

**Щелоков Яков Митрофанович,**

кандидат технических наук, доцент,  
СРО Ассоциация «Союз «Энергоэффективность»,  
энергетический комитет Свердловского областного союза промышленников и предпринимателей  
(СОСПП),  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Лисенко Владимир Георгиевич,**

профессор, доктор технических наук,  
департамент информационных технологий и автоматике,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина»,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Чесноков Юрий Николаевич,**

доцент, кандидат технических наук,  
департамент информационных технологий и автоматике,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина»,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Лаптева Анна Викторовна,**

кандидат технических наук, доцент,  
кафедра Анализа систем и принятия решений,  
Высшая школа экономики и менеджмента,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина»,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

## **ПРОБЛЕМЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

*Аннотация:*

Из бесчисленных и разнообразных воздействий на мировой климат, почему-то наиболее обсуждаемое – это антропогенный парниковый эффект. «Коллективный Запад» в течение длительного времени сводил все это к однозначному решению о виновности сырьевых стран. Однозначный ответ на этот вопрос невозможен. В докладе рассматривается вопрос влияния на климат тепловых потерь систем теплоснабжения.

*Ключевые слова:*

Климат Земли, парниковые газы, тепловые потери, системы теплоснабжения.

*Краткий обзор темы.* Согласно оценочным докладам 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 [1] и продолжают до сих пор.

Именно, подобные климатические изменения и связывают с увеличением антропогенной эмиссии парниковых газов (ПГ). Вообще, условно богатым странам следовало бы помнить, что парниковый эффект необходим, особенно, для поддержания жизни на Земле. Без него средняя температура на Земле, возможно, была бы минус 18 °С. Благодаря естественному (назовем его природным) парниковому эффекту средняя температура на Земле около +14 °С. То есть, подогревать и/или охлаждать атмосферу, то в среднем, надо совсем ничего, всего на 5-7 °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, 2]. Основным механизмом

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 [1] 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, яко бы после 1750 года концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере Земли увеличилась на 35 % и в начале XXI века составила 379 ppm (частей на миллион). При этом рост радиационного воздействия от 0 до 1,5 Вт/м<sup>2</sup>.

*Климат Москвы.* Если исходить из изложенного здесь упрощенного механизма изменения газового состава атмосферы, то вполне возможно допустить, что потенциал глобального потепления не должен заметно отличаться в зависимости от времени года. Причем здесь наибольший интерес представляют собой температурные тренды в крупных городах, где и находятся главные источники выбросов парниковых газов. Самым масштабным мегаполисом 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 сезон становится менее продолжительным;
- средняя температура воздуха за отопительный сезон повышается;
- и наглядным подтверждением этих оценок является масштабный зимний дождь в Москве 12.12.2022.

Почему-то на другой «окраине» РФ, озеро Байкал, в порядке компенсации в эти же 12.12.2022 был шторм при чуть ли не сорокаградусном морозе. Приведем, например, усредненные числовые значения температурного фона в г. Москве за период времени 58 лет (1950 – 2008 гг.), табл. 1 [2].

Из табл. 1 следует, что в летние месяцы рассматриваемого периода повышение температурного фона минимально (0,5 °С), т.е. в пределах точности 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 в 1,05, 2,75 и 3,5 °С.

Одним из последствий глобального потепления считается, что с ростом температуры климат становится более неустойчивым. В данном случае его разбалансировка должна наблюдаться практически только зимой и весной. Если принять, что все климатические изменения за рассматриваемый период 1950 – 2008 гг. 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.

Таблица 1 – Изменения температуры воздуха в Москве с 1950 по 2008 гг.

Времена года	Температура, °С			
	1950 г.	2008 г.	Средняя температура за период	Прирост среднегодовой температуры
Весна	4,25	7,0	5,625	+2,75
Лето	17,0	17,5	17,25	+0,5
Осень	4,3	5,35	4,825	+1,05
Зима	-9,0	-5,5	-7,25	+3,5
Год	4,15	6,1	5,125	+1,95

Стеклянные (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. Причем в любом населенном пункте, тем более мегаполисах, оснащенных мощными централизованными системами теплоснабжения, на всем протяжении отопительного сезона 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. куб. м природного газа в год. Такой объем практически соответствует ежегодному суммарному потреблению газа в Германии [3]. Москва здесь не исключение [1]. 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» [4].

*Опыт Урала.* С нашим участием ранее проводились работы по оценке динамики климатических параметров отопительных периодов [5]. Была, в частности, рассмотрена динамика средних температур наружного воздуха отопительных периодов с 1985 по 2002 гг. по городу Серову Свердловской области. Город Серов – это самый северный из промышленных центров региона. В данном случае не были выявлены тенденции по повышению средней температуры наружного воздуха, как отопительных периодов, так и в зимний период. Но при этом наблюдались значительные отклонения в сторону повышения фактических среднемесячных температур воздуха в переходные периоды (весна, осень). Эти выводы условно можно распространить на Москву, хотя которая по численности населения превышает город Серов более чем в сто раз.

*Поиск ответов.* С целью поиска ответов на вопросы, поставленные применительно к Москве, попытаемся оценить вклады возможных воздействующих факторов в изменение климата, используя метод экспертных оценок. В основу положим антропогенную эмиссию ПГ, которые и считаются тем катализатором, вызывающим рост радиационного режима атмосферы, что и формирует градиент парникового эффекта. Исходя из вышеизложенного для мегаполисов другим (а может быть и первым) воздействующим фактором 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. [6].

Еще к одному из воздействующих факторов следует отнести потенциал солнечной радиации, который становится заметным в крупных мегаполисах, по мере их развития. Особенно с увеличением объемов и числа этажей возводимых сверх (супер) высотных зданий, ростом степени их остекления, при снижении площади зеленых зон и др. Но, так как потенциал солнечной радиации нельзя напрямую отнести к антропогенному фактору, поэтому здесь он и не рассматривается. Исходные данные для экспертной оценки степени влияния предложенных воздействующих факторов на изменение температуры в поверхностном слое атмосферы мегаполиса приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Исходные данные для экспертной оценки вкладов возможных воздействующих факторов в изменение климата

Времена года	Численная оценка роли факторов			Прирост температуры, °С
	ПГ	ТП	Σ	
Весна	1,0	0,8	1,8	2,75
Лето	1,0	0	1,0	0,5
Осень	1,0	0,6	1,6	1,05
Зима	1,0	1,0	2,0	3,5
Год	1,0	1,0	2,0	1,95

Несмотря на различный уровень вклада в изменение климата каждого из выбранных 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 отопительный сезон начинается обычно в октябре, а весной он длится не менее двух месяцев при более высоком уровне «перетопов». Динамика температур воздуха за летний период 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 сезона. Это предположение косвенно подтверждается и данными по временам года отопительного периода. Имеется явная связь между численными значениями роли факторов и приростом температуры (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость между численными значениями роли факторов (ПГ, ТП и др.) в изменение климата и приростом локальной атмосферной температуры

Время года	Осень	Весна	Зима
Роль фактора	1,6	1,8	2,0
Прирост температуры, °С	1,05	2,75	3,5

То есть, по нашим данным, фактор «тепловые потери» явно способствует усилению роли антропогенной составляющей парникового эффекта [7]. Причем этот эффект можно назвать «локальным антропогенным резонансом». Слово «резонанс» здесь вполне уместно. Наблюдаемую разность в росте температур «зима – лето» (+3 градуса) нельзя назвать заурядной. Здесь не рассматриваются такие тепловые потери в мегаполисах, как автомобильные выхлопы, другие неизбежные тепловые потери и т.д.

*Выводы:*

1. Для городов и тем более мегаполисов сокращение выбросов парниковых газов вряд ли будет достаточным. При сложившихся схемах энергоснабжения снижение выбросов парниковых газов должно

сопровождаться и заметным сокращением эмиссии низкопотенциальных тепловых потерь, от централизованных систем теплоснабжения, включая потребителей теплоты, в том числе и жилые дома, любых по своим масштабам населенных пунктов.

2. Если вернуться к оценочному докладу Росгидромета, согласно которого климат России изменился сильнее, чем климат Земли в целом [8], то весьма вероятно, что этому так же способствуют сложившиеся схемы энергоснабжения многих городов.

3. В современных условиях для сверхкрупных мегаполисов на фоне масштабных вокруг их климатических пульсаций вполне возможно появление и цифровой магии?

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

**Shchelokov Yakov M.,**

Candidate of technical sciences, associate professor,  
SRO Association «Union» Energy Efficiency»,  
Yekaterinburg, Russian Federation

**Lisienko Vladimir Georgievich,**

professor, doctor of technical sciences,  
Department of Information Technology and Automation,  
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
Yekaterinburg, Russian Federation

**Chesnokov Yurii Nikolaevich,**

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,  
Department of Information Technology and Automation,  
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
Yekaterinburg, Russian Federation

**Lapteva Anna Viktorovna,**

candidate of technical sciences, associate professor,  
Department of Systems Analysis and Decision Making,  
Higher School of Economics and Management,  
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
Yekaterinburg, Russian Federation

### CLIMATE CHANGE CHALLENGES

*Abstract:*

Of the countless and diverse impacts on the world climate, for some reason the most discussed is the anthropogenic greenhouse effect. The «collective West» for a long time reduced all this to an unambiguous decision on the guilt of commodity countries. An unambiguous answer to this question is not possible. The report considers the impact on the climate of heat losses of heat supply systems.

*Keywords:*

Earth's climate, greenhouse gases, heat losses, heat supply systems