросов финансового и нормативного характера, вследствие чего инвестиции в CATs и особенно в технологии CCS в настоящее время являются очень рискованными.
- Следует исследовать, какое влияние оказывают CATs на окружающую среду, с тем, чтобы избежать или смягчить возможное негативное воздействие.
- Необходимо формировать общественное мнение о потенциальной роли технологии CCS как способе борьбы с изменениями климата, публично обсуждать моменты, вызывающие озабоченность.

Руководствуясь вышеперечисленными факторами, было решено, что общая цель Стратегии CAT должна формулироваться следующим образом:

Добиться, чтобы Великобритания играла ведущую роль в разработке и промышленном освоении технологий снижения эмиссии углерода, которые могут обеспечить значительное и экономически целесообразное снижение эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива.

6.3 Действия

Для достижения этой цели нужно наметить блок мероприятий, поддерживаемых правительством, в том числе:

Действие	Цель
1. Поддерживать исследования, разработки и демонстрационные показы CATs.	Разрабатывать и демонстрировать передовые проекты CAT и оборудование с улучшенными эксплуатационными и экономическими характеристиками.
2. Поддерживать демонстрационные показы электростанций, предварительно готовых к улавливанию CO ₂ .	Привлекать внимание к этим технологиям, популяризировать концепцию, тем самым оказывать содействие их промышленному внедрению по всему миру. Обеспечить промышленности Великобритании роль ведущего разработчика ноу-хау и производителя специализированного оборудования по улавливанию и хранению углерода.
3. Поддерживать демонстрационные показы объектов хранения CO ₂ .	Создать структуру, в рамках которой будет осуществляться выдача разрешений и лицензий на объекты хранения углерода, демонстрация их надежности и долговечности, формирование общественного мнения, что CCS - это один из способов снижения эмиссии CO ₂ .
4. Привлекать другие страны к разработкам и демонстрационным показам CATs на территории Великобритании.	Распределить между несколькими странами расходы, связанные с демонстрационными показами, привлечь в Великобританию разработчиков передовых технологий.
5. Содействовать и поддерживать участие Великобритании в международных проектах в области разработок и демонстрационных показов CATs на территории других стран.	Предоставить возможность Британскому бизнесу приобрести опыт за счет участия в лучших и наиболее подходящих зарубежных проектах.
6. В ходе анализа программы, занимающейся проблемами изменения климата, рассмотреть возможные варианты поощрения самого первого в Великобритании объекта улавливания и хранения углерода промышленного масштаба.	Исследовать экономические и рыночные последствия альтернативных мер поощрения первых промышленных объектов улавливания и хранения углерода (CCS).
7. Содействовать накоплению и передаче знаний и ноу-хау, приобретаемых в ходе работ по инновационным технологиям CAT, как в Великобритании, так и за рубежом, предприятиям и другим организациям, участвующим в промышленном освоении этих технологий.	Способствовать расширению границ знаний о CATs, помочь бизнесу Великобритании получить максимальную выгоду от предоставления своего оборудования и услуг, которые позволят значительно понизить уровень эмиссии CO ₂ , особенно в развивающихся странах.
8. Быть лидером в подготовке национальной и международной нормативной базы и рыночных механизмов, необходимых для поддержки CATs.	Позаботиться, чтобы промышленное освоение CATs не тормозилось из-за непроработанной или не вполне подходящей нормативно-правовой базы.
9. Постоянно информировать общественность, стимулировать проведение дебатов о роли CATs в смягчении последствий изменения климата.	Предоставлять широкой общественности и тем, от кого зависит принятие решений, информацию, необходимую для сопоставительной оценки CATs и других вариантов снижения эмиссии.
10. Разработать и постоянно обновлять сводную картосхему развития технологий CATs в Великобритании.	Обеспечить инструмент, с помощью которого осуществление Британской программы CAT в целом, и выполнение ее конкретных мер в частности, будет отслеживаться ежедневно.

Взаимоотношения и связь между этими мероприятиями проиллюстрированы на рис. 6.1. Показано, как конкретные действия ведут к достижению конечной цели - промышленному освоению CCS. Однако, как уже говорилось в Главе 3, другие аспекты CATs - увеличение КПД и совместное сжигание - также работают на эту цель, поэтому исследования и разработки по этим направлениям будут приносить побочные преимущества. Например, одной из тем исследований будет увеличение КПД при сжигании ископаемых видов топлива, преобразование (например, в электрическую энергию) и демонстрационный показ электростанций, предварительно готовых к улавливанию CO₂.

(Действие 2). Необходимо, чтобы эти исследования проводились на самых современных установках с высоким КПД. Повышение эффективности само по себе обеспечит реальное снижение эмиссии CO₂ и позволит Британским производителям оборудования предлагать самые передовые технологии на ключевые растущие рынки, такие как Китай и Индия. Точно так же добавление биомассы в современную камеру сжигания означает немедленное снижение эмиссии CO₂, а в сочетании с CCS можно получить еще более значительное сетевое сокращение эмиссии CO₂ по сравнению с вариантом, когда CCS применяется на станции, работающей исключительно на ископаемых видах топлива.

Подобно предыдущей программе CFF, программа CAT задумывалась так, чтобы отвечать требованиям промышленности, чтобы коммерческие организации подавали заявки на частичное финансирование проектов из правительственных фондов, возможно, в сотрудничестве с университетами и другими

исследовательскими и опытно-конструкторскими организациями. Так что осуществление вышеперечисленных действий будет зависеть от желания промышленных предприятий направлять свои ресурсы на ту работу, которая им ближе. Прием заявок будет производиться по широкому спектру специализированных направлений, что даст возможность промышленным предприятиям предлагать такие направления работ, которые бы максимально отражали именно их технические и коммерческие преимущества. Однако, как было сказано выше, Программа ставит своей целью восполнить явные пробелы, такие как рыночная невостребованность и системные ошибки, которые затрудняют освоение CATs. Поэтому ожидается, что в заявках будет отражены именно эти аспекты в дополнение к тому, что считается обычной деятельностью компаний по развитию своего бизнеса.

Стратегия CAT отличается от предыдущей программы Экологически чистые угольные технологии (CCT) тем, что она предусматривает поддержку демонстрационным проектам. Сюда относятся, в сочетании с исследованиями и разработками (Действие 1), технологии предварительной готовности к улавливанию (Действие 2) и долгосрочное хранение CO₂ (Действие 3) вместе с проработкой возможных вариантов поощрения первых объектов улавливания и хранения углерода промышленного значения. (Действие 6). Причиной тому является факт, что как технологии улавливания, так и технологии хранения углерода достигли уже такой стадии, что для их дальнейшего технического развития становятся важными демонстрационные показы, а также проработка некоторых факторов не технического характера, которые могут стать барьером на пути к

Рис. 6.1 Связь между различными видами деятельности, из которых сформирована программа инновационных CATs



промышленному освоению (Раздел 6.1). Более того, такие демонстрационные показы придадут еще большую весомость ведущей роли Великобритании в области борьбы с парниковым газом и смягчения последствий изменения климата.

Необходимо дополнить это технологическое развитие исследованиями, которые расширят рамки наших знаний о CATs. Эта работа уже ведется: выполняются Договоренности IEA, охватывающие создание Центра чистых угольных технологий и Программу исследований парникового газа. DTI поддерживает обе эти инициативы, получает отдачу от камеральных исследований и накапливает объемы информации, которую поставляют оба этих проекта. Кроме того, что мы имеем доступ к результатам исследований, нам также необходимо проводить собственные исследования в тех областях, которые отражают условия, характерные именно для Великобритании, или в тех областях, которые не представляют интереса для других членов IEA. В дополнение к этому, существует необходимость распространять приобретаемые знания и ноу-хау, чтобы они эффективно использовались при разработке новых технологий снижения эмиссии CO₂. Таким образом, сформулировано Действие 7: накапливать, координировать и распространять знания, помогая тем самым углублять и расширять наше понимание CATs.

Действие 2 направлено на демонстрацию технологий предварительной готовности оборудования к улавливанию CO₂ (Разделы 3.3 и 5.4), так как это считается наименее затратным способом продвижения CCS на сегодняшнем этапе - то, что можно с малыми затратами осуществить уже в ближайшие 3-4 года.

Демонстрационные показы электростанций, предварительно готовых к улавливанию, являются важнейшей частью глобальной Стратегии значительного снижения эмиссии CO₂. Потому что в ближайшие 5-10 лет будут вкладываться огромные инвестиции в строительство новых электростанций, которые будут работать на ископаемом топливе, но не будут оснащены технологиями CCS. Маловероятно, что эти электростанции с проектным сроком службы 40-60 лет будут выводиться из эксплуатации досрочно, особенно в развивающихся странах, где капитал ограничен. Поэтому важно, чтобы эти новые мощности были в состоянии принять новый вариант - CCS - за приемлемую цену и без ощутимой потери производительности. Меры, необходимые для того, чтобы электростанция, работающая на угле или природном газе, была предварительно готова к улавливанию, не требуют огромных дополнительных капитальных вложений (Раздел 3.3), но рынки Великобритании и большинство других рынков в настоящее время не подают сигналов, что пора строить электростанции, предварительно готовые к

улавливанию CO₂.

Пока неясно, какой тип демонстрационных показов предварительной готовности к улавливанию следует поддерживать (улавливание после процесса сжигания, улавливание до процесса сжигания, или улавливание при кислородно-топливном сжигании). Это решение станет известно по завершению детальной оценки проектов, которая ведется в настоящее время при поддержке DTI - проводится последний раунд приема заявок в рамках программы ССТ. Оно также будет зависеть от мнения тех предприятий, чьи технологии предлагают наивысший рыночный потенциал, как в Великобритании, так и в других странах.

Предлагается также поддерживать демонстрационные показы объектов хранения CO₂ (Действие 3). Для Великобритании это важно, потому что приобретается опыт, ноу-хау в области проектирования, получения разрешительных документов, разработки нормативов и мониторинга хранилищ. Это также даст дополнительную возможность перепроверить долгосрочную надежность геологического хранилища и сформировать в Великобритании общественное доверие к CCS как к одному из способов снижения эмиссии CO₂. На сегодня пока неясно, в какой форме должна проводиться такая демонстрация. Можно проводить ее совместно с демонстрационным показом предварительной готовности электростанции к улавливанию или как отдельный проект, если найдется менее дорогой источник CO₂. Это может быть полномасштабный проект (скажем, 0,5-2 млн. т CO₂/год) или проект поменьше, возможно, расположенный в прибрежном районе. Важный момент: такие демонстрационные показы являются как бы продолжением и дополнением к собственно реализуемым проектам и к демонстрационным показам в других регионах мира - демонстрируется использование других геологических формаций, дополнительных методов мониторинга, более обильный инструментарий для проверки прогнозов математических моделей о движении углекислого газа.

Исследование мер поощрения первых промышленных предприятий улавливания и хранения углерода (Действие 6) имеет большое значение для поддержки тех предприятий Великобритании, которые отважились участвовать в процессе инноваций, для поддержки поступательного движения процесса в целом. Следует особо подчеркнуть ведущую роль Британского бизнеса, как во внедрении, так и в управлении этой цепочкой технологий. Есть намерение примерно к 2010-2012 году проработать меры поощрения промышленных энерго-генерирующих предприятий, оснащенных технологиями улавливания CO₂, соответствующими средствами его транспортировки и хранения. Полномасштабная демонстрация улавливания CO₂ -

комплект оборудования для улавливания, система трубопроводов для транспортировки CO₂ на объект хранения - потребует значительных объемов поддержки, но сам проект может внести весомый вклад в снижение эмиссии CO₂ в Великобритании порядка 0.5-2.0млн. т. CO₂/год. Эта работа будет составной частью Анализа программы предотвращения изменения климата (Climate Change Programme Review). В этом исследовании также будет выясняться, какие дополнительные меры понадобятся для приведения объектов хранения CO₂ в соответствие с нормативными и законодательными требованиями (Раздел 5.3).

В настоящее время CATs вызывают значительный интерес во всем мире, и важно постоянно иметь перед глазами общий расклад сил - как деятельность Великобритании встраивается в общую мировую картину. С этой целью Действие 10 предусматривает разработку и постоянное обновление сводной картосхемы выполнения программы CAT. Она обеспечит четкость и прозрачность такого видения, станет хорошим путеводителем, как для участников программы, так и для DTI. Одним из элементов этого Действия станет публикация ежегодных отчетов, в которых будет освещаться статус технологий и ход выполнения стратегии.

6.4 Масштаб

Стратегия CAT будет охватывать все виды ископаемого топлива. Предполагается, что это позволит перевести энергосистемы Великобритании на природный газ и в то же время обеспечит развитие технологий для Британских экспортных рынков, т.к. ожидается, что некоторые из этих рынков (например, Китай и Индия) будут, в основном, использовать для своих электростанций уголь. Хотя настоящая Стратегия сосредоточена на эмиссии CO₂ от источников генерации электроэнергии, другие промышленные предприятия, такие как металлургические комбинаты, цементные заводы и т.д., также являются источниками значительных объемов эмиссии. Технологии CCS, в частности, те, которые осуществляют улавливание после процесса сжигания, будут столь же применимы к этим предприятиям, как и к предприятиям энергетики. Поэтому Стратегия будет реагировать на инновации CATs, которые будут направлены на аналогичные разработки для печей и топков крупных предприятий не только в электрогенерации, но и в других отраслях тоже.

Стратегия направлена на сокращение эмиссий CO₂. Она не рассчитана на поддержку разработок, направленных на сокращение других видов эмиссий (например, NO_x, SO_x, твердых частиц, ртути, и т.д.), связанных со сжиганием ископаемого топлива. Эти

эмиссии представляют собой задачу на самое ближайшее будущее, и разработки в этом направлении ориентируются на сегодняшние и завтрашние стандарты и нормативы (например, Директива ЕС по крупным установкам сжигания). Однако для эффективной работы некоторых технологий улавливания CO₂ требуется, чтобы эмиссии других веществ были ниже определенного, установленного нынешними нормативами уровня (например, аминная очистка газов требует, чтобы содержание SO_x было сведено до уровня промили). Поэтому работы по самым новейшим методам десульфуризации топочных газов, как составная часть разработок в области CATs, будут охватываться данной стратегией.

В целом, действия, включенные в Стратегию CAT, формулируются в достаточно общих терминах, нет жесткого предписания их конкретных целей. Например, не прописана подробная формулировка тем НИИОКР (Действие 1), нет указаний на то, какие именно типы демонстрационных проектов будут считаться предпочтительными. Это объясняется, в частности, тем, что Программа CAT задумывалась так, чтобы реагировать на предпочтения промышленности. Другая причина - надо, чтобы окончательный выбор был сделан с учетом тех работ, которые еще будут выполнены в рамках последнего раунда осуществления программы ССТ. Тем не менее, подаваемые в этом раунде заявки будут рассматриваться через призму определенных критериев, и наиболее вероятными среди них будут такие:

- Потенциальная способность индустрии Великобритании освоить такую технологию.
- Потенциал рынков Великобритании и международных рынков.
- Связь с разработками и демонстрационными показами в других странах, относительное позиционирование.
- Экономическая осуществимость.

В Главе 3 было показано, что разработка технологий транспортировки, хранения и использования водорода тесно связана с CATs, потому что ископаемое топливо является технически доступным и экономически привлекательным методом производства водорода. Создание топливных элементов также связано с CATs, так как их можно встраивать в долговечные электростанции высокой производительности (например, концепция тройного цикла с использованием топливных элементов, газовые и паровые турбины). Но водород и топливные элементы уже включены в отдельные инициативы DTI, поэтому работы конкретно по этому направлению не предусматриваются Программой CAT. И, тем не менее,

если в каких-то проектах, разрабатывающих CATs, будут содержаться ссылки на топливные элементы и водород, все это будет охвачено Программой CAT. Например, исследования на тему: встраивание топливных элементов в новейшие энергетические циклы или совместное производство электричества и водорода в газификационной установке.

6.5 Подземная газификация угля

В программу CFF была включена оценка подземной газификации угля (UCG). Она показала, что технология настолько продвинулась вперед, что по экономическим параметрам ее вполне можно сравнить с классической угледобычей, но для того, чтобы добиться значительного снижения эмиссии CO₂, внедрять ее надо в сочетании с CCS. В этом контексте, нагнетание CO₂ в прилегающие пласты угля дают, помимо долгосрочного хранения CO₂, дополнительное преимущество: интенсивное извлечение метана из угольных пластов (ECBM). Работы компании BGS выявили, что в прибрежных зонах имеются значительные запасы угля (около 17 млрд. т), пригодных к подземной газификации угля (UCG), а также, вероятно, громадные запасы в континентальном шельфе (например, в южной части Северного моря). Данная стратегия не рассматривает подземную газификацию угля в качестве особого варианта CAT, но отмечает, что UCG получит определенные преимущества, как и газификация других ископаемых видов топлива (например, IGCC), от разработки CATs в целом. Кроме того, программа CAT будет продолжать отслеживать ход развития ключевых вспомогательных технологий, таких как направленное бурение и ECBM. Первоначально внимание будет сосредоточено на ТЭО подземной газификации угля (Действие 5 и 6), которое выполняется Herriot-Watt University, и которое частично финансируется DTI.

6.6 Связь с программами Научного совета

Программа TSEC финансируется Советом по вопросам исследования природной среды (NERC), научно-исследовательским Советом по машиностроению и физике (EPSRC) и Советом по экономическим и социальным исследованиям (ESRC). Её задача - продвигать научные разработки, выводить их на технологически обоснованный уровень, и это касается как технологий использования возобновляемых источников энергии, так и традиционных энергетических технологий. Недавно в Великобритании в рамках TSEC был создан Британский центр научных исследований в области энергетики (UKERC) для координации исследований, которые получают поддержку от Научного совета. Это было сделано с тем, чтобы выстроить системный подход к НИОКР и

скоординировать разнообразную исследовательскую деятельность под эгидой вновь создаваемой Сети национальных исследований в области энергетики (National Energy Research Network). Программа TSEC располагает бюджетом в 28 млн. фунтов стерлингов, из которых 12 млн. фунтов стерлингов направляется на финансирование UKERC, а остальное - на поддержку работы, проводимой Научными Советами, которая дополняет работы, проводимые UKERC. Утилизация углерода - это одна из широких тем, которой занимается TSEC, а CCS - это одна из обозначенных технологий.

Миссия UKERC - способствовать пониманию того, как сделать энергетическую систему экологически надежной, социально приемлемой, и чтобы она обеспечивала потребности в энергии безопасным и экономически доступным образом. Основные усилия будут направляться на обработку статистической документации, которая рассматривает энергетическую систему как целое - анализ спроса, предложения, инфраструктуры и взаимодействие между этими элементами. Вероятно, сюда же будет входить анализ того, как в среднесрочной и долгосрочной перспективе технологии CCS и ископаемые виды топлива вписываются в энергетику Великобритании.

Консорциум университетов выступил перед TSEC с программой создания британского центра улавливания и долгосрочного хранения углерода (UKCCSC). Миссия UKCCSC заключается в том, чтобы способствовать пониманию того, что можно развести ранее считавшиеся неразрывно связанными понятия: сжигание ископаемых видов топлива и эмиссия углерода; что появилась возможность улавливания и долгосрочного хранения углерода; за счет этого Великобритания может создать такую энергетическую систему, которая способна поддерживать экологическое равновесие, будет социально приемлемой и будет удовлетворять спрос на энергию доступно и без риска. Здесь тоже, по всей видимости, основная нагрузка, по крайней мере в первое время, будет приходиться на теоретические исследования факторов, влияющих на продвижение, в том числе общественное признание CCS, на выбор мест размещения потенциальных объектов долгосрочного хранения, на экономический анализ процесса хранения с дальнейшим использованием углерода для целей EOR, а также на ограниченный объем работ по технологии улавливания.

EPSRC также индивидуально поддерживает инновации в области энергетики, что способствует появлению новых, более долгосрочных исследований и разработок. Области исследований, относящиеся к данной стратегии, включают в себя (с указанием сумм выделяемых грантов):

- традиционные технологии генерации электричества

(2,5 млн. фунтов стерлингов);

- сжигание, в том числе чистое и эффективное использование углеродных видов топлива (12 млн. фунтов стерлингов);
- угольные технологии (0,2 млн. фунтов стерлингов);
- извлечение нефти и газа (2,8 млн. фунтов стерлингов).

Поддержка Научного совета направляется в университеты, то есть на фундаментальные исследования, а программа НИИОКР в рамках Стратегии CAT будет поддерживать промышленную деятельность. Очевидно, эти две программы будут пересекаться между собой, и могут происходить накладки, поэтому важно постоянно осуществлять межпрограммную координацию.

6.7 Другие финансирующие организации

Другие организации Великобритании, которые могли бы участвовать в поддержке инноваций CATs, в частности, CCS, включают в себя региональные агентства развития (RDAs), административные органы, центры поддержки, такие как Шотландский Энергетический институт промежуточных технологий и Британская Ассоциация исследований в области утилизации угля. Важно задействовать эти организации по всему спектру видов деятельности, связанных с развитием CATs и переводом их на коммерческую основу. Это и станет главным направлением работы в нескольких разделах этой стратегии.

6.8 Поддержка CATs Евросоюзом

Британские организации, занимающиеся наукой и бизнесом, также имеют доступ к механизмам поддержки исследований в рамках Евросоюза. Инновации CATs в Евросоюзе финансировались из бюджета Генеральной Дирекции по науке через рамочные программы (FP). В основном, это были работы по улавливанию и долгосрочному хранению углерода. По программе FP5 Евросоюз выделил 16 млн. евро на девять проектов, общие затраты которых составили более 30 млн. евро, в том числе два проекта по улавливанию CO₂, шесть проектов по долгосрочному хранению и мониторингу и один Tematic Network. Во многих проектах участвуют организации Великобритании, а лидером и координатором всей сети (CO₂Net) является британское малое предприятие.

Программа FP6, осуществляемая в настоящее время, направляет особые усилия на то, чтобы набралась критическая масса исследований по ключевым направлениям, а для этого надо сконцентрировать и

объединить усилия всех государств-членов. Одно из таких ключевых направлений является улавливание и долгосрочное хранение углерода, и ресурсы здесь сконцентрированы на ограниченном количестве приоритетных областей:

- Улавливание CO₂ после сжигания.
- Улавливание CO₂ до сжигания.
- Геологическое хранение CO₂.
- Химическая минеральная секвестрация CO₂.

На сегодня Евросоюз финансирует пять проектов в этой области на общую сумму 35 млн. евро. В конце 2004 года завершился очередной прием заявок по следующим темам:

- Улавливание CO₂ и производство водорода из газообразного топлива.
- Мониторинг и сертификация хранилищ CO₂, обустроенных в геологических формациях.
- Подготовка к серийному производству H₂ из декарбонизированного ископаемого топлива, в том числе из CO₂ находящихся на хранении в геологических формациях.
- Передовые технологии отделения CO₂.
- Картирование потенциальных мест геологического хранения CO₂ с указанием источников CO₂ и точек закачивания.
- Координация и увязывание в странах Евросоюза в единую сеть всех видов деятельности по улавливанию и долгосрочному хранению CO₂.

Кроме того, Евросоюз объявил о водородной программе под названием HuroGen. С декабря 2004 года можно предлагать демонстрационные программы производства водорода из ископаемого топлива с использованием технологий CCS. На выполнение программы HuroGen предусматривается бюджет в 1,3 млрд. евро, при этом примерно половина этих средств поступит из бюджетов Рамочных программ (Framework Programmes). Цель HuroGen - продемонстрировать экономическую целесообразность совместного производства водорода и электричества на основе декарбонизированного ископаемого топлива и апробировать нормативную базу, необходимую для безопасного и надежного хранения CO₂ в геологических формациях.

Глядя в будущее, Евросоюз продолжает уделять большое внимание наращиванию исследований в Европейских странах и увеличению "критической

массы" программ и рабочих групп, чтобы довести их число до такого же уровня, как в Северной Америке и Японии. Это будет сделано за счет увеличения бюджетов и за счет более эффективной координации и сотрудничества программ, осуществляемых в отдельных странах ЕС. В области CATs ЕС профинансировал конкретную акцию (FENCO), чтобы выработать механизмы и наметить программу действий по усилению сотрудничества в области научных разработок по ископаемому топливу. Этот проект нацелен на сотрудничество на правительственном уровне, инициаторами являются Министерство Труда и экономики Германии и DTI. Ожидается, что скоро начнется осуществление второго этапа FENCO, этапа Согласованных действий, с участием 14 стран ЕС во главе с Германией, Великобританией и Нидерландами. Это поднимет сотрудничество на новый уровень, при этом ставится задача наметить совместные программы и проекты в рамках ERA-NET. Первоначально FENCO должна добиться устойчивого взаимопонимания участников по приоритетам исследований и разработок в области CATs.

Наряду с правительственными инициативами, Европейские промышленные круги, в том числе компании из Великобритании, совместно с другими заинтересованными участниками осуществляют создание Европейской технологической платформы в области CAT и экологически чистой энергии. В результате будет выработан План европейских стратегических исследований и соответствующий документ: Стратегия внедрения. Оба документа будут во многом связаны со следующей Рамочной программой Евросоюза (FP7), которая должна стартовать в 2006 году.

6.9 Международное сотрудничество

Разработка CATs является стратегией, которую Великобритания не предполагает выполнять в одиночку. У Великобритании нет для этого ресурсов, и в любом случае Великобритания не сможет преподнести миру готовое решение, т.к., если разрабатывать и внедрять CATs только "по-британски", это может не подойти остальным странам. Международное сотрудничество является важным элементом Стратегии.

Ряд стран уже начал или планирует начать развивать собственные программы CAT, в частности, технологии CCS. Кроме того, было создано несколько транснациональных групп по разработке технологий CCS, включая Лидерский форум по секвестрации углерода (CSLF), Программа научных исследований парниковых газов IEA (Greenhouse Gas R&D Programme) и Проект по улавливанию CO₂ (CCP). Важно, что Великобритания вносит посильный вклад в

работу этих организаций и имеет уже разработанные механизмы, которые помогут наиболее полно использовать полученные результаты. Подтверждением этому является тот факт, что два из Мероприятий, намеченных в рамках стратегии (Мероприятия 4 и 5) посвящены интенсификации такого сотрудничества.

Мероприятия, намеченные в рамках стратегии, на рисунке 6.2 были проранжированы в зависимости от следующих факторов:

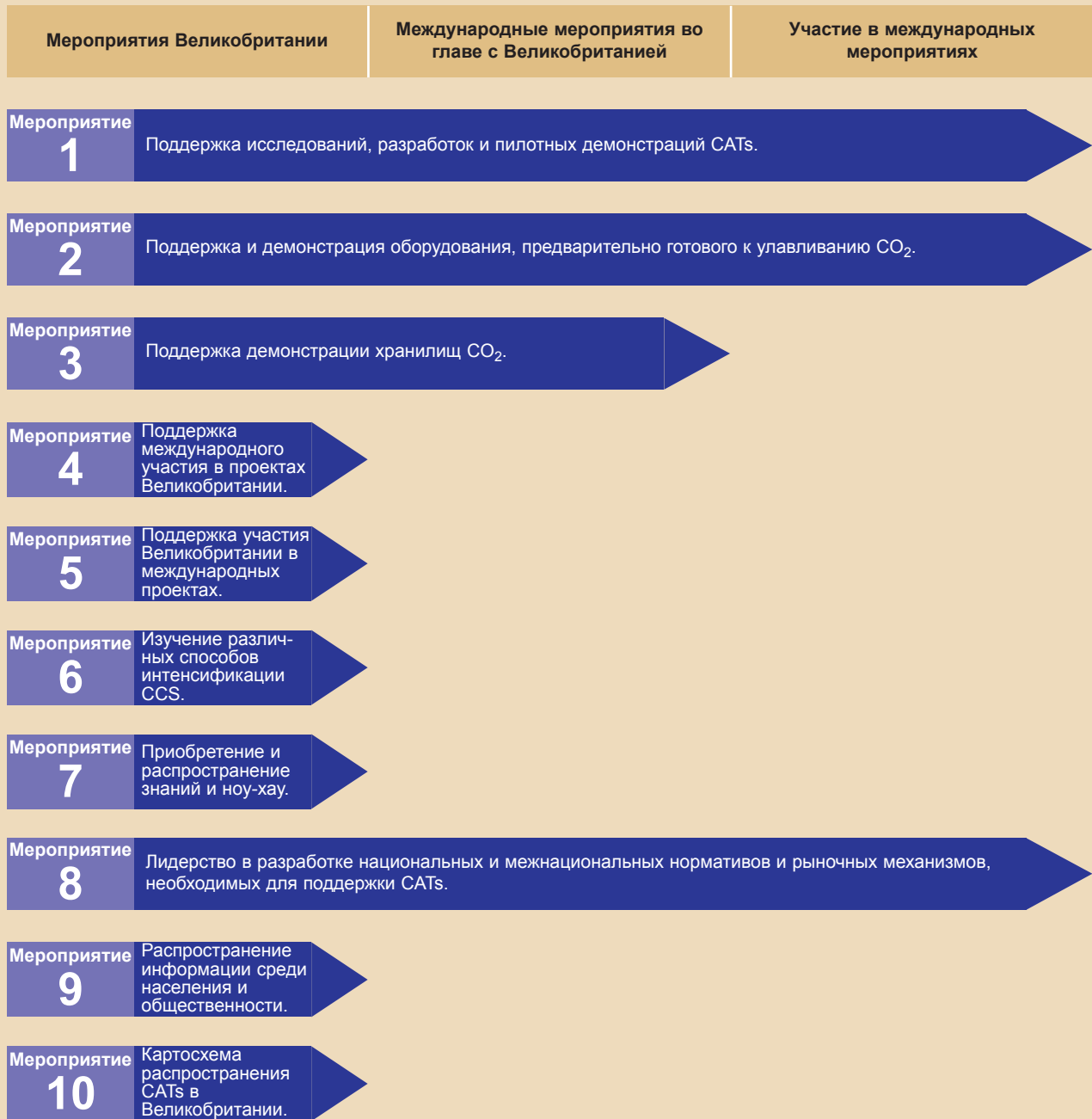
- являются ли они в основном потребностью Великобритании и/или у Великобритании есть достаточный ресурс и лучше, если мы будем вести работы самостоятельно (UK Action);
- являются ли они важной потребностью Великобритании и также представляют собой международную важность (Международное мероприятие, возглавляемое Великобританией);
- было бы полезно, но Великобритания не располагает ресурсом, чтобы возглавить (участвовать в международной акции).

Мероприятие 1 - научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы проходят через все три категории, т.к. вполне вероятно, что часть работ будет лучше выполнить исключительно для Великобритании (например, проектные исследования для объектов улавливания и долгосрочного хранения углерода, расположенных на территории Великобритании). Другая работа может представлять международный интерес и только выиграет от более широкого круга участников. Точно так же, пока не будут более точно определены варианты демонстрации готовности к улавливанию (Мероприятие 2), нет ясности, следует ли это мероприятие выполнять исключительно силами Великобритании или через какую-то форму международного сотрудничества.

Мероприятие 3 - демонстрация хранения CO₂ - важно для того, чтобы Великобритания приобрела собственный опыт ведения этого процесса и для того, чтобы общественность страны приобрела уверенность в CCS. Поэтому демонстрации следует проводить на территории Великобритании, хотя международное участие может оказаться выгодным.

Мероприятия 4-7 и 9-10 касаются осуществления стратегии CAT и завязаны на объемах работ, которые будут предприниматься Великобританией. Однако Мероприятие 8 связано с международными правовыми и нормативными аспектами, с международными рынками, поэтому осуществление следует вести совместными усилиями. Великобритания будет выполнять свою часть в этих мероприятиях и принимать на себя роль ведущего, когда на это будут соответствующие умения и ноу-хау.

Рис. 6.2 Степень международного сотрудничества, предполагаемого в каждом из десяти блоков мероприятий, осуществляемых в рамках Программы CAT.



РЕЗЮМЕ

- Чтобы привлекать инвестиции в CATs нужна поддержка правительства, т.к. рыночные способы вознаграждения за снижение эмиссии CO₂ еще находятся в зачаточном состоянии и в настоящее время не дают справедливой экономической и социальной оценки за достигнутые показатели снижения. Более того, существует ряд сбоев системы и неопределенностей, требующих своего решения, поэтому в настоящее время инвестиции во многие CATs сопряжены с высоким риском.
- Логическое обоснование стратегии CAT строится на следующих факторах:
 - Ископаемые виды топлива будут продолжать удовлетворять большую долю мирового спроса на энергию, по крайней мере, до 2050 года.
 - Следовательно, потребуется широкомасштабное размещение CATs, в частности CCS, для того, чтобы снизить эмиссию CO₂ до такого уровня, который позволит стабилизировать концентрацию CO₂ в атмосфере.
 - Природный газ и уголь будут основными видами топлива, используемым для генерации электричества и в других крупных установках сжигания, поэтому надо, чтобы CATs были пригодны, как к сжиганию газа, так и угля, если необходимо получить максимальный эффект в глобальном масштабе.
 - За счет сохранения угля в топливном балансе Великобритании технология CCS также способствует национальной безопасности и диверсификации энергетических источников Великобритании.
 - У Великобритании имеется крепкая база: технические знания, возможности бизнеса, природные ресурсы - все необходимое, чтобы стать флагманом в освоении CCS.
 - Ведущая роль в разработке CATs хорошо согласуется с целью EWP: Великобритания должна продемонстрировать мировое лидерство в борьбе за смягчение последствий изменения климата.
 - Лидерство в освоении CATs дает значительные преимущества первого пользователя.
 - Для того, чтобы активизировать инвестиции в CATs, требуется правительственная поддержка, потому что рыночные механизмы вознаграждения за снижение CO₂ пока развиты слабо.
 - Необходимо разрешить неопределенности финансового и нормативного характера, из-за которых в настоящее время инвестиции в CATs связаны с высокой степенью риска.
 - Необходимо донести до общественности суть и потенциальное значение CCS в контексте борьбы за сохранение климата.
- Цель Стратегии CAT сформулирована следующим образом:

Обеспечить лидерство Великобритании в разработке и промышленном освоении CAT, в результате чего можно будет добиться значительного - и по доступной цене - снижения эмиссии CO₂ при использовании ископаемого топлива
- Главные направления Стратегии:
 - Оказывать поддержку исследованиям, разработкам и демонстрации CATs.
 - Оказывать поддержку демонстрации технологий улавливания CO₂ и электростанций, предварительно готовых к улавливанию.
 - Оказывать поддержку демонстрации хранилищ CO₂.
 - Способствовать международному сотрудничеству в области разработки и демонстрации CATs.
 - В рамках Анализа программы предотвращения изменений климата (Climate Change Programme Review) изучить возможные меры, способствующие активизации процесса промышленного внедрения технологий CCS на территории Великобритании.
 - Способствовать накоплению и распространению среди деловых кругов знаний и ноу-хау, относящихся к инновациям CATs, как в Великобритании, так и за ее пределами.
 - Инициировать у себя в стране и за ее пределами процесс разработки нормативной базы и рыночных механизмов, необходимых для поддержки CATs.
 - Вести просветительскую работу и стимулировать дебаты о роли CATs в смягчении последствий изменения климата.
 - Разработать сводную картосхему будущего размещения установок CATs в Великобритании и затем регулярно ее обновлять.
- Программа CAT будет согласовываться с другими видами работ в области CAT, которые получают поддержку Научных советов и с деятельностью вновь созданных комитетов и региональных агентств развития.
- Стратегия CAT наметила ряд направлений деятельности, которые желательно осуществлять в рамках международного сотрудничества, и ряд направлений, которые будут осуществляться собственно в Великобритании. По мере возможности в рамках выполнения Программы CAT будет поощряться и поддерживаться международное сотрудничество.

7. Реализация Стратегии

В Главе 6 дано обоснование, почему для развития CATs необходима поддержка правительства, там же поясняются цели новой Стратегии, её масштаб, временные рамки и виды деятельности. В этой Главе рассматриваются способы её осуществления - менеджмент, мониторинг, вопросы организационного характера и ресурсы. Рассматривается также вопрос о том, как данная Стратегия должна перекликаться с другими видами правительственной поддержки CATs.

7.1 Организация и руководство Программой CAT

Общее руководство

Программа будет работать, по крайней мере, в течение десяти лет, начиная с апреля 2005, и по истечении пяти лет будет выполнен полный ее анализ. На втором году будет произведена оценка Программы с конкретной целью: рассмотреть варианты демонстрационных проектов, включая объекты, предварительно готовые к улавливанию, а также хранилища CO₂.

Поддержка научным исследованиям и конструкторским разработкам будет направляться через Технологическую программу⁶⁴ DTI под руководством Совета по технологической стратегии (TSB). Приглашения к сотрудничеству в исследованиях в рамках Технологической программы объявляются дважды в год. Технологическая программа DTI охватывает все технологии, а те технологии, по которым прием заявок объявляется отдельно, будут определяться Советом TSB. Проекты, поддержка которых будет осуществлена согласно условиям последнего раунда осуществления программы CFF, сфокусированы на CATs и будут рассматриваться как переходный мостик к новой Программе CAT.

Другие виды деятельности в рамках Программы CAT будут управляться специализированной структурой CAT под руководством ACCAT. Важно отметить, что Программа задумывалась так, чтобы отвечать

Стратегия рассмотрит применение CCS и для других источников значительных объемов эмиссии CO₂, таких как металлургические комбинаты, цементные заводы и нефтеперерабатывающие заводы (с разрешения Coqus).



⁶⁴ Более подробную информацию см. www.dti.gov.uk/technologyprogramme/

требованиям промышленности, поэтому не содержит жестких предписаний, какие именно работы будут получать поддержку. Скорее наоборот, Стратегия намечает широкий спектр направлений и предоставляет возможность промышленным предприятиям и научному сообществу предлагать инновационные проекты. Вместе с тем, ожидается, что в заявках будут отражены одно или несколько направлений, обозначенных в Стратегии CAT.

Структура CAT, которая функционирует при DTI, будет конкретно отвечать за оперативный, ежедневный менеджмент Программы CAT. Среди других видов деятельности главной задачей будет помогать организовывать взаимодействие в рамках проектов между разнородными партнерами, участвующими в CCS (например, поставщики топлива, операторы котлов, печей и топков, производители оборудования, геологи, финансирующие структуры, и т.д.), которые раньше не имели опыта совместной работы.

Консультативный комитет по технологиям снижения выбросов углерода и его структурная единица CAT

В настоящее время Консультативный комитет по технологиям снижения выбросов углерода (ACCAT) предоставляет стратегические консультации по разным видам деятельности Программы экологически чистое ископаемое топливо. Кроме того, Консультативный комитет выполнил оценку Правительственной поддержки исследовательских проектов и опытно-конструкторских разработок в рамках Программы экологически чистое ископаемое топливо и предложил соответствующие рекомендации. ACCAT - это Консультативный комитет, созданный в соответствии с рекомендациями Нолана о государственных назначениях. Членами Комитета избираются лица на основании их опыта и знаний в области энергетики и, особенно, технических знаний и способности дать оценку проектному предложению. Как можно видеть в Приложении V, в комитет привлекают тех, кто работает

в энергетическом секторе: занимается производством оборудования, генерацией электроэнергии, проводит консультации по вопросам энергетики, а также академические сотрудники. На заседаниях Комитета также присутствуют представители соответствующих правительственных кругов.

Новые договоренности, достигнутые DTI, относительно управления проектами научно-исследовательского и опытно-конструкторского характера в рамках Технологической программы означает, что АССАТ больше не надо будет выполнять оценку заявок в области научных исследований и опытно-конструкторских работ. Следовательно, АССАТ будет выполнять чисто наблюдательную функцию в отношении НИОКР, но предоставлять более подробные рекомендации и советовать DTI, как лучше разворачивать Стратегию САТ, а также всячески помогать в работе Программы САТ. Роль АССАТ как консультативного органа будет проанализирована в 2005 году с тем, чтобы ввести в состав этого Комитета наиболее подходящих членов. Предполагается, что члены этого Комитета будут являться представителями более широких заинтересованных кругов, чем это было ранее, (например, более широкое представительство промышленных и академических кругов, участие неправительственных организаций).

Координация с другими программами

Ясно, что через правительственные структуры осуществляются разные виды поддержки САТs. Помимо того, что работа, проводимая промышленными предприятиями, поддерживается структурой САТ, Программа научных советов TSEC также спонсирует НИОКР этих технологий, как напрямую, так и по каналам Британского Центра научных исследований в области энергетики UKERC. Научные советы поддерживают работу, имеющую отношение к САТs и помимо TSEC. Однако поддержка исследований в промышленных и научных лабораториях носит фрагментарный характер и нуждается в более организованной координации. Реорганизация АССАТ улучшит положение дел: предполагается, что передача этому комитету части координационных функций в отношении разнообразной исследовательской деятельности пойдет на пользу стратегическому планированию в будущем, что это внесет согласованность в разные виды поддержки САТs со стороны правительственных структур. Более того, Евросоюз также поддерживает НИОКР через свои Рамочные программы, значит необходимо координировать участие Великобритании и в этих программах и тем самым извлекать максимальную выгоду из таких партнерских проектов.

Для этого структура САТ будет сотрудничать с Отделом науки и техники и определит, в чем будут состоять функции наблюдения за научно-

исследовательской деятельностью. С точки зрения Программы САТ, это войдет составной частью в работу по подготовке сводной картосхемы развития технологий (Действие 10).

7.2 Стратегическое планирование и финансирование

Временные рамки

Программа будет работать, по крайней мере, в течение десяти лет, начиная с апреля 2005, и по истечении пяти лет будет выполнен полный обзор. На втором году будет произведена оценка Программы с конкретной целью: рассмотреть варианты демонстрационных проектов, включая объекты, предварительно готовые к улавливанию и объекты хранения CO₂. Может оказаться, что нужна дополнительная работа по определению затрат и преимуществ различных вариантов, тогда эта работа будет включена в Действие 1. Ожидается, что весомый вклад должны также внести какие-то из проектов, которые получают поддержку согласно условиям последнего раунда осуществления программы CFF.

Рекомендуемые сроки для выполнения действий перечисленных в Главе 6 показаны на рис. 7.1. На рис. 7.1 приводится план мероприятий только на первые пять лет работы Программы, потому что за это время будут инициированы другие виды деятельности, необходимые для выполнения Стратегии, а еще потому, что на самых первых этапах будет много факторов неопределенности. Согласно намечаемым Действиям 7 и 10, ежегодно будет составляться и публиковаться отчет о технологическом состоянии САТ.

Финансирование

Согласно расчетам 2004 года, Программе CFF было выделено в общей сложности 20 млн. фунтов стерлингов на период 2005/06 до 2007/08 годов. Это финансирование предназначается на те научные исследования и опытно-конструкторские работы согласно Технологической программе, которые ориентированы на нужды индустрии, а также на разработку различных механизмов, связанных с экономически эффективными технологиями использования ископаемых энергоносителей. На основании прошлого опыта предполагается, что на данном этапе этого бюджета должно быть достаточно для финансирования лабораторных исследований. Из этого же бюджета планируется помощь участию Великобритании в совместных международных программах научных исследований, в том числе для поддержки Меморандумов о взаимопонимании с США и Китаем.

Бюджет предусматривает элементы финансирования политических вопросов, связанных с САТs. Бюджет

Рис. 7.1 График осуществления мероприятий по Программе CAT.

	Действие	Менеджмент	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	гг. 5-10
1.	Поддерживать исследования, разработки и пилотные демонстрационные показы CATs.	Совет по технологической стратегии					
2.	Поддерживать демонстрационные показы электростанций, предварительно готовых к улавливанию CO ₂ .			Анализ вариантов		Обзор	
3.	Поддерживать демонстрационные показы объектов хранения CO ₂ .			Анализ вариантов			
4.	Привлекать другие страны к разработкам CATs и демонстрационным проектам на территории Великобритании.						
5.	Содействовать и поддерживать участие Британии в международных проектах в области разработок CATs и демонстрационных показов на территории других стран.						
6.	Рассмотреть возможные меры поощрения первого объекта улавливания и хранения углерода промышленного масштаба.	Структура CAT					
7.	Содействовать накоплению и передаче знаний и ноу-хау.						
8.	Возглавить подготовку национальной и международной нормативной базы и рыночных механизмов.						
9.	Информировать общественность, стимулировать проведение Дебатов о роли CATs.						
10.	Разработать и постоянно обновлять сводную картосхему развития технологий CATs в Великобритании.						

также предусматривает регулярное финансирование DTI программы исследований Британской научной ассоциации по вопросам использования угля (British Coal Utilisation Research Association - BCURA), а также суммы на уплату членских взносов в Соглашение по ССТ под эгидой Международного агентства по энергетике (IEA).

Стратегия признает, что мы приближаемся к той стадии, когда может стать необходимым проведение полномасштабных демонстраций. Есть целый ряд возможностей демонстрировать применение технологий с низкой или нулевой эмиссией CO₂ в соответствующих областях производства водорода и топливных элементов. Следовательно, государство выделит сумму в 40 млн. фунтов стерлингов на четыре года, начиная с 2006/07 года, для проведения демонстраций применения CATs, водородных и топливных элементов. Из этой общей суммы примерно 25 млн. фунтов стерлингов планируется направить на CATs, и примерно в равных долях на водородные и топливные элементы. Проекты, где технологии совмещаются, например CATs и водород, смогут получать финансирование по обоим каналам. Это финансирование будет предоставляться в виде капитальных грантов (Capital Grants), и будет регулироваться теми же правилами и процедурами, какие действуют при оказании других видов государственной поддержки.

7.3 Совместные научные исследования, опытно-конструкторские разработки и внедрение

В развитии CAT, и особенно CCS, ощутимую пользу принесет сотрудничество с другими странами.

Электростанция с внутрицикловой газификацией угля в Puertollano - международное сотрудничество будет важно для демонстрации и внедрения CATs (с разрешения Uhde GmbH).



Стратегией определены те направления, по которым Великобритании следует стремиться к сотрудничеству с другими странами или международными коллективами. Работа на протяжении первых двух лет осуществления Стратегии будет нацелена на поиск таких партнеров. Работа, которая скоро начнется под эгидой Коалиции энергии ископаемого топлива (FENCO) предоставит хорошую возможность определиться с партнерами в Евросоюзе. Были определены области сотрудничества с США, где уже работают два проекта, изучается перспектива для третьего направления совместных исследований. Ожидается также, что в течение 2005 года будут достигнуты договоренности о межлабораторном сотрудничестве с Китаем.

РЕЗЮМЕ

- Десять видов деятельности, перечисленных в Главе 6, станут основой осуществления Стратегии. Из них будет состоять Программа работы минимум на десять лет, по прошествии пяти лет будет выполнен анализ проделанной работы.
- На втором году будет произведена оценка Программы с конкретной целью: рассмотреть варианты демонстрационных проектов, включая объекты, предварительно готовые к улавливанию, и хранилища CO₂.
- Научно-исследовательская деятельность и опытно-конструкторские разработки будут осуществляться по Технологической программе DTI, а все другие виды деятельности будут курироваться структурой CAT.
- Консультативный комитет, созданный в соответствии с рекомендациями Нолана о государственных назначениях, будет нужен для того, чтобы предоставлять стратегические и технические консультации для DTI по вопросам развития Стратегии. Она будет придерживаться модели Программы ACCAT "Экологически чистое ископаемое топливо", ее архитектура и роль будут пересматриваться в течение 2005 года.
- Координация научных исследований CAT будет более согласованной между структурой CAT, Научными Советами и Евросоюзом, который также поддерживает НИОКР через свои рамочные программы. Для этого будет разработана координационная стратегия.
- Важно будет наладить сотрудничество с другими странами по разработке отдельных CAT, и в ближайшие два года будут намечены предполагаемые партнеры.
- Признавая, что мы подходим к рубежу, когда становится необходимым проведение полномасштабных показов, государство выделит финансовый пакет в 40 млн. фунтов стерлингов на четыре года, начиная с 2006/07 года, для проведения демонстраций применения CAT, водородных и топливных элементов. Из этой общей суммы примерно 25 млн. фунтов стерлингов планируется направить конкретно на CATs.

8. Выводы и направление дальнейших действий

Данная Стратегия наметила основные положения поддержки развития CAT для электростанций и других установок сжигания ископаемых видов топлива. Ясно, что ископаемое топливо, будь это уголь или природный газ, будут играть ведущую роль в производстве энергии и других аспектах энергетики еще несколько десятков лет. Высока вероятность того, что и в более отдаленной перспективе по мере того, как будут истощаться запасы природного газа, опять начнет возрастать наша зависимость от угля. Ископаемые виды топлива также являются потенциально низкозатратным методом производства водорода для использования в виде низкоуглеродного топлива для автотранспортного транспорта. Но, с другой стороны, использование ископаемого топлива способствует глобальному потеплению и, чтобы сбалансировать эти два фактора, продолжать использование этих видов топлива можно лишь при условии, что они будут экологически намного более чистыми, чем в настоящее время. Правительство поставило задачу: снизить уровень эмиссии к 2050 году на 60%. То есть, даже если природный газ полностью заменит уголь в топливном балансе Великобритании, мы все равно не сможем достичь этой цели.

Представляется, что есть три направления технологического развития, по которым возможно работать над снижением эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива: увеличение КПД, добавление биомассы в процессы сжигания и, для более радикального снижения эмиссий, улавливание и долговременное хранение углерода. Эти технологии не являются взаимно исключаящими, они могут использоваться совместно с целью более значительного снижения эмиссий: улавливание углерода означает немалые затраты и в то же время влияет на КПД установки, следовательно, важно будет для компенсации такого влияния закладывать более высокий КПД на этапе проектирования. Аналогично, совместное использование CCS и добавление биомассы в основное топливо даст более ощутимое снижение эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива. Именно промышленным предприятиям предстоит в первую очередь определить, какая из конкретных технологий будет наиболее рентабельной. Моделирование, выполненное в процессе разработки Стратегии CAT, показывает, что технологии CCS предстоит сыграть важную роль в снижении эмиссий начиная примерно с 2010-2020 года, а другие технологии могут найти своё применение раньше.

Основной путь повышения эффективности - это снижение затрат и развитие технологий, но необходимо заниматься и другими вопросами: совместным сжиганием, улавливанием CO₂, долговременным хранением CO₂. В этом плане задачей является не проектирование установки или конкретного технологического узла, а разработка

нормативного режима для обеспечения безопасного и надежного хранения, демонстрирующего, что двуокись углерода не просочится назад в атмосферу, проведение разъяснительной работы, чтобы общественность убедилась, что новшества не несут с собой новые экологические риски.

Для того, чтобы решать выше названные вопросы, были намечены десять направлений деятельности, необходимые для выполнения Стратегии. Они включают в себя не только НИОКР, но и проведение демонстрационных показов, и разработку необходимой нормативной инфраструктуры.

Важно, чтобы CATs рассматривались не в изоляции, а как часть портфеля, где также ведется работа с возобновляемыми видами топлива и технологиями, повышающими энерго-эффективность конечного потребления для снижения эмиссий CO₂. CATs следует рассматривать как переходные технологии, обеспечивающие снижение эмиссий CO₂ в краткосрочной и среднесрочной перспективе и, таким образом, предоставляющие запас времени, за которое будут созданы по-настоящему экологически безопасные энергетические технологии. В данной Стратегии прописано, как и почему мы должны неуклонно работать с CATs в рамках общего плана EWP для достижения целей, поставленных RCEP.

Ниже приводятся основные мероприятия и действия, которые призваны способствовать осуществлению Стратегии:

1. Вместо нынешней Программы DTI "Экологически чистое ископаемое топливо" будет выполняться Программа CAT, цель которой - снижение эмиссии CO₂ при сжигании ископаемого топлива на крупных промышленных установках.
2. Новая Программа CAT будет охватывать три направления инноваций и осуществления, а именно: увеличение КПД преобразования, совместное сжигание с углеродно-нейтральной биомассой и улавливание и хранение двуокиси углерода (включая хранение в геологических формациях). Конечной целью является разработка технологии, при которой эмиссия CO₂ почти нулевая.
3. Программа CAT будет нацелена на развитие технологий, приемлемых, как на рынке Великобритании, так и на важнейших развивающихся рынках, таких как Китай и Индия.
4. Программа CAT будет работать, по меньшей мере, десять лет, по прошествии пяти лет будет выполнен анализ, с целью подтверждения обоснования, целей, методов работы и достигнутых результатов.
5. В рамках Программы будет разработана сводная

- картосхема развития и внедрения CATs в Великобритании. Ежегодно будет составляться отчет о состоянии технологий и ходе выполнения Стратегии.
6. Поддержка научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам будет осуществляться Технологической программой DTI под руководством TSB. Это не включает в себя поддержку полупромышленных демонстрационных проектов (см. Действия 2 и 3).
 7. Программа будет охватывать не только электростанции, но и другие отрасли, в которых имеются крупные стационарные источники эмиссий CO₂, такие как металлургические комбинаты и цементные заводы. Она будет включать в себя уголь, нефть и газообразное топливо.
 8. В дополнение к поддержке научных исследований, нужно, чтобы Программа CAT охватывала также демонстрационные показы электростанций, предварительно готовых к улавливанию CO₂ и хранилища CO₂. Государство выделит финансовый пакет в 40 млн. фунтов стерлингов на четыре года, начиная с 2006/07 года, для проведения демонстраций применения CATs, водородных и топливных элементов. Из этой общей суммы примерно 25 млн. фунтов стерлингов планируется направить конкретно на CATs.
 9. До того как рынки дадут полную оценку стоимости снижения эмиссии CO₂, понадобятся другие меры поощрения первой промышленной установки CCS. Программа CAT будет работать с другими структурами правительства в рамках Climate Programme Review, для того чтобы наметить возможные меры поощрения полномасштабного проекта CCS. В этой аналитической работе будет рассмотрен полный спектр потенциальных факторов воздействия на окружающую среду.
 10. Научные исследования, опытно-конструкторские работы и демонстрационные элементы Программы CAT будут ориентироваться на нужды промышленности, поэтому Стратегия не носит предписывающего характера - она очерчивает широкие области деятельности и требует, чтобы были элементы, выходящие за рамки обычных научных исследований и опытно-конструкторских работ.
 11. Программа CAT придаст новый импульс целому ряду политических решений и разрешительным мерам, которые важны для перехода CATs, и особенно CCS, на промышленные рельсы. К этим действиям относятся:
 - Содействие международному сотрудничеству в области разработки CAT и демонстрационных проектов на территории Великобритании.
 - Содействие участию Великобритании в области разработок CAT и демонстрационных показов на территории других стран.
 - Содействие накоплению и передаче знаний и ноу-хау.
 - Лидерство в подготовке национальной и международной нормативной базы и рыночных механизмов, включая торговлю эмиссионными (CO₂) квотами и статус CCS в свете решений Лондонского договора и OSPAR.
 - Помощь в формировании общественного мнения, проведение публичных дебатов о роли CATs.
 - Разработка и постоянное обновление сводной картосхемы развития технологий CATs в Великобритании.
 12. Консультативный комитет будет продолжать предлагать DTI рекомендации стратегического и технического характера по развитию Стратегии. Однако в 2005 году структура и роль Стратегии будут повторно пересмотрены.
 13. Структура CAT будет продолжать осуществлять оперативное руководство Стратегией.
 14. Научные исследования Программы CAT будут координироваться на более высоком уровне двумя структурами - CAT и научно-исследовательскими советами. Также важно координировать работу с Рамочной программой Евросоюза и привлекать поддержку Евросоюза к научным исследованиям.

Приложение I - Программа Экологически чистые угольные технологии

Программа Экологически чистые угольные технологии (ССТ), впоследствии программа Экологически чистое ископаемое топливо (СФТ) была сформулирована в Докладе по энергетике 67 (EP67)⁶⁵ и опубликована в 1999 году. Она не только обеспечила правительственную поддержку исследованиям и разработкам ССТ, но и базу для передачи технологий путем публикаций и международного сотрудничества, а также способствовала продвижению британских ССТ в такие страны как Китай и Индия. Поставлены две главные цели:

- Помогать предприятиям выходить на технологический уровень передовой энергетики, намеренный Документом "Foresight Energy Panel Task Force".
- Стимулировать развитие предприятий, работающих на экологически чистом угольном топливе и продвигать Британский опыт и ноу-хау на важнейшие экспортные рынки.

В общей сложности Правительственную поддержку в объеме приблизительно 12,5 млн. фунтов стерлингов получили 45 проектов НИОКР, работающих в области электрогенерации, общей стоимостью в 305 млн. фунтов стерлингов. Другие проекты НИОКР и передача технологий и продвижение экспортной деятельности (ТТ&ЕР), которые выполнялись в период с 1999 года по 2004 год, получили Правительственную поддержку в объеме приблизительно 11 млн. фунтов стерлингов на выполнение работ общей стоимостью более 19 млн. фунтов стерлингов. Надо понимать, что общая стоимость работ трудно поддается количественной оценке, т.к. некоторые проекты являлись частью более обширных программ, финансируемых ЕС.

Программа предоставляла финансирование исследованиям по широкому спектру технологий от обогащения угля до систем генерации, в которых при сжигании снижается эмиссия различных соединений углерода - помимо CO₂ к ним относятся двуокись серы, окислы азота, твердые частицы и микроэлементы, такие как ртуть. Однако большая часть работ сконцентрирована на технологиях, которые помогают повысить КПД работы котла, технологиях газификации угля и снижения NOx.

Оценка программы

В 2004 году Совет по вопросам природной среды (NERA)⁶⁶ - выполнил оценку Программы ССТ; в своем отчете он пришел к заключению, что в целом Программа была успешной. Основные моменты их отчета приводятся ниже:

Программа НИОКР Экологически чистые угольные технологии

- Проект выполнялся на высоком уровне и позволил

Великобритании оставаться на передовых рубежах знаний о ССТ, хотя ограниченное финансирование многих направлений развития технологий не позволяет надеяться на международное признание.

- Ценность Программы состояла в том, что она явилась стимулом проектов НИОКР, и без правительственной поддержки они бы не имели шанса на осуществление.
- Большое значение имело то обстоятельство, что почти половина участников программы нашли применение результатам научных исследований помимо тех, что были проведены в их собственных организациях, то есть произошло распространение результатов, что еще раз показывает необходимость государственной поддержки научным исследованиям.

Программа передачи и продвижения на экспортные рынки экологически чистых угольных технологий

- Те проекты, которые получали поддержку, как правило, были на высоком техническом уровне
- Программа поддерживала те виды деятельности, которые близки к рынку, то есть коммерческие организации в любом случае были бы вынуждены финансировать эти виды деятельности, и стало понятно, что многие из этих направлений были хорошим вложением.
- В целом стало понятно, что Программа оказала положительное влияние на экспорт британских технологий ССТ.

Однако следует учитывать, что Программа ССТ стартовала приблизительно пять лет назад, и за это время произошел ряд важных изменений. В частности, усиленное внимание стало уделяться снижению эмиссии CO₂, произошли положительные сдвиги в понимании потенциала новых технологий. К серьезным изменениям мы относим:

- Отчет RCEP, в результате которого EWP усилил внимание на контроле за эмиссией парниковых газов и необходимости ее значительного снижения в предстоящие 50 лет. Далее, в 2005 году должен заработать механизм определения цены эмиссий двуокиси углерода - сначала через пилотные схемы в Великобритании, затем через EU-ETS, а это означает, что отныне предприятия, которые выпускают в атмосферу вредные выбросы, должны будут за это платить.

⁶⁵ Доклад DTI по энергетике 67- Чистые Угольные Технологии - дальнейшие планы исследований и разработок, передачи технологий и стимулирования экспорта, 1999.

⁶⁶ Оценка Программы Чистые Угольные Технологии - Отчет для Министерства Торговли и Промышленности. NERA Economic Consulting, июль 2004.

- Пришло понимание, что технологии более отдаленного будущего, использующие чистое ископаемое топливо, такие как CCS, обладают потенциалом значительного снижения (а то и полного избавления) от эмиссии CO₂ при использовании ископаемого топлива.
- Технологии контроля кислотных газов, таких как SO_x и NO_x, и большей частью твердых частиц, при использовании угля, получили такое развитие, что в настоящее время можно ставить вопрос об их промышленном внедрении. Таким образом, они вышли на уровень, когда могут отвечать основному критерию правительственной поддержки - компенсировать неразвитость рынка. Поэтому на нынешнем этапе считается, что правительство уже может больше не поддерживать развитие этих технологий. Следовательно, приоритетным направлением остается контроль эмиссий CO₂.
- Все большее беспокойство вызывает влияние парниковых газов, таких как CO₂, на глобальный климат. К тому же в Великобритании изменился топливный баланс и ожидается, что в ближайшие 15 лет соотношение используемых видов топлива будет по-прежнему претерпевать значительные изменения. В частности, начиная с 1993 года, использование природного газа в электрогенерации увеличилось настолько, что в 2003 году на долю природного газа пришлось 38% производства электроэнергии, а на долю угля только 35%.

Поэтому был сделан вывод, что вместо EP67 нужна новая Стратегия, которая бы отражала новые задачи, сформулированные в EWP и изменившиеся обстоятельства, в которых сегодня используется уголь и природный газ.

EP67 включает в себя две дополнительные цели:

- В соответствии с рекомендациями Foresight и в сотрудничестве с BCURA поощрять в университетах фундаментальные исследования в области угольных технологий.
- Исследовать ресурсный потенциал извлечения метана из неразрабатываемых угольных пластов и технологий подземной газификации угля.

В рамках анализа NERA, а также в отдельном анализе DTI, были проанализированы имеющиеся договоренности между BCURA и DTI относительно того, что DTI берет на себя часть финансирования НИОКР. В результате было принято решение, что такое со-финансирование должно быть продолжено еще на три года, а в 2007 году будет снова выполнен анализ такого сотрудничества.

Приложение II - Варианты улавливания двуокиси углерода

На данный момент улавливание эмиссии CO_2 на предприятиях, использующих ископаемые виды топлива, ведется по трем основным направлениям:

- улавливание после процесса сжигания;
- улавливание до процесса сжигания;
- кислородно-топливное сжигание.

Каждый из процессов обеспечивает отделение CO_2 от газового потока. Для этих целей разработано пять технологий, каждая из которых выбирается в зависимости от технических параметров эмиссии CO_2 , подлежащей улавливанию (концентрация, давление, объем):

- промывка химическим растворителем;
- очистка физическим растворителем;
- адсорбция/десорбция;
- мембранное отделение;
- криогенное сепарирование

Улавливание CO_2 после сжигания топлива (рис. А1)

направлено на отделение CO_2 от дымовых газов. В настоящее время наиболее предпочтительной технологией является очистка дымовых газов химическими растворителями (обычно амином), в результате чего образуется смесь с содержанием CO_2 . В ходе дальнейшего процесса растворитель нагревается для разрушения смеси и получения сверхчистого углекислого газа. Дымовой газ затем необходимо охладить, а на предприятиях, использующих угольное топливо и мазут, подвергнуть обработке для удаления химически активных загрязнителей (например, окислов серы и азота, минеральных частиц) прежде чем приступить к мокрой очистке газа. В противном случае загрязнители будут активно взаимодействовать с растворителем, вызывая недопустимый уровень поглощения или коррозии установки. При осуществлении данных процессов необходимы большие затраты электроэнергии на восстановление растворителя и сжатие CO_2 для транспортировки, при этом снижается полезная мощность электростанции. Одним из преимуществ улавливания после процесса сжигания является то,

что, даже если имеется неисправность установки аминовой очистки, электростанция продолжает вырабатывать электрическую энергию. Установка улавливания CO_2 до процесса IGCC работает совсем по-другому. В технологической схеме отделение CO_2 происходит раньше, чем горючая смесь попадает на вращающиеся турбины генераторов, поэтому любые проблемы в "находящейся выше по течению" химической установке будут неизменно означать потери электрической мощности.

Метод улавливания CO_2 до начала процесса сжигания (рис. А2) основан на реакции топлива с кислородом или потоком воздуха, а в некоторых случаях - с паром, для выработки газа, состоящего главным образом из окиси углерода и водорода. Впоследствии окись углерода реагирует с паром в каталитическом конвертере, оснащенный переключателем, и идет образование дополнительных объемов водорода и углекислого газа. Затем CO_2 отделяется, а водород используется в качестве топлива для газовых турбин электростанций комбинированного цикла, например, комбинированный цикл комплексной газификации (IGCC). Данная технология применима и в отношении природного газа, нефти и каменного угля, но в последних двух случаях необходимо устанавливать дополнительное оборудование для удаления соединений серы и макрочастиц.

Преимущество метода отделения CO_2 до сжигания топлива над методом его отделения после сжигания заключается в получении меньших объемов газа для переработки, так как поток находится под более высоким давлением и с большим содержанием CO_2 . Данные обстоятельства влияют на размеры требуемых газосепараторных установок и уменьшают статью капитальных затрат. Более того, повышенная концентрация CO_2 не требует особых действий по сепарации газа (например применение физических растворителей, методов адсорбции/ десорбции) и, соответственно, снижается энергопотребление.

Однако для протекания этого процесса все равно требуется установка для воздушной сепарации, которая потребляет значительное количество электроэнергии и увеличивает капиталозатраты.

Рис. А1 Схема улавливания после процесса сжигания.

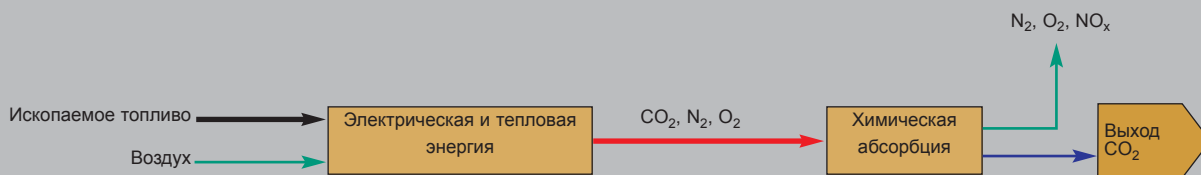
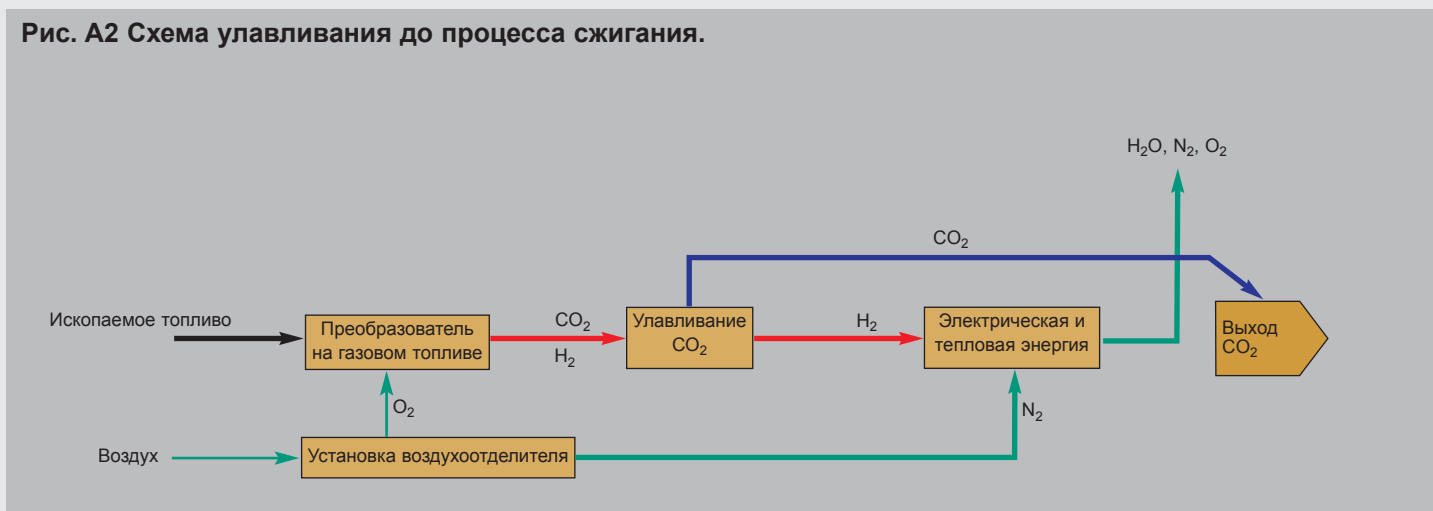


Рис. А2 Схема улавливания до процесса сжигания.



Одним из преимуществ метода отделения CO_2 до сжигания топлива является тот факт, что его также можно использовать для получения водорода, либо отдельно, либо в комбинации с электричеством, и многочисленные исследования показали, что это основной вариант снижения эмиссии CO_2 для автомобильного транспорта.

Кислородно-топливное сжигание (рис. А3) предполагает в первую очередь сжигание топлива в кислородно/углекислогазовой смеси, а не в воздухе для получения дымовых газов с высоким содержанием CO_2 . Обычно кислород получают на установках по разделению воздуха, а кислородно/углекислогазовая смесь образуется путем рециркуляции некоторых объемов дымовых газов в камеру сгорания. Кислородно/углекислогазовая смесь необходима для контроля температуры пламени, которая может быть слишком высокой, если проводить сжигание в чистом кислороде.

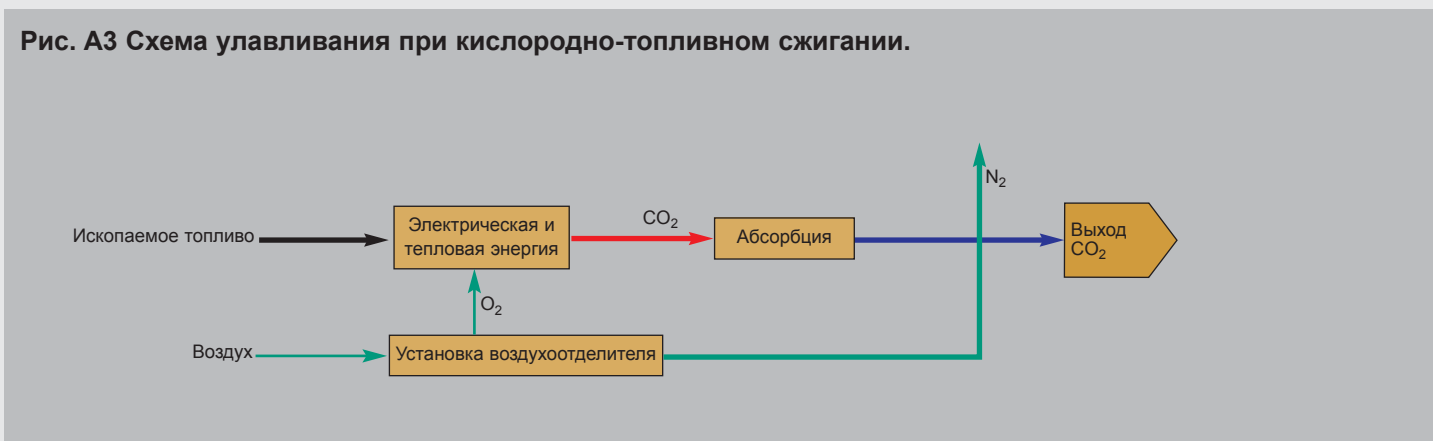
Некоторые новые разработки направлены на исключение необходимости применения установок по разделению воздуха, которые требуют больших энергозатрат. Например, при некоторых химических циклах для отделения кислорода используется реакция окисления металла с последующим восстановлением окислов металла и получением кислорода для

сжигания ископаемого топлива. Процесс топливно-кислородного сжигания может применяться в котельных и газотурбинных установках, но для эксплуатации в условиях высоких концентраций CO_2 требуется несколько иная конструкция газовой турбины, что исключает возможность модернизации турбин, работающих по газотурбинному комбинированному циклу (GTCC).

Топливо-кислородное сжигание позволяет получать дымовые газы с высоким содержанием CO_2 , что в принципе обеспечивает применение простых и недорогих методов очистки CO_2 . Кроме того, поскольку сжигание происходит в среде с низким содержанием азота, образование окислов азота значительно снижается. К недостаткам можно отнести обязательное наличие установки по разделению воздуха, у которой высокая стоимость и большие объемы потребления электроэнергии.

Все три вышеперечисленных метода можно использовать на новых электростанциях и существующих после некоторой модернизации. Строительство новых установок имеет преимущество в плане возможной максимальной интеграции улавливающих устройств в генерирующие электростанции, что повышает общий КПД процесса. Кроме того, если проводить модернизацию имеющейся

Рис. А3 Схема улавливания при кислородно-топливном сжигании.



электростанции, надо суметь вписать новое оборудование в существующие размеры зданий, а при новом строительстве нет ограничений по размещению оборудования в пространстве. Электростанцию в таком случае можно спроектировать ближе к хранилищу, что также снизит транспортные расходы.

Переоборудование обычно обходится дешевле, но этот положительный момент ослабевает в случае, если для увеличения срока эксплуатации электростанции необходимо выполнить большие объемы модернизации. Кроме того, модернизация угольной электростанции может потребовать дополнительных инвестиций для десульфуризации дымовых газов и внедрения технологий контроля содержания окислов азота.

Приложение III - Сценарии развития по MARKAL

Объемы потребления энергоуслуг и стоимость поставок первичной энергии не поддаются точному прогнозу, особенно в достаточно долгосрочной перспективе, как, например, 50-летний период, взятый за основу в исследовании MARKAL. Поэтому исследование выполнялось согласно устоявшейся практике. Были проработаны несколько возможных сценариев, отражающих различные концепции развития. Были развернуты дебаты, в ходе которых происходило формирование оценки: насколько та или иная технология устойчива к цене и рыночной неопределенности. В указанном исследовании было создано три сценария, а именно: Базовый сценарий, сценарий Мировые рынки и сценарий Глобальная устойчивость. Два последних сценария прорабатывали тенденции, заложенные в Программе DTI (Technology Foresight Programme) при участии Energy Futures Task Force. Коротко эти сценарии можно охарактеризовать следующим образом.

- Базовый сценарий - консервативный вариант (KB) - в котором нынешние ценности общества остаются неизменными, и политическое вмешательство в поддержку экологических объектов осуществляется таким же образом, как и в настоящее время (рост ВВП 2,25% в год).
- Сценарий Мировые рынки (MP) - в основу положены индивидуальные потребительские ценности, высокая степень глобализации и ограниченное внимание, уделяемое вопросам глобальной экологии (рост ВВП 3% в год).
- Сценарий Глобальная устойчивость (ГУ) - в основу положено первостепенное значение социальных и экологических ценностей, настойчивые совместные действия по сохранению окружающей среды и глобализация систем управления (рост ВВП 2,25% в год).

Ни в одном из этих сценариев не рассматривался вопрос надежности поставок топлива в перспективе с тем, чтобы определиться с выбором топлива или технологии.

Спрос на услуги энергетического характера

Спрос на услуги энергетического характера или спрос на полезную энергию является мерой общественной полезности услуги, ради которой происходит потребление энергии. Спрос на полезную энергию можно удовлетворить разными конкурирующими между собой видами топлива, сжигаемыми в различных устройствах с разным уровнем КПД. Например, спрос на полезную энергию с целью отопления помещений отражает желаемый уровень комфорта и объем отапливаемого помещения. Этот спрос можно удовлетворить, используя электрические нагреватели, газовые котельные или солнечное освещение, а можно поработать над более качественной изоляцией, и тогда

потребление тепла будет снижено.

Для составления прогнозного уровня спроса на полезную энергию на период до 2050 года был применен следующий метод:

1. Выполнена оценка уровня спроса на полезную энергию для конечного потребления в 2000 году, U_{2000} .
2. Выбрана приблизительная величина (P) роста спроса на полезную энергию.
3. Рассчитана приблизительная величина повышающего фактора E_n на каждый год в будущем периоде $E_n = P_n / P_{2000}$.
4. Вычисляется полезная энергия для года n, $U_n = E_n \times U_{2000}$.

Ниже приведены значения повышающего фактора E_n для каждого раздела этих трех сценариев. Более подробные выкладки по развитию этих трех сценариев с более полной степенью разукрупнения спроса приводятся в Докладе DTI по экономике No. 4 - Варианты низкоуглеродного будущего, июнь, 2003.

Таблица А1 Показатель спроса на полезную энергию для каждого сценария⁶⁷

Базовый сценарий				
	Бытовые нужды	Промышленность	Услуги	Транспорт
2000	100	100	100	100
2010	118	103	116	118
2020	133	107	127	135
2030	145	110	135	148
2040	151	114	142	158
2050	154	117	149	165

Сценарий Мировые рынки				
	Бытовые нужды	Промышленность	Услуги	Транспорт
2000	100	100	100	100
2010	128	104	119	122
2020	150	108	132	145
2030	168	111	142	165
2040	180	115	154	183
2050	184	119	166	198

⁶⁷ Исходя из того, что темпы роста транспортировки будут снижаться вследствие недостаточной пропускной способности дорог, с одной стороны, и избытка личных автомобилей, с другой стороны, были построены сценарии спроса на полезную энергию на транспорте. В таком виде эти прогнозы должны очень близко соответствовать сценариям спроса IAG, где учтены те же ограничивающие факторы.

Таблица А1 Показатель спроса на полезную энергию для каждого сценария (продолжение)

Сценарий Мировые рынки				
	Бытовые нужды	Промышленность	Услуги	Транспорт
2000	100	100	100	100
2010	128	104	119	122
2020	150	108	132	145
2030	168	111	142	165
2040	180	115	154	183
2050	184	119	166	198

Наряду с основополагающими концепциями каждого из этих сценариев, сценарий Мировые рынки предполагает больший рост спроса по сравнению с базовым вариантом - во всех секторах. И наоборот, сценарий Глобальная устойчивость при таких же, как в базовом варианте, темпах роста ВВП в целом, показывает более медленный рост спроса на услуги энергетического характера. Здесь проявляется большая готовность со стороны коммерческих организаций, правительственных структур и частных лиц придерживаться экологически разумных запросов. Другим важнейшим фактором, определяющим спрос на энергию, является рост населения и, соответственно, увеличение количества домовладений. Все три сценария предполагают умеренный рост населения (~7-10%), но более высокие темпы роста количества домовладений (~17-35%) к 2050 году. Это отражено в более медленном росте спроса по категории "транспорт" и категории "бытовые нужды".

Общая экономия энергии и, следовательно, снижение эмиссии CO₂ происходит тогда, когда повышение КПД оборудования производителей и конечных потребителей энергии сочетается со структурными изменениями (например, сокращение энергоёмких производств, более рациональное использование транспортных средств, увеличение доли услуг в структуре ВВП). Такие структурные изменения были учтены и заложены в сценарии.

Цены на энергию

Главная категория цен на энергию, которая нужна для модели - это первичные цены на нефть, природный газ и уголь. Их определили в процессе консультаций с ДТІ, принимая во внимание различия в длительности обеспечения и потребностях между сценариями. При оценке величины спроса было сделано допущение, что мировые тенденции развития будут примерно такими же, что и в Великобритании. Исходя из этого, было сделано допущение, что спрос и, следовательно, цена на нефть будет наибольшими в сценарии Мировые рынки, самыми меньшими - в сценарии Глобальная устойчивость, и где-то на среднем уровне в базовом сценарии. Спрос на газ также будет наибольшим в сценарии Мировые рынки, но ожидается, что в сценарии Глобальная Устойчивость он будет больше, чем в базовом сценарии. Это объясняется тем, что, скорее всего, природный газ будет продаваться по наивысшей цене, как относительно "чистое" топливо, что будет приобретать все большее значение в экологически ориентированном будущем. Спрос на уголь, наиболее распространенный в международной торговле энергоноситель, ожидается не высоким во всех сценариях, в силу экологических и технических преимуществ других видов топлива. Следовательно, цена на уголь была взята как величина постоянная, константа, на уровне близком к нынешним ценам. Цены конечного потребителя, полученные таким способом, приведены в Таблице А2.

Таблица А2 Цены на энергию конечного потребителя, используемые в модели MARKAL.

Базовый сценарий		2000	2010	2020	2030	2040	2050
топливо для реактивных двигателей	(пенс/литр)	16,49	12,57	12,57	15,31	15,31	15,31
диз. топливо для автмб. двигателей	(пенс/литр)	80,80	75,78	75,78	78,72	78,72	78,72
неэтилированный бензин	(пенс/литр)	80,09	74,95	74,95	77,96	77,96	77,96
топочный мазут (промышл.)	(пенс/литр)	12,38	10,22	10,22	11,81	11,81	11,81
топочный мазут (ESI)	(пенс/терм)	34,7	28,3	28,3	32,3	32,3	32,3
керосин (услуги)	(пенс/литр)	15,5	13,1	13,1	15,2	15,2	15,2
керосин (для бытовых нужд)	(пенс/литр)	16,3	13,8	13,8	16,0	16,0	16,0
газойль (ESI)	(пенс/терм)	46,1	39,7	39,7	43,7	43,7	43,7
Газ (промышл.)	(пенс/терм)	21,5	21,5	24,0	28,2	31,5	31,5
Газ (быт. нужд)	(пенс/терм)	50,0	50,0	52,5	56,7	60,0	60,0
Газ (услуги)	(пенс/терм)	27,5	27,5	30,0	34,2	37,5	37,5
Газ (ESI)	(пенс/терм)	23,0	23,0	25,5	29,7	33,0	33,0
Уголь (промышл.)	(пенс/терм)	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Уголь (быт. нужд)	(пенс/терм)	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2
Уголь (услуги)	(пенс/терм)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Уголь (ESI)	фунт. ст./т	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5

Сценарий Глобальная устойчивость		2000	2010	2020	2030	2040	2050
топливо для реактивных двигателей	(пенс/литр)	16,49	14,75	16,14	20,74	20,74	20,74
диз. топливо для автмб. двигателей	(пенс/литр)	80,80	78,11	80,45	84,53	84,53	84,53
неэтилированный бензин	(пенс/литр)	80,09	77,35	79,75	83,93	83,93	83,93
топочный мазут (промышл.)	(пенс/литр)	12,38	11,49	12,76	14,96	14,96	14,96
топочный мазут (ESI)	(пенс/терм)	34,7	31,5	34,7	40,3	40,3	40,3
керосин (услуги)	(пенс/литр)	15,5	14,7	16,4	19,3	19,3	19,3
керосин (для бытовых нужд)	(пенс/литр)	16,3	15,5	17,4	20,4	20,4	20,4
газойль (ESI)	(пенс/терм)	46,1	42,9	46,1	51,7	51,7	51,7
Газ (промышл.)	(пенс/терм)	21,5	25,7	29,8	36,5	36,5	36,5
Газ (быт. нужд)	(пенс/терм)	50,0	54,2	58,3	65,0	65,0	65,0
Газ (услуги)	(пенс/терм)	27,5	31,7	35,8	42,5	42,5	42,5
Газ (ESI)	(пенс/терм)	23,0	27,2	31,3	38,0	38,0	38,0
Уголь (промышл.)	(пенс/терм)	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Уголь (быт. нужд)	(пенс/терм)	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2
Уголь (услуги)	(пенс/терм)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Уголь (ESI)	фунт. ст./т	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5

Сценарий Глобальная устойчивость		2000	2010	2020	2030	2040	2050
топливо для реактивных двигателей	(пенс/литр)	16,49	9,83	9,83	9,83	9,83	9,83
диз. топливо для автмб. двигателей	(пенс/литр)	80,80	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84
неэтилированный бензин	(пенс/литр)	80,09	71,93	71,93	71,93	71,93	71,93
топочный мазут (промышл.)	(пенс/литр)	12,38	8,85	8,85	8,85	8,85	8,85
топочный мазут (ESI)	(пенс/терм)	34,7	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3
керосин (услуги)	(пенс/литр)	15,5	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
керосин (для бытовых нужд)	(пенс/литр)	16,3	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
газойль (ESI)	(пенс/терм)	46,1	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7
Газ (промышл.)	(пенс/терм)	21,5	23,2	26,5	31,5	33,2	34,8
Газ (быт. нужд)	(пенс/терм)	50,0	51,7	55,0	60,0	61,7	63,3
Газ (услуги)	(пенс/терм)	27,5	29,2	32,5	37,5	39,2	40,8
Газ (ESI)	(пенс/терм)	23,0	24,7	28,0	33,0	34,7	36,3
Уголь (промышл.)	(пенс/терм)	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Уголь (быт. нужд)	(пенс/терм)	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2
Уголь (услуги)	(пенс/терм)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Уголь (ESI)	фунт. ст./т	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5

Надо отметить, что затраты на нефтеперегонку, транспортировку и распределение очищенных жидких энергоносителей и природного газа не были заложены в модель, эти цены прогнозировались за пределами модели. Эти расчеты были выполнены DTI. За основу было взято допущение, что текущий абсолютный ценовой дифференциал между первичным энергоносителем и энергией, поставленной потребителю, сохраняется на одном уровне на протяжении прогнозируемого периода.

Еще один фактор, который влияет на цену энергии, поставленной потребителю, это налоги и сборы. В данном случае было принято, что текущие ставки сохраняются без изменения на протяжении прогнозируемого периода. Было сделано одно важное исключение относительно альтернативных видов топлива для автомобильного транспорта. Было сделано допущение, что эти виды топлива будут освобождены от налога (как в настоящее время) до тех пор, пока их доля на рынке не превысит 3%. Дальнейшее производство, превышающее 3% уровень, будет облагаться налогом по той же ставке, как бензин и дизтопливо (т.е. из расчета на единицу энергии).

Приложение IV - Глоссарий

ACCAT	Advisory Committee on Carbon Abatement Technologies - Консультативный комитет по технологиям снижения выбросов углерода
APGTF	Advanced Power Generation Technology Forum - Форум по передовым технологиям генерации электроэнергии
BCURA	British Coal Utilisation Research Association - Научно-исследовательская ассоциация Великобритании по вопросам утилизации угля
BGS	British Geological Survey - Комитет геологических изысканий Великобритании
CATs	Carbon abatement technologies - Технологии снижения выбросов углерода
Capture-ready plan	Предварительная готовность к улавливанию. Электростанция, спроектированная и построенная таким образом, чтобы впоследствии устанавливать оборудование для улавливания CO ₂ было проще и дешевле
CCL	Climate Change Levy - Налог на изменение климата
CCS	CO ₂ capture and storage - улавливание и хранение CO ₂
CCT Programme	Cleaner Coal Technology Programme, now the Cleaner Fossil Fuels Programme - программа Экологические чистые угольные технологии, теперь программа Экологически чистое ископаемое топливо (CFF).
CSLF	Carbon Sequestration Leadership Forum - Форум: Лидерство в области сокращения углерода
DTI/EITU	The DTI Energy Industries and Technologies Unit - Энергетический и промышленно-технологический сектор при Министерстве торговли и промышленности
ECBM	Enhanced Coalbed Methane [recovery] - (Искусственное) увеличение отдачи метана из угольных пластов
EOR	Enhanced Oil Recovery - Искусственное увеличение нефтеотдачи пластов
EPSRC	Engineering and Physical Sciences Research Council - Научно-исследовательский физико-технический Совет
ESRC	Economic and Social Research Council - Совет по экономическим и социальным исследованиям
EU-ETS	European Union - Emissions Trading Scheme - Европейская схема торговли эмиссионными квотами
GTCC	Gas turbine combined cycle - Газо-турбинный комбинированный цикл
IGCC	Integrated gasification combined cycle - комбинированный цикл комплексной газификацией
IPCC	Inter Governmental Panel on Climate Change - Межправительственная группа экспертов по вопросам изменения климата
NERC	Natural Environment Research Council - Совет по вопросам природной среды
RCEP	Royal Commission on Environmental Pollution - Королевская комиссия по вопросам загрязнения окружающей среды
RDA	Regional Development Agency - Агентство регионального развития
SME	Small and Medium-size Enterprise - Малый и средний бизнес
TSB	The DTI Technology Strategy Board - Совет по технологической стратегии при Министерстве торговли и промышленности
TSEC	Towards a Sustainable Energy Economy - a Research Councils' Programme - Программа научных советов - На пути к энергообеспеченной экономике
UCG	Underground Coal Gasification - Подземная газификация угля
UKERC	United Kingdom Energy Research Centre - Британский центр научных исследований в области энергетики
UN FCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (the Kyoto Agreement) - Рамочная конвенция ООН по вопросам изменения климата (Киотское соглашение)

Приложение V - Список членов Консультативного комитета по технологиям снижения выбросов углерода (АССАТ)

Председатель

Г-н Ник Оттер ALSTOM Power

Члены

Д-р Алан Джоунс	E.ON UK
Г-н Брайэн Рикетс	Confederation of UK Coal Producers
Г-н Крис Янг	Rolls-Royce
Г-н Джон Грифитс	Jacobs Engineering
Профессор Джон МакМалэн	University of Ulster
Д-р Майк Эванс	RWE power
Д-р Майк Фаали	Mitsui Babcock
Д-р Ник Рили	BGS
Д-р Пол Фройнд	Не является представителем какой-либо организации
Д-р Рой Бэнкс	Costain
Мисс Сириа Гривз	Synnogy
Д-р Тони Эспай	BP

Советники

Г-жа Бронвэн Нортмоор	DTI/EITU
Г-н Брайэн Морис	DTI/EITU
Д-р Джорж Мааш	DTI/EITU advisor
Д-р Джеф Чэпмэн	UKTI/ISG
Г-н Филипп Шамэн	DTI International Technology Promoter
Г-н Дэвид Крокфорд	DTI/EITU
Г-н Чарлз Пёрс (Секретарь)	DTI/EITU
Г-н Тисса Джаясекера	DTI/ERU
Д-р Джим Пэнмэн	Defra/GAD

