

УДК 551.5, 697.1

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

А. А. Волчек¹, А. Г. Новосельцева²

¹Д-р. геогр. наук, профессор, декан факультета инженерных сетей и экологии

Брестского государственного технического университета, г. Брест, Беларусь, e-mail: volchak@tut.by

²Магистр технических наук, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета, г. Брест, Беларусь, e-mail: any-novoselcev@yandex.ru

Реферат

В статье рассмотрено влияние климата на фактический расход тепловой энергии в энергоэффективных жилых домах на примере существующей застройки г. Бреста. Выявлена зависимость количества тепла вырабатываемого в отопительный сезон системой отопления жилого здания, от температуры наружного воздуха.

Ключевые слова: микроклимат, климат, температура наружного воздуха, расход тепловой энергии, городская климатология.

ASSESSMENT OF THE CLIMATE IMPACT ON HEAT CONSUMPTION IN ENERGY-EFFICIENT RESIDENTIAL BUILDINGS

A. A. Volchak, A. G. Novoseltseva

Abstract

The article discusses the influence of climate on the actual consumption of heat energy in energy-efficient residential buildings using the example of existing buildings city of Brest. Revealed the dependence of the amount of heat generated during the heating season by the heating system of a residential building on the outside air temperature.

Keywords: microclimate, climate, outdoor air temperature, heat energy consumption, urban climatology.

Введение

В настоящее время актуальной экологической проблемой урбанизированных территорий быстрорастущих городов является изменение микроклимата города. В городе формируются особые микроклиматические условия, присущие отдельным участкам городской территории. На формирование микроклимата города, помимо природных факторов, оказывают влияние условия, создаваемые городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплостанций, промышленных и других предприятий. Температура воздуха в крупных городах по сравнению с его окрестностями в среднем выше на 1–4 °С [1]. Повышение температуры обусловлено нагревом элементов застройки за счет поглощения ими солнечной радиации и отражением радиации городскими поверхностями, а также уменьшением эффективного излучения тепла над городом. Такое повышение температуры воздуха городского пространства относительно окружающей его среды приводит к образованию так называемого «острова тепла», его размер зависит от метеорологических условий и особенностей города. «Остров тепла» разрушается ветром и атмосферными осадками, но устойчив в безветрие. Его формирование приводит к снижению комфортности городской среды для людей. Слишком высокие температуры летом и повышенная влажность зимой неблагоприятно влияют на здоровье горожан [1].

Мерами, которые могут улучшить городской микроклимат, являются увеличение растительности, устройство водоемов, вентиляционных отверстий, улучшение ориентации улиц зданий в пределах городской территории и др. Так уличная система, которая состоит из улиц-блоков, препятствует увеличению скорости ветра и сохраняет большее количество тепла в пределах городской территории (что усиливает эффект «острова тепла»), тогда как улицы, параллельные друг другу, позволяют усилить скорость ветра, что приводит к уменьшению эффекта «острова тепла» [2].

Климат в городах часто характеризуется различными показателями, чем те, которые указываются в климатических картах для определенных географических областей. Два города, расположенные рядом, могут иметь различные климатические условия; изучением факторов, влияющих на эту разницу, занимается городская климатология [2].

С 1 апреля 2013 г. по решению правительства в Республике Беларусь проектируются только энергоэффективные жилые дома с теплотреблением 40 кВт·ч/м². С учетом климатических условий для каждого областного центра разработаны свои нормативные требования к потреблению тепловой энергии на отопление [3]. Зачастую проектное энергопотребление здания отличается от эксплуатационного (фактического), это связано с изменением температуры наружного воздуха и отклонения её от среднемесячной нормы.

Энергопотребление зданий зависит от большого количества факторов: от площади здания, его строительного объема, компактности, степени остекленности фасадов и их ориентации по сторонам света, уровня теплоизоляции наружных ограждающих конструкций, наличие теплопроводных включений в их составе, герметичности наружной оболочки, оснащённости здания приборами учета потребляемых энергоресурсов, эффективности инженерного оборудования, степени его автоматизации, качества управления и даже поведения жильцов. А также, кроме перечисленного, влияют климатические характеристики района строительства. При прочих равных условиях энергопотребление здания будет тем выше, чем в более холодном климате оно расположено [3, 4, 5, 6].

Целью исследования, как одного из важнейших аспектов, связанных с этой проблемой, является оценка влияния выбросов теплоты от жилой застройки в атмосферу за счет, в основном, отопления в отопительный сезон и за счет горячего водоснабжения здания. Поэтому важным является учет фактических выбросов теплоты в окружающую среду в зависимости от температур наружного воздуха в отопительный сезон, на примере реальной застройки [7].

Используемые данные

В качестве исследуемого объекта рассматривалась застройка из 10-этажных зданий 2015 г. постройки юго-западного микрорайона г. Бреста (ул. Махновича, ул. Грибоедова), которые расположены рядом друг с другом (рисунок 1). В таблице 1 приведены характеристики выбранных зданий.

Данные фактического расхода тепловой энергии были получены по теплосчётчикам, установленным в тепловом пункте каждого рассматриваемого дома.

Таблица 1 – Характеристики жилых зданий

Местонахождение (адрес) жилого здания	Дата ввода в эксплуатацию	Этажность	Общая площадь, м ²	Расчетное (проектное) значение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию отапливаемой площади здания, кВтч/м ²
Махновича, 16	11.2015	10	7575	31,4
Махновича, 34	11.2015	10	5042	35,8
Грибоедова, 27	10.2015	10	4406	31,4
Грибоедова, 35	11.2015	10	5664	34,2
Грибоедова, 37	10.2015	10	4408	31,4
Грибоедова, 33	10.2015	10	5040	32,3
Грибоедова, 29	10.2015	10	5040	34,5

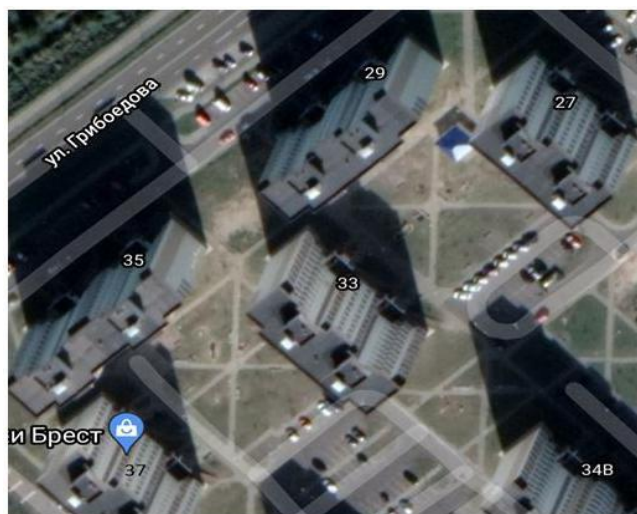


Рисунок 1 – Расположение домов по ул. Грибоедова на карте г. Бреста

Для нахождения зависимости между теплопотерями зданий и изменениями температуры воздуха из метеорологических ежемесячных были взяты значения среднемесячной температуры воздуха за отопительный период с 2015 по 2018 гг. по метеостанции Брест (таблица 2).

Методика исследования и анализ полученных результатов

В работе использована методика сравнительного анализа реальных наблюдений и фактических значений. За отопительный сезон самым холодным месяцем, как правило, является январь, поэтому и расходы тепловой энергии зданиями становится максимальными. В таблице 2 приведены фактические расходы тепловой энергии рассматриваемых зданий за отопительные сезоны 2015–2016 гг., 2016–2017 гг. и 2017–2018 гг. по месяцам и суммарные расходы. Из диаграммы (рисунок 2) видно, что чем ниже температура наружного воздуха, тем больше фактический расход тепловой энергии от жилого здания. Так, в январе 2017 года при температуре наружного воздуха –4,6 °С расход составил от 13582 до 18252 Гкал/ч на 1 м², что существенно выше значений расходов за январь 2016 и 2018 гг. с температурами –4,3 и –0,6 °С и расходами от 12027 до 15613 и от 11108 до 14234 Гкал/ч на 1 м² соответственно. Такая же тенденция прослеживается и в другие месяцы.

Фактические среднемесячные расходы тепловой энергии по всем домам за январь месяц составили: январь 2016 г. – 13324 Гкал/ч на 1 м² при среднемесячной температуре наружного воздуха – 4,3 °С; январь 2017 г. – 15595 Гкал/ч на 1 м² при среднемесячной температуре наружного воздуха – 4,6 °С; январь 2018 г. – 12818 Гкал/ч на 1 м² при среднемесячной температуре наружного воздуха – 0,6 °С. По полученным значениям видно, что изменение температуры

наружного воздуха существенно влияет на фактический расход тепловой энергии зданий в отопительный период.

Среднее значение тепловой энергии, выделяемой 10-этажной жилой застройкой по ул. Грибоедова за каждый отопительный сезон составляет: 2015–2016 гг. – 56010 Гкал/ч на 1 м² (средняя температура за отопительный сезон 3,1 °С); 2016–2017 гг. – 66528 Гкал/ч на 1 м² (средняя температура за отопительный сезон 1,5 °С); 2017–2018 гг. – 65958,6 Гкал/ч на 1 м² (средняя температура за отопительный сезон 1,8 °С). Тогда среднее значение тепловой энергии за три отопительных сезона 62832,2 Гкал/ч на 1 м², при общей площади жилой застройки 1,93 га. Таким образом, тепловыделения от типовой 10-этажной застройки, введенной в эксплуатацию после 2013 г., на 1 га составляют 32555,5 Гкал/ч на 1 м².

* 1 Гкал/ч = 1,163 МВт (здесь и далее).

Таблица 2 – Фактический расход тепловой энергии, температура воздуха

Месяцы отопительного сезона	Расход тепловой энергии, Гкал/ч на 1 м ²							Средняя температура воздуха, °С
	Махновича, 16	Махновича, 34	Грибоедова, 27	Грибоедова, 35	Грибоедова, 37	Грибоедова, 33	Грибоедова, 29	
Октябрь 2015	0	0	8037	0	7427	2032	6115	7,0
Ноябрь 2015	8280	10099	11114	3392	11618	10889	8603	5,1
Декабрь 2015	8960	9970	10887	10494	11232	10065	8687	3,6
Январь 2016	14483	14232	15613	9688	14367	12857	12027	-4,3
Февраль 2016	7980	6430	9319	7396	3422	13131	7373	3,1
Март 2016	9476	11006	11779	9882	11352	11952	9300	3,9
Сумма	49179	51737	66749	40852	59418	60926	52105	
Октябрь 2016	7773	6045	7227	5957	6300	7671	5914	6,9
Ноябрь 2016	9537	13070	13777	11213	14052	13345	10349	2,4
Декабрь 2016	11427	9921	11888	10406	10694	12137	10265	0,2
Январь 2017	13582	14480	18252	15148	17858	16194	13652	-4,6
Февраль 2017	11420	11765	12783	10794	13149	12018	10382	-1,8
Март 2017	8609	8457	8550	7959	8875	8728	7103	5,9
Сумма	62348	63738	72477	61477	70928	70093	57665	
Октябрь 2017	7314	6357	7027	6412	7321	6484	6327	9,0
Ноябрь 2017	10036	9371	10656	9481	11402	10792	8990	4,1
Декабрь 2017	11472	11075	12476	10964	12970	12786	10247	2,2
Январь 2018	12643	12261	13883	11792	13804	14234	11108	-0,6
Февраль 2018	12215	12029	13575	11220	12713	13494	10632	-3,7
Март 2018	11926	11595	12431	10978	12269	12796	10529	-0,2
Сумма	65606	62688	70048	60847	70479	70586	57833	

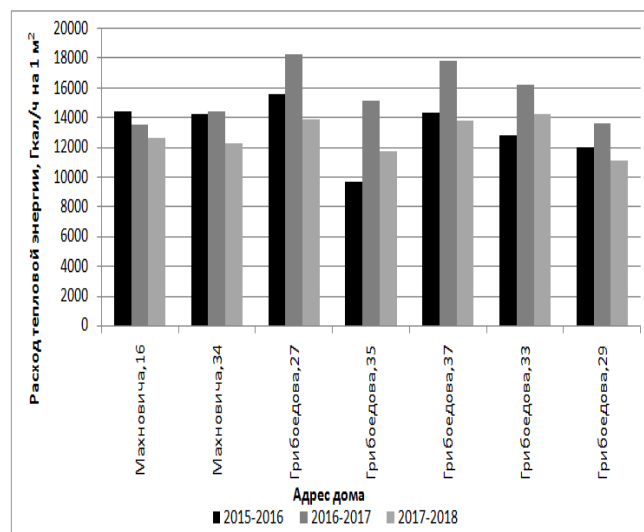


Рисунок 2 – Фактические расходы тепловой энергии жилых зданий за январь месяц по трем отопительным сезонам

Как видно из выше приведенных данных, теплопотери жилых зданий (эквивалентные расходам тепловой энергии на отопление зданий) в отопительный сезон достаточно значительны, особенно в современной многоэтажной городской застройке. В дальнейшем на основе этих данных предполагается поиск зависимости фактического выделения теплоты зданий от температуры наружного воздуха для зданий разных типов и годов постройки. Полученные данные можно будет использовать для оценки влияния выделения тепловой энергии зданий на климат как в отдельном микрорайоне, так и во всем городе.

Заключение

В статье приведены данные фактического расхода тепловой энергии в юго-западном микрорайоне г. Бреста (ул. Махновича и ул. Грибоедова) за отопительные сезоны с 2015 по 2018 гг., полученные по теплосчетчикам, расположенным в тепловом узле каждого дома. Показана зависимость увеличения выброса тепловой энергии от температуры наружного воздуха на примере существующей застройки. Так, фактические среднемесячные расходы тепловой энергии по всем домам за январь месяц составили: январь 2016 г. – 13324 Гкал/ч на 1 м² при среднемесячной температуре наружного воздуха – 4,3 °С; январь 2017 г. – 15595 Гкал/ч на 1 м² при среднемесячной температуре наружного воздуха – 4,6 °С; январь 2018 г. – 12818 Гкал/ч на 1 м² при среднемесячной температуре наружного воздуха – 0,6 °С. Такая же тенденция наблюдалась и в другие месяцы. Это подтверждает, что изменение температуры наружного воздуха существенно влияет на фактический расход тепловой энергии зданий в отопительный период, увеличивая его при более низких температурах наружного воздуха и уменьшая при повышении температуры. Расположение домов по ул. Грибоедова на одной строительной площадке позволило найти средний расход тепловой энергии на 1 га, выделяемый типовой 10-этажной застройкой, он составил 32555,5 Гкал/ч на 1 м² (за три отопительных сезона).

Таким образом, нагрузка на отопление/охлаждение зданий напрямую зависит от климатических условий, а городской микроклимат является одним из ключевых факторов, влияющих на энергопотребление зданий и тепловой комфорт для пользователей и жителей города. Данные этой статьи могут быть использованы в городской климатологии при определении воздействия жилой застройки на климат в городе.

Список цитированных источников

1. Хомич, В. А. Экология городской среды: учеб. пособие для вузов / В. А. Хомич. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
2. Golany, G. Urban design morphology and thermal performance / G. Golany. – Atmos Environ, 1996. – 30 p.
3. Тепловая защита зданий. Правила определения: ТКП 45-2.04-196-2010. – Введ. 01.09.2010. – Минск : Минстройархитектуры, 2010 – 26 с.
4. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
5. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006. – Введ. 01.07.2007. – Минск : Минстройархитектуры, 2007 – 36 с.
6. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха / А. М. Протасевич. – М. : Инфра-М, 2012. – 286 с.
7. Табунщиков, Ю. А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации / Ю. А. Табунщиков // АВОК. – 2005. – № 4. – С. 4–7.

References

1. Homich, V. A. Ekologiya gorodskoj sredy: ucheb. posobie dlya vuzov / V. A. Homich. – Omsk : Izd-vo SibADI, 2002. – 267 s.
2. Golany, G. Urban design morphology and thermal performance / G. Golany. – Atmos Environ, 1996. – 30 p.
3. Teplovaya zashchita zdaniy. Pravila opredeleniya: TKP 45-2.04-196-2010. – Vved. 01.09.2010. – Minsk : Minstrojarhitektury, 2010 – 26 s.
4. Tabunshchikov, Yu. A. Energoeffektivnye zdaniya / Yu. A. Tabunshchikov, M. M. Brodach, N. V. SHilkin. – Moskva : AVOK-PRESS, 2003. – 200 s.
5. Stroitel'naya teplotekhnika. Stroitel'nye normy proektirovaniya: TKP 45-2.04-43-2006. – Vved. 01.07.2007. – Minsk : Minstrojarhitektury, 2007 – 36 s.
6. Protasevich, A. M. Energoberezhenie v sistemah teplogazosnabzheniya, ventilyacii i kondicionirovaniya vozduha / A. M. Protasevich. – M. : Infra-M, 2012. – 286 s.
7. Tabunshchikov, YU. A. Stroitel'nye koncepcii zdaniy XXI veka v oblasti teplosnabzheniya i klimatizacii / YU. A. Tabunshchikov // AVOK. – 2005. – № 4. – S. 4–7.

Материал поступил в редакцию 06.12.2021