

Энергосбережение и энергоэффективность

УДК 697.12

© В. А. Пухкал, канд. техн. наук, доцент
© А. Л. Шкаровский, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: pva1111@rambler.ru, szkarowski@mail.ru

© В. П. Черненко, канд. техн. наук, доцент
© А. В. Кобзарь, канд. техн. наук, доцент
(Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, Россия)
E-mail: chernenkov.vp@dvfu.ru, kobzar.av@dvfu.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2023-20-1-103-110

© V. A. Pukhkal, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© A. L. Shkarovskiy, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St Petersburg, Russia)

E-mail: pva1111@rambler.ru, szkarowski@mail.ru

© V. P. Chernenkov, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© A. V. Kobzar, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Far Eastern Federal University,
Vladivostok, Russia)

E-mail: chernenkov.vp@dvfu.ru, kobzar.av@dvfu.ru

ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

HEAT CONSUMPTION IN RESIDENTIAL BUILDINGS FOR HEATING AND VENTILATION DURING OPERATION

Приводятся результаты исследования теплотребления на отопление 24-этажного многоквартирного жилого здания с вентилируемым фасадом, с офисными и торговыми помещениями на первом этаже в Санкт-Петербурге в течение семи отопительных периодов. Установлено, что теплотребление на отопление зависит от года эксплуатации здания с момента ввода. В течение первых трех лет отмечается увеличенное теплотребление вследствие процессов сушки ограждающих конструкций зданий, что следует учитывать при проектировании систем отопления и эксплуатации здания. Для подтверждения соответствия показателю нормируемого удельного потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период эксплуатируемого жилого здания следует проводить испытания при эксплуатации здания не менее трех лет.

Ключевые слова: жилые здания, отопление, теплотребление, эксплуатация.

The article studies seven heating seasons' data of heat consumption of heating in 24-storey residential apartment building in St. Petersburg with ventilated façade, office and commercial spaces on the ground floor. It is established that heat consumption for heating depends on the year passed in operation of building since completion. During the first three years increased heat consumption is observed due to drying of walls of the building, which must be taken into account in a design of the building's heating and maintenance systems. It is concluded that in a period of no less than three years since completion, operated building should be tested to confirm values of required specific energy heat consumption for heating in the heating season.

Keywords: residential buildings, heating, heat consumption, operation.

Введение

В законченных строительстве зданиях в начальный период эксплуатации ограждающие конструкции имеют повышенное влагосодержание [1–8]. Анализ эксплуатационной влажности наружных стен во взаимной связи с начальной показывает, что

в первый период эксплуатации стены здания с сухим режимом интенсивно сохнут, а здания с мокрым режимом — увлажняются [1]. При дальнейшей эксплуатации влажность материалов понижается до равновесной вследствие протекания процесса сушки. Период установления равновесной влажно-

сти — около 2 лет [1]. Влажность материалов стен в большинстве случаев даже в здании с сухим режимом больше принимаемой [3–5, 9, 10] по условиям эксплуатации А или Б при теплотехническом расчете¹.

В режиме годовой эксплуатации материал ограждающих конструкций увлажняется в осенне-зимний период года и высыхает в весенне-летний.

В работах [4, 9] выполнен анализ изменения сопротивления теплопередаче наружных стен типовых серий панельных зданий и наружных стен из глиняного обыкновенного кирпича в Санкт-Петербурге в процессе эксплуатации. При обследовании наружных стен, выполненных из кирпича, установлено, что теплопроводность влажных конструкций при отрицательных температурах увеличивается на 13–23 %, что приводит к снижению сопротивления теплопередаче и увеличению тепловых потерь, соответственно, увеличению тепловой нагрузки системы отопления. Фактическая тепловая нагрузка может значительно отличаться от расчетных значений.

В то же время в климатических условиях Республики Беларусь (РБ), характеризующихся частыми оттепелями и переходами температуры через ноль градусов, мокрым снегом и дождями даже в зимний период года, т. е. сходными с Санкт-Петербургом, по результатам натурных исследований массовая влажность кирпича кладок лежит в пределах 0,21–0,38 %, что ниже расчетных массовых отношений влаги в кирпичной кладке, принимаемых на стадии проектирования [11, 12]. Выполнено обследование более 200 жилых зданий типовых серий, введенных за период с 1950 г. по 2013 г., как до, так и после проведения капитального ремонта или тепловой модернизации жилых зданий [12]. Натурные эксперименты показали значительный разброс в величинах мас-

совой влажности по слоям керамзитобетона наружных стен различных объектов, обусловленный условиями эксплуатации помещений зданий. На отдельных обследуемых объектах зафиксировано увеличение относительной влажности воздуха в помещениях до 70 % [12].

Введение новых требований по тепловой защите в 1996 г. привело к применению трехслойных конструкций наружных стен с утеплителем и кирпичной облицовкой. Однако в таких конструкциях разрушается кирпичная облицовка — материал менее морозостойкий по сравнению с бетоном. В работе [13] указано, что из 450 зданий с облицовкой кирпичом, построенных в Москве за период с 2006 по 2011 гг., 156 требовали срочного капитального ремонта уже в 2012 г.

Применение навесных вентилируемых фасадных систем позволяет вследствие постоянного воздухообмена, способствующего осушению утеплителя, обеспечить его влажность в пределах допустимых значений. Данные измерений влажности образцов утеплителей показывают, что влажность всех образцов, взятых в октябре, декабре и в конце февраля – начале марта в Москве не превышает 1 % [14, 15].

По данным методик^{2,3} расчетную тепловую нагрузку (тепловой поток) системы отопления следует увеличивать на первый отопительный период для каменных зданий, построенных:

- в мае–июне — на 12 %;
- в июле–августе — на 20 %;
- в сентябре — на 25 %;
- в отопительном периоде — на 30 %.

² МДС 41-4.2000. Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения / Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. Российское акционерное общество «Роскоммунэнерго». М.: ГУП ЦПП, 2000. 34 с.

³ МДК 4-05.2004. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения / Госстрой России. М.: ФГУП ЦПП, 2004. 76 с.

¹ СП 50.13330-2012. Тепловая защита зданий. М.: Минрегион России, 2012. 96 с.

В работе [16] отмечено малое число статей, посвященных определению в натурных условиях показателей энергоэффективности зданий. Работы по исследованию режима теплопотребления жилых зданий в начальный период эксплуатации отсутствуют, поэтому в настоящей статье поставлена цель — провести исследование изменения фактической тепловой нагрузки систем отопления при эксплуатации здания.

Методы исследования

Наиболее достоверной величиной расхода тепловой энергии на отопление здания являются значения, определенные по показаниям приборов узла учета тепловой энергии и теплоносителя на вводе тепловой сети в здание.

Анализ изменения теплопотребления жилых зданий в процессе эксплуатации выполнен на примере 24-этажного многоквартирного жилого здания с вентилируемым фасадом, с офисными и торговыми помещениями на первом этаже в Санкт-Петербурге (рис. 1).

Здание введено в эксплуатацию в декабре 2009 г. Рассмотрено теплопотребление здания на отопление в отопительные периоды с 24 декабря 2010 г. (момента начала эксплуатации узла учета тепловой энергии) по 30 апреля 2017 г.

При испытании и оценке достигнутой в эксплуатируемом здании потребности тепловой энергии на отопление здание должно эксплуатироваться не менее одного года⁴ [17]. Поэтому не учтен первый отопительный период эксплуатации здания. В этот период здание не было заселено, там проводились отделочные работы.

Результаты и обсуждение

Результаты измерения теплопотребления на отопление и вентиляцию жилой части здания по данным приборов учета тепловой энергии представлены на рис. 2–4. Тепловая

нагрузка на отопление жилых зданий включает и тепловую нагрузку на вентиляцию, поэтому в дальнейшем указывается «отопление».

В качестве показателей, характеризующих теплопотребление зданий на отопление, приняты:

- среднесуточная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление здания (рис. 2) $q_{от}^{cp.c}$, Вт/(м³·°C);
- среднемесячная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление здания (рис. 3) $q_{от}^{cp.m}$, Вт/(м³·°C);
- среднегодовая (средняя за отопительный период) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление здания (рис. 4) $q_{от}^{cp.g}$, Вт/(м³·°C).

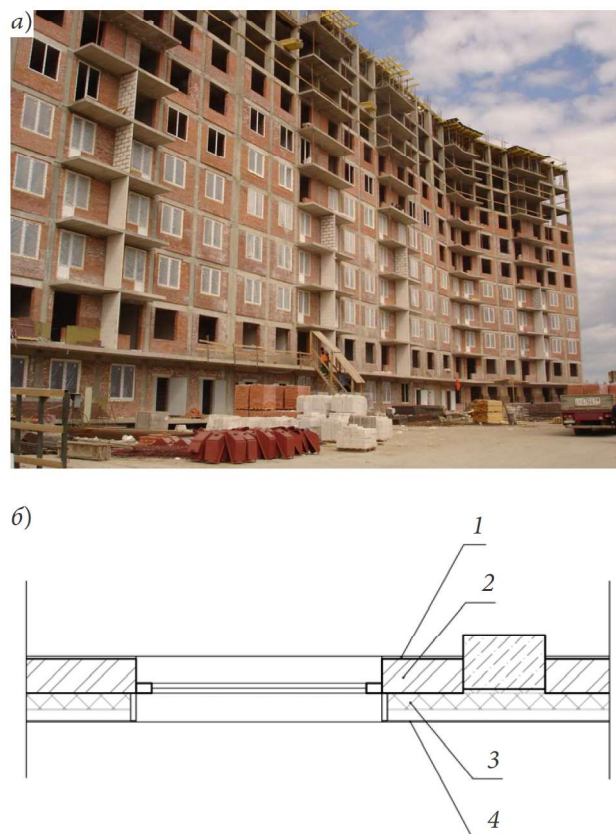


Рис. 1. Исследуемое жилое здание в Санкт-Петербурге:
а — в процессе строительства; б — конструкция наружной стены; 1 — штукатурка; 2 — кирпичная кладка; 3 — утеплитель; 4 — плитка

⁴ ГОСТ 31168-2014. Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление. М.: Стандартинформ, 2014. 19 с.

Удельные характеристики расхода тепловой энергии на отопление здания определены по зависимостям:

- среднесуточная, Вт/(м³·°C):

$$q_{\text{от}}^{\text{cp.c}} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{cp.c}}}{V_{\text{от}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{cp.c}})}, \quad (1)$$

- среднемесячная, Вт/(м³·°C):

$$q_{\text{от}}^{\text{cp.m}} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{cp.m}}}{V_{\text{от}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{cp.m}})}, \quad (2)$$

- среднегодовая, Вт/(м³·°C):

$$q_{\text{от}}^{\text{cp.г}} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{cp.г}}}{V_{\text{от}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{cp.г}})}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{от}}^{\text{cp.c}}$ — среднесуточный тепловой поток системы отопления по результатам измерений, Вт; $Q_{\text{от}}^{\text{cp.m}}$ — среднемесячный тепловой поток системы отопления по результатам измерений, Вт; $Q_{\text{от}}^{\text{cp.г}}$ — среднегодовой тепловой поток системы отопления по результатам измерений, Вт; $V_{\text{от}}$ — отапливаемый объем здания, м³; $t_{\text{в}}$ — температура внутреннего воздуха, °C; $t_{\text{н}}^{\text{cp.c}}$ — среднесуточная температура наружного воздуха, °C; $t_{\text{н}}^{\text{cp.m}}$ — средне-

месячная температура наружного воздуха, °C; $t_{\text{н}}^{\text{cp.г}}$ — средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °C.

Сведения о среднемесячной температуре наружного воздуха приняты по наблюдениям метеорологической станции, расположенной в Петроградском районе г. Санкт-Петербурга.

Как следует из рис. 2, во второй год эксплуатации удельный среднесуточный расход тепловой энергии понижается в течение отопительного периода и в марте-апреле имеет наименьшие значения. Далее, в период с мая по октябрь, происходит увлажнение конструкций, что приводит к увеличению теплопотребления в начале отопительного периода (октябрь-декабрь). Затем теплопотребление снижается к концу отопительного периода. Далее цикл повторяется (рис. 3).

Проектное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление здания, Вт/(м³·°C):

$$q_{\text{от}}^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{от}}}{V_{\text{от}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{пр}})}, \quad (4)$$

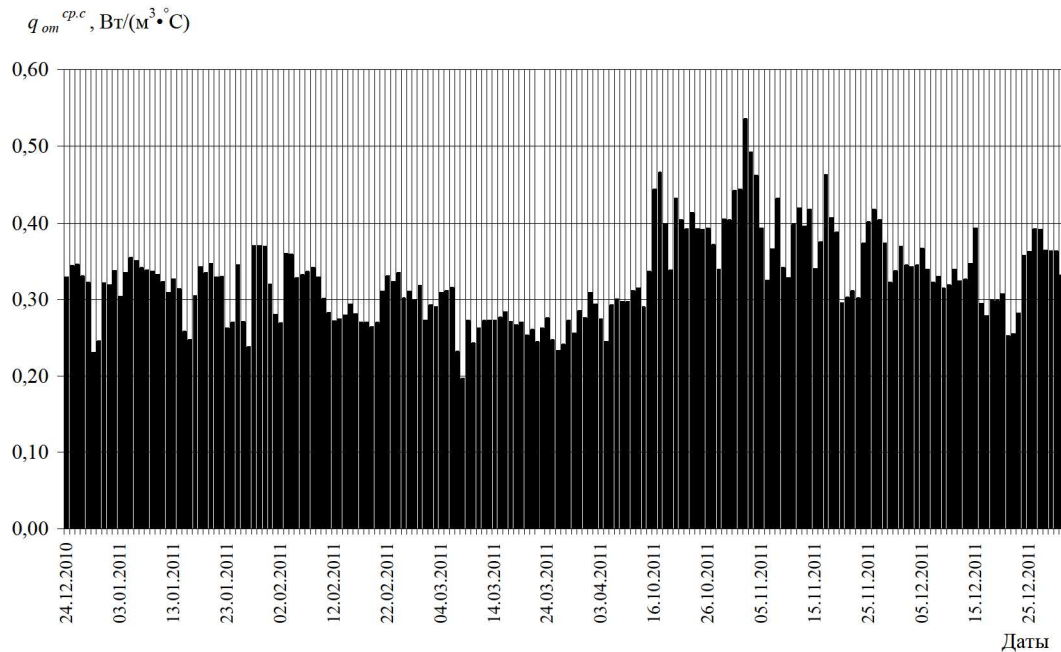


Рис. 2. Среднесуточная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление жилого здания в Санкт-Петербурге в период с 24 декабря 2010 г. по 31 декабря 2010 г.

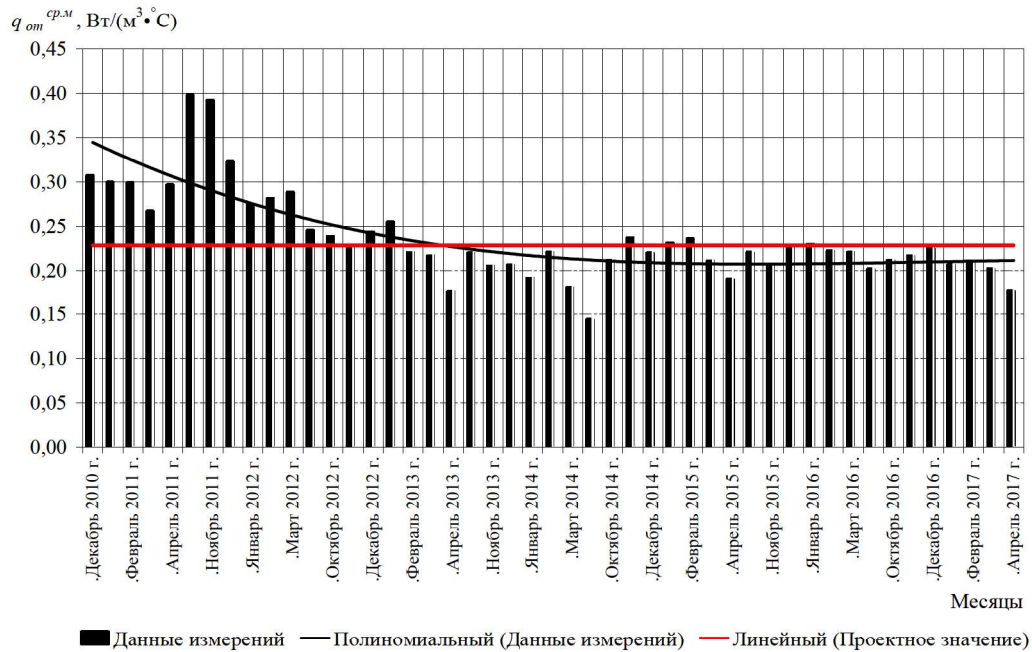


Рис. 3. Среднемесячная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление жилого здания в Санкт-Петербурге

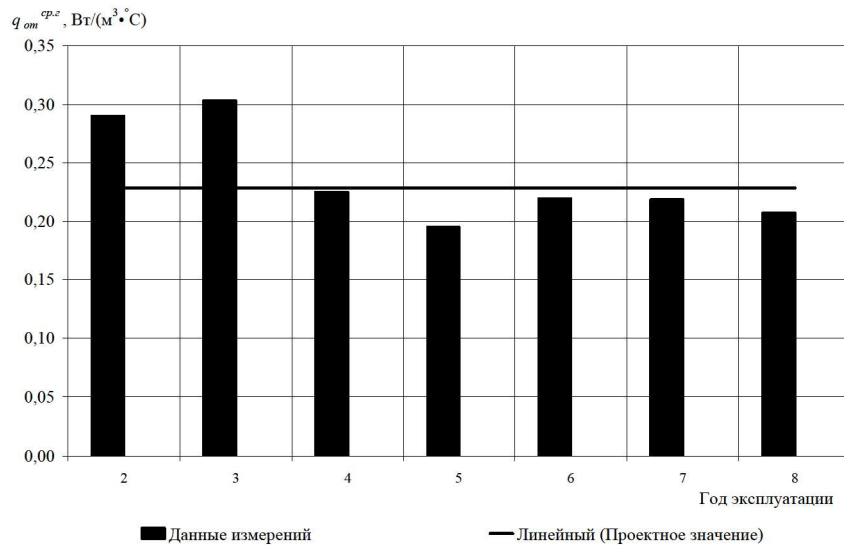


Рис. 4. Среднегодовая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление жилого здания в Санкт-Петербурге

$$q_{от}^{пр} = 0,2285,$$

где $Q_{от}$ — проектный тепловой поток системы отопления, Вт; $V_{от}$ — отапливаемый объем здания, $м^3$; t_v — температура внутреннего воздуха, $^\circ C$; $t_n^{пр}$ — проектная температура наружного воздуха, $^\circ C$.

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление здания $q_{от}^{норм} = 0,290 Вт/(м^3 \cdot ^\circ C)^5$.

Следует отметить, что удельная характеристика расхода тепловой энергии на ото-

⁵ СП 50.13330-2012. Тепловая защита зданий. М.: Минрегион России, 2012. 96 с.

пление здания меняется в течение года и по годам эксплуатации (см. рис. 2, 3, 4). Начало отопительного периода (октябрь–декабрь) характеризуется увеличенным теплоснабжением. В конце отопительного периода (март–апрель) достигается наименьшее значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление. Наибольшее теплоснабжение на отопление характерно для первых трех лет эксплуатации жилого здания. Только на четвертый год эксплуатации здание имеет значение теплоснабжения, близкое к проектному.

Заключение

В результате проведенного нами исследования теплоснабжения жилого здания с вентилируемым фасадом в течение семи лет эксплуатации, начиная со второго, можно сделать следующие выводы:

1. Теплоснабжение на отопление зависит от года эксплуатации здания с момента ввода.

2. Проектное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление здания достигнуто только через три года эксплуатации. В течение первых трех лет отмечается увеличенное теплоснабжение вследствие процессов сушки ограждающих конструкций зданий.

3. Следует предусматривать увеличение тепловой нагрузки на отопление жилых зданий в первые три года эксплуатации на 27–30 %. В отдельные месяцы превышение расчетного проектного теплоснабжения достигает 75 %.

4. Оценка влияния года эксплуатации жилых зданий на их теплоснабжение выполнена для многоквартирного жилого здания с вентилируемым фасадом. Такие исследования необходимы для различных типов ограждающих конструкций.

5. Для подтверждения соответствия показателя нормируемого удельного потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период эксплуатируемого жилого

здания следует проводить испытания при сроке эксплуатации здания не менее трех лет.

Библиографический список

1. Васильковский А. П. Микроклимат и температурно-влажностный режим ограждающих конструкций зданий на Севере. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. 164 с.
2. Дацюк Т. А., Кобышева Н. В., Кузнецов Е. П., Таджибаев А. И. Изменение свойств ограждающих конструкций при воздействиях климатических факторов и систем жизнеобеспечения / под ред. А. И. Таджибаева. СПб.: ПЭИПК, 2013. 84 с.
3. Дацюк Т. А., Гримитлин А. М., Анишук Е. А. Оценка показателей энергоэффективности зданий // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 5 (70). С. 141–145.
4. Дацюк Т. А., Соколов Н. А. Методические аспекты измерений сопротивления теплопередаче неоднородных конструкций // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году: сб. науч. тр. РААСН. Т. 2. М.: АСВ, 2018. С. 186–191.
5. Кузнецов Е. П., Дацюк Т. А., Мусийчук Ю. И., Васильев В. А., Голубев С. Е., Таратин В. А. Качество теплоснабжения городов. СПб.: ПЭИПК, 2004. 295 с.
6. Лобов О. И., Ананьев А. И., Рымаров А. Г. Основные причины несоответствия фактического уровня тепловой защиты наружных стен современных зданий нормативным требованиям // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 11. С. 67–71.
7. Малявина Е. Г. Теплотери здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. 144 с.
8. Фокин К. С. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. 4-е изд. М.: Стройиздат, 1973. 288 с.
9. Горшков А. С., Соколов Н. А. Несоответствие российских и международных стандартов при определении расчетных значений теплопроводности строительных материалов и изделий // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 7. С. 7–14.
10. Соколов Н. А., Горшков А. С. Теплопроводность строительных материалов и изделий: Уровень гармонизации российских и европейских норм // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 6(185). С. 27–31.
11. Протасевич А. М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций и микроклимат помещений. Минск: БНТУ, 2016. 452 с.

12. Протасевич А. М., Лешкевич В.В., Крутилин А. Б. Влажностный режим наружных стен зданий в условиях Республики Беларусь // Жилищное строительство. 2013. № 9. С. 37–40.

13. Умнякова Н. П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 94–100.

14. Умнякова Н. П. Теплозащитные свойства эксплуатируемых навесных вентилируемых фасадных конструкций // Жилищное строительство. 2011. № 2. С. 2–6.

15. Умнякова Н. П. Элементы навесных вентилируемых фасадов, определяющие их теплозащитные качества // АСADEMIA. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 272–280.

16. Ливчак В. И. Об экспериментальной оценке показателя энергоэффективности многоквартирных зданий // Энергосбережение. 2018. № 5. С. 32–38.

17. Ливчак В. И. Фактическое теплотребление зданий как показатель качества и надежности проектирования // АВОК. 2009. № 2. С. 4–13.

References

1. Vas'kovskiy A. P. *Mikroklimat i temperaturno-vlazhnostnyy rezhim ograzhdayushchikh konstruktсий zdaniy na Severe* [Microclimate and temperature-moisture regime of enclosing structures of buildings in the North]. Leningrad, Stroyizdat Publ., 1986, 164 p.

2. Datsyuk T. A., Kobysheva N. V., Kuznetsov E. P., Tadzhibaev A. I. *Izmenenie svoystv ograzhdayushchikh konstruktсий pri vozdeystviyakh klimaticheskikh faktorov i sistem zhizneobespecheniya* [Changes in the properties of enclosing structures under the impact of climatic factors and life support systems]. Ed. by Tadzhibaev A. I. St. Petersburg, PEIPK Publ., 2013, 84 p.

3. Datsyuk T. A., Grititlin A. M., Anshukova E. A. *Otsenka pokazateley energoэффективности zdaniy* [Estimation of energy efficiency indicators of buildings]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 5 (70), pp. 141–145.

4. Datsyuk T. A., Sokolov N. A. *Metodicheskie aspekty izmereniy soprotivleniya teploperedache neodnorodnykh konstruktсий* [Methodological aspects of measurements of heat transfer resistance of heterogeneous structures]. *Trudy RAASN «Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noy otrasli Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu»* [Proceedings of the RAASN "Fundamental, search and applied research of RAASN on scientific support of development of architecture, urban planning and construction industry of the Russian Federation in 2017"]. Vol 2. Moscow, ASV Publ., 2018, pp. 186–191.

5. Kuznetsov E. P., Datsyuk T.A., Musiychuk Yu.I., Vasil'ev V. A., Golubev S. E., Taratin V. A. *Kachestvo teplosnabzheniya gorodov* [Quality of heat supply in cities]. St. Petersburg, PEIPK Publ., 2004, 295 p.

6. Lobov O. I., Anan'ev A. I., Rymarov A. G. *Osnovnye prichiny nesootvetstviya fakticheskogo urovnya teplovoy zashchity naruzhnykh sten sovremennykh zdaniy normativnym trebovaniyam* [The main reasons for the discrepancy between the actual level of the thermal protection of the exterior walls of modern buildings and the regulatory requirements]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo – Industrial and Civil Engineering*, 2016, no. 11, pp. 67–71.

7. Malyavina E. G. *Teplopoteri zdaniya* [Heat losses of buildings]. Moscow, AVOK-PRESS Publ., 2007, 144 p.

8. Fokin K. S. *Stroitel'naya teplohnika ograzhdayushchikh chastei zdaniy* [Building heat engineering of enclosing parts of buildings]. 4th ed. Moscow, Stroyizdat Publ., 1973, 288 p.

9. Gorshkov A. S., Sokolov N. A. *Nesootvetstvie rossiyskikh i mezhdunarodnykh standartov pri opredelenii raschetnykh znacheniy teploprovodnosti stroitel'nykh materialov i izdeliy* [Discrepancy between Russian and international standards in determining the calculated values of the thermal conductivity of building materials and products]. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal – Engineering and Construction Journal*, 2013, no. 7, pp. 7–14.

10. Sokolov N. A., Gorshkov A. S. *Teploprovodnost' stroitel'nykh materialov i izdeliy: Uroven' garmonizatsii rossiyskikh i evropeyskikh norm* [Thermal conductivity of building materials and products: harmonization level of Russian and European standards]. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka – Construction materials, equipment, technologies of the XXI century*, 2014, no. 6(185), pp. 27–31.

11. Protasevich A. M., Stroitel'naya teplofizika ograzhdayushchikh konstruktсий i mikroklimat pomeshcheniy [Construction thermophysics of enclosing structures and microclimate of premises]. Minsk, BNTU Publ., 2016, 452 p.

12. Protasevich A. M., Leshkevich V.V., Krutinin A. B. *Vlazhnostnyy rezhim naruzhnykh sten zdaniy v usloviyakh Respubliki Belarus'* [Moisture regime of exterior walls of buildings in the conditions of the Republic of Belarus]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo – Housing Construction*, 2013, no. 9, pp. 37–40.

13. Umnyakova N. P. *Dolgovechnost' trekhslonnykh sten s oblitovkoy iz kirpicha s vysokim urovнем teplovoy zashchity* [Durability of three-layer walls with brick cladding with a high level of thermal protection]. *Vestnik MGSU – Bulletin of MSCU*, 2013, no. 1, pp. 94–100.

14. Umnyakova N. P. *Teplozashchitnye svoystva ekspluatiruemyykh navesnykh ventiliruemyykh fasadnykh konstruktсий* [Thermal protection properties of operable

hinged ventilated facade structures]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo – Housing Construction*, 2011, no. 2, pp. 2–6.

15. Umnyakova N. P. *Elementy navesnykh ventiliruemyykh fasadov, opredelyayushchie ikh teplozashchitnye kachestva* [Elements of hinged ventilated facades that determine their heat-protective qualities]. *ACADEMIA. Arkhitektura i stroitel'stvo – ACADEMIA. Architecture and Construction*, 2010, no. 3, pp. 272–280.

16. Livchak V. I. *Ob eksperimental'noy otsenke pokazatelya energoeffektivnosti mnogokvartirnykh zdaniy* [On the experimental assessment of the energy efficiency indicator of apartment buildings]. *Energoberezhenie – Energy saving*, 2018, no. 5, pp. 32–38.

17. Livchak V. I. *Fakticheskoe teplopotreblenie zdaniy kak pokazatel' kachestva i nadezhnosti proektirovaniya* [Actual heat consumption of buildings as an indicator of design quality and reliability]. *AVOK*, 2009, no. 2, pp. 4–13.