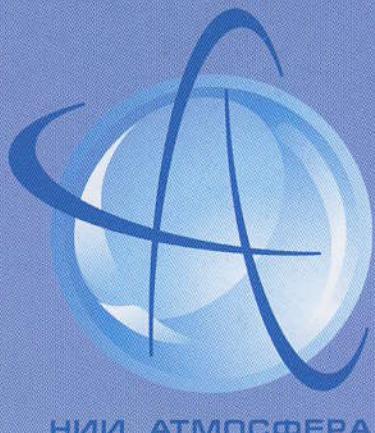


ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА



# АТМОСФЕРА

№1' 2011 (январь-март)

<b>Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха</b>	
Тенденция изменений загрязнений воздуха в городах России за 10 лет – А.Ф. Ануфриева, Е.К. Завадская, Т.П. Ивлева, И.В. Смирнова.....	2
О создании кадастра источников выбросов загрязняющих веществ на территории Российской Федерации – И.А. Морозова, А.Н. Селякова.....	7
<b>Оценка и анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосфере</b>	
Об определении величин и параметров выбросов загрязняющих веществ от площадных источников неорганизованных выбросов – Н.С. Буренин, А.Ф. Губанов, И.Г. Гуревич, Т.С. Казарцева .....	11
О применении технических средств непрерывного инструментального контроля выбросов на примере теплоэнергетики – А.В. Тищенко, М.В. Зайцева.....	15
Расчет выбросов оксида, азота на основе термодинамических закономерностей – И.В. Буторина, Ю.В. Уламов .....	18
<b>Региональный контроль качества воздуха</b>	
Анализ исполнения природоохранных мероприятий промышленными предприятиями (достижение нормативов ПДВ) – А.В. Новоселов.....	20
Уменьшение вредного влияния выхлопных газов (транспорт) – Г.В. Романова.....	22
Мониторинг атмосферного воздуха на территории Свердловской области с использованием автоматических станций – О.Н. Орлова .....	24
<b>Передовые воздухоохраные технологии</b>	
Мировой опыт производства и использования сжиженного природного газа как универсального энергоносителя и моторного топлива – Н.Г. Кириллов, А.Н. Лазарев .....	26
<b>Антропогенные факторы изменения климата</b>	
Большие города в условиях изменения климата: аспекты ограничения воздействия и адаптации – Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, А.В. Полякова, Е.М. Аверочкин, Б.М. Купчик.....	30
<b>Экология человека</b>	
Научные основы совершенствования руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, с учетом последних мировых достижений в области анализа риска – Ю.А. Рахманин.....	38
Методологические основы оценки риска здоровью населения при воздействии электромагнитной и шумовой нагрузки – В.Н. Дунаев, В.М. Боев.....	41
Геоэкологический мониторинг: состояние атмосферного воздуха и здоровье населения – В.Ю. Асянина.....	46
<b>Качество атмосферного воздуха и состояние здоровья населения крупного промышленного города – Т.П. Крючкова, Н.В. Аброськина, Д.К. Князев .....</b>	50
<b>Воздухоохраные программы предприятий</b>	
Челябинский цинковый завод: этапы комплексной технической модернизации.....	52
<b>Экологический консалтинг</b>	
К вопросу о минимизации капитальных затрат на организацию санитарно-защитной зоны предприятия – Г.Н. Рудой, О.А. Рапопорт, И.Д. Копылов .....	54
<b>Экологическое образование</b>	
90 лет Московскому государственному университету инженерной экологии.....	57
<b>Программные продукты</b>	
Программные средства серии «Эколог». Оценка загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспортом – К.О. Честнов .....	59
<b>Российское воздухоохранное законодательство</b>	
Новые нормативные и методические документы в области воздухоохранной деятельности – В.А. Миляков, Т.А. Дрижерукова .....	62
Новости природоохранной деятельности.....	68
Участие сотрудников НИИ Атмосфера в международных мероприятиях.....	71
<b>Спрашивайте – отвечаем</b>	
Ответы специалистов НИИ Атмосфера на вопросы в области воздухоохранной деятельности.....	72
<b>Поздравляем!</b>	
Коллектив НИИ Атмосфера поздравляет В.А. Коплан-Дикс с присвоением звания Заслуженный эколог РФ .....	73
<b>Профессиональные термины и определения</b>	
Технические и технологические нормативы выбросов – В.А. Миляков, Т.А. Дрижерукова .....	74
<b>История воздухоохранной деятельности</b>	
Календарь памятных дат .....	75
<b>Полезные Интернет-ресурсы</b>	80
<b>В библиотеку эколога: обзор книжных новинок</b>	81
<b>Конференции, выставки, курсы повышения квалификации</b>	
Конференции и выставки природоохранной тематики.....	84
Курсы повышения квалификации .....	88

Ведущие авиафирмы США, Японии и Западной Европы («Боинг», «Локхид», «Дойче Аэроспейс», «Эрбас Индастри») прогнозируют использование СПГ как основного топлива для авиации. Все они сходятся на том, что, начиная с 2010-2020 годов, развернется широкое внедрение криогеники в мировое авиастроение.

### **Заключение**

Использование СПГ как универсального как моторного топлива XXI века – интенсивно развивающееся направление, которое уже в ближайшее время превратится за рубежом в самостоятельную высокоэкологичную и высокорентабельную отрасль экономики развитых стран.

## **Большие города в условиях изменения климата: аспекты ограничения воздействия и адаптации**

*Т.В. Гусева, доктор технических наук, профессор, ученый секретарь Российского химико-технологического университета имени Д.И.Менделеева (РХТУ), Я.П. Молчанова, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник АНО «Эколайн», доцент кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ, А.В. Полякова, младший научный сотрудник АНО «Эколайн», магистрант Центрального Европейского университета (Будапешт, Венгрия), Е.М. Аверочкин, старший научный сотрудник АНО «Эколайн», Б.М. Купчик, доцент кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ*

Более половины населения Земли проживает в настоящее время в городах. Мегаполисы, миллионники, промышленные и курортные центры, рабочие поселки, получившие статус города, развиваются в соответствии с национальными, региональными, социальными, культурными особенностями. Но все они вносят вклад в антропогенную составляющую воздействия на климатическую систему Земли: по оценкам специалистов [1], вклад городов в общий антропогенный поток парниковых газов составляет 75-80%.

Парниковые газы (ПГ) 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 ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), тропосферный озон ( $\text{O}_3$ ) и водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Хотя количество их в атмосфере чрезвычайно мало (объемная концентрация  $\text{CO}_2$  составляет 0,038%, других газов — не более 2•10–3%), их влияние на термический режим атмосферы весьма велико [3].

С другой стороны, практически все города испытывают влияние изменений климата, будь то ураганы, наводнения или сели в прибрежных городах Польши, Германии, Соединенных Штатов Америки, Бразилии, Австралии, стран Юго-Восточной Азии или волны жары в Европе, таяние вечной мерзлоты в российских регионах или нехватка питьевой воды в Испании.

В связи с этим перед городами стоят взаимосвязанные цели в области ограничения (или смягчения, от английского mitigation) воздействия на климат и адаптации к климатическим изменениями – прежде всего к тем, что наблюдаются уже сегодня. Рассмотрим аспекты ограничения воздействия и адаптации городского хозяйства климатическим изменениям более подробно.

В Четвертом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата [4] приведены оценки структуры потока выбросов ПГ. В соответствии с выводами группы экспертов по ограничению воздействия, 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 % [5].

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 CO<sub>2</sub>, 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.

С тем, чтобы получить возможность принимать скоординированные меры и делиться опытом ограничения вклада в климатические изменения и адаптации к наблюдаемым и будущим изменениям, крупнейшие города мира объединились в так называемую группу C 40. В состав группы входят города-участники (крупнейшие мировые столицы, города-мегаполисы), а также города, проявляющие интерес к инициативам группы (города-наблюдатели, связанные с группой C 40). Так, одним из самых активных городов Европы является Копенгаген, столица Дании, город с населением 549 тысяч человек. В соответствии с результатами общеевропейской оценки, выполненной по методологии, разработанной исследовательским центром журнала «Экономист» в сотрудничестве с компанией Siemens [6], в 2009 году Копенгаген признан самым экологичным городом Европы. Его «зеленый индекс» составил 87,31% (из 100% теоретически возможных). В качестве долгосрочной амбициозной цели Копенгаген стремится к 2025 году прийти к нулевому балансу по выбросам углерода.

Общие подходы к повышению энергоэффективности городов и ограничению выбросов ПГ, активно реализуемые городами группы C 40, сформулированы 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 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.

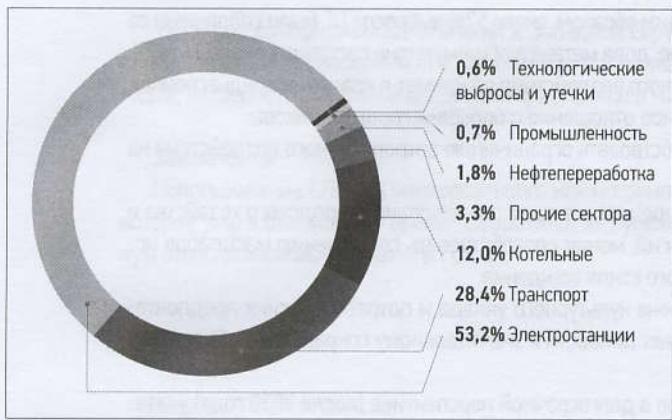


Рис. 1. Структура выбросов парниковых газов, обусловленных использованием топлива [8]

ские организации, ищащие наиболее целесообразные (технически и экономически) решения, направленные на повышение энергоэффективности.

Опыт группы С 40 используется в настоящее время в Москве, где в 2009–2010 гг. выпущен ряд нормативных правовых актов, в том числе Постановление Правительства Москвы от 2 февраля 2009 г. № 75-ПП «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства» и Постановление Правительства Москвы от 20 апреля 2010 г. № 333-ПП «Об организации работ по переходу городского хозяйства Москвы на энергоэффективные технологии в условиях климатических изменений».

В соответствии с «Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов» [7] для Москвы разработан Кадастр антропогенных выбросов ПГ [8]. Работы выполнены в рамках проекта «Климатические стратегии для российских мегаполисов», реализованного российской организацией «Эколайн» и британской компанией Acclimatise при поддержке Фонда стратегических программ Министерства иностранных дел Великобритании [9].

В 2000–2007 гг. выбросы трех ПГ для г. Москвы выросли на 11,4% с 60,2 млн. т экв. CO<sub>2</sub> до 67,1 млн. т экв. CO<sub>2</sub> в 2007 г. Для сравнения отметим, что согласно национальному кадастру, для России в целом рост выбросов трех ПГ в секторе «Энергетика» (фактически выбросы, образующиеся в результате сжигания топлива) в 2000–2006 гг. составил 7,6%, то есть выбросы в Москве росли существенно быстрее, чем в России. 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. CO<sub>2</sub>. Следовательно, выбросы в 2007 г. остались 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. [10].

Основным источником выбросов в г. Москве являются (см. рис. 1) 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%).

Доли приоритетных источников выбросов распределяются следующим образом:

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

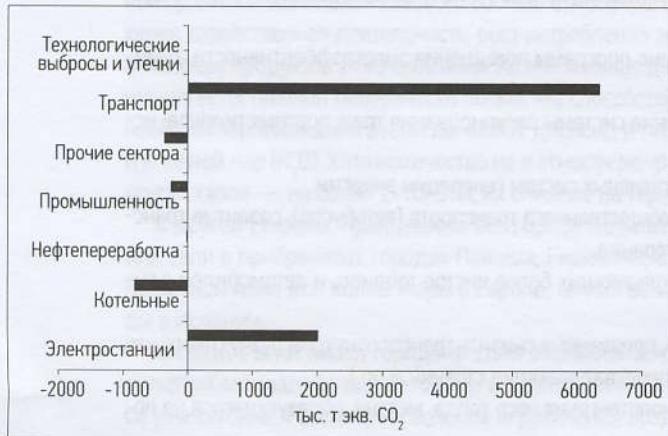


Рис. 2. Прирост и сокращение выбросов парниковых газов по секторам в 2000–2007 годах [8]

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. Для городов России, разрабатывающих и выполняющих программы энергосбережения и экологические программы, особую значимость имеют такие характеристики подходов группы С 40, как постановка четких количественных целей и задач, учет (мониторинг достигнутых результатов) и контроль исполнения предписаний, реализации программ и т.п. Такие меры, как установление целевых показателей энергопотребления, повышения энергоэффективности и создание справочных материалов (реестров, атласов, кодексов лучшей практики) позволяют, с одной стороны, наладить учет энергопотребления и оценку достижения целей, а с другой – поддержать городские организации, ищащие наиболее целесообразные (технически и экономически) решения, направленные на повышение энергоэффективности.

Опыт группы С 40 используется в настоящее время в Москве, где в 2009–2010 гг. выпущен ряд нормативных правовых актов, в том числе Постановление Правительства Москвы от 2 февраля 2009 г. № 75-ПП «О повышении энергетической и экологической эффективности отдельных отраслей городского хозяйства» и Постановление Правительства Москвы от 20 апреля 2010 г. № 333-ПП «Об организации работ по переходу городского хозяйства Москвы на энергоэффективные технологии в условиях климатических изменений».

В соответствии с «Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов» [7] для Москвы разработан Кадастр антропогенных выбросов ПГ [8]. Работы выполнены в рамках проекта «Климатические стратегии для российских мегаполисов», реализованного российской организацией «Эколайн» и британской компанией Acclimatise при поддержке Фонда стратегических программ Министерства иностранных дел Великобритании [9].

В 2000–2007 гг. выбросы трех ПГ для г. Москвы выросли на 11,4% с 60,2 млн. т экв. CO<sub>2</sub> до 67,1 млн. т экв. CO<sub>2</sub> в 2007 г. Для сравнения отметим, что согласно национальному кадастру, для России в целом рост выбросов трех ПГ в секторе «Энергетика» (фактически выбросы, образующиеся в результате сжигания топлива) в 2000–2006 гг. составил 7,6%, то есть выбросы в Москве росли существенно быстрее, чем в России. 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. CO<sub>2</sub>. Следовательно, выбросы в 2007 г. остались 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. [10].

Основным источником выбросов в г. Москве являются (см. рис. 1) 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%).

Доли приоритетных источников выбросов 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. 2).

К сожалению, в 2009–2010 гг. обновление Кадастра произведено не было. Некоторую надежду на получение новых, уточненных данных внушает тот факт, что Правительство Москвы участвует в работе Группы городов С 40 и рассматривает возможность присоединения к проекту по отчетности (раскрытию) сведений о выбросах ПГ (Carbon Disclosure Project), в рамках которого создана программа, позволяющая с хорошим уровнем приближения оценивать потоки диоксида углерода, поступающие в атмосферу от городского хозяйства.

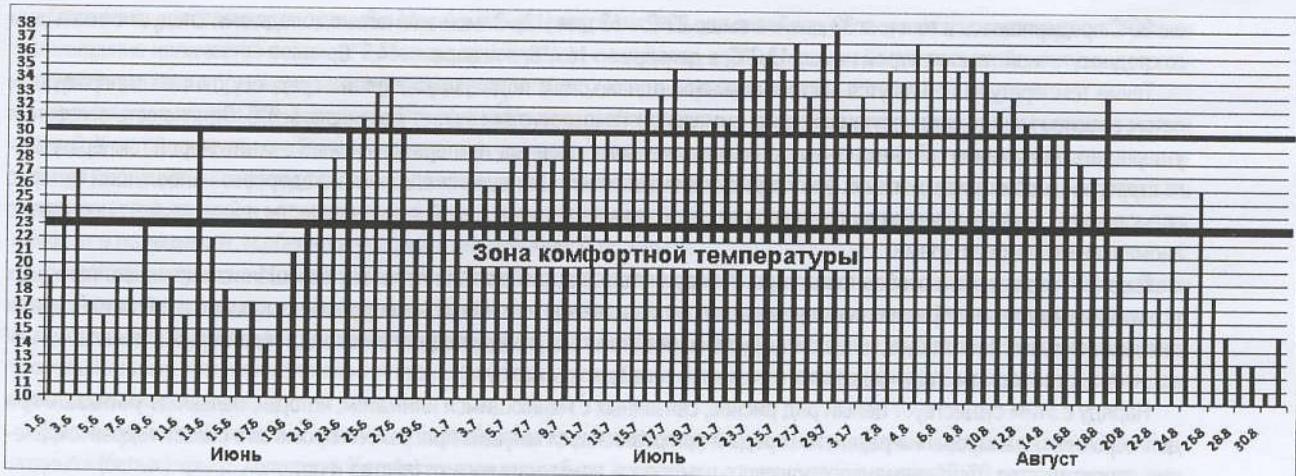


Рис. 3. Изменение температуры воздуха в Москве летом 2010 года [12]

Другой, гораздо более простой инструмент, ориентированный на жителей города, – это калькулятор потребления энергии и выбросов ПГ, разработанный в ходе реализации информационно-просветительской кампании «Энергоэффективная Москва: одной тонной меньше». Сетевые инструменты кампании ([www.onetonneless.ru](http://www.onetonneless.ru)) готовят специалисты российских организаций «Эколайн» и «Энергоэксперт» при поддержке Посольства Королевства Дании и Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы. При работе по проекту учитывается опыт Дании, Великобритании, Канады, а также городов группы С 40. Отметим, что в 2008–2009 гг. экологический проект «Одной тонной меньше» был выполнен в Санкт-Петербурге при поддержке Королевства Дании и ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Но в Северной столице было принято решение отказаться от сетевых компонентов: основной акцент был сделан на работе со школьниками [11].

Понятие «Одной тонной меньше» имеет отношение и к потреблению топлива, и к образованию выбросов ПГ. Кроме того, в связи с тем, что сжигание топлива сопровождается выбросом таких загрязняющих веществ, как взвешенные частицы, оксиды азота и серы, оксид углерода, кампания является также действенным средством снижения загрязнения окружающей среды в городе.

Анализ первых результатов работы калькулятора свидетельствует о том, что «индивидуальные» выбросы ПГ, за которые ответственны жители Москвы, могут отличаться в несколько раз. Так, проживающий в общежитии и пользующийся общественным транспортом студент, потребляет не более 1,8 тонн условного топлива и «выбрасывает» менее 3 тонн диоксида углерода. Чуть выше показатели для скромных московских пенсионеров. Современные менеджеры, живущие на широкую ногу, проводящие ежедневно по 1–1,5 часа в автомобильных пробках и отдыхающие в экзотических странах, потребляют 8–9 тонн условного топлива на человека и отвечают за выброс 15–17 тонн диоксида углерода.

Вторая сторона проблемы климатических изменений – это адаптация, то есть это приспособление природных и антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие изменений климата или его последствий, которое позволяет снизить ущерб и использовать благоприятные возможности.

Согласно Оценочному докладу Росгидромета [2], климат России изменился сильнее (на 0,76°C), чем климат Земли в целом, причем на Европейской территории нашей страны произошли самые значительные изменения. Наибольшая скорость изменений наблюдалась в конце XX – начале XXI в. При этом в Москве климатические изменения проявляются весьма ярко:

- растет среднегодовая температура воздуха у земли;
- наибольшее повышение температурного фона отмечается зимой;
- отмечается рост годового количества осадков;
- больше становится дней с интенсивными осадками;
- весной отмечается уменьшение количества осадков;
- отопительный сезон становится менее продолжительным;
- средняя температура воздуха в отопительный сезон повышается.

Согласно прогнозам Метеорологической обсерватории Московского государственного университета и Московского метеобюро, в Москве в течение всех месяцев, кроме ноября и декабря, будет наблюдаться дальнейшее повышение температуры. Количество осадков будет в целом расти, но при этом весной наоборот ожидается их уменьшение.

С ростом температуры климат становится все более неустойчивым, т.е. происходит его разбалансировка. В последнее время участились случаи аномально холодных и жарких дней. Для оценки числа дней с аномально высокими (летом) и аномально низкими (зимой) температурами за основу для сравнения была взята исторически сложившаяся среднемесячная температура за период 1961–1990 гг. Аномальными считаются температуры, вероятность наблюдения которых, в соответствии с многолетними данными, составляет менее 5%. То есть аномально жаркими следует считать дни с температурой в июне выше 20,2°C, в июле – выше 21,8°C, в августе – выше 20,1°C. Отметим, что летом 2010 г. температура вы-

ше 30°С продержалась в течение 33 дней, а выше 23°С – 62 дня [12]. Зимой аномально холодными следует считать дни со среднесуточной температурой ниже -13,2°С, в декабре – -16,4°С, в январе – -14,7°С.

Такие температуры не кажутся экстремальными, однако стоит подчеркнуть, что это среднесуточные температуры, и летом разница между среднесуточной и максимальной температурами может достигать 6-8°С. Однако есть основания утверждать, что именно среднесуточные, а не максимальные дневные температуры нужно считать мерой температурного стресса и рассматривать их как фактор риска для здоровья. Для оценки влияния на здоровье наибольший интерес представляют так называемые тепловые волны летом и волны холода зимой, а именно число последовательных дней с аномальными температурами.

В целом, характерной особенностью прогнозируемого в Москве климата является большая изменчивость погодных условий и высокая повторяемость во времени и пространстве чрезвычайных метеорологических ситуаций (интенсивных ливней и сильных снегопадов, шквалистых усилений ветра, гроз, града, подтопления ряда территорий и локальных наводнений, гололедицы, сосулек, резких изменений температуры воздуха).

Наряду с этим существует целый ряд рисков, связанных с меняющимся климатом, которые нельзя не учитывать при долгосрочном планировании развития города и при реализации текущих программ и проектов в области здравоохранения, строительства, топливно-энергетического комплекса, коммунального хозяйства и пр.

Выделим основные последствия изменения климата в городе Москве:

- усиление эффекта острова тепла;
- волны жары (наблюдающаяся в течение нескольких дней подряд экстремально высокая температура воздуха);
- волны холода (наблюдающаяся в течение нескольких дней подряд экстремально низкая температура воздуха);
- учащение циклов замерзание-оттаивание (переходы температуры воздуха через 0°С);
- избыточное количество осадков (ливни, снегопады, ледяные дожди);
- ожидаемое появление или увеличение популяции насекомых-переносчиков инфекций;
- ураганные ветры.

Перечисленные последствия изменения климата окажут (и уже оказывают) влияние на следующие сферы жизнедеятельности города:

- здоровье населения и качество жизни;
- здания и сооружения, инженерные коммуникации;
- транспорт;
- энергетика;
- водоснабжение и водоотведение.

В контексте здоровья населения особый интерес представляют данные о концентрации загрязняющих веществ в период высоких аномальных температур, т.к. в эти дни наблюдается синергетический эффект: на состояние здоровья влияют как физические факторы (температура, влажность), так и химические (высокие концентрации загрязняющих веществ, в том числе, вызванные пожарами повышенные уровни содержания мелких частиц –  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$ ).

Волна холода характеризуется среднесуточными температурами ниже -14,4°С в течение не менее 9 последовательных дней, из которых в течение как минимум 6 последовательных дней должна наблюдаться температура ниже -19,3°С. Тепловая волна характеризуется среднесуточными температурами выше 22,7°С в течение 5 последовательных дней, из которых, по крайней мере, 3 последовательных дня имеют среднесуточную температуру выше 25°С.

По оценкам специалистов-медиков, жертвами тепловых волн и холодных зим в Москве оказываются тысячи человек.

Стратегию адаптации города к климатическим изменениям еще предстоит разработать.

Вопрос готовности зданий, сооружений и инженерных коммуникаций к аномальным погодным явлениям и к изменениям климата еще недавно рассматривался в России преимущественно в связи с проблемой таяния вечной мерзлоты. Однако ледяной дождь в Москве и Санкт-Петербурге зимой 2010–2011 гг. способствовал изменению позиции многих участников дискуссии. Глава «Холдинга МРСК» (МРСК – межрегиональные распределительные сетевые компании – прим. ред.) Н.Н. Швец оценил ущерб, причиненный аномальными погодными явлениями в конце 2010 г. – начале 2011 года в 1,077 млрд. рублей [13].

Подчеркнем, что речь идет только об энергетическом секторе, а есть еще ущерб здоровью жителей городов, зданиям и сооружениям, автомобилям и т.д. Кратко сформулировать меры, которые следует рассматривать, говоря об адаптации зданий, сооружений и инфраструктуры городов, можно следующим образом.

Строительство предполагает создание объектов долгосрочного использования и требует значительных материальных, финансовых, людских ресурсов. Поэтому при проектировании должны быть как можно более полно учтены все факторы, от которых будет зависеть нормальная эксплуатация объекта.

Основными регулирующими документами в данной сфере по-прежнему являются Строительные нормы и правила (СНИП), прописывающие в том числе, климатические факторы, оказывающие влияние на объект (ветровая нагрузка, снеговая нагрузка, температурный диапазон эксплуатации, тип почв и т.д.), а также долгосрочность эксплуатации. Важно учесть, что действующие сегодня СНИПы были рассчитаны для климата середины XX в.

В Оценочном докладе Росгидромета [2] отмечается, что в связи с изменением климата долговечность зданий уменьшилась в некоторых районах России в 2 раза, особенно серьезная ситуация в районах тающей вечной мерзлоты.

Снижению долговечности зданий в Москве может способствовать увеличение числа циклов замерзания-оттаивания и повышение количества осадков. В Москве преобладают панельные здания, косые дожди промачивают стыки строительных плит, влага при замерзании расширяется и приводит к деформации швов.

Кроме того, в связи с повышением средних температур, особенно в отопительный период, изменяется тепловой режим зданий. Учет таких изменений может привести к уменьшению нормы толщины стен зданий. Однако тонкие стены имеют худшую изоляцию и нагреваются/охлаждаются намного быстрее, чем толстые стены. Поэтому целесообразнее улучшать теплоизоляцию зданий и устанавливать в них современные устройства для регулирования подачи тепла, что обеспечит комфорт в помещении, особенно в условиях переменчивой погоды.

В настоящее время в Москве усилинию эффекта острова тепла способствует плотная высотная застройка, в районе которой скорость ветра составляет не более 2 м/с. Это препятствует возможности естественной вентиляции и вынуждает жителей использовать кондиционеры, увеличивающие температуру воздуха за окном, выбросы ПГ, нагрузку на электросеть. Поэтому при проектировании строительства целесообразно предусмотреть «коридоры» между зданиями для повышения скорости ветра.

Для снижения нагревания зданий целесообразно провести оценку возможности применения так называемых «холодных» (белых) крыш. Холодные (белые) крыши не требуют особого ухода, покрытие служит 15-20 лет, что может окаться эффективным решением для города.

Непосредственно с вопросами отопления и кондиционирования связана проблема энергоснабжения. По прогнозам Московского метеобюро, температура воздуха в городе будет расти, в том числе и в отопительный период. При этом в долгосрочной перспективе можно рассматривать как возможность сокращения продолжительности отопительного периода, так и вероятность снижения потребности в обогреве зданий, что, в свою очередь, ведет к значительной экономии энергоресурсов. Тем не менее, к сокращению отопительного периода нужно подготовиться соответствующим образом: внести корректировки в технологические карты, планы работы объектов энергетики, изменить объемы заказа и нормы подачи топлива.

Возрастание же числа дней с экстремальной температурой означает необходимость подготовки планов бесперебойного снабжения города электроэнергией при пиковых нагрузках, в том числе, летних. Следует подчеркнуть, что в настоящее время в качестве резервного топлива в Москве используется мазут, сжигание которого сопряжено с дополнительным загрязнением воздуха.

Высокие летние и низкие зимние температуры, многочисленные переходы через 0°C увеличивают нагрузку на улично-дорожную сеть. В настоящее время для борьбы с гололедицей используются специальные реагенты. Однако парк спецтехники быстро устаревает, и реагенты наносятся на дорожное полотно неравномерно. Кроме того, реагенты зачастую попадают за пределы дороги – на газоны и засоляют почвы, что приводит к снижению всходов и угнетению растительности. Газоны же играют очень важную роль для снижения температуры воздуха и смягчения острова тепла, не говоря об эстетической привлекательности города. В этой связи необходимо выбрать оптимальные виды реагентов и модернизировать технику.

Так как ураганный ветер, обледенение, сильные морозы могут повредить линии электропередач и другие коммуникации, находящиеся на поверхности, для повышения надежности их работы рекомендуется использовать подземные пространства.

Адаптации к климатическим изменениям также способствует размещение объектов инфраструктуры в подземном пространстве. Массив горных пород обладает практически идеальной изолирующей способностью, и создание микроклимата в подземных объектах требует гораздо меньших энергозатрат. Кроме того, подземные сооружения освобождают земную поверхность под другие объекты, например, зеленые насаждения, парки и т.п.

Говорить о транспорте в городах всегда сложно. С одной стороны, как показано в первой части статьи, вклад транспорта в увеличение потока как парниковых, так и «обычных» загрязняющих веществ, неуклонно растёт. С другой стороны, жизнь города без постоянного развития транспортной сети просто невозможна. Москва и Санкт-Петербург, как и другие крупные российские города, приходят к пониманию того, что общественный транспорт, пешеходные и велосипедные зоны – решения, при которых выигрывают все. Всё было бы хорошо, если бы с ростом благосостояния не увеличивался гигантскими темпами парк личных автомобилей, если бы мощная машина не была непререкаемым символом успешности. По данным оценки экологичности городов Европы [6], общественным транспортом, на велосипеде или пешком добираются на работу 93% жителей Стокгольма (далеко не самые бедные люди, валовой региональный продукт составляет около 39,5 тысяч евро на человека в год, почти в три раза выше, чем в Москве). В Копенгагене и Амстердаме общественным транспортом, на велосипеде или пешком на работу добираются более 2/3 жителей. Отметим, что эти показатели растут во всех европейских столицах. В Лондоне, например, достаточно успешно реализуется программа «Возьми в аренду велосипед» (Rent a Bicycle); по городу движутся голубые велосипеды, парковки которых расположены у вокзалов и станций метро. Продолжает действовать схема ограничения въезда автотранспорта в центр Лондона. Отметим, что возможность хотя бы иногда отказаться от использования личного автомобиля входит в перечень рекомендаций посетителям сайта кампании «Энергоэффективная Москва: одной тонной меньше».

Условия работы транспорта неуклонно изменяются. Циклы замерзания-оттаивания способствуют учащению гололедицы на дорогах, что, в свою очередь, усложняет ситуацию на загруженных улицах. Большое количество частных авто-

мобилей и высокая потребность в общественном транспорте, вызванные возрастающей мятниковой миграцией населения в связи с неравномерностью распределения рабочих мест, увеличивают выбросы парниковых газов и загрязняют воздух, что в сочетании с экстремальными температурами ведет к повышению заболеваемости горожан. Достаточно посмотреть на вереницы недвижимых троллейбусов в транспортных пробках, при отключении электроэнергии или просто в снегопад, когда троллеи срываются при попытке водителей обехать неубранные сугробы и припаркованные автомобили.

В этой связи важным представляется перераспределение рабочих мест от центра города к окраинам, а также продвижение использования общественного транспорта и уменьшение количества частных автомобилей на дорогах.

Особую проблему представляет температура воздуха в метрополитене в часы пик летом. Воздух в метро нагревается при эксплуатации вагонов (особенно при торможении), большое скопление народа и недостаточная вентиляция приводят к ухудшению состояния людей с некоторыми заболеваниями (о жаре 2010 года забыть невозможно). Московский метрополитен в настоящее время разрабатывает программу готовности к экстремальным ситуациям. В качестве одной из простых, но действенных мер можно рекомендовать у входов на информационных табло показывать и температуру воздуха на станции, чтобы горожане смогли оценить, не представляет ли поездка в метро опасности для их здоровья.

Несмотря на прогнозируемое заметное увеличение водных ресурсов в нечерноземных областях Центрального федерального округа, и прежде всего в Московской области (вместе с Москвой), в результате развития экономики, увеличения численности и повышения благосостояния населения, к 2015 г. можно ожидать значительного увеличения нагрузки на водные ресурсы и снижения водообеспеченности, которые и в настоящее время находятся на критическом уровне. Например, современная водообеспеченность здесь составляет 1000–1500 м<sup>3</sup> в год на одного жителя, т.е. практически по международному стандарту является катастрофически низкой, и дальнейшее снижение ее может привести к крайне негативным последствиям для водообеспечения и окружающей среды.

Существующий в городе Москве водохозяйственный комплекс в целом обеспечивает потребности города в водоснабжении, а также отведении хозяйственно-бытового и поверхностного стока и поддержанию приемлемого экологического состояния водного фонда города. Так, например, с 14 мая 2009 г. в бассейне реки Москвы на основных реках и их притоках, а также притоках водохранилищ начался дождевой паводок, количество выпавших осадков на западе области составило до 85 мм, что составляет 155% месячной нормы. Во избежание угрозы наводнения был временно увеличен сброс воды из водохранилищ. Об увеличении попусков (сброса воды) были предупреждены контролирующие организации, администрации районов, МЧС. С прекращением дождей пропуск воды был плавно уменьшен.

В то же время имеется ряд серьезных проблем, которые необходимо решить для обеспечения надежной работы комплекса и создания условий для перспективного развития города. Значительную опасность загрязнения водоисточников создают хозяйственно-бытовые сточные воды населенных пунктов. Особенно осложняется ситуация в периоды половодья и обильных дождей, когда в водоисточники попадают навозные стоки с животноводческих ферм и птицефабрик, коттеджных поселков и садоводческих товариществ, расположенных по берегам водоемов и не оборудованных современными системами канализации.

Большие площади с искусственным покрытием создают помехи для впитывания влаги в почву и увеличивают поверхностный сток. Старая, забитая мусором, или с малой пропускной способностью ливневая канализация не всегда справляется со своими функциями, особенно после сильных дождей.

Для улучшения дренажа в городе можно рекомендовать:

- рассмотреть возможность увеличения площади зеленых насаждений;
- провести очистку и, по возможности, реконструкцию существующей ливневой канализации;
- планировать пропускную способность ливневой канализации в новых сооружениях;
- использовать специальные покрытия, позволяющие просачиваться влаге в почву, там, где это возможно (например, на автостоянках).

Ограниченнность водных ресурсов усугубляется проблемами в водораспределительной сети. Нередки утечки воды в водопроводах; неисправная сантехника также ведет к значительной потере воды. Установка счетчиков расхода воды значительно сокращает водопотребление, стимулируя население экономно расходовать воду и своевременно ремонтировать сантехнику. Сегодня в строительных магазинах можно купить специальные экономичные насадки для крана или душа, которые позволяют создать хороший напор при минимальном использовании воды. Дальнейшее продвижение водосчетчиков и способов экономного расходования воды может значительно сократить потребность города и отчасти решить проблему нехватки водных ресурсов.

Для оценки социально-экономических последствий изменений климата должен быть накоплен массив данных о ключевых областях риска для города, о последствиях именно климатических изменений. Представляется, что на начальном этапе может быть разработана матрица, подобная тем, что используются в процедурах оценки воздействия на окружающую среду. Выделение, с одной стороны, наиболее опасных факторов воздействия, а с другой – аспектов здоровья населения, элементов инфраструктуры, направлений городского хозяйства и пр., испытывающих влияние климатических факторов, позволит создать очертания матрицы. На следующем этапе предстоит связать с каждым из объектов воздействия ущерб, в натуральной или денежной форме, или выгоду, полученную или ожидаемую. Матрица будет развиваться по мере накопления данных, но само ее создание и обсуждение с заинтересованными сторонами должно способствовать систематизации информации о социально-экономических последствиях климатических изменений.

Комплексные исследования о влиянии изменения климата на население и экономику города позволяют сформулировать целевые показатели адаптации. Использование показателей отклика (снижение смертности и заболеваемости и др.) осложняется необходимостью «очистить» информацию от других факторов (например, улучшение методов лечения). Вместо них могут использоваться показатели менеджмента, такие как:

- готовность городских экстренных служб к последствиям климатических изменений;
- наличие в организациях, учреждениях планов реагирования в случае экстремальных погодных явлений;
- учет климатических рисков при разработке конкретных программ развития города;
- охват программами патронажа целевых групп (больные, пожилые, одиноко живущие люди, население с низким достатком, бездомные);
- количество образовательных, просветительских программ для населения.

При разработке программ ограничения выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям крупные российские города могут использовать и уже в некоторой степени применяют опыт группы С 40. В то же время представители Правительств Москвы и Санкт-Петербурга всё чаще принимают участие в саммитах С 40, в проектах, посвященных оценке показателей устойчивости городского хозяйства. В мегаполисах реализуются программы энергосбережения, принимаются постановления в области повышения энергоэффективности, организуются информационно-просветительские кампании. Ожидается, что в самое ближайшее время опыт Москвы в области управления особо охраняемыми природными территориями и объектами озеленения будет представлен на встрече группы С 40 в Сан-Паоло. Этот шаг следует рассматривать как одно из проявлений участия России в климатическом процессе, её вклада в разработку решений, направленных на ограничение вклада экономики в антропогенный поток выбросов парниковых газов и на адаптацию к климатическим изменениям.

### **Список литературы**

1. Climate Communiqué. – Copenhagen, Climate Summit of Mayors, 2010.
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме / Под ред. А.И. Бедрицкого. — М.: Росгидромет, 2008.
3. Андруз Дж., Бrimblecombe П., Джикелл Т. Введение в химию окружающей среды. – М.: Наука, 1999. С. 235-258.
4. Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report (AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change. – [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/)
5. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 / B. 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.
6. European Green City Index. Assessing the environmental impact of Europe's major cities. The Economist Intelligence Unit, Siemens, 2009.
7. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. — МГЭИК, 2006
8. Башмаков И.А. Кадастр антропогенных выбросов парниковых газов для г. Москвы // Труды международного симпозиума, посвященного 175-летию со дня рождения Д. И. Менделеева «Повышение ресурсо- и энергоэффективности: наука, технология, образование», . Том 2. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009, с. 101-105.
9. <http://russian-city-climate.ru/>
10. Башмаков И.А.. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям. — М. ЦЭНЭФ, 1996.
11. Водоканал Петербурга организует проект «Одной тонной меньше». – <http://ecoportal.su/news.php?id=32220>
12. <http://www.gismeteo.ru/>
13. Саввиных А.Н. Энергетики подсчитали ущерб от ледяного дождя // Известия. 27.01.2011