

DOI: 10.15593/2409-5125/2020.01.05

УДК 504.453, 551.583.1

А.А. Косатова¹, М.А. Патова²

¹Российский государственный гидрометеорологический университет

²Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ УТЕПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

Закрытость городских территорий и концентрация большого числа источников тепловой энергии создают условия, при которых над городами образуются куполообразные скопления подогретого воздуха, обозначаемые как «острова тепла», которые полностью или частично охватывают контуры городов во всем мире. Решение данной проблемы включает в себя грамотную политику ресурсосбережения.

Статья посвящена сравнительному анализу эффективности использования ресурсосберегающих технологий утепления зданий, а также разработке рекомендаций по их применению. При анализе использован расчет тепловых потерь ограждающих конструкций многоквартирных жилых домов, основанный на статистических характеристиках однокомнатной квартиры в исследуемом районе – городе Кстово Нижегородской области.

Инструментом для анализа и разработки рекомендаций становятся геоинформационные системы, на основе которых были созданы наглядные картографические материалы и база данных.

Созданные карты и база данных помогут разработать грамотную энергосберегающую стратегию для сокращения тепловых потерь и уменьшения роста «островов тепла» над городом для того, чтобы значительная часть используемых человеком энергетических ресурсов в форме тепловой энергии бесконтрольно не рассеивалась в окружающей среде.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, расчет тепловых потерь, геоинформационные системы.

Введение. В холодный период года (период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже) в результате разницы внутренней и наружной температур происходит передача теплоты из здания в окружающую среду. Передача теплоты осуществляется, с одной стороны, теплопередачей строительных конструкций, с другой стороны – за счет проникания воздуха через швы, стыки, неплотности окон, дверей и строительных конструкций.

Закрытость городских территорий и концентрация большого числа источников тепловой энергии создают условия, при которых над городами образуются куполообразные скопления подогретого воздуха, обозначаемые как «острова тепла», которые полностью или частично охватывают контуры городов во всем мире. Свой вклад в образование «островов тепла» вносят тепловые потери от многоквартирных домов.

С учетом того что основная статья расходов владельцев квартир приходится на содержание жилья и энергопотребление, а 33 % от всего энергопотребления приходится на жилищный сектор, основным методом энергосбережения становится применение ресурсосберегающих технологий при строительстве новых и модернизации уже существующих зданий для снижения их тепловых потерь [9], достигаемого с помощью теплоизоляции. Цель исследования состоит в анализе эффективности использования ресурсосберегающих технологий при утеплении зданий для снижения тепловых потерь и, как следствие, уменьшения поступления тепла в окружающую среду.

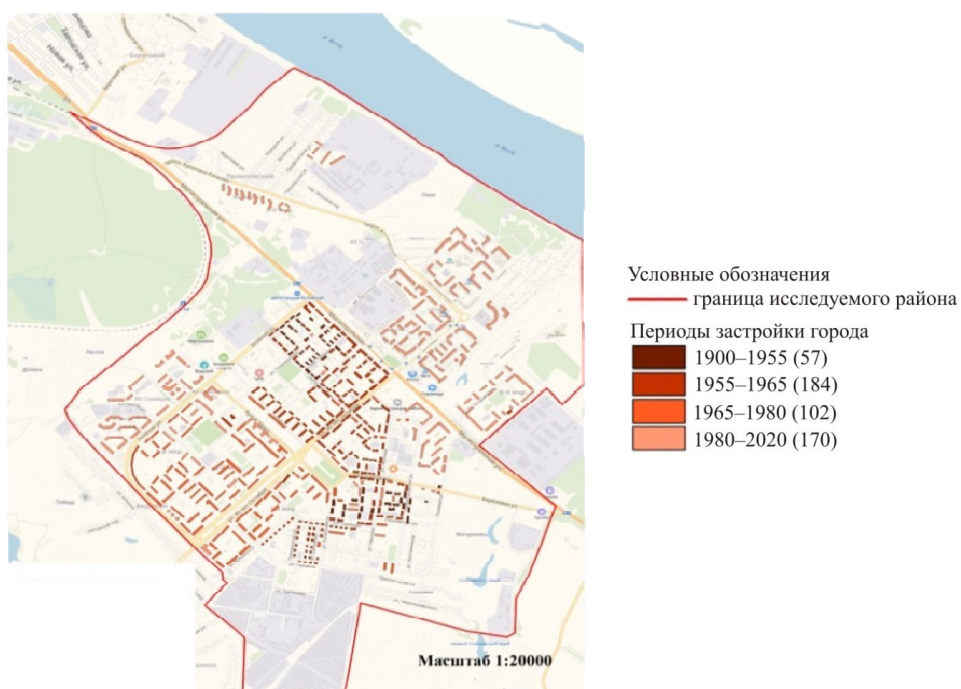
Материалы исследования. Были проанализированы теплотери ограждающих конструкций многоквартирных жилых домов в городе Кстово Нижегородской области, определены параметры, от которых зависит их величина, разработаны рекомендации по применению технологий укрепления. Первым этапом исследования являлось детальное изучение застройки жилой зоны города.

Город Кстово расположен в географическом центре Нижегородской области, на правом берегу реки Волги, в 25 км по юго-восточному направлению от областного центра – Нижнего Новгорода. Численность населения – 67 723 человек на 2018 г., площадь – 59 км².

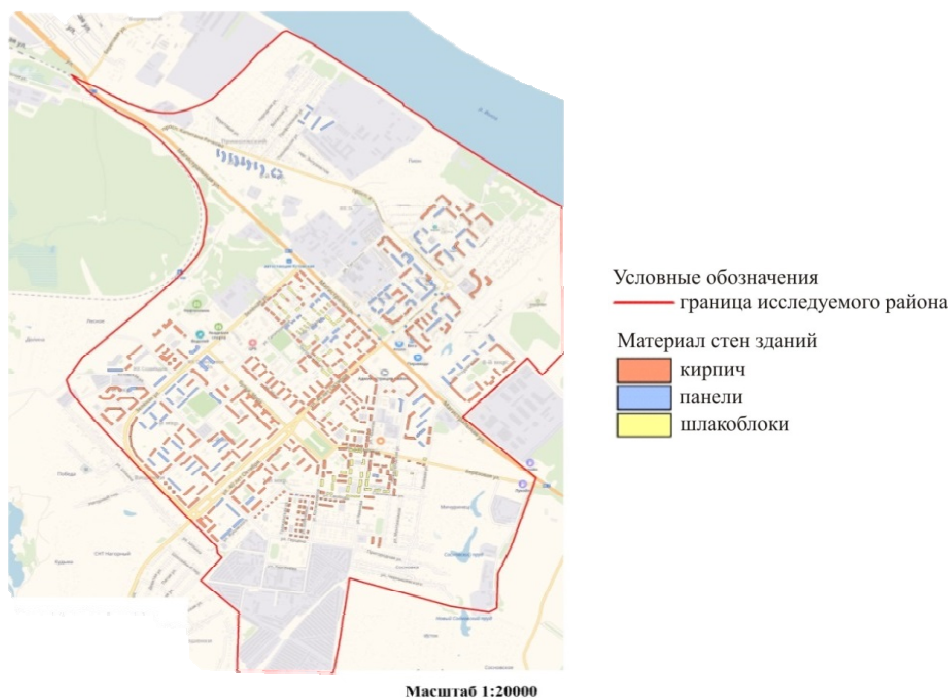
На основе анализа картографических материалов администрации Кстовского муниципального района по функциональному зонированию и имеющихся данных о сроках строительства многоквартирных домов с помощью геоинформационной системы Mapinfo Professional 12.0.2 были созданы векторные карты города Кстово. На карте города были отмечены все жилые многоквартирные дома (в количестве 514). С помощью геоинформационной системы были созданы две тематические карты (рис. 1): по периоду застройки (рис. 1, а) и по материалам застройки (рис. 1, б).

Климат рассматриваемой территории умеренно континентальный, с холодной продолжительной зимой и теплым сравнительно коротким летом. Среднегодовые температуры воздуха – (2,9–3,7) °С. Средняя температура для зимних месяцев в городе Кстово –9 °С, для летних – 20 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха зимой составляет –44 °С, абсолютный максимум лета +38 °С. Средняя продолжительность безморозного периода 140 дней [7].

Кстово был основан в 1957 г., жилая зона – 69 % от общего количества – представлена домами сталинской (48 %) и хрущевской (21 %) постройки (1930–1965 гг.), таким образом, большая часть застройки жилой зоны имеет высокий процент износа, нуждается в реновации и проведении мероприятий по утеплению для обеспечения комфортного проживания населения.



а



б

Рис. 1. Тематические карты: *а* – по периоду застройки; *б* – по материалу

Для анализа, учета и пополнения данных, используемых для составления картографических материалов, на выбранной территории была создана база данных (рис. 2). Все данные хранятся в единой базе данных, и пользователь в любое время может получить необходимую информацию о любом многоквартирном доме.

id	тип_улицы	название_улицы	номер_дома	корпус	литера	год	тип_дома	Материал_стен
404		2-й микрорайон	4	0		1 977	многоквартирный	кирпич
405		2-й микрорайон	3	0		1 982	многоквартирный	кирпич
406		2-й микрорайон	2	0		1 981	многоквартирный	кирпич
407		2-й микрорайон	1	0		1 981	многоквартирный	кирпич
408		2-й микрорайон	10	0	A	2 008	многоквартирный	кирпич

Рис. 2. База данных многоквартирных домов

Все дома жилого фонда были разделены на четыре типа в зависимости от периода застройки: «сталинки» (1930–1954 гг.), «хрущевки» (1955–1965 гг.), «брежневки» (1966–1980 гг.), «кирпичные дома 90-х» (1981–2018 гг.), была создана база данных, в которой указаны подробные адреса, год постройки, тип дома и материал, из которого он построен. На основании характерных особенностей проектирования для разных типов домов (площадь, высота потолков, суммарная длина и материал наружных стен, размеров окон и наружных дверей [3]) были произведены расчеты тепловых потерь.

Методология исследования. Расчет тепловых потерь проводился по методике DIN 4108-3–2014 «Теплоизоляция и экономия энергии в зданиях» [8] с учетом характеристик помещения, мощности отопительного оборудования, а также климатических характеристик исследуемого района. При расчетах использовались характеристики однокомнатной квартиры, расположенной на первом этаже многоэтажного дома и имеющей одну наружную стену [1, 17, 18]. Данные характеристики получены определением среднего значения площадей для всех квартир по периодам строительства и равны для застройки «сталинки» – 41 м², «хрущевки» – 32 м², «брежневки» – 30 м², «кирпичные дома 90-х» – 36 м².

В соответствии с Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10.06.2010 № 64 оптимальная температура в жилой комнате должна составлять 20–22 °С, а допустимая – 18–24 °С [14]. На основании этого в расчетах тепловых потерь необходимая температура внутри помещения была задана равной +20 °С.

При расчете тепловых потерь важную роль играет мощность обогревательных приборов, установленных в помещении [15]. Для расчета

мощности обогревательного оборудования необходимо было рассчитать объем помещения, чтобы определить количество тепла, требуемого для его обогрева [18].

В исследуемом районе в системе отопления используют чугунные радиаторы. Количество мощности отопительного прибора, необходимое для достаточного отопления помещения, – это и есть величина теплового потока радиаторов отопления (нормативная мощность, требуемая для обогрева 1 м³) [12]. Важный фактор при расчете – материал, из которого построен дом. Для материалов исследуемых домов величина теплового потока составляет: панельный дом – 0,041 кВт/м³; кирпичный дом – 0,034 кВт/м³ [10]. В результате расчета определили объем помещения для квартиры разных типов домов, а также рассчитали мощность обогревательного оборудования, необходимого для отопления помещения исследуемых квартир [13] (табл. 1).

Таблица 1

Результат расчета объема помещения и мощности
обогревательного оборудования

Показатель	Период застройки			
	«сталинки»	«хрущевки»	«брежневки»	«кирпичные дома 90-х»
Объем помещения, м ³	31	80	81	93
Мощность обогревательного оборудования, кВт	4,5	3,3	3,3	3,8

Учитывались климатические характеристики. Поскольку исследуемый участок (г. Кстово) находится в непосредственной близости к Нижнему Новгороду (23 км), необходимо сослаться на СП 131.13330.2012. Строительная климатология, согласно которому абсолютная (минимальная) температура воздуха в г. Нижнем Новгороде равна –41 °С, а средняя температура воздуха отопительного периода составляет –4,1 °С.

Расчет тепловых потерь зданий. Исходя из того что площадь помещений для расчетов бралась с разными значениями (для площадей исследуемых квартир по периодам строительства), целесообразно было провести расчет удельных тепловых потерь на 1 м² [2]. Необходимые показатели для расчета тепловых потерь (мощность оборудования (кВт), площадь помещения (м²), материалы стен, размеры наружных дверей, окон и др.) [6] и его результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет тепловых потерь зданий разных периодов строительства

Показатель	Период застройки			
	«сталинки»	«хрущевки»	«брежневки»	«кирпичные дома 90-х»
Тепловые потери, кВт	2,6	2,22	2,37	1,13
Удельные тепловые потери, кВт/м ²	0,063	0,069	0,079	0,031

Как видно из табл. 2, в среднем разница значений тепловых потерь для типовых квартир разных периодов застройки незначительная.

Расчет удельных теплопотерь на 1 м² площади составил: $Q_{уд1} = 0,063$ кВт/м²; $Q_{уд2} = 0,069$ кВт/м²; $Q_{уд3} = 0,079$ кВт/м²; $Q_{уд4} = 0,031$ кВт/м². В результате расчета можно заметить, что меньше всего тепловых потерь происходит в постройках типа «кирпичные дома 90-х», а наибольшие потери – в квартирах типовых «брежневок».

Полученные результаты можно объяснить рядом конструктивных отличий. Для «кирпичных домов 90-х» характерны более высокие показатели теплоизоляции благодаря кирпичным стенам и современным требованиям в строительстве [7]. Что касается построек раннего времени, в целях экономии и увеличения темпов строительства требования были значительно снижены.

На следующем этапе проведен сравнительный анализ эффективности использования ресурсосберегающих технологий при утеплении зданий. Рассматривались следующие технологии утепления зданий: утепление окон, фундамента, наружных стен (рис. 3).

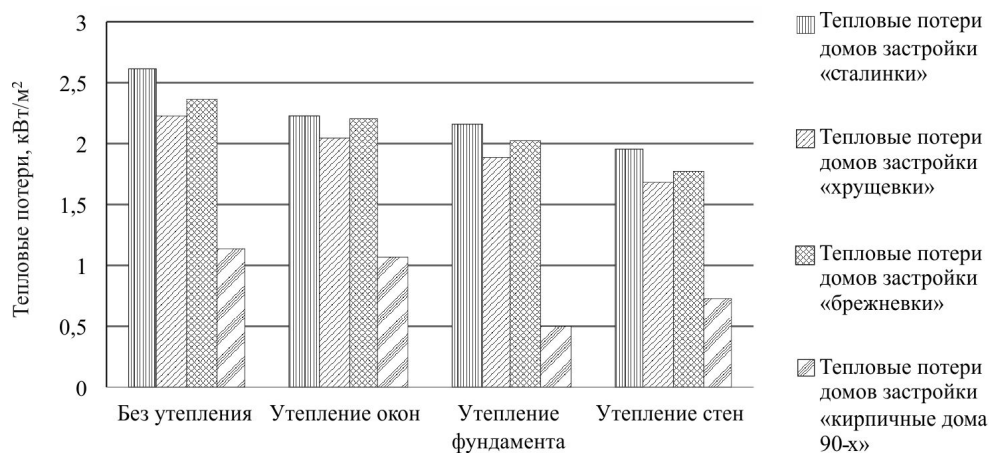


Рис. 3. Тепловые потери в зависимости от применяемых мероприятий

На основе полученных данных (см. рис. 2) разработаны рекомендации по возможному применению теплоизоляционных мероприятий для жилого фонда в исследуемом районе. Основой рекомендаций стал расчет удельных тепловых потерь, проведенный в зависимости от основных характеристик жилых зданий, также создана рекомендательная карта по технологиям утепления зданий (рис. 4).

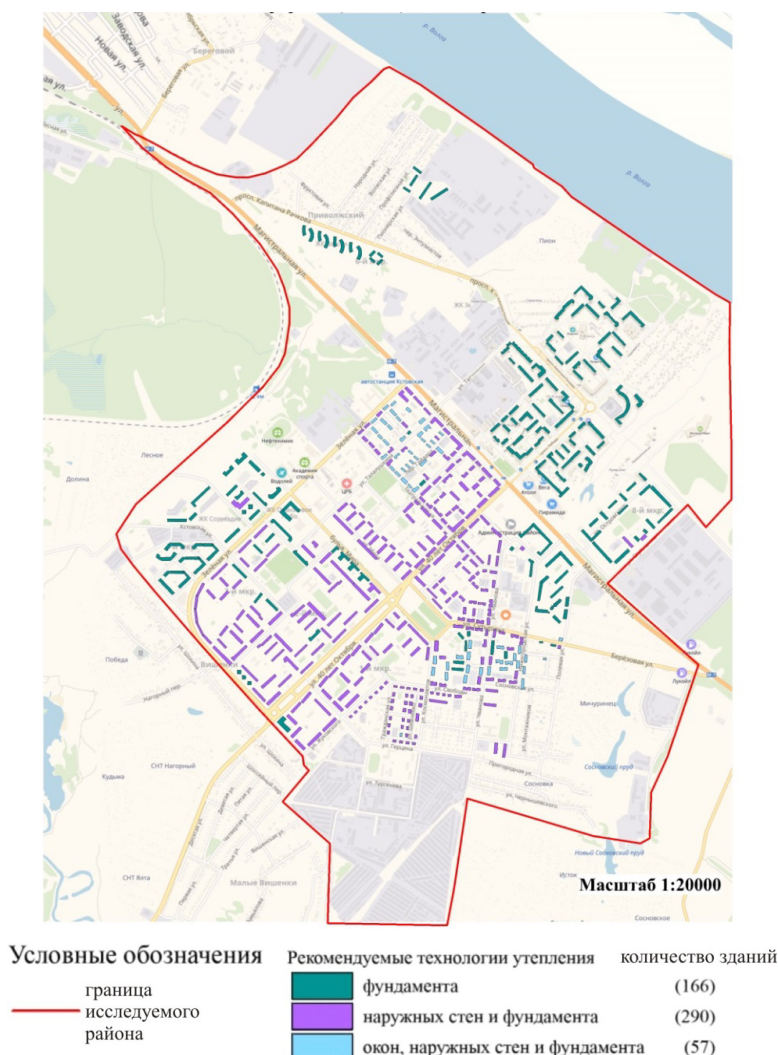


Рис. 4. Рекомендательная карта по применению технологий утепления зданий

Заключение. Созданные карты и база данных поможет разработать грамотную энергосберегающую стратегию для сокращения тепловых потерь и уменьшения роста «островов тепла» над городом, для того чтобы значи-

тельная часть используемых человеком энергетических ресурсов в форме тепловой энергии бесконтрольно не рассеивалась в окружающей среде.

По результатам исследования разработаны следующие рекомендации:

- для домов типа застройки «сталинки», «хрущевки» и «брежневки» наиболее целесообразно и рационально утепление фундамента и наружных стен, снижение удельных тепловых потерь будет составлять 20 %;
- для домов типа застройки «сталинки» – утепление окон, снижение удельных тепловых потерь будет составлять от 15 до 20 %;
- для типов застройки «кирпичные дома 90-х» – утепление фундамента, снижение удельных тепловых потерь равно 55 %.

Стоит отметить, что разработанные материалы, рекомендации будут иметь ценность для администрации Кстовского муниципального района и для тех, кто несет ответственность за управление многоквартирным домом. В соответствии со ст. 161 ЖК РФ [4] это управляющие организации: товарищества собственников жилья, товарищества собственников недвижимости, жилищно-строительные кооперативы, жители многоквартирного дома.

Список литературы

1. Брежневки. Описание и типовые планировки [Электронный ресурс]. – URL: http://a-h.by/s153/archives/BreZhnevki_Opisanie_i_tipovye_planirovki.html (дата обращения: 13.09.2019).
2. ГОСТ Р 56778-2015 Системы передачи тепла для отопления помещений. Методика расчета энергопотребления и эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200127459> (дата обращения: 17.06.2019).
3. Дверные проемы многоквартирных домов [Электронный ресурс]. – URL: http://dverigranit.ru/poleznaya_informaciya/dvernye_proemy_mnogokvartirnyh_domov.html (дата обращения: 11.09.2019).
4. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 26.07.2019) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/ (дата обращения: 14.09.2019).
5. Зотина Н.М. Выпускная квалификационная работа «Особенности применения ресурсосберегающих технологий утепления зданий» Нижний Новгород 2017 г. – 40 с.
6. Калькулятор тепловых потерь помещения [Электронный ресурс]. – URL: <https://wpcalc.com/kalkulyator-teplopoter/> (дата обращения: 12.09.2019).
7. Леденев В.И. Физико-технические основы эксплуатации наружных кирпичных стен гражданских зданий: учеб. пособие Тамбов : Изд-во Тамбовский Государственный технический университета, 2010 – 160 с.
8. Методика DIN4108-3-2014 «Теплоизоляция и экономия энергии в зданиях. Часть 3. Защита от проникновения влаги, обусловленная климатическими условиями, требования, методы расчета и указания к проектированию и исполнению» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6234460> (дата обращения: 11.09.2019).
9. Муниципальная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности городского поселения «город Кстово» на 2018-2020 [Электронный ресурс] – URL: https://gisee.ru/regionsupport/law/municipal_programs/?SECTION_CODE=municipal_programs&PAGE_1=2 (дата обращения: 12.09.2019).

10. Расчет радиаторов отопления по площади [Электронный ресурс]. – URL: <http://79w.ru/otoplenie/batarie-radiator/kak-vliyaet-teplovaya-moshhnost-chugunnogo-radiatora> (дата обращения: 13.09.2019).
11. Реформа ЖКХ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.reformagkh.ru/myhouse> (дата обращения: 10.09.2019).
12. Российская Федерация. Правительство. О неотложных мерах по энергосбережению в области добычи, производства, транспортировки и использования нефти, газа и нефтепродуктов [Текст]: постановление Правительства РФ от 01.06.1992 г. № 371. [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_534/ (дата обращения: 18.06.2019).
13. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации от 23.11.2009 г. № 261 – ФЗ: [ред. от 6.10.2014]. [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения: 11.09.2019).
14. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях [Текст]. – Утверждены постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 10 июня 2010 года №64 [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902222351> (дата обращения: 21.08.2019).
15. Серии домов: стройка в 80-90-е годы. Описание и типовые планировки [Электронный ресурс]. – URL: http://www.stroy.ru/apartment/parts-front/publications_249.html (дата обращения: 13.09.2019).
16. СП 131. 13330.2012 Строительная климатология Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Текст] – Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт): [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546> (дата обращения: 11.09.2019).
17. Сталинки. Описание и типовые планировки [Электронный ресурс]. – URL: http://a-h.by/s153/archives/Stalinki_Opisanie_i_tipovye_planirovki.html (дата обращения: 13.09.2019).
18. Хрущевки. Описание и типовые планировки [Электронный ресурс]. – URL: http://prawdom.ru/k_stateynik.php?d=hrutsch.htm (дата обращения: 13.09.2019).

References

1. Brezhnevka. Description and typical layouts [Electronic resource]. – Access mode: http://a-h.by/s153/archives/BreZhnevki_Opisanie_i_tipovyeplanirovki.html (accessed date: 09/13/2019).
2. GOST R 56778-2015 Heat transfer systems for space heating. Methodology for calculating energy consumption and efficiency [Electronic resource]. – Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200127459> (accessed date: 06/17/2019).
3. Doorways of apartment buildings [Electronic resource]. – Access mode: http://dverigranit.ru/poleznaya_informaciya/dvernye_proemy_mnogokvartirnyh_domov.html (accessed September 11, 2019).
4. Housing Code of the Russian Federation dated December 29, 2004 No. 188-FZ (as amended on July 26, 2019) [Electronic resource]. – Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/ (accessed: 09/14/2019).
5. Zotina N.M. The final qualifying work "Features of the application of resource-saving technologies for building insulation" Nizhny Novgorod 2017 – 40 p.
6. Calculator of heat losses of the room [Electronic resource]. – Access mode: <https://wpcalc.com/kalkulyator-teplopoter/> (accessed date: 09/12/2019).
7. Ledenev V.I. Physical and technical fundamentals of the operation of the outer brick walls of civil buildings: textbook. allowance Tambov: Publishing house of the Tambov State Technical University, 2010. – 160 p.
8. DIN4108-3-2014 methodology "Thermal insulation and energy saving in buildings. Part 3. Protection against moisture penetration due to climatic conditions, requirements, calculation methods, and guidelines for design and execution "[Electronic resource]. – Access mode: <http://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6234460> (accessed September 11, 2019).

9. Municipal program “Energy Saving and Improving the Energy Efficiency of the City Settlement“ Kstovo City ”for 2018-2020 [Electronic resource] – Access mode: https://gisec.ru/regionsupport/law/municipal_programs/?SECTION_CODE=municipal_programs&PAGEN_1=2 (date appeals: 09/12/2019).

10. Calculation of heating radiators by area [Electronic resource]. – Access mode: <http://79w.ru/otoplenie/batarie-radiator/kak-vliyaet-teplovaya-moshhnost-chugunnogo-radiatora> (accessed September 13, 2019).

11. Reform of housing and communal services [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.reformagkh.ru/myhouse> (accessed date: 09/10/2019).

12. The Russian Federation. Government. On urgent measures for energy conservation in the production, production, transportation and use of oil, gas and oil products [Text]: Decree of the Government of the Russian Federation of 06.06.1992 No. 371. [Electronic resource] – Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_534/ (accessed: 06/18/2019).

13. The Russian Federation. The laws. On energy conservation and on improving energy efficiency, and on amending certain legislative acts of the Russian Federation of November 23, 2009 No. 261 – FZ: [as amended by from 10/06/2014]. [Electronic resource] – Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (accessed: 09/11/2019).

14. SanPiN 2.1.2.2645-10 Sanitary and epidemiological requirements for living conditions in residential buildings and premises [Text]. – Approved by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 64 of June 10, 2010 [Electronic resource] – Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/902222351> (date of treatment: 08.21.2019).

15. Series of houses: construction in the 80-90s. Description and typical layouts [Electronic resource]. – Access mode: http://www.stroy.ru/apartment/parts-front/publications_249.html (accessed September 13, 2019).

16. SP 131. 13330.2012 Construction climatology Updated version of SNiP 23-01-99 * [Text] – Registered by the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart): [Electronic resource] – Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546> (accessed: 09/11/2019).

17. Stalki. Description and typical layouts [Electronic resource]. – Access mode: http://a-h.by/s153/archives/Stalinki._Opisanie_i_tipovye_planirovki.html (accessed date: 09/13/2019).

18. Khrushchev. Description and typical layouts [Electronic resource]. – Access mode: http://prawdom.ru/k_stateynik.php?d=hrutsch.htm (accessed: 09/13/2019).

Получено 26.01.2020

A. Kosatova, M. Patova

FEATURES OF APPLICATION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF WARMING BUILDINGS

The closed urban areas and the concentration of a large number of sources of thermal energy create conditions under which dome-shaped clusters of heated air are formed over the cities designated as “heat islands”, which completely or partially cover the contours of cities around the world. The solution to this problem includes a competent resource conservation policy.

The Article is devoted to the comparative analysis of efficiency of using resource-saving technologies of warming of buildings, and also to creation of recommendations of application of the above-mentioned technologies. Using for the analysis calculation of thermal losses of enclosing designs of apartment houses based on statistical characteristics of one-room apartment in the investigated area-the city of Kstovo, the Nizhny Novgorod region. Geo-information systems, on which visual cartographic materials and a database have been created, become a tool for analysis and recommendations.

Geo information systems, on the basis of which visual cartographic materials and a database were created, become a tool for analysis and presentation of recommendations.

Created maps and databases will help develop a competent energy-saving strategy to reduce heat loss and growth.

Keywords: resource-saving technologies, heat loss calculation, GIS, warming of buildings.

Косатова Анастасия (Санкт-Петербург, Россия) – студентка, Российский государственный гидрометеорологический университет (192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79, e-mail: ms.kosatova@mail.ru).

Патова Мария Александровна (Нижний Новгород, Россия) – канд. техн. наук, доцент, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65, e-mail: ma.patova@mail.ru).

Kosatova Anastasia (Saint Petersburg, Russian Federation) – student, Russian State Hydrometeorological University (192007, Saint Petersburg, Voronezhskaya st., 79, e-mail: ms.kosatova@mail.ru).

Patova Maria (Nizhny Novgorod, Russian Federation) – Associate Professor, Ph.D. in Technical Sciences, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction (603950, Nizhny Novgorod, Ilyinskaya st., 65, e-mail: ma.patova@mail.ru).