



**Рекомендации
по использованию европейского опыта по сокращению
выбросов парниковых газов в мегаполисах**

Москва

Содержание

Содержание.....	1
Введение.....	2
1. Антропогенные выбросы парниковых газов: роль в усилении парникового эффекта.....	3
2. Результаты инвентаризации источников выбросов парниковых газов в Москве.....	5
3. Основные направления ограничения выбросов парниковых газов.....	10
3.1. Меры по ограничению антропогенного воздействия, предложенные рабочей группой по смягчению последствий изменения климата МГЭИК.....	10
3.2. Меры по ограничению антропогенного воздействия на климат: опыт крупнейших городов мира.....	11
3.2.1. Принципы группы С 40.....	11
3.2.2. Клинтонская климатическая инициатива: общие подходы к повышению энергоэффективности городов и ограничению выбросов парниковых газов.....	13
3.2.3. Разработка и реализация планов действий по ограничению выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям.....	13
3.2.4. Решения, апробированные в городах группы С 40.....	15
Повышение энергоэффективности зданий: опыт Берлина.....	15
Повышение энергоэффективности зданий: опыт Гейдельберга.....	16
Экологически эффективная система отопления и охлаждения: опыт Хельсинки.....	17
Новые системы освещения улиц: опыт Осло (Норвегия) и Вексьо (Швеция).....	17
Светодиоды для светофоров: опыт Чикаго.....	19
Плата за въезд в центр города: опыт Лондона.....	19
Плата за въезд в центр города: Стокгольм присоединяется к Лондону.....	21
Современная система обращения с отходами: опыт Осло.....	22
Получение метана на полигоне твердых отходов: опыт Торонто.....	24
Мировые лидеры в предотвращении потерь воды: опыт Токио (Япония) и Остина (США).....	24
3.3. Информационные кампании в сети Интернет: счетчики выбросов парниковых газов.....	25
3.4. Привлечение средств в проекты повышения энергоэффективности городского хозяйства за счет механизмов гибкости Киотского протокола.....	26
4. Основные выводы и рекомендации по использованию в Москве европейского опыта сокращения выбросов парниковых газов.....	29
4.1. Определение приоритетов программ и проектов, направленных на ограничение выбросов парниковых газов в Москве.....	29
4.2. Продвижение программ и проектов, направленных на повышение энергоэффективности отдельных отраслей городского хозяйства.....	29
4.3. Проведение информационно-просветительских кампаний, работа с населением.....	30
4.4. Разработка Кодексов наилучшей практики и Справочных документов по наилучшим доступным технологиям.....	31
4.5. Привлечение средств международных фондов, использование механизмов гибкости Киотского протокола.....	32
Литература.....	33

Введение

Опубликованные в 2007 году выводы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) о том, что основной причиной наблюдаемого в последние десятилетия глобального потепления климата является интенсификация хозяйственной деятельности человека, вызвали озабоченность широких слоев общественности, представителей бизнеса, науки и правительств большинства стран мира [1].

С этими выводами МГЭИК хорошо согласуются и оценки российских ученых, приведенные в Оценочном докладе об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, которые свидетельствуют, в том числе, и о значимом воздействии изменений климата на природную среду и социально-экономическую деятельность Российской Федерации как в целом по стране, так и применительно к ее отдельным регионам [2].

Большая часть территории России находится в области значительного наблюдаемого и прогнозируемого изменения климата. При этом изменения климата на территории России проявляются и будут проявляться в дальнейшем крайне неравномерно. Наблюдаемые и прогнозируемые изменения климата могут приводить как к благоприятным, так и к негативным последствиям. Это справедливо и по отношению к большим городам, сложные эколого-экономические системы которых уже откликаются на климатические изменения [2].

Для комплексной оценки наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата необходимо дальнейшее развитие научных исследований в области изменений климата, их последствий (в том числе социально-экономических) и возможностей адаптаций как в целом по стране, так и на региональном уровне.

В то же время, с учетом того обстоятельства, что в городах проживает большая часть населения России (73% по состоянию на 2001 год [3]), а также сосредоточены объекты энергетики и во многих случаях – промышленности, расположены крупные транспортные узлы, особое внимание следует уделить подготовке и реализации мер по сокращению выбросов в атмосферу парниковых газов. При этом ограничение выбросов парниковых газов непосредственно связано с повышением энергоэффективности и, тем самым, направлено на исполнение Указа Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» и постановления Правительства Москвы от 2 февраля 2009 г. №75-ПП «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства».

Результаты выполненных в 2008 году работ по инвентаризации источников парниковых газов в Москве, а также снискавший международное признание опыт крупнейших городов мира (группы С 40) могут быть положены в основу разработки рекомендаций по использованию в столице европейского опыта по сокращению выбросов парниковых газов в мегаполисах.

1. Антропогенные выбросы парниковых газов: роль в усилении парникового эффекта

Данные метеорологических наблюдений свидетельствуют о том, что в последние десятилетия XX века – начале XXI века климат Земли заметно изменился. Появились убедительные научные доказательства того, что главной причиной этих изменений стала хозяйственная деятельность человека. Эта деятельность сопровождается сжиганием ископаемого органического топлива в возрастающих объемах, а также сведением лесов с целью расширения сельскохозяйственных угодий, что приводит к увеличению антропогенной эмиссии парниковых газов (ПГ) [1].

Парниковые газы накапливаются в атмосфере и оказывают значительное влияние на ее радиационный режим – происходит усиление парникового эффекта, ведущее к потеплению в приповерхностном слое атмосферы и к изменению глобального климата в целом. Результаты научных исследований указывают на то, что при продолжении увеличения концентраций ПГ в атмосфере соответствующие изменения глобального климата могут привести к нежелательным и даже опасным последствиям для ряда природных и хозяйственных систем, а также для здоровья человека [2].

Основной причиной изменения газового состава атмосферы в индустриальную эру (условно – с 1750 года) является возрастающая хозяйственная деятельность – рост потребления энергии в результате сжигания ископаемого топлива и выброса в атмосферу продуктов этого сжигания. Хозяйственная деятельность также приводит к сокращению площади лесов, нарушению естественной поверхности почвы, что способствует ослаблению роли естественных стоков парниковых газов. Основными парниковыми газами являются: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), тропосферный озон (O_3) и водяной пар (H_2O). Хотя количество их в атмосфере чрезвычайно мало (объемная концентрация CO_2 составляет 0,038%, других газов – не более $2 \cdot 10^{-3}\%$), их влияние на термический режим атмосферы чрезвычайно велико [4].

Диоксид углерода (CO_2) является наиболее важным из перечисленных выше парниковых газов по влиянию на климат. До начала индустриальной эры его средняя глобальная концентрация в атмосфере составляла 280 ± 10 ppb (частей на миллион). В течение последних 10 000 лет она изменялась не более чем на 20 ppb, причем эти изменения были обусловлены естественными причинами. В докладе МГЭИК отмечается беспрецедентное по скорости увеличение концентрации CO_2 в атмосфере за последние 250 лет. После 1750 года концентрация CO_2 увеличилась на 35% и в 2005 году составила 379 ppb (рис. 1а) [2].

За последние 10 лет увеличение средней глобальной концентрации CO_2 было значительным и составило 1,9 ppb в год. Средняя за 2000–2005 годы годовая эмиссия CO_2 от сжигания ископаемого топлива увеличилась и составила $7,2 \pm 0,3$ млрд. тонн.

Метан (CH_4) является вторым по значимости парниковым газом после CO_2 . Его концентрация увеличилась в 2,5 раза по сравнению с концентрацией в доиндустриальный период и составила 1774 ppb в 2005 году (рис. 1б). Антропогенные выбросы метана связаны с нарушением природного равновесия водно-болотных экосистем, с технологическими утечками, с функционированием полигонов твердых отходов, а также неполным сгоранием топлива [2].

Закись азота (N_2O). Содержание этого газа в атмосфере увеличилось на 18% к 2005 году по сравнению с содержанием в доиндустриальный период (270 ppb) и составило 319 ppb. Скорость увеличения составляла 0,8 ppb в год в течение нескольких десятков лет (рис. 1в). Данные ледниковых кернов показывают, что за последние 10 тыс. лет часть общего содержания N_2O в атмосфере, имеющая естественное происхождение, изменилась менее чем на 3% [2].

Тропосферный озон (O_3). Увеличение содержания в атмосфере тропосферного озона усиливает парниковый эффект. Основными антропогенными источниками озона в тропосфере являются фотохимические реакции, протекающие с участием химических предшественников озона – оксидов азота NO и NO_2 , а также летучих органических соединений естественного и антропогенного происхождения. Антропогенные выбросы оксидов азота связаны в основном с теплоэнергетикой и транспортом [2].

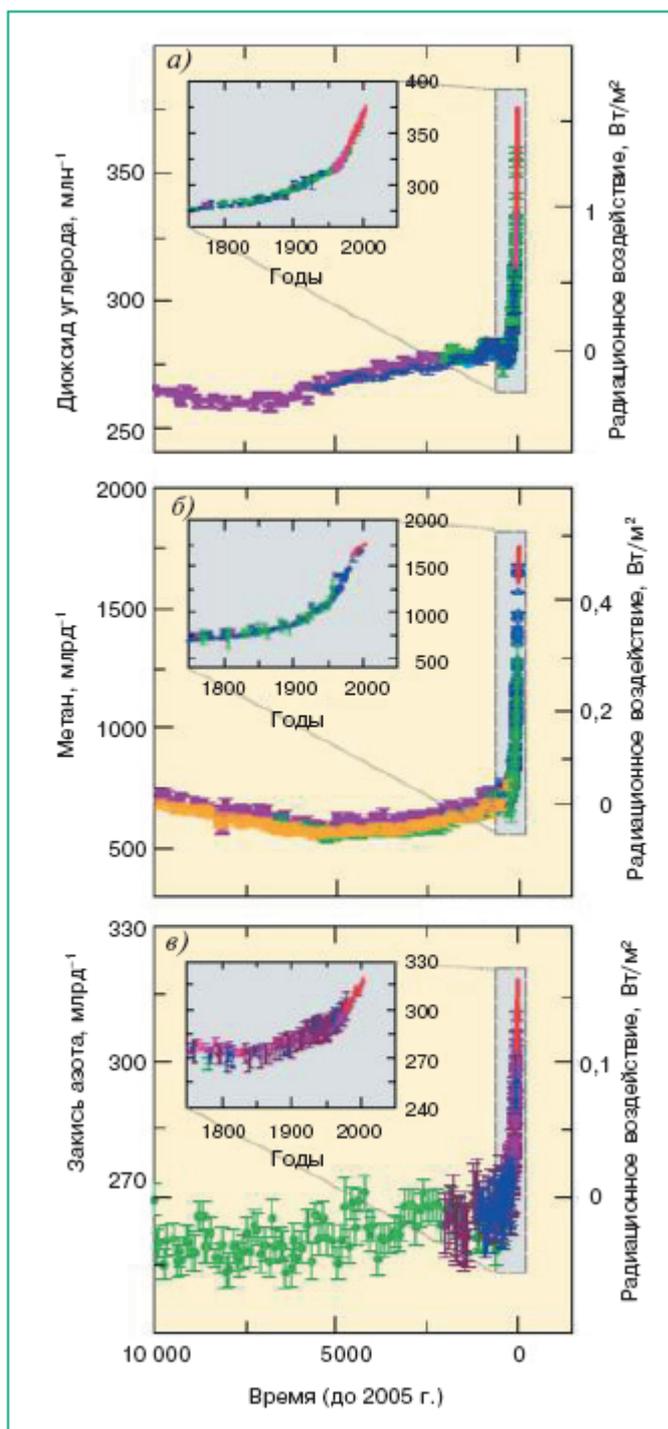


Рис 1. Временной ход концентрации диоксида углерода (а), метана (б) и закиси азота (в) в атмосфере и их изменения за последние 10 000 лет (крупная панель) и начиная с 1750 г. (вставленная в нее панель меньшего размера). Представлены результаты измерений в ледовых отложениях (символы разного цвета и конфигурации) по результатам разных исследователей и измерений в атмосфере (красная кривая). Шкала оценок радиационных воздействий, соответствующих измеренным концентрациям, приведена на больших панелях с правой стороны [2].

Парниковые газы техногенного происхождения. К газам техногенного происхождения относятся галогенизированные газы метанового и этанового рядов, а также гексафторид серы SF_6 , отличающиеся очень большим «временем жизни» и высоким парниковым потенциалом, что, несмотря на их малые концентрации в атмосфере, приводит к достаточно большому суммарному вкладу в парниковый эффект. Большинство из них стали продуктом антропогенных выбросов в атмосферу только в XX веке, поскольку стали использоваться в качестве хладагентов в холодильниках, в аэрозольных распылителях в качестве растворителей, а также при производстве пластмасс [2].

Водяной пар (H_2O) является основным естественным парниковым газом, на содержание которого в атмосфере хозяйственная деятельность человека не оказывает заметного прямого влияния вследствие его большого количества – в глобальной атмосфере содержится около 1% водяного пара по объему. Его распределение по земному шару сильно зависит от температуры воздуха, которая, в свою очередь, определяет влагоемкость атмосферы. Время жизни водяного пара в атмосфере достаточно

мало и составляет примерно 10 суток. Однако водяной пар может вносить значительный вклад в усиление парникового эффекта вследствие сильной положительной обратной связи: увеличение температуры воздуха вызывает повышение влагосодержания атмосферы, которое, в свою очередь, вызывает усиление парникового эффекта и тем самым способствует дальнейшему повышению температуры воздуха. Влияние водяного пара может также проявляться через увеличение облачности и изменение количества осадков [2, 4].

Воздействие на радиационный режим атмосферы – основной механизм антропогенного влияния на глобальную климатическую систему. Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере обуславливает основную часть этого воздействия. Увеличение их содержания в атмосфере усиливает поглощение длинноволновой инфракрасной радиации, излучаемой в основном подстилающей поверхностью, молекулами парниковых газов. Поглощенная инфракрасная радиация излучается в мировое пространство и к земной поверхности, вызывая повышение температуры тропосферы [2, 4].

При выработке стратегии ограничения антропогенного воздействия на климат предложены сравнительные индексы, характеризующие вклады воздействующих факторов в изменение климата для разных временных масштабов. Таким индексом является потенциал глобального потепления, в основе которого лежат оценки радиационного воздействия. Абсолютным потенциалом глобального потепления отдельной радиационно-активной примеси для некоторого периода времени называют интеграл от его радиационного воздействия для периода времени, равного 20, 100 и 500 лет для оценок коротко-, средне- и долгопериодных изменений климата.

Наибольшие значения «времени жизни» имеют галогенуглеводородные соединения, а также SF₆ и CF₄. Малое современное содержание хлорфторуглеродов (ХФУ), гексафторида серы (SF₆) и тетрафторида углерода (CF₄) в атмосфере обеспечивает относительно небольшой их вклад (10%) в суммарное радиационное воздействие. Однако в будущем этот вклад может возрасти при увеличении выбросов в атмосферу SF₆, CF₄ и других парниковых газов с большим и очень большим «временем жизни» [2, 4].

Как следует из приведенных сведений об источниках и свойствах парниковых газов, в контексте городского хозяйства основную проблему представляют собой выбросы диоксида углерода, связанные с функционированием объектов энергетики и транспортными потоками в городе. Также немаловажную роль могут играть утечки метана и выбросы транспортом оксидов азота. Последние не только являются предшественниками озона в тропосфере, но и участвуют в реакциях образования чрезвычайно токсичных пероксиацилнитратов [4].

2. Результаты инвентаризации источников выбросов парниковых газов в Москве

Кадастр антропогенных выбросов парниковых газов для г. Москвы разработан в соответствии с «Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов» (МГЭИК, 2006 г.). На этой же основе был разработан и «Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990-2006 гг.» (Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2008 г.). Кадастр подготовлен Центром по эффективному использованию энергии (ООО «ЦЭНЭФ») в рамках выполнения проекта «Климатические стратегии для российских мегаполисов», реализуемого при поддержке Фонда стратегических программ Министерства иностранных дел Великобритании [5].

Кадастр полностью опирается на официальные статистические сведения. Все показатели по потреблению топлива или другим видам деятельности, необходимые для оценки эмиссии ПГ, либо прямо получены из данных статистики, либо являются результатом пересчета данных форм первичной статистической отчетности.

Основными секторами, в которых имеют место выбросы или абсорбция парниковых газов, являются «энергетика»; «промышленные процессы»; «использование растворителей и другой продукции»; «сельское хозяйство»; «землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» и «отходы». В данной работе составлен кадастр выбросов только в секторе «энергетика». В России на него приходится 72% всех выбросов ПГ. В связи с особенностями городского хозяйства и теми изменениями, которые структура экономики города претерпела за последние 20 лет, Москве эта доля существенно выше (не менее 90%). Таким образом, данный кадастр покрывает основную часть антропогенной эмиссии ПГ в Москве.

Следует подчеркнуть, что «энергетический сектор» в широком смысле включает в себя разведку и добычу первичных энергетических источников; преобразование первичных источников энергии в более пригодные для использования формы энергии на нефтеперерабатывающих заводах и электростанциях; передачу и распределение топлива; стационарное и мобильное использование топлива [6]. Таким образом, для Москвы в это понятие включены передача и распределение топлива, а также его использования на стационарных и мобильных установках.

В кадастре ПГ для г. Москвы были выделены следующие сектора:

- электростанции (по каждой электростанции);
- котельные (по всем котельным суммарно);
- нефтепереработка (по московскому НПЗ);
- промышленность и строительство (по всей прочей промышленности суммарно);
- прочие сектора (сфера услуг, включая коммунальный сектор, и жилые здания);
- транспорт (внедорожный, железнодорожный, авиационный и автомобильный, с выделением грузовых и легковых автомобилей и автобусов);
- технологические утечки и выбросы (транспортировка сжиженного и природного газа, распределение природного газа).

Потребление топлива внедорожными транспортными средствами и другими машинами отнесено к секторам, где эти средства и машины используются (промышленность, строительство, сельское хозяйство и сфера услуг).

Оценка эмиссии парниковых газов на транспорте проведена в соответствии с положениями Главы 3 «Мобильное сжигание топлива» т. 2 «Энергетика» «Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов» (МГЭИК, 2006 г.) [6]. Мобильные источники производят прямые выбросы парниковых газов, а именно углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) при сжигании разных видов топлива, а также несколько других видов загрязняющих веществ, таких как угарный газ (CO), летучие органические углероды неметанового ряда (ЛНОС), сернистый газ (SO_2), твердые частицы (ТЧ) и оксиды азота (NO_x), что способствует локальному или региональному загрязнению. Оценены выбросы только трех парниковых газов: CO_2 , CH_4 и N_2O .

Для мобильных источников выбросы оценены на основании данных как по сжиганию топлива (представленных данными по проданному топливу), так и по пройденному транспортными средствами расстоянию. В целом, первый подход (проданное топливо) подходит для CO_2 , а второй (пройденное расстояние для разных видов транспортных средств и дорог) больше подходит для оценки выбросов CH_4 и N_2O . Выбросы CH_4 и N_2O гораздо сложнее точно оценить, чем выбросы CO_2 , потому что коэффициенты выбросов в большой степени зависят от технологии, используемой транспортным средством, вида топлива и эксплуатационных характеристик. Как данные о деятельности на основе километража (например, пройденное транспортным средством расстояние), так и детализированные данные о потреблении могут быть значительно менее точными, чем данные об общем количестве проданного топлива. Поэтому именно подход по оценке потребленного топлива (там, где имеется статистическая информация) или проданного топлива (в других случаях) использовался при работе с мобильными источниками выбросов.

Выбросы от сжигания биотоплива учитываются как информационные элементы, при этом они не включаются в секторальные или национальные итоги во избежание двойного счета. Только та часть, которая сжигается в целях получения энергии, оценивается по биомассе для включения в качестве информационного элемента в сектор «Энергетика». Выбросы CH_4 и N_2O при сжигании биомассы, тем не менее, оцениваются и включаются в национальные итоговые величины. Не учитываются в кадастре эмиссии также объемы топлива, использованного на неэнергетические нужды.

Инвентаризация эмиссии парниковых газов от технологических выбросов и утечек для России проведена в соответствии с положениями Главы 4 «Летучие выбросы» т. 2 «Энергетика» «Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов» (МГЭИК, 2006 г.) [6]. Случайные или намеренные технологические выбросы и утечки парниковых газов могут происходить при добыче, обработке и доставке ископаемых видов топлива до места их конечного использования. Данные о деятельности, необходимые для оценки летучих выбросов, технологических выбросов и утечек парниковых газов в системах угле-, нефте- и газоснабжения включают статистические данные об инфраструктуре (например, описи технических средств/установок, единиц процесса, шахт, трубопроводов и компонентов оборудования), а также данные о зарегистрированных выбросах в случае разливов, случайных выбросов и утечек.

В 2000-2007 гг. выбросы трех ПГ для г. Москвы выросли на 11,4% с 60,2 млн. т экв. CO_2 до 67,1 млн. т экв. CO_2 в 2007 г. Для сравнения отметим, что согласно национальному кадастру, для России в

целом рост выбросов трех ПГ в секторе «Энергетика» в 2000-2006 гг. составил 7,6%*, то есть выбросы в Москве росли существенно быстрее, чем в России [5].

По уровню эмиссии ПГ г. Москва опережает такие страны как Дания, Финляндия, Венгрия, Норвегия, Португалия, Словакия, Швеция, Беларусь, Нигерия, Чили и Сингапур.

Ориентировочные оценки выбросов ПГ для г. Москвы в 1990 г., сделанные на основе данных единого топливно-энергетического баланса г. Москвы за 1990 г., равны 77,4 млн. т экв. CO₂† [7]. Следовательно, выбросы в 2007 г. оставались на 13% ниже уровня эмиссии 1990 г. Однако сохранение темпов роста выбросов на ближайшие 7-10 лет приведет к выходу на уровень эмиссии 1990 г. уже к 2014-2017 гг.

На долю г. Москвы в 2006 г. пришлось 3,8% общероссийской эмиссии в секторе «Энергетика». Основным источником выбросов в г. Москве являются (см. рис. 2) электростанции (53,2%), за ними следует транспорт (28,4%), котельные (12%), прочие сектора (3,3%), нефтепереработка (1,8%), промышленность (0,7%), технологические утечки и выбросы (0,6%) [5].

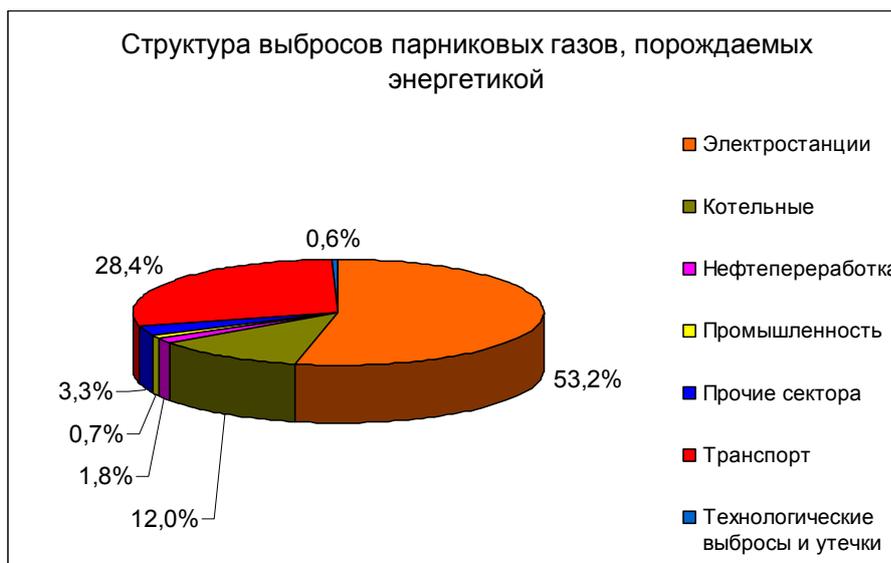


Рис. 2. Структура выбросов парниковых газов, обусловленных использованием топлива [5]

С учетом того, что на сектор «Энергетика» приходится не менее 90% выбросов парниковых газов, образующихся в Москве, доли приоритетных источников распределяются следующим образом:

- электростанции (~ 50 % суммарно);
- транспорт (~ 25 % суммарно);
- котельные (~ 10 % суммарно).

Как уже отмечено, в 2000-2007 годах наблюдался рост эмиссии парниковых газов. При этом 92% прироста выбросов пришлось на транспорт, еще 29% – на электростанции. Снижение выбросов в котельных нейтрализовало этот прирост на 12%, в промышленности – на 3,8%, нефтепереработке – на 0,2%, прочих секторах – на 5,3% (см. рис. 3).

Электростанции являются важнейшим источником эмиссии парниковых газов в Москве. Некоторые из них по масштабу эмиссии сопоставимы или существенно превышают выбросы от других секторов. В обсуждаемом кадастре выполнен учет выбросов CO₂, CH₄ и N₂O по каждой электростанции г. Москвы: ТЭЦ-8; ТЭЦ-9; ТЭЦ-11; ТЭЦ-12; ТЭЦ-16; ТЭЦ-20; ТЭЦ-21; ТЭЦ-25; ТЭЦ-26; ТЭЦ-28; ГЭС им. Смидовича; ТЭЦ-АООТ «ВТИ»; ТЭЦ АМО ЗИЛ; ТЭЦ-МЭИ; кроме того, проведена оценка эмиссия от мелких мобильных станций ОАО «Передвижная энергетика».

Как видно из рис. 3, самые большие выбросы дают ТЭЦ-21; ТЭЦ-25; ТЭЦ-26, на каждую из которых ежегодно приходится более 5 млн. тонн CO₂-экв.

* Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом.

http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4303.php.

† Рассчитано по И.А. Башмаков. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям. М. ЦЭНЭФ. 1996 г. стр. 218.

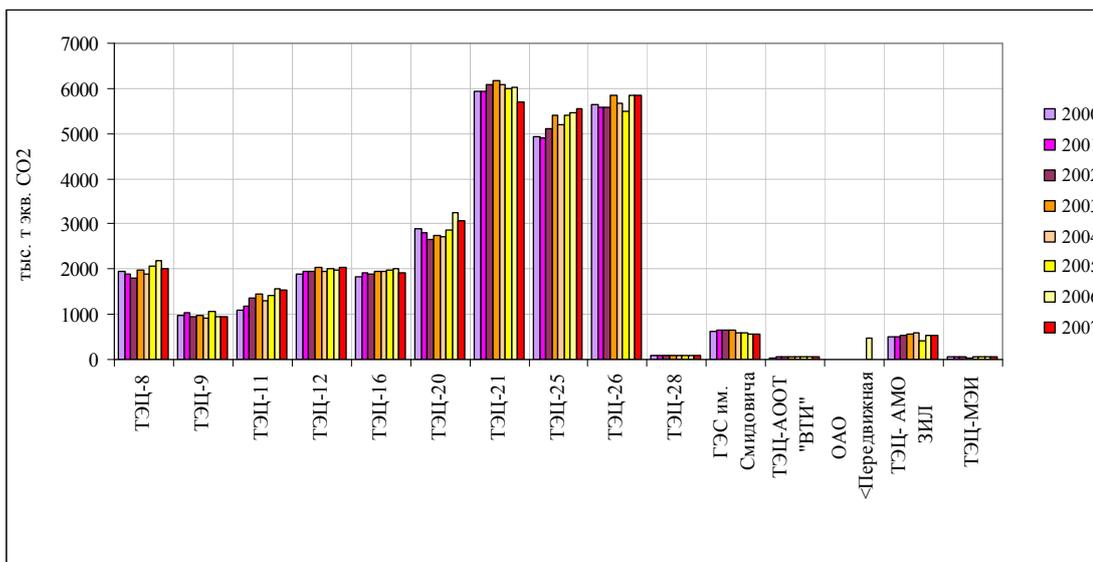


Рис. 3. Выбросы парниковых газов электростанциями г. Москвы в 2000-2007 годах [5]

Быстрее всего росли выбросы на транспорте (на 50% в 2000-2007 гг.), за ним следовали электростанции (на 6%) и котельные (на 12%). В остальных секторах выбросы были практически стабильны (нефтепереработка – 1,2%, технологические утечки и выбросы +0,3%) или снижались (котельные – 9,3%, прочие сектора – 14,4%, промышленность – 37% (см. рис. 4 и 5).

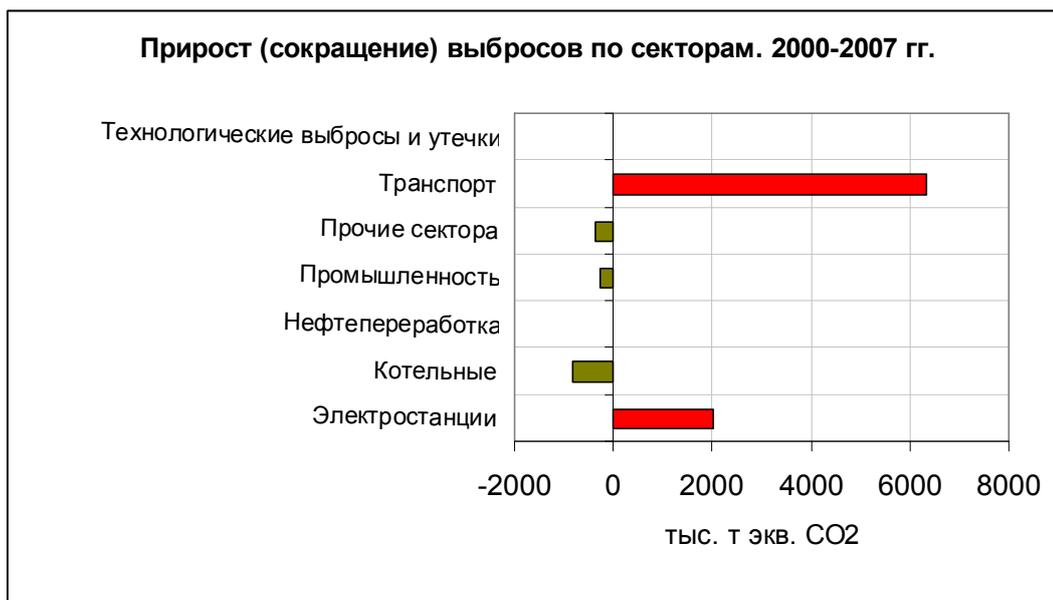


Рис. 4. Прирост и сокращение выбросов парниковых газов по секторам в 2000-2007 годах [5]

Транспорт г. Москвы является одним из самых важных источников эмиссии, вторым по значимости после электростанций, и самым быстрорастущим источником эмиссии – в 2000-2007 годах. Эмиссия трех парниковых газов выросла на 50%.

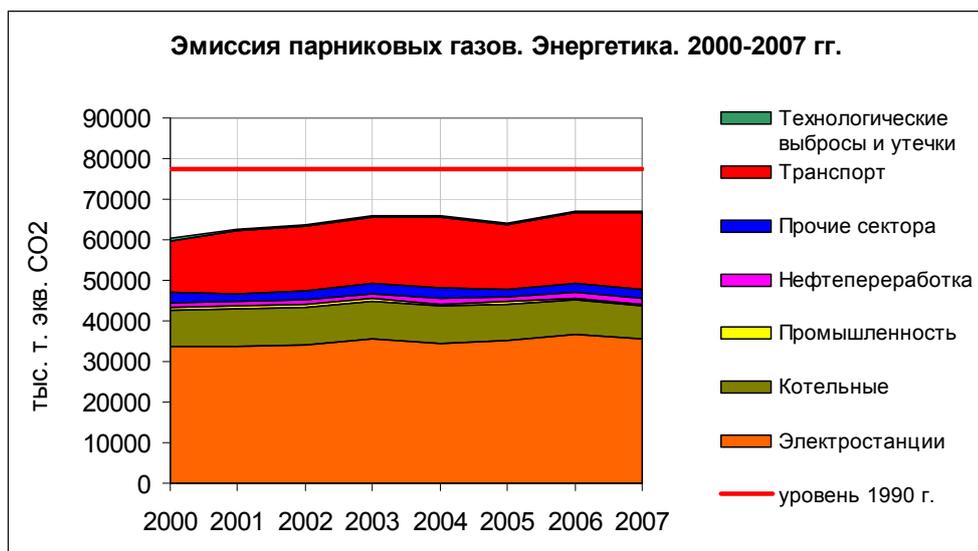


Рис. 5. Динамика выбросов парниковых газов, обусловленных использованием топлива в 2000-2007 годах [5]

На долю автомобильного транспорта в 2007 г. пришлось 79% всей эмиссии на транспорте, на долю авиационного – 20%*, железнодорожного – 0,6% и внедорожного – 0,6% (см. рис. 6). На всех видах транспорта, кроме авиационного и автомобильного, выбросы либо снижаются, либо сохраняются относительно стабильными. На автомобильном транспорте они растут очень быстро: на 34% в 2000-2007 годах. Сохранение таких тенденций ведет к неконтролируемому росту эмиссии, поскольку контроль над эмиссией парниковых газов именно от транспорта является самой сложной задачей.

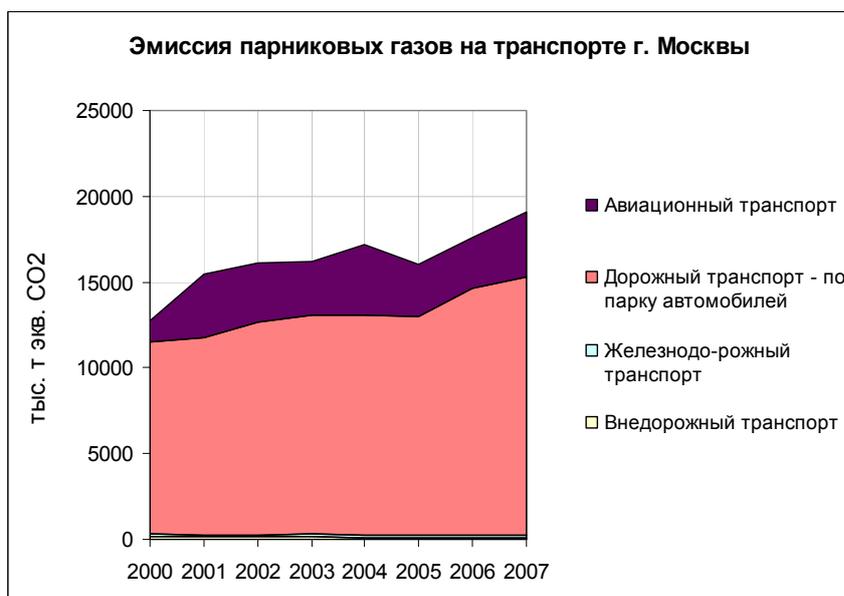


Рис. 6. Динамика выбросов парниковых газов по видам транспорта Москвы в 2000-2007 годах [5]

Таким образом, первоочередное внимание Правительства Москвы, с точки зрения эффективности решений, направленных на ограничение выбросов парниковых газов в городе, должно уделяться объектам теплоэлектроэнергетики – электростанциям – и транспорту. Представляется также, что следует развивать направления, связанные с улучшением работы котельных и повышением эффективности использования топлива на этих объектах. Это обусловлено тем, что вклад котельных в формирование выбросов ПГ Москвы составляет не менее 10% (третья позиция в списке приоритетов) и заслуживает серьезного внимания.

* В соответствии с международными подходами учитывается как источник ПГ города, являющегося транспортным узлом

3. Основные направления ограничения выбросов парниковых газов

3.1. Меры по ограничению антропогенного воздействия, предложенные рабочей группой по смягчению последствий изменения климата МГЭИК

В подготовке Четвертого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата [1] принимал участие целый ряд рабочих групп; при этом одной из наиболее сильных и многочисленных являлась группа, занятая вопросами по смягчению последствий изменения климата (ограничения выбросов парниковых газов) [8]. В соответствии с выводами этой группы, в 2004 году глобальные выбросы парниковых газов распределились следующим образом: около 57% выбросов ПГ были сопряжены со сжиганием ископаемого топлива; более 17% – со сведением лесов; доля метана в общем потоке составила около 14% [8].

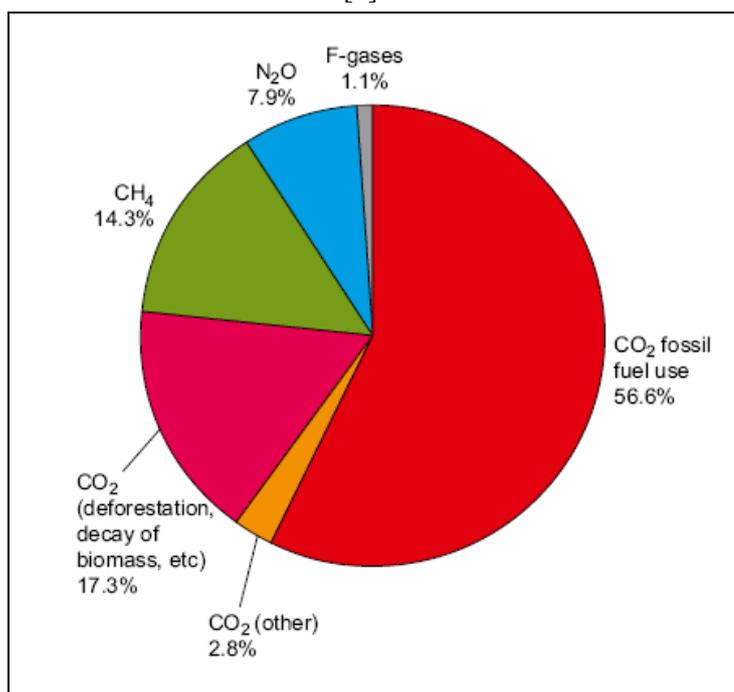


Рис. 7. Структура глобальных выбросов парниковых газов в 2004 году [8]

В контексте настоящей работы интерес представляют не столько технические подходы, сколько институциональные меры, сформулированные рабочей группой по смягчению последствий изменения климата. Вкратце выводы рабочей группы по ограничению антропогенного воздействия на климат в кратко- и среднесрочной перспективе (на период до 2030 года), имеющие непосредственное отношение к большим городам, таковы:

- Изменение образа жизни и моделей поведения может способствовать ограничению антропогенного воздействия на климат во всех секторах.
- Развитие, учитывающее спрос на транспортные перевозки и предполагающее планирование городского хозяйства и использование информационных и образовательных технологий, может способствовать сокращению масштабов использования легковых автомобилей и выработке экономичного стиля вождения.
- Изменение режима использования жилых помещений, а также культурного уклада и потребительских предпочтений наряду с применением соответствующих технологий может привести к значительному сокращению объема выбросов CO₂, связанных с использованием энергии в зданиях.

В отношении мер по ограничению выбросов парниковых газов в долгосрочной перспективе (после 2030 года) указано следующее:

- Меры по сокращению воздействия, предпринятые в течение следующих двух-трех десятилетий, будут иметь большое значение с позиции создания возможностей для стабилизации концентрации загрязняющих веществ на более низких уровнях.

- Политические меры, прямо или косвенно предусматривающие внесение платы за выбросы углерода, могут создать стимулы для производителей и потребителей, побуждающие их вкладывать значительные средства в разработку продуктов, технологий и процессов, характеризующихся низким уровнем выбросов ПГ в атмосферу.
- Использованию существующих вариантов ограничения выбросов парниковых газов мешают многочисленные препятствия, имеющие свою специфику в каждой конкретной стране и отрасли. Они могут быть связаны с действием финансовых, технологических, институциональных, информационных и поведенческих факторов.

Отметим, что предлагаемые в кратко- и среднесрочной перспективе подходы направлены, прежде всего, на изменение стиля жизни людей, развитие логистики (в части пассажирских и грузовых перевозок). Именно эти составляющие вносят существенный вклад в формирование структуры энергопотребления, в такую фундаментальную характеристику, как энергоэффективность города, региона, страны в целом. В долгосрочной перспективе речь идет о так называемом проектировании для окружающей среды, развитию которого должны способствовать экономические стимулы, связанные с платой за выбросы ПГ как при производстве, так, вероятно, и при использовании продукции.

3.2. Меры по ограничению антропогенного воздействия на климат: опыт крупнейших городов мира

3.2.1. Принципы группы С 40

Крупнейшие города мира объединены в так называемую группу С 40, формирование которой было начато в октябре 2005 года, когда представители 18 мегаполисов встретились в Лондоне для обсуждения возможностей скоординированных действий, направленных на ограничение вклада в климатические изменения и адаптацию к наблюдаемым и будущим изменениям.

Основой позиции руководителей мегаполисов является тот факт, что города, занимая менее 1% поверхности планеты, ответственны за 75% потребления энергии и вносят 75-80% вклад в глобальную эмиссию парниковых газов. В городах проживает более 50% населения Земли; ожидается, что к 2030 году доля горожан составит уже 60%. На конференции было подписано специальное коммюнике, положившее начало совместной работе руководителей крупнейших городов. Москва стала единственным городом России, приглашенным к участию в работе группы С 18 (в настоящее время – С 40, <http://www.c40cities.org/>).

С августа 2006 года С 40 активно сотрудничает с Клинтоновской климатической инициативой (организованной при поддержке Фонда Уильяма Клинтона – The William J. Clinton Foundation, <http://www.clintonfoundation.org/>). Это взаимодействие нацелено на выработку мер по ограничению вклада в климатические изменения и адаптацию больших городов к изменениям климата.

В настоящее время председателем группы С 40 является мэр Торонто Дэвид Миллер. В состав группы С 40 входят города-участники, а также города, проявляющие интерес к инициативам группы (города-наблюдатели, связанные с группой С 40). В таблице 1 приведен список городов-участников, а таблице 2 – городов-наблюдателей.

Следует отметить, что большинство городов-наблюдателей нельзя отнести к мегаполисам; это справедливо в отношении Копенгагена (509 тыс. жителей), Гейдельберга (140 тыс. жителей), Амстердама (752 тыс. жителей). В то же время, эти города играют серьезную роль в разработке и продвижении законодательных, институциональных, инженерных и информационных решений, направленных как на ограничение воздействия на климат, так и на адаптацию к климатическим изменениям.

В связи с этим в настоящем отчете при разработке рекомендаций по сокращению выбросов парниковых газов для столицы учитывался не столько формальный статус городов по отношению к группе лидеров С 40, сколько их вклад в разработку и апробацию решений и приемлемость (перспективы применения) подобных решений с социально-экономических, географических и климатических условиях Москвы.

Таблица 1

Список городов-участников группы С 40

Город	Государство	Город	Государство
Аддис-Абеба	Эфиопия	Мельбурн	Австралия
Афины	Греция	Мехико	Мексика
Бангкок	Таиланд	Москва	Россия
Берлин	Германия	Мумбаи	Индия
Богота	Колумбия	Нью-Йорк	США
Буэнос-Айрес	Аргентина	Париж	Франция
Варшава	Польша	Пекин	Китай
Гонконг	Китай	Рим	Италия
Дакка	Бангладеш	Рио-де-Жанейро	Бразилия
Дели	Индия	Сан-Пауло	Бразилия
Джакарта	Индонезия	Сеул	Южная Корея
Йоханнесбург	ЮАР	Сидней	Австралия
Каир	Египет	Стамбул	Турция
Каракас	Венесуэла	Токио	Япония
Карачи	Пакистан	Торонто	Канада
Лагос	Нигерия	Филадельфия	США
Лима	Перу	Ханой	Вьетнам
Лондон	Великобритания	Хьюстон	США
Лос-Анджелес	США	Чикаго	США
Мадрид	Испания	Шанхай	Китай

Таблица 2

Список городов-наблюдателей группы С 40

Город	Государство	Город	Государство
Амстердам	Нидерланды	Нью-Орлеан	США
Базель	Швейцария	Остин	США
Барселона	Испания	Сиэтл	США
Гейдельберг	Германия	Солт-Лейк-Сити	США
Йокогама	Япония	Стокгольм	Швеция
Копенгаген	Дания	Хошимин	Вьетнам
Куритиба	Бразилия	Шангвон	Южная Корея

*Жирным шрифтом в таблицах выделены европейские города
(8 городов-участников и 6 городов-наблюдателей)*

3.2.2. Клинтонская климатическая инициатива: общие подходы к повышению энергоэффективности городов и ограничению выбросов парниковых газов

Общие подходы к повышению энергоэффективности городов и ограничению выбросов парниковых газов сформулированы Клинтонской климатической инициативой (и поддержаны группой С 40) следующим образом:

- Разработка стандартов и Кодексов наилучшей практики для строительства, ремонта и реконструкции зданий, включающих реалистичные, экономически целесообразные рекомендации, направленные на то, чтобы здания в городах стали более энергоэффективными и более чистыми*.
- Организация энергообследований (энергоаудитов) и внедрение программ повышения энергоэффективности административных и жилых зданий.
- Реорганизация схем движения транспорта и совершенствование системы регулирования транспортных потоков; использование более энергоэффективного транспорта.
- Внедрение более энергоэффективных и экологически результативных систем генерации энергии.
- Создание системы приоритетного движения (пропуска) для общественного транспорта (автобусов); развитие транспортных средств, не использующих двигатели внутреннего сгорания.
- Развитие системы автобусов, грузовиков и мусоровозов, использующих более чистое топливо, и автомобилей с гибридными двигателями.
- Применение законодательных и экономических инструментов, призванных снизить транспортную нагрузку (таких, как плата за въезд в центр или в наиболее проблемные районы, перехватывающие стоянки и пр.).
- Создание систем утилизации энергии отходящих газов, низкопотенциального тепла, метана, образующегося на полигонах твердых отходов и пр.
- Совершенствование системы водоснабжения, сокращение потерь воды за счет нерационального (чрезмерного) использования и утечек.

Практически все подходы, предложенные Клинтонской климатической инициативой, могут быть реализованы и уже используются во многих городах мира. Результаты в части ограничения выбросов парниковых газов и повышения энергоэффективности напрямую зависят от того, в каких масштабах применяются указанные подходы и насколько лица, принимающие решения, и жители городов разделяют принципы энергоэффективности. Представляется, что особую значимость имеют такие составляющие, как постановка четких количественных целей и задач, учет (мониторинг достигнутых результатов) и контроль исполнения предписаний, реализации программ и т.п.

Установление целевых показателей энергопотребления, повышения энергоэффективности и создание справочных материалов (реестров, атласов, кодексов лучшей практики) для Москвы позволили бы, с одной стороны, наладить учет энергопотребления и оценку достижения целей, а с другой – поддержать организации города, ищущие наиболее целесообразные (технически и экономически) решения, направленные на повышение энергоэффективности.

3.2.3. Разработка и реализация планов действий по ограничению выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям

В последние 5-7 лет правительства крупных городов разрабатывают и реализуют планы действий по ограничению выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям. Подготовка планов осуществляется публично, при активном участии заинтересованных сторон – предприятий и организаций города, образовательных учреждений, жителей. Планы представляют собой не столько научно-технические, сколько общественно значимые документы, направленные на обеспечение участия и формирование ответственности всех горожан за повышение эффективности использования энергии, ограничение воздействия на климат и подготовку к климатическим изменениям.

В ряде городов планы по ограничению выбросов парниковых газов и планы по адаптации к климатическим изменениям разделены. Такие решения приняты в Лондоне [11, 12], где основное внимание уделяется увеличению эффективности децентрализованной генерации энергии и тепла [11]. В Лондоне планируется сократить к 2012 году выбросы ПГ на 20%, а к 2025 году – на 60% по сравнению с 1990 годом.

* Речь идет как о чистоте в прямом смысле слова, так и о более высокой экологической результативности — «экологической чистоте».

В Париже Климатический план был принят в 2007 году. Он включает как ограничение выбросов ПГ, так и меры по адаптации. Эмиссию парниковых газов планируется сократить к 2050 году на 75% по сравнению с 2004 годом [13].

В Москве выбросы ПГ в 2007 году были на 13% ниже, чем в базовом 1990 году. В то же время, в период 2000-2007 гг. выбросы постоянно росли (суммарно – на 11% за 8 лет). Несмотря на то, что снижение выбросов ПГ не связано прямой зависимостью с целевым показателем сокращения энергоёмкости ВРП (на 43% к 2025 году относительно 2007 года [14]), можно предположить, что при возрастании ВРП города практически вдвое (в соответствии со Стратегией социально-экономического развития [15]) потребление энергии на его производство практически не изменится. В этом случае выбросы ПГ должны как минимум стабилизироваться.

Правительство Мадрида также выпустило план действий [16]. Цели, поставленные в этом документе, выглядят гораздо более скромно, чем цели Лондона и Парижа (как, впрочем, и цели Испании по сравнению с другими государствами-членами Европейского Союза: в соответствии с Киотским протоколом, Испания предполагала к 2012 году увеличить выбросы ПГ на 15% по сравнению с базовым 1990 годом). В Мадриде, в отличие от государства в целом, планируется к 2012 году сократить выбросы ПГ на 14% по сравнению с 2004 годом или на 1% по сравнению с 1990 годом [14]. Суммарная эмиссия ПГ составляла в 2006 году 15,19 млн. тонн CO₂-экв. или 4,75 т CO₂-экв. на человека (по сравнению с 6, 44 т CO₂-экв. на жителя Москвы).

С управленческой точки зрения План действий Мадрида построен очень логично: в документе определена ответственность Правительства города и всех департаментов; установлено, что в каждом из выпускаемых документов (распоряжений, программ, планов) должны быть учтены приоритеты повышения энергоэффективности и снижения выбросов ПГ; цели и задачи охраны окружающей среды (экологической эффективности) изложены во взаимосвязи с целями и задачами в сфере энергоэффективности.

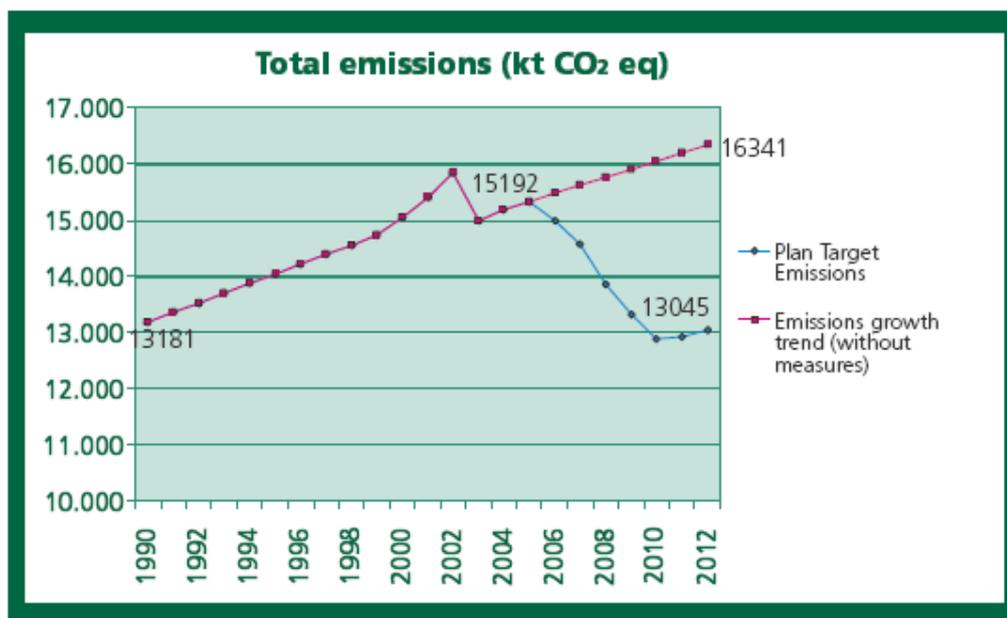


Рис 8. Изменение выбросов парниковых газов в Мадриде в 1990-2006 гг. и планы на 2007-2012 гг. [14]

В целом, цели, поставленные городами-участниками и городами-наблюдателями группы С 40, могут значительно отличаться друг от друга с учетом экономических, климатических, социальных особенностей, целей, установленных Киотским протоколом или национальными правительствами. Тем не менее, в каждом плане действий основные позиции включают:

- проведение регулярной инвентаризации (или, по крайней мере, оценки) выбросов парниковых газов и выявление приоритетных эмитентов;
- разработку и принятие мер принудительного характера (запрет на въезд в город автомобилей определенного класса, обязательность учета характеристик энергоэффективности при сдаче площадей внаем, обязательность устройства «белых» или «зеленых» крыш и пр.);

- продвижение информационно-просветительских кампаний для населения;
- разработку добровольных (инициативных) мер (отказ от использования служебных автомобилей или увеличение числа пассажиров-госслужащих, перевозимых в одной машине; добровольная сертификация (маркировка) зданий по энергоэффективности; добровольное внедрение и сертификация систем энергоменеджмента – аналогично системам экологического менеджмента).

Представляется, что систематизация всех мер и усилий Правительства Москвы, направленных на повышение энергоэффективности и внедрение энергосберегающих мероприятий, в рамках единого плана (нетехнического, рамочного характера), позволила бы упорядочить и скоординировать действия различных организаций, привлечь интерес жителей города, создать информационный материал для инвесторов, планирующих вложение средств в экономику города.

3.2.4. Решения, апробированные в городах группы С 40

Повышение энергоэффективности зданий: опыт Берлина

Программа повышения энергоэффективности была разработана в 1997 году Правительством Берлина в сотрудничестве с Берлинским энергетическим агентством – ведущей консультационной компанией, специализирующейся в области энергоэффективности и энергосбережения [17]. Программа предусматривает создание партнерств, состоящих из собственников зданий (обычно – районных администраций) и энергокомпаний (такие как Siemens, Honeywell). В формировании партнерств участвуют здания, суммарные счета которых за энергию составляют не менее 200 тысяч Евро в год (8-9 миллионов рублей)*.

За десять лет в программе приняли участие 1400 зданий (восстановительных центров, госпиталей, административных зданий и пр.); ежегодное сокращение выбросов парниковых газов составило 60,4 тыс. т CO₂-экв. Ежегодные счета за энергию в этих зданиях снизились на 10,16 миллиона Евро. Ежегодное сокращение потребления энергии составляет около 26% на каждую группу зданий (обычно в группу входят 20 зданий), участвовавших в программе. Собственники зданий не только не несут затраты по реконструкции и переоборудованию, но и получают значительные выгоды в части снижения платежей за энергию. Это происходит уже через 3-4 года, а по истечении срока окупаемости проекта (около 10-12 лет) платежи снижаются не менее, чем на 26%.

К настоящему времени энергокомпании инвестировали 43,13 миллиона Евро в проекты повышения энергоэффективности 1400 зданий. Платежи за энергию снизились суммарно на 10,16 миллиона Евро.

Следует подчеркнуть, что Берлинское энергетическое агентство, продвигающее идею реконструкции и переоборудования зданий, помогающее группировать здания, организующее тендеры и пр., финансируется за счет бюджета города и районных администраций. Поэтому услуги агентства для обращающихся к нему собственников зданий являются бесплатными.

Логическая цепь программы представлена на рис. 9.

Следует подчеркнуть, что Берлинское энергетическое агентство работает также на международном уровне и поддерживает формирование энергопартнерств в странах Восточной Европы (Болгарии, Румынии, Словении).

Alexandra Waldmann
 Berliner Energieagentur GmbH Berlin Energy Agency International Know-How Transfer
 Französische Str. 23 10117 Berlin
 Tel +49 (30) 29 33 30 53+49 (30) 29 33 30 95
 E-mail: waldmann@berliner-e-agentur.de
<http://www.berliner-e-agentur.de>

* Типичный годовой счет за электроэнергию, отопление и газ для квартир площадью около 100 кв.м в Москве составляет 25-30 тысяч рублей или 750 Евро. Таким образом, с финансовой точки зрения, «сталинский» дом на 250 квартир вполне мог бы стать участником такого партнерства. С точки зрения фактического потребления энергии достаточно было бы и трети дома.

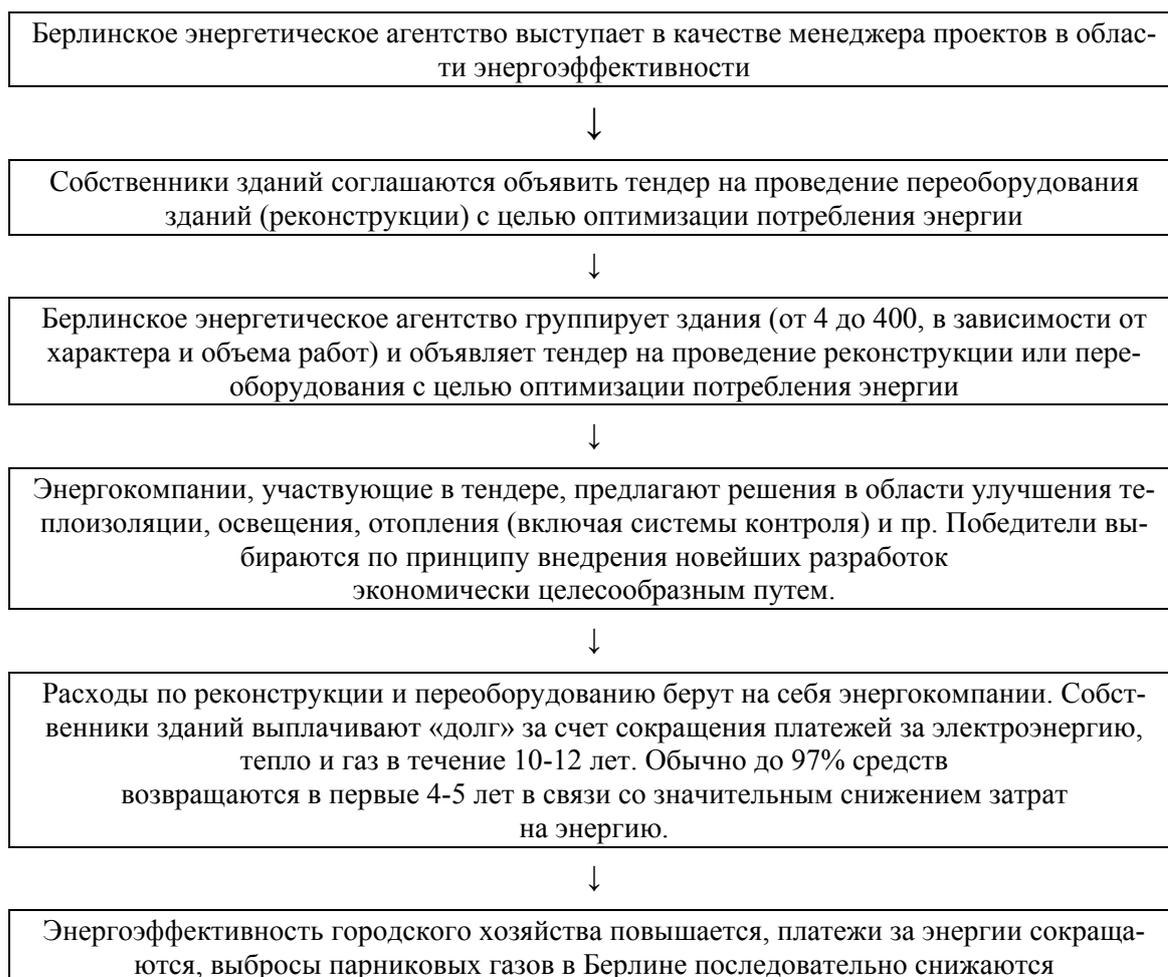


Рис 9. Логическая цепь программы повышения энергоэффективности зданий в Берлине [по материалам 17]

Повышение энергоэффективности зданий: опыт Гейдельберга

С 1993 года Администрация Гейдельберга добилась ежегодного снижения выбросов ПГ муниципальными зданиями и образовательными учреждениями (университетами) на 15 тысяч тонн CO₂-экв. (общее сокращение превысило 225 тысяч тонн CO₂-экв.). Выбросы от муниципальных зданий сократились на 35%, а от университетских – на 13% [18].

В городе реализуется программа, устанавливающая гораздо более жесткие требования к энергоэффективности зданий, чем те, что действуют на уровне ФРГ в целом. Для того, чтобы получить разрешение на строительство зданий, не принадлежащих городу, инициаторы деятельности обязаны гарантировать возведение объектов, отвечающих жестким требованиям по энергоэффективности.

Разработка программы, введение жестких требований и др. стало результатом работы дискуссионного форума жителей города (исторически сформировавшегося). Впервые вопросы энергоэффективности были поставлены на форуме в 1997 году. В настоящее время работа форума формализована; он носит название Совета по энергоэффективности и изменению климата и включает как представителей общественности, так и специалистов.

В 2000 году было создано Энергетическое агентство Гейдельберга. В 2004 году был открыт Институт энергетических и экологических исследований, работа которого направлена на оценку ответственности и разработку новых решений в области повышения энергетической и экологической эффективности Гейдельберга.

В 2006-2007 годах были разработаны и реализованы проекты по повышению эффективности использования энергии в школах и спортивных сооружениях; по оптимизации энергоснабжения в районах города; по повышению эффективности систем освещения и вентиляции в университете; по

поддержке предприятий малого бизнеса, готовых снизить потребление энергии. Выполнен аудит источников выбросов парниковых газов в городе (исключая транспорт).

Ключевое направление деятельности Администрации города – повышение информированности жителей и вовлечение их в активные действия по ограничению потребления энергии и выбросов ПГ. Администрация также поддерживает жителей, обращающихся за субсидиями и кредитами на цели повышения энергоэффективности. Департамент охраны окружающей среды города ежегодно тратит на проекты в области климатических изменений около 215 тысяч Евро. Кроме того, привлекаются средства национального бюджета: 50 тысяч Евро расходуются на поддержку малого бизнеса; 470 тысяч Евро затрачиваются на гранты и субсидии для жителей города, устанавливающих стеклопакеты, крыши с лучшей теплоизоляцией и пр.

По оценкам специалистов, ежегодные затраты, связанные с платежами за энергию, снижены на 1,7 миллионов Евро по сравнению с 1993 годом (несмотря на рост тарифов) [18].

Экологически эффективная система отопления и охлаждения: опыт Хельсинки

Система отопления и охлаждения зданий Хельсинки (построенная по районному принципу) позволяет достичь ежегодного снижения потребности в первичной энергии на 9700 ГВт*час. Такие результаты удалось получить, прежде всего, за счет сооружения высокоэффективной теплоэлектростанции. Избыток электроэнергии поступает на рынок Скандинавских стран, что позволяет городу получать дополнительных доходов [19].

В 1998 году была создана, а в 2001 году пущена на полную мощность система обеспечения города холодом. Холод (для целей кондиционирования административных и жилых зданий) производится с использованием возобновляемых источников энергии или энергии, которая обычно рассматривается как безвозвратные потери. В здания подается по специально выделенной системе труб холодная вода. Летом подается морская вода, а зимой используются абсорбционные холодильные машины – оборудование, позволяющее из тепла (в данном случае, тепла, образующегося на теплоэлектростанциях) получать холод (теплоноситель с температурой около +7°C).

В 1990-2000 годах в столице Финляндии сокращение выбросов ПГ достигло 12,8%, а в столичном регионе в целом – 5,7%. По большей части, это снижение обусловлено переходом на районную систему теплоснабжения и отказом от использования угля для производства энергии. Одновременно удалось добиться и улучшения качества воздуха в городе.

В 2006 году на теплоэлектростанциях города было использовано 1,52 млн. тонн топлива в пересчете на тяжелую нефть (понятие, близкое к условному топливу – мазуту), что на 36% (на 826 тысяч тонн) меньше, чем потребовалось бы при раздельной генерации электричества и отоплении с помощью домовых котельных. Финансовые затраты сократились на 346 миллионов Евро. Выбросы парниковых газов снизились почти на 1,3 миллиона тонн CO₂-экв.

В структуре выбросов парниковых газов Хельсинки вклад основных источников распределяется следующим образом: 44% приходится на обеспечение отопления города, 30% – на обеспечение города электроэнергией, 20% выбросов обусловлены использованием транспорта*. Удельные выбросы ПГ составляют около 6 т CO₂-экв. на душу населения в год; при населении 561 тыс. человек общая эмиссия ПГ составляет 3,36 млн. тонн CO₂-экв. ежегодно. Правительство Хельсинки намерено обеспечить к 2030 году сокращение выбросов парниковых газов на 1/3 по сравнению с текущим уровнем (2008 г.). Предусмотрены следующие основные направления действий: расширение применения возобновляемых источников энергии (в том числе, тепловых насосов), оптимизация электропотребления, улучшение культуры использования транспорта [19].

Новые системы освещения улиц: опыт Осло (Норвегия) и Вексьо (Швеция)

Интеллектуальная система освещения улиц в Осло

Частно-государственное партнерство между Правительством Осло и крупнейшей электросетевой компанией Норвегии Hafslund ASA было организовано с целью сокращения потребления элек-

* Для сравнения: в Москве на долю Мосэнерго и котельных (обеспечение электрической и тепловой энергией) приходится около 70%, на долю транспорта — около 28% выбросов ПГ. Удельные выбросы в Москве составляют около 6,4 CO₂-экв. на душу населения в год.

троэнергии на цели освещения улиц города. В Норвегии на освещение расходуется около 15-20% общего объема потребления электроэнергии в стране (125 ТВт*ч)*. При этом около 3% от этого количества (3750 ГВт*ч) расходуется на освещение улиц.

Hafslund ASA отвечает за работу 250 тысяч фонарей уличного освещения в Большом Осло. Старые осветительные приборы, содержавшие полихлорированные бифенилы и ртуть, были заменены на новые высокоэффективные натриевые лампы высокого давления. Новые лампы управляются по индивидуальному принципу. Это означает, что яркость фонаря можно увеличивать и уменьшать в зависимости от необходимости, а потребление энергии измерять. Потребители (торговые центры, владеющие парковками, парки и пр.) оплачивают фактическое потребление электроэнергии. Возможность энергосбережения за счет стимулов, сформированных для таких потребителей энергии, оценивается величиной порядка 30%.

Новые лампы требуют меньших усилий по техническому обслуживанию. Операторы, использующие геоинформационную систему, точно знают, какой из осветительных приборов и где вскоре потребует замены.

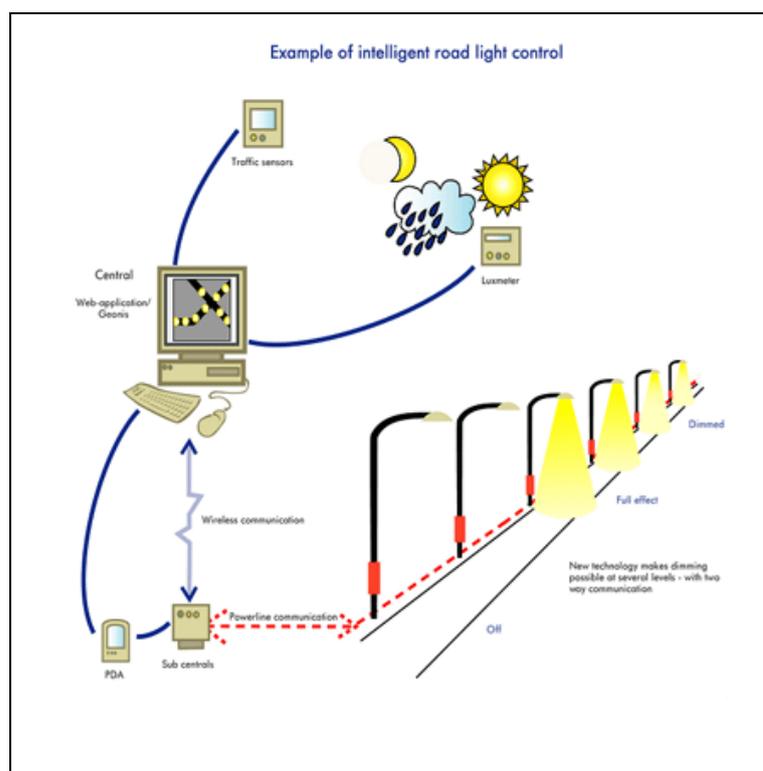


Рис 10. Принципиальная схема интеллектуальной системы освещения улиц Осло [20]

В настоящее время 10 тысяч фонарей в Осло объединены в единую систему, которая управляется центральным компьютером, учитывающим погодные условия (естественное освещение, осадки, туман) и потребности клиентов (загруженность стоянки). Эта система позволила сократить выбросы ПГ на 1440 т CO₂-экв. и снизить потребление энергии на освещение улиц, где применяются интеллектуальные фонари, на 70 %.

Замена источников освещения улиц в Вексьо

Администрация Вексьо приступила к замене всех ламп, используемых для освещения улиц города, на энергоэффективные лампы в 1994 году. Выбросы ПГ удалось единомоментно снизить на 45% (что соответствует 6 тысяч тонн CO₂-экв. в год).

Для освещения города используется 21900 уличных фонарей; в 18200 из них были установлены новые лампы с оранжевым или желтым свечением. Эти лампы отличаются высокой энергоэффективностью, а выбранные оттенки света способствуют лучшему восприятию освещенности глазом человека. Используемые источники света включают следующие типы ламп:

- Philips SGS 203 (наиболее часто используемые);
- SON-E 50/70/100 W;

* 125 ТВт*ч = 125*10¹² Вт*ч

- SON-T 50/70/100/150/250/400 W.

Новые фонари потребляют 6,9 ГВт*ч энергии ежегодно (по сравнению со старыми, суммарное потребление которых превышало 12 ГВт*ч в год). Замена фонарей должна была завершиться в 2009 году.

Светодиоды для светофоров: опыт Чикаго

Правительство Чикаго реализует проект, направленный на снижение выбросов парниковых газов в городе. Одно из направлений проекта посвящено установке светодиодов в светофорах на 2900 перекрестках Чикаго. К настоящему времени новые светофоры установлены на 1000 перекрестках; проект продлится еще три года. Стоимость проекта составляет 32 миллиона долларов США. Проект осуществляется в партнерстве с Правительством Чикаго и компанией Commonwealth Edison (ComEd), выпускающей приборы и предоставляющей услуги в области электроснабжения.

Основные преимущества такого подхода следующие:

- светодиодные лампы светят ярче; светофоры становятся более отчетливыми в условиях тумана на дорогах;
- светодиодные лампы рассчитаны на 100 тысяч часов работы, в то время как лампы накаливания служат в течение 8 тысяч часов;
- замена ламп требует затрат на оплату труда; неработающие светофоры могут вызывать серьезные осложнения уличного движения.

Проект является частью программы, цель которой состоит в увеличении энергоэффективности административных зданий, систем освещения и регулирования движения в городе на 30% к 2020 году. Установка светодиодных ламп в светофорах обеспечит 1/6 достижения поставленной цели. Светодиодные светофоры потребляют на 80% меньше энергии, чем обычные, с лампами накаливания. В результате выполнения проекта затраты на обеспечение работы светофоров сократятся на 2,55 млн. долларов США в год за счет платы за электроэнергию и на 100 тысяч долларов США в год за счет снижения расходов на материалы. Ежегодное снижение выбросов парниковых газов составит 23 тысячи тонн CO₂-эквивалента. Следующий этап программы – установка светодиодных фонарей для освещения улиц города.

Плата за въезд в центр города: опыт Лондона

Лондон является крупнейшим городом в мире, где установлена плата за въезд в центр, призванная ограничить движение транспорта, улучшить качество воздуха и сократить выбросы парниковых газов.

Ограничение на въезд было введено в феврале 2003 года. За счет этой меры властям города удалось на 20% снизить поток автомобилей в зоне ограничения в те часы, когда это ограничение действует. Это равноценно 75 тысячам автомобилей в день. Тем самым, снижение потребления топлива составило приблизительно 40-50 миллионов литров бензина, а ежегодные выбросы парниковых газов сократились внутри зоны на 30 тысяч тонн CO₂-экв., а в Лондоне в целом – на 100 тысяч тонн CO₂-экв. (1%). Ежегодные сборы с автомобилистов близки к 122 миллионам фунтов стерлингов; эти средства инвестируются в развитие системы общественного транспорта. В 2007 году площадь зоны ограничения движения была увеличена вдвое. В пределах «новых» территорий поток автомобилей снизился примерно на 13%.

Принцип действия ограничения движения

Плата за въезд и парковку автомобилей вдоль улиц центра Лондона в рабочие дни с 7.00 до 18.00 составляет 8 фунтов стерлингов (около 380 рублей). Площадь зоны ограничения движения изначально составляла 22 квадратных километра; в 2007 году ее площадь была увеличена в полтора раза (см. рис. 11). После 2008 года, с приходом к власти нового мэра города – Бориса Джонстона – планы по расширению зоны ограничения движения не получили дальнейшего развития.

Специальных касс или киосков для оплаты нет. В настоящее время водители могут внести плату за въезд, используя Интернет или автоматы для внесения платы за различные услуги, а также отправив sms. Камеры, установленные на въездах в зону, автоматически фиксируют номера машин. Штраф за неоплату въезда составляет 100 фунтов стерлингов (около 4800 рублей). При своевременной уплате штрафа (в течение двух недель) сумма сокращается вдвое.

От платы за въезд в центр города освобождены автобусы, такси и мотоциклы. Жители центра города, а также инвалиды получают 90-100% скидки (фактическое освобождение от платы за въезд).



Рис 11. Зона ограничения движения автомобилей в центральном Лондоне [23]

Реакция населения и оценки специалистов

По оценкам специалистов, более 40 тысяч водителей ежедневно пересекаются на общественный транспорт. Это может происходить на окраинах Лондона, куда они добираются на автомобилях, но в большинстве случаев люди, работающие в центре, приезжают из пригорода поездами. В условиях мягкого лондонского климата многие пересекаются на велосипеды.

Как жители Лондона, так и его гости отмечают более свободное движение транспорта не только в центре, но и на основных магистралях, ведущих к центру Лондона. Снизилось количество пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях в центре Лондона (на 40-70 человек в год). Специалисты утверждают, что введение платы за въезд, наряду с улучшением качества автомобильных двигателей и топлива, способствовало снижению на 13% выбросов оксидов азота и на 15% частиц PM 10 (с эффективным размером до 10 мкм).

Как уже отмечено, выбросы парниковых газов внутри зоны ограничения снизились на 30 тысяч тонн CO₂-экв., что составляет около 16% (для этой зоны)*. В Лондоне сокращение достигло ~ 1% от общих выбросов парниковых газов транспортом или 100 тысяч тонн CO₂-экв.

Затраты на организацию зоны ограниченного въезда составили 160 миллионов фунтов стерлингов; ежегодно на функционирование зоны расходуется 90 миллионов фунтов стерлингов. За 2005-2006 годы прибыль от введения зоны ограниченного въезда составила 122 миллиона фунтов стерлингов. Эти средства были распределены следующим образом:

- | | |
|---|----------------------------|
| - развитие автобусного сообщения | 4 млн. фунтов стерлингов |
| - ремонт улично-дорожной сети и мостов | 100 млн. фунтов стерлингов |
| - обеспечение безопасности дорожного движения | 4 млн. фунтов стерлингов |
| - обустройство дорожек для пешеходов и велосипедистов | 4 млн. фунтов стерлингов |

Организация зоны ограниченного въезда считается одним из удачных проектов по оптимизации схемы движения транспорта в Лондоне. В настоящее время обсуждаются возможности введения дифференцированной платы: повышение платы для автомобилей с выбросами ПГ выше 225 г CO₂/км

* Выбросы парниковых газов от автотранспорта в Москве составляют величину порядка 13-14 миллионов тонн CO₂-экв. Автотранспорт города потребляет около 7 миллионов тонн условного топлива (или 4,5 миллиона тонн бензина) [7]. Значительная часть выбросов приходится на центр города и пробки вдоль основных магистралей в часы пик. Сокращение потребления бензина на 50 миллионов литров составило бы около 0,8 % суммарного годового потребления.

и освобождение от платы для автомобилей с выбросами менее 120 г CO₂/км. Эта мера призвана поддержать распространение автомобилей с гибридными двигателями. Следует отметить, что жители центра Лондона, которые владеют автомобилями с удельным выбросом ПГ выше 225 г CO₂/км, могут потерять свою «привилегию» (освобождение от платы за въезд в центр) [24].

Плата за въезд в центр города: Стокгольм присоединяется к Лондону

В августе 2007 года Правительство Стокгольма приняло решение, вслед за Лондоном, ввести ограничение на въезд автомобилей в центр города. Решение было принято с учетом положительных результатов тестирования схемы в городе в 2006 году. За 7 месяцев удалось снизить выбросы парниковых газов на 14%, что эквивалентно ежегодному сокращению на 25 тысяч тонн CO₂. Нагрузка в центре Стокгольма снизилась на 22% (100 тысяч пассажиров в день). Средства, собираемые за счет платы за въезд в центр, планируется направить на строительство объездной (кольцевой) дороги 'Fötbifart Stockholm'.

Принятию решения о введении платы предшествовал референдум, в ходе которого 53% жителей Стокгольма проголосовали за такую меру. В настоящее время доля граждан, поддерживающих решение, возросла, однако многие жители других городов Швеции по-прежнему голосуют против ограничения въезда в центр столицы.

Плата установлена для всех автомобилей, кроме автобусов (массой не менее 14 тонн), машин скорой помощи, пожарных и пр., дипломатических автомобилей и машин с иностранными номерами, экологически более чистых машин (на биотопливе или с электродвигателями), а также для мотоциклов и мопедов. Водители должны вносить плату на въезде и (или) выезде из центра; размер платы зависит от времени пересечения границы зоны. Дневная плата не превышает 60 шведских крон (около 250 рублей). Режим ограничения въезда действует по рабочим дням с 6-30 до 18-30.

На рис. 12 показаны результаты введения ограничения на въезд в центр Стокгольма [25].

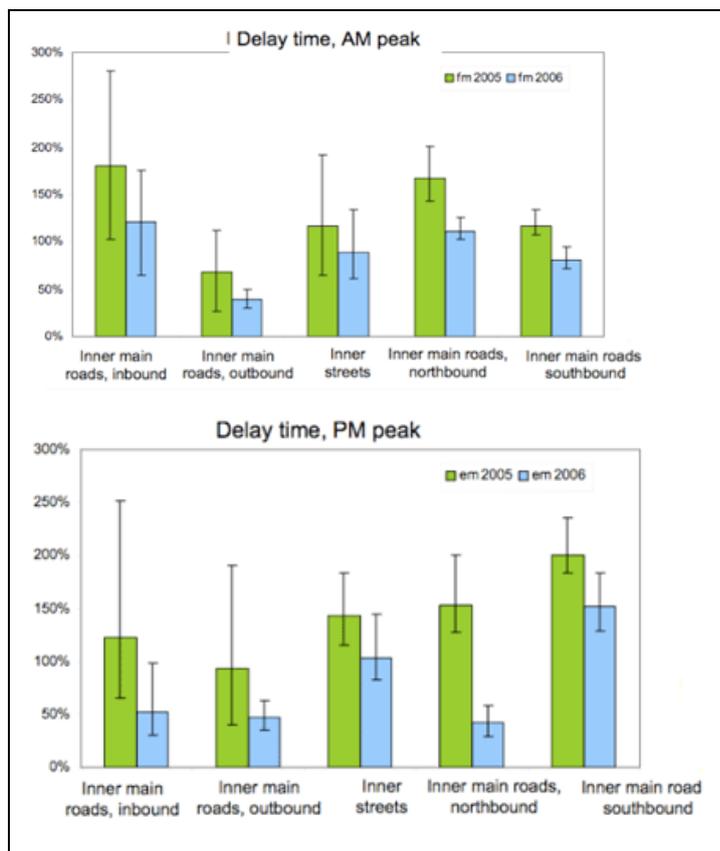


Рис 12. Снижение нагрузки на улично-дорожную сеть в Стокгольме в результате введения ограничения на въезд в центр города [25]

Слева направо:

- основные улицы, ведущие в центр с севера;
- основные улицы, ведущие из центра на север,
- улицы центра города;
- основные улицы, ведущие в центр с юга;
- основные улицы, ведущие из центра на юг.

В среднем количество автомобилей сократилось на 22 %, а время движения между одними и теми же пунктами в границах зоны – на 30-50%. Зеленые столбики на диаграммах отражают ситуацию в 2000 году, а голубые – в 2006 году. Высота столбиков пропорциональна времени простоя автомобилей в пробках на улицах, ведущих в центр, и собственно в центре города в утренние (верхний рисунок) и вечерние (нижний рисунок) часы.

Современная система обращения с отходами: опыт Осло

В Осло реализована система обращения с отходами, которая позволила в 2006 году из 200 тысяч тонн бытовых отходов, собранных в городе, 1% использовать повторно, 27% отправить на рециклирование, 67% использовать для получения энергии и только 5% отправить на полигон. Снижение выбросов парниковых газов достигло 58 тысяч тонн CO₂-экв. за счет использования энергии, полученной при переработке отходов, для обеспечения отопления города.

В основу системы в Осло положен принцип получения энергии из отходов. Жители (каждая семья) вносят ежегодную плату за вывоз и переработку отходов в размере 150-370 долларов США. Эти средства идут на финансирование работы «Городской компании по обращению с отходами Осло» (Oslo Municipal Waste Management). С 1993 года эта организация в основном обеспечивает сбор отходов, переработкой и сжиганием занимаются два новых предприятия, созданные в рамках вновь организованного агентства «Энергия из отходов» (Waste-to-Energy).

С 2006 года Правительство Осло установило амбициозные цели в области раздельного сбора отходов (прежде всего, пластика и пищевых отходов). Основная идея состоит в том, чтобы общество столицы стало обществом, готовым обеспечить высокую степень рецикла и повторного использования компонентов бытовых отходов.

При реализации замысла придерживаются следующих основных (иерархических) принципов системы обращения с отходами [26]:

- Минимизация отходов: предотвращение образования отходов, работа «с источником».
- Повторное использование тех компонентов отходов, которые могут получить какое-либо применение.
- Извлечение из отходов полезных материалов.
- Сжигание отходов с получением энергии – наименее предпочтительный инструмент обращения с отходами, но, тем не менее, используемый.
- Размещение отходов на полигоне (исключительно инертных).

В связи с тем, что и сжигание отходов, и размещение их на полигоне рассматриваются как крайние, нежелательные меры, основное внимание Правительства города сосредоточено на работе с жителями города. Речь идет о необходимости смены укоренившихся в обществе привычек. Именно жители фактически заняты минимизацией образования отходов, обеспечением повторного использования и, тем самым, предотвращением отправки отходов на сжигание или на захоронение на полигоне.

Разделение отходов осуществляется, прежде всего, на кухнях горожан, ресторанов и кафе, в офисах, а уже потом – на предприятиях по сепарации отходов. Для увеличения доли отходов, разделяемых в источниках образования, организуются информационные кампании, реализуются проекты с участием общественных организаций, создаются дополнительные ресурсы на хорошо посещаемых Интернет-сайтах и пр. При строительстве новых объектов предусматривается пневматическая транспортировка отходов, направленная на сокращение использования грузовиков-мусоровозов. Принцип «загрязнитель платит» реализуется в отношении упаковочных материалов.

Жители отвечают за разделение отходов в соответствии с четкими правилами, которые подлежат неукоснительному соблюдению как организациями, отвечающими за сбор отходов, так и самими домовладельцами.

Бумага и картонные упаковки для напитков, пищевых продуктов и пр. должны собираться отдельно от другого мусора самими жителями; сбор этих отходов у жителей обеспечен Городской компанией по обращению с отходами Осло.

Стекло и металлическая тара должна быть привезена самими жителями на 537 пунктов сбора*.

Еще в 2003 году в городе функционировали два крупных предприятия по рециклу отходов; планируется построить третье. К концу 2009 года в городе будет 10 локальных (меньшего масштаба) станций по рециклу отходов. Опасные отходы (отходы нефтепродуктов, смазочно-охлаждающих жидкостей и пр.) принимаются на 50 пунктах, расположенных при автозаправках. Ежегодно к услугам предприятий по сбору и рециклу отходов обращаются более 500 тысяч посетителей.

С 2009 года в Норвегии запрещено размещать на полигонах биоразлагаемые отходы, однако Правительство Осло добилось того, чтобы биоразлагаемые отходы столицы не размещались на поли-

* Население Осло составляет около 560 тысяч человек, то есть на каждую тысячу жителей приходится один пункт сбора стеклянной и металлической тары.

гонах уже в 2002 году. В настоящее время на полигоне ведутся работы по разделению отходов и их переработке; а в ближайшее время полигон будет полностью закрыт.

Два мусоросжигательных завода имеют совокупную мощность 260 тысяч тонн отходов в год (при этом данная величина избыточная, так как сжигается лишь около 130 тысяч тонн отходов города). Энергия, получаемая на этих заводах, используется для подогрева воды для системы отопления Осло (550 ГВт*ч в год), а также для генерации электроэнергии (70 ГВт*ч в год). Это составляет 10% потребности города в тепле и электроэнергии, на производство которых должно было бы быть затрачено 36 тысяч тонн нефти (мазута). То есть предотвращенные выбросы ПГ составили 58 тысяч тонн CO₂-экв.

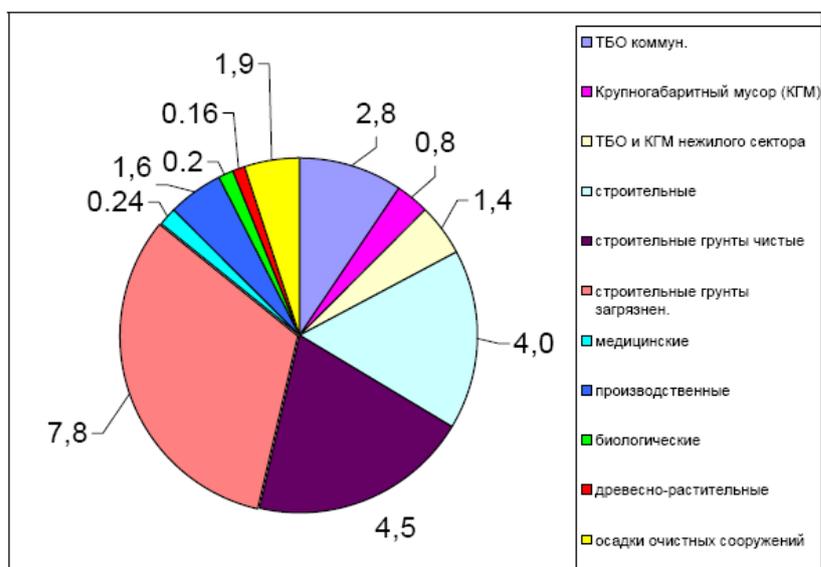


Рис 13. Объемы и структура твердых отходов города Москвы в 2007 году [27]

Ежегодно в Москве образуется более 25 миллионов тонн отходов производства и потребления [27]. При этом количество несортированных отходов от жилищного сектора составляет ~2,8 миллионов тонн. Вместе с крупногабаритными бытовыми отходами и отходами от бытовых помещений организаций это количество оценивается в 5 миллионов тонн. Если следовать логике разделения отходов и обращения с отходами в Осло, ~50 тысяч тонн могут найти повторное применение, около 1,5 миллионов тонн могут быть переработаны для последующего использования полученных материалов, 3,5 миллиона тонн могут быть использованы для получения энергии на мусоросжигательных заводах и 250 тысяч тонн – направлены на полигоны. Отметим, что сжигание даже разделенного мусора считается крайней, нежелательной мерой, и требует организации сложной и дорогостоящей системы очистки отходящих газов мусоросжигательных заводов. Система обращения с отходами в Осло уже переориентируется на использование биогаза, который образуется при сбраживании отходов на биогазовом заводе.

Биологически разлагаемые отходы направляются в Осло на биогазовый завод, который затем преобразуется в топливо для автобусов города. Метан, образующийся на полигоне, собирается и по трубопроводу направляется на мусоросжигательные заводы, где используется в качестве добавочного топлива. Эти решения, а также то обстоятельство, что пластиковая упаковка перерабатывается и, тем самым, сокращается вовлечение в производственный цикл новых количеств нефти, позволяют Осло заявлять о значительном снижении вклада города в эмиссию парниковых газов.

Затраты и выгоды [26]

Плата за обращение с отходами является обязательной для каждого жителя города. В среднем житель столицы вносит сумму, эквивалентную 100 долларам США ежегодно (то есть, собирается около 56 миллионов долларов США). При этом текущие расходы по техническому обеспечению системы составляют 225 долларов США на тонну бытовых отходов. В 2006 году они достигли 55 миллионов долларов США. Расходы на оплату труда составляют 5 миллионов долларов США в год. В 2008-2011 годах планируется инвестировать 75 миллионов долларов США в создание новых мощностей по переработке отходов.

В 292 тысячах домов и (или) квартир Осло образуется более 200 тысяч тонн бытовых отходов ежегодно, – 410 кг отходов на человека*. 50 тысяч тонн бумаги и картона собирается отдельно, 140 тысяч тонн остаются практически несортированными. С 2009 года жители Осло обязаны собирать отдельно отходы пластика. 30% отходов перерабатывается, но Правительство города считает, что этот показатель может быть доведен до 50% уже к 2014 году. Если учесть использование энергии мусороперерабатывающих заводов, то около 82% полезных составляющих отходов используются уже сегодня.

Получение метана на полигоне твердых отходов: опыт Торонто

В Торонто на одном из трех полигонов для захоронения бытовых отходов создана система сбора метана, образующегося при разложении отходов. При сжигании этого метана генерируется около 275 ГВт*ч энергии, которая обеспечивает потребности 24 тысяч домов.

Затраты на создание системы сбора метана составили 12 миллионов канадских долларов; строительство генерирующих мощностей обошлось в 20 миллионов канадских долларов.

На станции сжигается 1,8 миллиона тонн метана ежегодно. Это количество газа выделилось бы в атмосферу в любом случае, поэтому использование метана для получения энергии считается мерой, препятствующей выбросу парниковых газов в воздух. Пересчет ведется из тех соображений, что для получения эквивалентного количества энергии пришлось бы использовать уголь. Поэтому объем предотвращенных выбросов ПГ составляет 149 тысяч тонн CO₂-экв. [28]. Ежегодные предотвращенные затраты (на топливо) составляют от 3 до 4 миллионов канадских долларов.

Мировые лидеры в предотвращении потерь воды: опыт Токио (Япония) и Остина (США)

Несмотря на то, что вода не имеет прямого отношения к изменению климата, проблемы дефицита водных ресурсов, вопросы рационального использования воды рассматриваются городами группы С 40 в числе приоритетных.

Опыт Токио

Одна из самых эффективных систем водоснабжения и водоотведения в мире создана в Токио. Современные методы выявления утечек и скоростного ремонта позволили вдвое сократить количество воды, которая безвозвратно теряется в городе. За 10 лет объемы утечек снизились с 150 миллионов кубометров до 68 миллионов кубометров. В 60-х годах доля утечек составляла до 20% воды, в настоящее время – менее 3,5%. Тем самым удалось предотвратить выбросы парниковых газов (за счет предотвращения затрат энергии на водоподготовку и водоснабжение) на 73 тысячи тонн CO₂-экв.

Жители Токио (12 миллионов человек) используют ежедневно 5 миллионов кубометров воды (417 л на человека в сутки). Протяженность распределительной сети составляет более 25 тысяч км. В городе действует система диагностики состояния водопроводной сети и принцип ремонта «в тот же день». Идет последовательная замена труб. С 1998 года ежегодное число ремонтных операций на трубопроводах сократилось с 58 тысяч до 21 тысячи.

Затраты на создание системы электронной дефектоскопии трубопроводов и скоростного ремонта составили около 60 миллионов долларов США. Предотвращенные потери достигли 172 миллиона долларов США [29].

В целях последовательного сокращения расхода воды в городе Правительство Токио пропагандирует экономные стиральные и посудомоечные машины, краны, души, системы смыва воды в туалетах. Водозапорные системы устанавливаются в квартирах жителей города безвозмездно.

Опыт Остина

Правительство Остина реализует целый ряд программ, направленных на обеспечение рационального использования воды. Первоочередное внимание уделяется созданию стимулов для населе-

* Если считать, что в Москве образуется 2,8 млн. тонн несортированных бытовых отходов и 0,8 млн. тонн крупногабаритных бытовых отходов, то удельный показатель составляет около 350 кг бытовых отходов на человека.

ния, развитию образовательных программ, применению нормативных мер и формированию услуг, обеспечивающих практическое внедрение экономного оборудования.

Некоторые программы, продемонстрировавшие свою действенность в Остине:

- Программа замены туалетов: новые смывные устройства предоставлялись жителям с 1993 года на безвозмездной основе.
- Программа разумных стирок: компенсационные выплаты и скидки на покупку новых стиральных машин получают жители, приобретающие энергоэффективные и экономно использующие воду машины.
- Программа оценки системы использования воды для промышленных, коммерческих и других организаций. Услуги предоставляются на безвозмездной основе. Основным условием является практическое внедрение плана экономии воды, разрабатываемого совместно с консультационной компанией. При покупке нового оборудования предоставляются значительные скидки.
- Программа образования школьников. Программа построена таким образом, что дети получают необходимую информацию и навыки непосредственно в школе, но при выполнении домашних заданий вынуждены прибегать к помощи взрослых, тем самым вовлекая их в процесс анализа водопотребления, разработки мер по сокращению объемов используемой воды и пр.

В 2006 году Правительством Остина был разработан пакет рекомендаций (21 позиция), направленных на последовательное сокращение потребления воды в городе. Целевой показатель – снижение потребления воды на 1% ежегодно в течение 10 лет. Внедрение рекомендаций должно привести к снижению выбросов парниковых газов на 9130 тонн CO₂-экв. и сокращению издержек, связанных с водоснабжением и водоотведением, на 112 миллионов долларов.

3.3. Информационные кампании в сети Интернет: счетчики выбросов парниковых газов

В последние годы в сети Интернет развиваются ресурсы, направленные на вовлечение жителей различных стран и городов в активные действия, имеющие своей целью сокращение потребления энергии и ограничение выбросов парниковых газов. Несмотря на то, что основная цель в большинстве случаев формулируется «экологическим» образом, эти кампании призваны подготовить население к росту цен на электроэнергию, тепло, топливо, а также к ограничению доступа к таким ресурсам, ожидаемому в будущем.

В Дании в течение нескольких лет реализовывалась кампания по повышению эффективности использования энергии. Рекомендации были адресованы, прежде всего, жителям и сотрудникам малых предприятий (разнообразных офисов, адвокатских контор, прачечных, химчисток и пр.). Доброжелательный Интернет-гид задавал вежливые вопросы, выяснял, каков характер энергопотребления, какие приборы используются в той или иной организации (или квартире), и предлагал набор типичных решений. По свидетельству датских специалистов, кампания имела большой успех и позволила добиться значительного сокращения удельного потребления энергии в стране.

В настоящее время в Дании, Великобритании, в Канаде получили распространение счетчики (калькуляторы) выбросов парниковых газов. Это уже следующий шаг в развитии информационных кампаний. Принципы действия калькуляторов можно считать близкими во всех странах. Отличия лежат в сфере предпочтений граждан, типичного уклада хозяйства, нередко – размерностей физических величин. Во всех случаях активным пользователям Интернета предлагается зарегистрироваться на сайте и ответить на ряд достаточно несложных вопросов. Обычно в спектр таких вопросов входят следующие:

- регион (район, место) проживания;
- год возведения дома, основной строительный материал, тип окон;
- размер квартиры или дома;
- количество и свойства используемых источников света (доля энергосберегающих ламп);
- характеристики бытовых приборов (тип энергопотребления);
- характер использования приборов (оставляются ли в режиме Stand by);
- используемый личный транспорт, средний ежедневный/еженедельный километраж, тип автомобиля и двигателя;
- используемый общественный транспорт, возможности добраться до работы или до школы пешком, на велосипеде или на роликах;

- количество и дальность авиационных перелетов, не связанных с командировками.

По результатам ответов на вопросы калькулятор рассчитывает выбросы парниковых газов, поступающих в атмосферу от квартиры, дома и пр. При этом дается распределение выбросов по источникам (причинам). В результате регистрации в британской системе для московской квартиры площадью 100 квадратных метров в доме постройки 1937 года, с двойными утепленными рамами, с использованием исключительно энергосберегающих лампочек и бытовых приборов категории А++, с газовой плитой, с одним автомобилем с объемом двигателя 1,7 л, который регулярно использует один член семьи, с двумя членами семьи, пользующимися услугами метрополитена и хотя бы один-два раза в неделю предпочитающими добираться до работы пешком, получен следующий результат:

- выбросы диоксида углерода составляют 11,2 тонны CO₂-экв. в год, то есть ~3,7 тонны CO₂-экв. в год на одного человека (на жителя Москвы приходится более 6 тонн CO₂-экв. в год, но это с учетом всех организаций, функционирующих в городе);
- основная часть выбросов обусловлена ежедневным использованием автомобиля;
- выбросы, связанные с эксплуатацией бытовой техники и осветительных приборов, минимальны.

Калькулятор предложил также план действий по сокращению выбросов парниковых газов и дал финансовое обоснование предложенных мер (отказа от ежедневного использования автомобиля для нужд одного человека, снижения ежедневного километража на 5 километров, разработки привлекательных маршрутов для пешеходных прогулок в выходные дни, отказа от работы компьютеров, музыкального центра и других приборов в режиме Stand by, отказа от одноразовых пластиковых пакетов и пр.). Некоторая часть предложений сегодня звучит странно (скажем, возможность добираться на работу вместе с коллегами, проживающими неподалеку – 4-5 человек в одном автомобиле), но в будущем может оказаться вполне практичной.

Калькуляторы в сети Интернет весьма популярны. Их высокому рейтингу способствует продвижение идеи с участием звезд кино, известных музыкантов, создание привлекательных символов (таков белый медведь в программе Королевства Дании), организация массовых акций, привлечение партнеров-спонсоров (крупных нефтяных, энергетических компаний и пр.).

С учетом лавинообразного роста числа пользователей Интернета в Москве можно предположить, что подобная информационная кампания позволит привлечь внимание жителей к вопросам энергоэффективности и сокращения воздействия на климат.



3.4. Привлечение средств в проекты повышения энергоэффективности городского хозяйства за счет механизмов гибкости Киотского протокола

Так называемый Киотский протокол был принят в Киото в конце 1997 году. Он был принят в дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Протокол обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов в 2008-2012 годах по сравнению с 1990 годом. Период подписания протокола открылся 16 марта 1998 года и завершился 15 марта 1999 года. Протокол вступил в силу в феврале 2005 г., период обязательств по данному протоколу начался в январе 2008 г. и закончится в 31 декабря 2012 г.

Киотский протокол стал первым глобальным соглашением об охране окружающей среды, основанным на рыночных механизмах регулирования – механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов. Протокол предусматривает следующие рыночные механизмы (механизмы гибкости) [30]:

- торговля квотами, при которой государство или отдельные хозяйствующие субъекты на его территории может продавать или покупать квоты на выбросы парниковых газов на национальном, региональном или международном рынках;
- проекты совместного осуществления – проекты по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран Приложения I (Россия является такой страной) РКИК полностью или частично за счёт инвестиций другой страны Приложения I РКИК (в каче-

стве финансирующей стороны могут выступать, например, организации государств-членов Европейского Союза);

- механизмы чистого развития – проекты по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран РКИК (обычно развивающейся), не входящей в Приложение I, полностью или частично за счёт инвестиций страны Приложения I РКИК.

Механизмы гибкости были разработаны на 7-й Конференции сторон РКИК (COP-7), состоявшейся в конце 2001 года в Марракеше (Марокко), и утверждены на первой Встрече сторон Киотского протокола (MOP-1) в конце 2005. В связи со спецификой состава группы городов-лидеров С 40 особое внимание лидеры этих городов уделяют механизму чистого развития.

В настоящее время в мире идет успешная отладка и развитие рыночных подходов к регулированию выбросов. Число и объемы проектов по снижению выбросов парниковых газов быстро растут. Это особенно характерно для Китая, Индии и Бразилии, где реализуются проекты по механизму чистого развития. Работает европейская торговая система, ожидается, что к 27 странам ЕС в ближайшее время присоединятся Норвегия, Швейцария и Исландия.

К концу 2012 г. есть все основания ожидать выполнения условий протокола по снижению выбросов для 36 развитых стран – участников. У Канады, Японии, ряда стран ЕС будут немалые трудности, но коллективно, а также с помощью проектов по снижению выбросов в Китае, России и других странах, они преодолимы.

Вероятно, главным итогом Киото станет его роль «катализатора» всей климатической деятельности в целом: развития по всему миру энергоэффективных технологий, возобновляемой энергетики и использования природного газа, поддержка науки и образования.

США – единственная из развитых стран, кто не участвует в этом международном соглашении (Австралия ратифицировала протокол перед конференцией на Бали в 2007 году). Десять лет назад в Киото были допущены серьезные просчеты в прогнозе развития американской экономики, политика вмешалась в экономику, и в результате США столкнулись с задачей, гораздо более тяжелой, чем европейцы или японцы. Отказ США от Киото – экономический просчет, а не непризнание угрозы изменения климата и необходимости снижения выбросов. На практике на уровне отдельных штатов в США сейчас делается очень немало для снижения выбросов, в частности, приняты очень серьезные программы повышения энергоэффективности и топливной экономичности автомобилей. Тем не менее, возврата США в Киото быть не может, а значит с 2013 году миру нужен новый протокол, который, как ожидается, будет подписан в Копенгагене в декабре 2009 года.

Проекты совместного осуществления в России

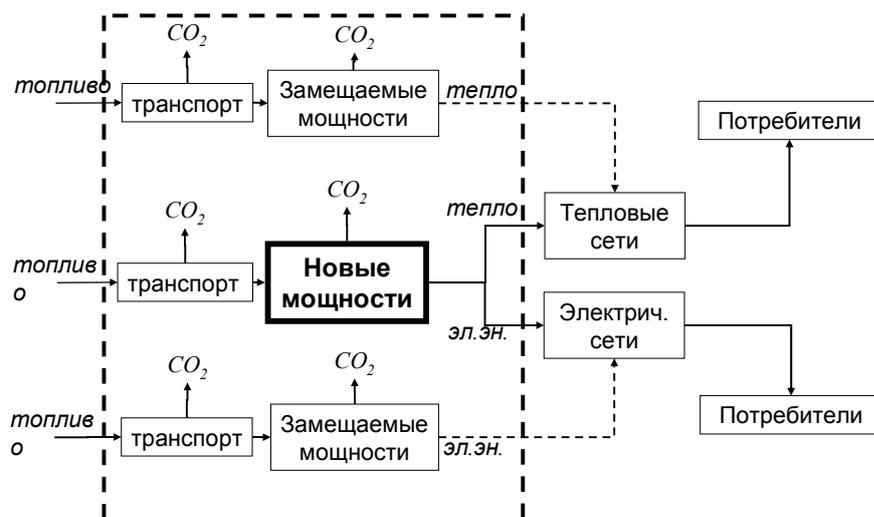
Проекты совместного осуществления (ПСО) – проекты, выполняемые на территории одной из стран Приложения 1 РКИК полностью или частично за счет инвестиций другой страны этого Приложения. В результате проектов сокращаются выбросы парниковых газов (имеется в виду только сокращение выбросов в 2008–2012 гг.), что измеряется в единицах ЕСВ (ERU), которые в рамках статьи 6 Киотского протокола могут передаваться инвестору проекта или покупателю ЕСВ, представляющему страну Приложения 1.

ПСО могут выполняться по Схеме 1 или Схеме 2. Если страна, где выполняется проект, представила РКИК прошедший международную проверку кадастр выбросов ПГ и выполнила ряд других условий*, то проверка ПСО может вестись по упрощенной Схеме 1. Иначе ПСО подлежат углубленной международной проверке, аналогичной проверке проектов механизмов чистого развития (ПСО Схеме 2).

В России в начале 2008 г. было завершено создание нормативной базы ПСО, и Минэкономразвития начало принимать заявки на проекты. Объем снижения выбросов парниковых газов в этих проектах в 2008–2012 годах – более 100 млн. т CO₂-эквивалента, что делает нашу страну лидером ПСО.

* Россия эти условия выполняет.

Границы проекта совместного осуществления



**Рис. 14. Границы проекта совместного осуществления
(на примере типичного проекта в области теплоэлектроэнергетики)**

Города группы С 40 инициировали проведение целевой программы, направленной на активизацию участия городов в механизмах гибкости Киотского протокола. Задачи программы сформулированы следующим образом:

- продемонстрировать потенциал вклада городов в проекты по снижению выбросов парниковых газов, обеспечивающие развитие низкоуглеродной экономики и сокращение бедности;
- повысить уровень осведомленности правительств городов (а также других заинтересованных сторон) в части финансирования проектов по сокращению выбросов парниковых газов; обеспечить поддержку передачи опыта;
- идентифицировать типовые и специфические проекты, которые могут быть реализованы в больших городах;
- поддержать институциональное развитие в части формирования необходимых структур, программ и пр., привлечения финансирования за счет механизмов гибкости Киотского протокола;
- предоставлять консультации по разработке и внедрению проектов по сокращению выбросов парниковых газов в городском хозяйстве.

Москва является единственным городом группы С 40, заинтересованным в реализации проектов совместного осуществления. Но принципы идентификации возможных проектов, финансируемых в соответствии с такими механизмами, как механизм чистого развития и механизм совместного осуществления, фактически не отличаются друг от друга. Необходимо выявить возможности сокращения выбросов парниковых газов, разработать описание предлагаемого проекта, оценить ожидаемые объемы сокращения выбросов, определить, какие инвестиции нужны для реализации проекта и, наконец, предложить проект покупателям из стран Приложения 1, правительства которых взяли на себя жесткие обязательства по снижению выбросов.

Представляется, что в Москве возможно разработать и реализовать проекты, направленные на замену мощностей и повышение эффективности генерации электроэнергии, тепловой энергии, на сокращение потерь природного газа в газораспределительных сетях, на утилизацию биогаза, образующегося в метантенках сооружений очистки сточных вод, на сокращение выбросов метана на нефтеперерабатывающем заводе и пр. В городе работает значительное число экспертов, специализированных организаций, международных консультантов. Знакомство с опытом городов группы С 40 также представляется весьма полезным: в крупных городах юго-восточной Азии и Латинской Америки с успехом реализуются проекты по механизму чистого развития. В Барселоне в мае 2009 года прошла выставка Carbon Expo, посвященная техническим решениям по сокращению выбросов парниковых газов; значительная часть экспозиции была адресована городам.

4. Основные выводы и рекомендации по использованию в Москве европейского опыта сокращения выбросов парниковых газов

Анализ опыта ведущих городов группы С 40 свидетельствует о том, что большая часть мер, направленных на ограничение выбросов парниковых газов, фактически является нацеленной на повышение энергоэффективности и экологической эффективности городского хозяйства. При этом повышением энергоэффективности правительства городов занимаются систематически в течение последних 10-15 лет, используя как административные инструменты, так и такие подходы, как создание частно-государственных партнерств, проведение масштабных информационно-просветительских кампаний, привлечение средств за счет механизмов гибкости Киотского протокола и пр. Решения, которые в адаптированном виде могут представлять интерес для Москвы, можно сгруппировать следующим образом.

4.1. Определение приоритетов программ и проектов, направленных на ограничение выбросов парниковых газов в Москве

В соответствии с Постановлением Правительства Москвы от 2 февраля 2009 г. №75-ПП «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства», энергоэффективность валового регионального продукта Москвы должна быть повышена на 43% к 2025 году (по сравнению с 2008 годом). При том, что ВРП города должен вырасти на 94%, потребление топлива должно не только стабилизироваться, но (в идеале) и сократиться на 17%*.

- В связи с тем, что генерация энергии – в значительной степени – определяется потребностями города, снижения энергоемкости ВРП можно добиться за счет ограничения потребления (то есть, повышения эффективности использования при производстве работ, услуг, продукции, а также совершенствования культуры потребления энергии в быту). Однако не следует забывать, что московские ТЭЦ поставляют энергию и Московской области, то есть, часть выбросов парниковых газов остаются в «углеродном бюджете» Москвы, в то время как потребление определяется другим субъектом федерации.
- С учетом распределения выбросов парниковых газов по источникам (более 50% - электростанции, более 25% - транспорт и более 10% - котельные) основное внимание в части ограничения выбросов следует уделить повышению эффективности генерации энергии и сокращению использования мазута на ТЭЦ города. Введение в строй новых ПГУ будет способствовать увеличению КПД теплоэлектростанций и, тем самым, сокращению удельных выбросов парниковых газов. При планируемом росте генерации энергии (в соответствии со Стратегией развития Москвы) только повышение КПД и снижение удельных выбросов могут стать факторами, сдерживающими рост эмиссии парниковых газов в Москве. Аналогичные решения следует искать для котельных.
- Наиболее быстро выбросы ПГ растут на транспорте, причем автомобильный транспорт играет определяющую роль. По всей вероятности, Москва не готова к введению такой ограничительной меры, как введение платы за въезд в центр города в определенные часы. Однако весь комплекс мер, направленных на снижение транспортной нагрузки в городе, следует считать приоритетным и с точки зрения ограничения эмиссии парниковых газов, и в контексте улучшения качества воздуха. Так как улучшению качества воздуха в городе препятствуют именно выбросы автотранспорта, приходится сделать вывод, что поиску решений по оптимизации схемы движения, использованию подземного пространства, развитию общественного транспорта, сети перехватывающих стоянок и пр. должно уделяться первоочередное внимание. Именно эти решения, по свидетельству руководителей городов группы С 40, являются самыми сложными и трудно реализуемыми в больших городах.

4.2. Продвижение программ и проектов, направленных на повышение энергоэффективности отдельных отраслей городского хозяйства

Основное внимание необходимо уделить четкому определению реальных показателей, достигнутых городом на сегодня, и планированию последовательного достижения лучших показателей. При этом оценка должна проводиться по двум параллельным направлениям:

* Это следует из простой зависимости: в 2025 году потребление ТЭР на единицу ВРП должно стать равным 0,43 от нынешнего показателя. При этом ВРП возрастет в 1,94 раза. То есть, потребление топлива должно составить $0,43 * 1,94 = 0,83$.

- Оценка энергоемкости валового регионального продукта. Этот показатель обозначен как целевой и в Постановлении Правительства Москвы от 2 февраля 2009 г. №75-ПП «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства» [14], и в Стратегии развития города Москвы на период до 2025 года [15]. Следует отметить, что улучшение показателя зависит как от рационализации использования топливно-энергетических ресурсов, так и о того, как Москва будет выходить из кризиса, и за счет каких работ и услуг в городе будет расти валовой региональный продукт. Например, в 2006 году ВРП составил ~ 5 трлн. рублей по сравнению с ~ 4 трлн. руб. в 2004 году. В то же, время, потребление топливно-энергетических ресурсов возросло всего на 7-8 %. Можно предположить, что энергоемкость ВРП Москвы снизилась за год с 2,6 до 2,3 МДж/руб. (на 11%). Безусловно, все эти данные нуждаются в верификации. В связи с этим необходимо ежегодно актуализировать информацию о потреблении топливно-энергетических ресурсов городским хозяйством в целом.
- Оценка энергоемкости и энергоэффективности отраслей городского хозяйства. Эти показатели отличаются от тех, что отнесены к ВРП: речь идет об учете потребления ТЭР на единицу продукции и услуг не только и не столько в стоимостном выражении, сколько в размерностях, позволяющих сопоставить энергоэффективность различных предприятий, городов, стран. Например, на территории Москвы функционируют кирпичные заводы (в Бутове, в Лосиноостровском). Представляется целесообразным сопоставить энергоэффективность производств, размещающихся в черте города, с показателями, достигнутыми современными российскими и европейскими заводами. В России лучшие показатели лежат в диапазоне 1,5-1,7 ГДж/т продукции; в государствах-членах ЕС – 1,3-1,5 ГДж/т продукции [32]. С энергоэффективностью тесно связана экологическая эффективность (удельные и валовые выбросы загрязняющих веществ и, прежде всего, – оксидов азота и взвешенных частиц). Аналогичные оценки необходимо выполнить для основных видов работ, проводимых в городе. При этом при отсутствии надежных европейских данных можно сопоставлять предприятия и между собой. Такие оценки должны быть выполнены либо силами соответствующих Департаментов Правительства Москвы, либо с привлечением сторонних экспертов.
- Разработка и реализация программ по направлениям городского хозяйства. Отраслевые программы должны строиться по принципу последовательного улучшения достигнутых показателей энергоэффективности. Именно поэтому первоочередную роль играет оценка этих показателей и постановка самими направлениями городского хозяйства. Анализ выполнения, мониторинг показателей необходимо вести объективно, то есть с привлечением не зависящих от успеха «отраслевой» программы специалистов (будь это специалисты другого направления городского хозяйства или независимые эксперты).
- Создание энергетических агентств с учетом опыта Германии. Создание энергетического агентства (Агентства по энергоэффективности при Правительстве Москвы), продвигающего идею реконструкции и переоборудования зданий, помогающего группировать здания, организующего конкурсы и пр., способствовало бы упорядочению программ и проектов по повышению энергоэффективности в городе. Именно Агентство, при поддержке Правительства Москвы, могло бы вести переговоры по привлечению инвесторов к работам по ремонту, реконструкции и переоборудованию зданий, отстаивать целевые показатели улучшения энергоэффективности, курировать проведение конкурсов и пр. Логическая цепь работы Агентства могла бы быть близка к таковой, реализованной в Берлине. Представляется также целесообразным обратиться непосредственно к берлинским коллегам, которые уже передают опыт работы руководителям городов стран Восточной Европы.

4.3. Проведение информационно-просветительских кампаний, работа с населением

Опыт городов группы С 40 свидетельствует о том, что совершенствование энергоэффективности городского хозяйства и снижение выбросов парниковых газов тормозят не технологические проблемы, а сложившаяся культура потребления ресурсов. Изменить поведение жителей города, сотрудников многочисленных организаций чрезвычайно сложно, но опыт стран, вошедших в самое недавнее время в состав Евросоюза, свидетельствует о том, что добиться этого можно.

История «свиного гриппа» может стать примером ведения массированного наступления на обывателя: скорее угроза здоровью и семейному бюджету, чем осознание пользы от раздельного сбора отходов, снижения потерь тепла и воды и пр. могут привести к серьезным подвижкам. Между тем,

информирование о том, к каким последствиям приводит возрастание объемов образования отходов, можно построить таким образом, что жители станут склоняться к принятию решений о раздельном сборе. Вопрос можно ставить и так: «Раздельный сбор и переработка или мусоросжигательный завод в вашем районе?»

Во многих городах Европы накоплен опыт не только переработки отходов, но и разработки и продвижения мер, ограничивающих возрастание объемов и обеспечивающих последовательное увеличение доли отходов, разделяемых в источнике образования. Оплата пластиковых пакетов (прогрессивная оплата) является одним из таких шагов. Такая мера, как вменение продавцам напитков в стеклянной и металлической таре, владельцам ресторанов и пр. в обязанность возврат тары для переработки, могла бы найти применение и в Москве. Тогда разработка привлекательных для покупателей решений (купонов, подарочных сертификатов, скидок за возврат тары) стала бы частью маркетинговой стратегии супермаркетов, а не «головной болью» Департаментов Правительства Москвы.

- Проведение информационно-просветительской кампании «Одной тонной меньше».

Информационно-просветительские кампании, ориентированные на активных пользователей ресурсов сети Интернет, могут оказаться весьма действенными в условиях мегаполиса, где выделенный доступ к сети есть у половины домохозяйств*. Первой акцией могла бы стать кампания «Одной тонной меньше». При этом подразумевается уменьшение вклада жителей в выбросы парниковых газов (а сейчас на одного жителя приходится около 6,7 тонн CO₂-экв. в год) или в потребление ТЭР (на жителя Москвы приходится около 4,5 тонн условного топлива). Кампания может быть основана на опыте Дании, где успешно реализуется в течение нескольких лет. При этом можно также учитывать хорошо зарекомендовавшие себя подходы Великобритании и Канады. Продвижение сайта должно осуществляться при поддержке одной из сильных компаний, предоставляющих поисковые услуги, имеющих свои новостные ленты, во всех смыслах слова заметных на телекоммуникационном поле. Следует учитывать, что даже в том случае, если кампания будет частично спонсирована одним из международных фондов, нагрузка на специалистов Правительства Москвы будет достаточно весомой. Потребуется достоверные сведения о расходах ТЭР на производство электроэнергии, тепла, питьевой воды, о структуре потребления в различных типах жилых зданий, о возможностях установки разнообразных приборов учета и пр. Ожидать немедленных результатов не приходится, однако постепенный рост доли москвичей, оценивающих потребление ТЭР, получающих информацию о возможностях экономии (как электричества, тепла и воды, так и денег), будет способствовать постепенному изменению поведения жителей города и формированию культуры более рационального потребления.

4.4. Разработка Кодексов наилучшей практики и Справочных документов по наилучшим доступным технологиям

Правительство Москвы поддержало разработку так называемого «Атласа природоохранных технологий» и «Справочного документа по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности» [34]. Думается, что по замыслу документы были близки, но конечные результаты отличаются значительно. Для продвижения работ по повышению энергетической и экологической эффективности городского хозяйства действительно нужны справочные материалы, которые позволяют лицам, принимающим решения:

- оценить достигнутые показатели энергетической и экологической эффективности;
- выявить неиспользуемые возможности, определить приоритетные области для улучшения показателей;
- выбрать лучшие технологические, технические и управленческие решения.

К категории лиц, принимающих решения, в данном случае следует отнести как руководителей предприятий и организаций города, так и специалистов заинтересованных Департаментов.

Следует отметить, что в собранном воедино виде, отвечающем потребностям Москвы, ни Атласы, ни Справочники, ни Кодексы не существуют. НО это не снижает, а напротив, повышает актуальность подготовки таких материалов. Представляется целесообразным оценить доступность подобных информационных (или нормативных) материалов в ведущих городах группы С 40. Скажем, существует целый ряд стандартов и кодексов государств-членов ЕС, Великобритании, Германии, которые могли бы быть изучены, переработаны и выпущены для условий Москвы. Эти документы ох-

* По другим данным, услугами Интернета пользуется каждый второй москвич [33].

ватывают методы измерений, расчета, оценки энергоэффективности и практические методы улучшения целевых показателей (применительно к освещению, отоплению, использованию воды, применению возобновляемых источников энергии).

Уже в настоящее время доступным является описание современной системы энергоменеджмента; в ближайшее время будет подготовлена русская версия европейского стандарта BS EN 16001 Система энергоменеджмента*. Подходы к созданию системы разъяснены в «Справочном документе по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности» [34]. Представляется, что в первую очередь внедрить такие системы должны Департаменты и комитеты города, тем самым продемонстрировав жителям, руководителям предприятий, всем заинтересованным сторонам высокий уровень ответственности за повышение энергоэффективности городского хозяйства.

4.5. Привлечение средств международных фондов, использование механизмов гибкости Киотского протокола

В настоящее время уровень осведомленности специалистов Правительства Москвы относительно возможностей привлечения средств международных проектов, а также финансирования проектов по энергосбережению за счет механизмов гибкости Киотского протокола, весьма невысок. При этом упускаемые возможности значительны. Так, систематизированные сведения о разработке предложений по проектам совместного осуществления, финансируемым организациями стран-членов Европейского Союза, фактически отсутствуют. До окончания срока действия Киотского протокола осталось три года. За это время мог бы быть реализован целый ряд проектов по утилизации биогаза, образующегося в метантенках сооружений очистки сточных вод города, по повышению КПД теплоэлектростанций и котельных установок. Причем особый интерес представляют те объекты, структура собственности которых построена таким образом, что доля города является достаточно заметной.

Даже при условии выполнения проектов на объектах, находящихся в частной собственности, Правительство Москвы должно располагать информацией об инициативах собственников. По сути дела, речь идет об экологически значимых проектах. Более того, обоснование их экологической целесообразности является частью проектной документации. Правительство города должно быть также заинтересовано в распространении опыта удачных проектов, в накоплении сведений о потенциальных инвесторах (покупателях выбросов). С учетом этих обстоятельств представляется целесообразным незамедлительно организовать информирование (обучение) специалистов целевых структур Правительства города (Комплекса городского хозяйства Москвы, Комплекса экономической политики и развития города Москвы, Департамента топливно-энергетического хозяйства города Москвы, Департамента науки и промышленной политики и др.). К обучению можно было бы привлечь одну из консультационных компаний международного уровня, работающих в Москве и специализирующихся в области механизмов гибкости Киотского протокола.

Международные фонды финансируют проекты в области энергоэффективности в различных регионах России. При этом в большинстве случаев поддержка оказывается путем оплаты услуг консультантов, профессионально работающих в сфере повышения энергоэффективности и сокращения выбросов парниковых газов. Интерес к сотрудничеству с Правительством Москвы проявляют фонды Европейского Союза, Соединенных Штатов Америки, Великобритании, Германии, Дании и других стран. Естественно, руководители этих фондов осведомлены о собственных возможностях столицы, о порядке величины валового регионального продукта, о реализации различных (в том числе, и экологических программ). Тем не менее, с позиций статусности сотрудничества с Правительством Москвы, с учетом перспектив внедрения рекомендаций международных экспертов поддержка инициатив столицы остается привлекательной областью деятельности для международных фондов. В этой связи нельзя не отметить пассивную позицию Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Руководители Министерства только за последние 3-4 года отказались от участия в проектах или откладывают начало работ по проектам в таких областях, как управление качеством водной среды, управление охраняемыми территориями, подготовка кадров для разработки и реализации проектов совместного осуществления и т.д. Представляется, что активизация работы с международными фондами, подготовка и рассылка писем интереса, в которых должны быть сформулированы первоочередные приоритеты совместных проектов, могли бы привлечь новых доноров и укрепить отношения с фондами, успешно работающими в Москве.

* В оригинале BS EN 16001. Energy Management System. Requirements with guidance for use

Литература

1. Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report (AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change. – http://www.ipcc.ch/publications_and_data/
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме / Под ред. А.И. Бедрицкого. – М.: Росгидромет, 2008.
3. Россия // Новая российская энциклопедия, т. 1. – М.: Энциклопедия, 2003. – С. 158-173.
4. Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т. Введение в химию окружающей среды. – М.: Наука, 1999. – С. 235-258.
5. Кадастр антропогенных выбросов парниковых газов для г. Москвы (сектор «Энергетика»). – М. Центр по эффективному использованию энергии (ООО «ЦЭНЭФ»), 2008:
6. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. – МГЭИК, 2006.
7. Башмаков И.А.. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям. – М. ЦЭНЭФ, 1996.
8. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 / В. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds), – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
9. Официальный сайт группы С 40. – <http://www.c40cities.org/>
10. Официальный сайт Клинтонской климатической инициативы. – <http://www.clintonfoundation.org/what-we-do/clinton-climate-initiative/>
11. Powering ahead – delivering low carbon energy for London. – London: Greater London Authority, 2009. – <http://www.london.gov.uk/mayor/publications/2009/10/powering-ahead.jsp>.
12. The London Climate Change Adaptation Strategy. – London: Greater London Authority, 2008. – <http://www.london.gov.uk/mayor/publications/2008/docs/climate-change-adapt-strat.pdf>.
13. Le plan climat de Paris. – Paris: Mairie de Paris, 2007. – http://www.paris.fr/portail/Environnement/Portal.lut?page_id=8413.
14. Постановление Правительства Москвы от 2 февраля 2009 г. №75-ПП «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства». – <http://www.garant.ru/hotlaw/moscow/190644>.
15. Стратегия развития города Москвы на период до 2025 года. – Проект, разработанный на основании Постановления Правительства Москвы от 26 июня 2007 года №513-ПП.
16. City of Madrid Plan for the Sustainable Use of Energy and Climate Change Prevention. – Madrid: Area de Gobierno de Medio Ambiente. – <http://www.c40cities.org/docs/ccap-madrid-110909.pdf>.
17. An Innovative Energy Efficiency Program that Costs Building Owners Zero, Drives Down CO₂, and Generates Immediate Savings. – Berlin: Berlin Energy Agency International Know-How Transfer, 2007. – http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/berlin_efficiency.jsp.
18. Energy efficiency in Heidelberg buildings reduces emissions. – Heidelberg, 2007. – http://www.c40cities.org/bestpractices/buildings/heidelberg_buildings.jsp.
19. Eco-efficient heating and cooling in Helsinki saves 2.7 Mt CO₂ every year. – Helsinki, 2008. – http://www.c40cities.org/bestpractices/energy/helsinki_heating.jsp.
20. Oslo: 10,000 Intelligent streetlights save 1440 tCO₂ and reduce energy consumption by 70%. – Oslo, 2008. – www.c40cities.org/bestpractices/lighting/oslo_streetlight.jsp
21. Växjö's street light retrofit. – Växjö, 2008. – http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/vaxjo_streetlight.jsp
22. LED traffic lights reduce energy use in Chicago by 85%. – Chicago, 2009. – http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/chicago_led.jsp.
23. London's congestion charge cuts CO₂ emissions by 16%. – London, 2008. – http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/london_congestion.jsp.
24. Transport for London: Paying the Congestion Charge. <http://www.tfl.gov.uk/roadusers/congestioncharging/default.aspx>.
25. Stockholm to introduce congestion charge. – Stockholm, 2008. – http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/stockholm_congestion.jsp.
26. Waste Management System in Oslo. – Oslo, 2008. – http://www.c40cities.org/bestpractices/waste/oslo_system.jsp.
27. Доклад о состоянии окружающей среды в Москве в 2007 году / Под ред. Л.А. Бочина. – М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды, 2008.
28. Trash to Cash- Methane Capture. – Toronto: Keele Valley Waste Landfill, 2007.

29. Best practices in water conservation. – С 40, 2009. – http://www.c40cities.org/bestpractices/water/austin_conservation.jsp.
30. Механизм чистого развития и Совместного осуществления в схемах (версия 5.0, 2006 г.). – Книга и CD. - М.: WWF России, НОПППУ. 96 с.– 2006 – <http://wwf.ru/resources/publ/book/194/>
31. Carbon Finance Capacity Building Programme (CFCB). – <http://www.lowcarboncities.info/>
32. Захаров А.И., Бегак М.В., Гусева Т.В., Вартанян М.А. Возможности применения подходов наилучших доступных технологий для повышения энергетической и экологической эффективности производства изделий из керамики // Стекло и керамика, 2009, №10.
33. Количество Интернет-пользователей в России возросло до 50 миллионов человек //Современные телекоммуникации России, апрель 2009 г. - <http://www.telecomru.ru/article/?id=5299>.
34. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. – М.: ЭКОЛАИН, 2009. 467 с.
35. BS EN 16001:2009 Energy management system – Requirements with guidance for use. CEN Management Centre, Brussels, 2009.