



## К ВОПРОСУ О КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** мегаполисы, парниковые газы (ПГ), выбросы диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), тепловые потери (ТП) систем теплоснабжения, отопительный период

**Я. М. Щелоков**, канд. техн. наук, доцент, энергетический комитет Свердловского областного союза промышленников и предпринимателей (СОСПП)

Из всех бесчисленных и разнообразных воздействий на мировой климат почему-то наиболее обсуждаемое – это антропогенный парниковый эффект. В числе особых тем таких обсуждений – что приводит к нарушению обратных связей, призванных обеспечивать компенсацию от суммарного эффекта, вызванного увеличением количества парниковых газов в атмосфере Земли [1]. «Коллективный Запад» в течение длительного времени сводил все к однозначному решению: виновны сырьевые (то есть бедные и зависимые) страны, в том числе и Россия [2]. Но на этот вопрос невозможен однозначный ответ, так как обратные связи здесь могут быть как глобальными (природными, космическими и др.), так и локальными (деятельность человека, пожары и др.). Исходя из географических просторов и возможностей нашей страны, напрашивается появление нового вида деятельности у надзорных органов РФ (например, трансграничное климатическое регулирование), возникает целесообразность оценить, какова же здесь роль этих самых локальных обратных связей.

## Изменение климата и парниковый эффект

Согласно оценочным докладом Росгидромета, оказывается, климат России изменился сильнее (примерно на 0,76 °С), чем климат Земли в целом. Причем на Европейской территории нашей страны произошли самые значительные изменения. Наибольшая скорость изменений наблюдалась в конце XX – начале XXI века. При этом, например, в Москве климатические изменения проявились весьма ярко [3], и данный процесс продолжается. Именно подобные климатические изменения связывают с увеличением антропогенной эмиссии парниковых газов (ПГ).

Вообще следовало бы помнить, что парниковый эффект необходим для поддержания жизни на Земле. Без него средняя температура на планете, возможно, была бы –18 °С. Благодаря естественному (назовем его природным) парниковому эффекту средняя температура на Земле составляет около 14 °С.

К настоящему времени стабильность природного парникового эффекта оценивается неизменностью газового состава атмосферы. Считается, что основной причиной его изменения (весьма условно – с 1750 года) является рост потребления энергии в результате сжигания ископаемого (первичного) топлива и выброса в атмосферу его продуктов сгорания, в том числе и антропогенных парниковых газов. Есть и другие факторы – сокращение площади лесов, нарушение естественной поверхности почвы и др.

Антропогенные парниковые газы накапливаются в атмосфере и оказывают значительное влияние на ее радиационный режим. В итоге наблюдается усиление природного парникового эффекта, ведущее к потеплению в приповерхностном слое атмосферы и к изменению глобального климата в целом [1, 3]. Основной механизм антропогенного влияния на глобальную климатическую систему – это воздействие на радиационный режим атмосферы. Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере обуславливает основную часть этого воздействия. Как следует из приведенных в [3] сведений об источниках и свойствах ПГ, в контексте городского хозяйства основную проблему представляют собой выбросы диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), связанные с функционированием объектов энергетики и транспортными потоками в городе. Так, по некоторым данным, после 1750 года концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере

Земли увеличилась на 35% и в начале XXI века достигла 379 ppm (частей на миллион). При этом рост радиационного воздействия составил от 0 до 1,5 Вт/м<sup>2</sup>.

## Климатические изменения в мегаполисах на примере Москвы

Если исходить из изложенного здесь упрощенного механизма изменения газового состава атмосферы, то вполне возможно допустить, что потенциал глобального потепления не должен заметно меняться в зависимости от времени года. Причем наибольший интерес представляют температурные тренды в крупных городах, где и находятся главные источники выбросов парниковых газов. Одним из самых масштабных мегаполисов нашей страны является Москва. Согласно данным метеонаблюдений, климат Москвы явно становится более разнообразным:

- растет среднегодовая температура воздуха у земли;
- наибольшее повышение температурного фона отмечается зимой;
- отопительный период становится менее продолжительным;
- средняя температура наружного воздуха за отопительный период повышается.

Наглядным подтверждением этих оценок является сильнейший дождь в Москве, прошедший 12 декабря 2022 года. В этот же день на другой «окраине» России, в районе озера Байкал, «в порядке компенсации» прошел шторм при чуть ли не сорокаградусном морозе.

Приведем усредненные числовые значения температурного фона в Москве за 58 лет: период с 1950 по 2008 год (табл. 1, [1]), из которых видно, что в летние месяцы рассматриваемого периода повышение температурного фона минимально (0,5 °С), то есть находится в пределах погрешности измерений (менее 3% от абсолютной величины средней температуры, равной 17,25 °С). Времена года отопительного периода расположились следующим образом: осень, весна, зима, соответственно, с приростами 1,05, 2,75 и 3,50 °С.

Одним из последствий глобального потепления считается то, что с ростом температуры климат становится более неустойчивым. В данном случае его разбалансировка должна наблюдаться практически только зимой и весной.

**Таблица 1** Изменения температуры воздуха в Москве с 1950 по 2008 год

Времена года	Температура, °С			
	1950 год	2008 год	Средняя температура за период	Прирост среднегодовой температуры
Весна	4,250	7,000	5,625	+2,750
Лето	17,000	17,500	17,250	+0,500
Осень	4,300	5,350	4,825	+1,050
Зима	–9,000	–5,500	–7,250	+3,500
Год	4,150	6,100	5,125	+1,950



Если принять, что все климатические изменения за период с 1950 по 2008 год произошли только по причине увеличения антропогенной эмиссии парниковых газов, то возникает вопрос, чем вызвана такая разбежка в повышении температуры воздуха по временам года.

### Роль централизованного теплоснабжения

Вернемся к рассмотрению механизма парникового эффекта, естественно в упрощенном виде. Земная атмосфера действует подобно ограждениям теплицы, где солнечная энергия, примем, в виде света проходит через них, достигает поверхности Земли и нагревает ее. Нагретый слой Земли начинает излучать энергию, но уже в виде тепла, а не света.

Стекланные (пленочные) ограждения теплицы поглощают большую часть теплового излучения поверхностного слоя Земли и не выпускают его наружу. Весьма условно воздушную атмосферу Земли можно рассматривать как ограждения всем известной теплицы.

В любом населенном пункте, тем более в мегаполисах, оснащенных мощными централизованными системами теплоснабжения, на всем протяжении отопительного периода

действуют дополнительные источники теплового излучения. Наши системы теплоснабжения отличаются не только масштабностью, но и объемами тепловых потерь, которые в ряде случаев соразмерны объемам тепловой энергии, необходимой для отопления потребителей при обеспечении нормативных тепловых потерь.

Так, эффективное использование централизованного теплоснабжения в странах с переходной экономикой может привести к экономии энергии при выработке тепла, эквивалентной 80 млрд м<sup>3</sup> природного газа в год. Такой объем практически соответствует ежегодному суммарному потреблению газа в Германии [4]. Москва здесь не исключение [3]. В перспективе только на подогрев вентиляционного воздуха жилого фонда Москвы необходимо тратить ежегодно до 20 млрд кВт•ч тепловой энергии. В Москве на коммунальные нужды используется около 60% всей производимой тепловой энергии, из которой не менее 40% рассеивается в атмосферу. Основной «виновник» этого процесса – наши дома, которые превращают города в «гигантское энергетическое решето» [5].

### Оценка динамики климатических параметров. Опыт Урала

Ранее с нашим участием проводились работы по оценке динамики климатических параметров отопительных периодов [6]. Была, в частности, рассмотрена динамика средних температур наружного воздуха отопительных периодов с 1985 по 2002 год по городу Серову (Свердловская область) – самому северному промышленному центру региона. В данном случае не были выявлены тенденции по повышению средней температуры наружного воздуха за отопительные периоды. Но при этом наблюдались значительные отклонения в сторону повышения фактических среднемесячных температур наружного воздуха в межсезонье (весна, осень). Эти выводы условно можно распространить на Москву, которая, однако, по численности населения превышает город Серов более чем в 100 раз.

### Метод экспертных оценок – поиск ответов

С целью поиска ответов на вопросы, поставленные применительно к Москве, попытаемся оценить вклад воз-

**Таблица 2** Исходные данные для экспертной оценки вклада возможных факторов в изменение климата

Время года	Численная оценка роли антропогенных факторов*			Прирост наружной температуры воздуха, °С
	ПГ	ТП	ПГ + ТП	
Весна	1,0	0,8	1,8	2,75
Лето	1,0	0	1,0	0,50
Осень	1,0	0,6	1,6	1,05
Зима	1,0	1,0	2,0	3,50
Год	1,0	1,0	2,0	1,95

\* Эмиссия парниковых газов (ПГ) и тепловые потери (ТП) систем теплоснабжения

**Таблица 3** Зависимость между численными значениями роли антропогенных факторов и приростом температуры наружного воздуха

Время года	Осень	Весна	Зима
Роль фактора (ПГ + ТП)	1,60	1,80	2,00
Прирост температуры, °С	1,05	2,75	3,50

возможных воздействующих факторов в изменение климата, используя метод экспертных оценок. В основу положим антропогенную эмиссию ПГ, которые и считаются катализатором, вызывающим рост радиационного режима атмосферы, что и формирует градиент парникового эффекта. Исходя из вышеизложенного, для мегаполисов как другой (а может быть, и как первый) воздействующий фактор следует рассматривать антропогенные тепловые потери (ТП) систем теплоснабжения, особенно в случае их работы по советскому температурному графику 150/120–70 °С, а также тепловые потери от отапливаемых объектов, особенно в режиме «перетопов», при отсутствии систем регулирования в отапливаемых помещениях и т.п. [5].

Еще к числу воздействующих факторов следовало бы отнести потенциал энергии солнечной радиации, который становится заметным в мегаполисах по мере их развития. Особенно его значение возрастает с увеличением объемов и количества этажей возводимых сверхвысотных (супервысотных) зданий, ростом степени их остекления, снижением площади зеленых зон и др. Но, поскольку потенциал энергии солнечной радиации нельзя напрямую отнести к антропогенному фактору, здесь он не учитывается. Исходные данные для экспертной оценки степени влияния предложенных факторов на изменение температуры в поверхностном слое атмосферы мегаполиса приведены в табл. 2.

Несмотря на различный уровень вклада в изменение климата каждого из рассматриваемых факторов, их предельные численные значения приняты условно равными единице. Но при этом значения фактора «тепловые потери» снижены для весны и осени, так как для этих времен года отопительный период короче по времени. Причем осенью этот период начинается обычно в октябре, а весной длится не менее двух месяцев при более высоком уровне «перетопов».

Динамика температур воздуха за летние месяцы показывает, что роль фактора «парниковые газы» в этот период относительно невелика, 0,5 °С. Это может свидетельствовать о комплексном механизме климатических изменений в течение отопительного периода. Это предположение косвенно подтверждается и данными по временам года отопительного периода. Имеется явная связь между численными значениями роли факторов и приростом температуры наружного воздуха (табл. 3).

По нашим данным, фактор «тепловые потери» систем теплоснабжения явно способствует усилению роли антропогенной составляющей парникового эффекта. Причем этот эффект можно назвать «локальный антропогенный резонанс». Слово «резонанс» здесь вполне уместно. Наблюдаемую разность в росте температур «зима – лето» (+3 °С) нельзя назвать заурядной. Здесь не рассматри-

вались такие тепловые потери в мегаполисах, как автомобильные выхлопы, другие неизбежные тепловые потери и т.д.

## Выводы

Во-первых, для городов и тем более мегаполисов сокращение выбросов парниковых газов вряд ли будет достаточным. При сложившихся схемах энергоснабжения снижение выбросов парниковых газов должно сопровождаться, помимо прочего, заметным сокращением эмиссии низкопотенциальных тепловых потерь от централизованных систем теплоснабжения, включая потребителей теплоты, в том числе жилые дома, любых по масштабам населенных пунктов.

Во-вторых, весьма вероятно, что более сильному изменению климата России по сравнению с климатическими изменениями Земли в целом (согласно оценочному докладу Росгидромета [2]) также способствуют сложившиеся схемы энергоснабжения многих российских городов.

Кроме того, в современных условиях для мегаполисов на фоне масштабных климатических пульсаций вполне возможно появление цифровой магии, то есть цифровые технологии здесь не всесильны. Всегда будет заметная доля неопределенности. Климат вряд ли удастся втиснуть в рамки точных научных предсказаний.

## Литература

- Щелоков Я. М. Возможные причины климатических изменений в мегаполисах // ЖКХ и энергетика региона. 2010. № 4. С. 51–52.
- Щелоков Я. М. Тенденции по снижению углеродоемкости экономики РФ // Промышленность и безопасность. 2021. № 10 (168). С. 42–43.
- Климатические стратегии для российских мегаполисов. Научно-прикладной справочник «Климат России». Москва. www.russian-city-climate.ru (дата обращения 12.12.2022).
- Васильев Г. П. Энергетический потенциал вентиляционных выбросов жилых зданий в Москве // АВОК. 2010. № 1. С. 24–30.
- Энергоэффективность: руководство к действию // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2010. № 3. С. 90–91.
- Щелоков Я. М. О климатических параметрах отопительных периодов // Новости теплоснабжения. 2006. № 5. С. 9–10.
- Щелоков А. Я. О роли температурных графиков для повышения энергоэффективности тепловых сетей // Энергосбережение. 2021. № 2. С. 44–46. ■