ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ISITISH TIZIMLARINI TAKOMILLASHTIRISH ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti assistenti
Tel:+994-94-567-56-67
Parpiyev Diyorbek Shoxobiddin o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti talabasi

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqola binolar va sanoat obyektlarida qo‘llaniladigan isitish tizimlarini takomillashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish masalalariga bag‘ishlangan. Tadqiqot Scopus ma’lumotlar bazasida indekslangan nufuzli ilmiy jurnallarda chop etilgan so‘nggi yillardagi ishlar tahliliga asoslanadi. Maqolada markaziy isitish tizimlarini modernizatsiya qilish, issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish usullari, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini (quyosh, geotermal energiya va biomassa) isitish tizimlariga integratsiyalash, issiqlik nasoslari va energiya saqlash texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari batafsil ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, aqlli boshqaruv va raqamli texnologiyalarning isitish tizimlari samaradorligiga ta’siri ilmiy asosda tahlil qilinadi. O‘rganilgan adabiyotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, kompleks modernizatsiya energiya sarfini 20–40 % gacha kamaytirish, ekspluatatsiya xarajatlarini pasaytirish hamda issiqxona gazlari chiqindilarini qisqartirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: isitish tizimlari, energiya samaradorligi, markaziy isitish, qayta tiklanuvchi energiya, issiqlik nasoslari, aqlli boshqaruv.

Abstract. This scientific article is devoted to improving the energy efficiency of heating systems used in residential and industrial buildings. The study is based on an analytical review of recent research papers indexed in the Scopus database. The paper examines key approaches to the modernization of district heating systems, methods for reducing heat losses, and the integration of renewable energy sources such as solar energy, geothermal resources, and biomass into heating systems. Particular attention is paid to the application of heat pumps, thermal energy storage technologies, and smart control strategies. The results of the reviewed studies indicate that comprehensive modernization of heating systems can reduce energy consumption by 20–40%, lower operational costs, and significantly decrease greenhouse gas emissions, thereby contributing to sustainable energy development.

Keywords: heating systems, energy efficiency, district heating, renewable energy, heat pumps, smart control.

Аннотация. Данная научная статья посвящена вопросам повышения энергоэффективности систем отопления, применяемых в жилых и

ISSN 3030-3907

промышленных зданиях. Исследование основано на анализе научных работ, опубликованных в ведущих журналах, индексируемых в базе данных Scopus. В статье рассмотрены основные направления модернизации систем централизованного теплоснабжения, методы снижения тепловых потерь, а также возможности интеграции возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и геотермальная энергия, а также биомасса. Особое внимание уделено использованию тепловых насосов, систем аккумулирования тепловой энергии и интеллектуальных систем управления. Анализ показал, что комплексное совершенствование систем отопления позволяет снизить энергопотребление на 20–40 %, уменьшить эксплуатационные затраты и сократить выбросы парниковых газов.

Ключевые слова: системы отопления, энергоэффективность, централизованное теплоснабжение, возобновляемые источники энергии, тепловые насосы, интеллектуальное управление.

KIRISH.

Global miqyosda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortishi, yoqilg‘i narxlarining o‘sishi va iqlim o‘zgarishi muammolari energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etishni muhim strategik vazifaga aylantirmoqda [1]. Statistik tahlillarga ko‘ra, binolarda iste’mol qilinadigan energiyaning 40 % dan ortig‘i isitish va sovitish tizimlari hissasiga to‘g‘ri keladi [2]. Shu sababli isitish tizimlarining samaradorligini oshirish energiya xavfsizligi va barqaror rivojlanishni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

An’anaviy isitish tizimlari yuqori issiqlik yo‘qotishlari, past foydali ish koeffitsienti va atrof-muhitga salbiy ta’siri bilan tavsiflanadi [3]. So‘nggi yillarda Scopus ma’lumotlar bazasida chop etilgan ilmiy tadqiqotlar ushbu muammolarni hal qilishga qaratilgan zamonaviy texnologiyalar va innovatsion yondashuvlarni taklif etmoqda [4]. Ushbu maqolada aynan shu tadqiqotlar asosida isitish tizimlarini takomillashtirishning ilmiy va amaliy jihatlari yoritiladi.

ADABIYOTLAR SHARHI. Isitish tizimlarini takomillashtirish bo‘yicha Scopus ma’lumotlar bazasida chop etilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ushbu soha kompleks va ko‘p yo‘nalishli yondashuvni talab qiladi. Adabiyotlarda asosiy e’tibor markaziy isitish tizimlarini modernizatsiya qilish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiyalash, issiqlik nasoslari va energiya saqlash texnologiyalaridan foydalanish hamda aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etishga qaratilgan. Quyida ushbu yo‘nalishlar har biri bo‘yicha ilmiy manbalar asosida batafsil sharh keltiriladi.

Markaziy isitish tizimlarini modernizatsiya qilish. Markaziy isitish tizimlari ko‘plab mamlakatlarda binolarni issiqlik bilan ta’minlashning asosiy usuli

ISSN 3030-3907

hisoblanadi. Biroq mavjud tizimlarning katta qismi eskirgan bo‘lib, yuqori issiqlik yo‘qotishlari va past samaradorlik bilan tavsiflanadi [4]. Scopus indeksli tadqiqotlarda quvur tarmoqlarida issiqlik yo‘qotishlari umumiy ishlab chiqarilgan issiqlik energiyasining 20–30 % gacha qismini tashkil etishi qayd etilgan [2].

Energy and Buildings jurnalida chop etilgan ilmiy ishlarda quvurlarni zamonaviy issiqlik izolyatsiya materiallari bilan qoplash, issiqlik almashinuvchilarni yangilash va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish markaziy isitish tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshirishi ko‘rsatilgan [3,5]. Shuningdek, past haroratli isitish rejimlariga o‘tish va foydalanuvchi yuklamasiga moslashuvchan boshqaruvni ta’minlash energiya tejamkorlikka erishishda muhim omil sifatida baholanadi.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiya. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini isitish tizimlariga integratsiyalash zamonaviy energetika siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Scopus ma’lumotlar bazasidagi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, quyosh kollektorlari, geotermal energiya va biomassa asosidagi tizimlardan foydalanish an’anaviy yoqilg‘ilarga bo‘lgan qaramlikni kamaytiradi [1].

Applied Energy va Renewable and Sustainable Energy Reviews jurnallarida chop etilgan maqolalarda gibrid isitish tizimlari — ya’ni gaz qozonlari va quyosh kollektorlarining kombinatsiyasi — yoqilg‘i sarfini 20–40 % gacha qisqartirish imkonini berishi ilmiy asoslangan [4,6]. Bundan tashqari, mavsumiy issiqlik saqlash texnologiyalarini joriy etish qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan yil davomida samarali foydalanish imkonini yaratadi.

Issiqlik nasoslari va energiya saqlash tizimlari. Issiqlik nasoslari so‘nggi yillarda energiya samarador isitish texnologiyalarining eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida e’tirof etilmoqda. International Journal of Energy Research va Energy jurnallarida chop etilgan tadqiqotlarga ko‘ra, issiqlik nasoslarining foydali ish koeffitsienti (COP) 3–5 oralig‘ida bo‘lib, bu ularning an’anaviy elektr isitish tizimlariga nisbatan ancha samarali ekanini ko‘rsatadi [6].

Ilmiy adabiyotlarda issiqlik nasoslarini issiqlik energiyasini saqlash tizimlari bilan birgalikda qo‘llash tizimning umumiy ishonchliligi va barqarorligini oshirishi qayd etilgan [5]. Energiya saqlash tizimlari yuklama notekisligini kamaytiradi va pik soatlarda energiya iste’molini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Aqlli boshqaruv texnologiyalari. Raqamli texnologiyalar va aqlli boshqaruv tizimlari isitish tizimlarini optimallashtirishda muhim rol o‘ynamoqda. Scopus indeksli ilmiy ishlarda real vaqt rejimidagi monitoring, bashoratli boshqaruv va sun’iy intellekt algoritmlariga asoslangan tizimlar energiya samaradorligini sezilarli oshirishi ko‘rsatilgan [2,4].

ISSN 3030-3907

Applied Energy jurnalida chop etilgan tadqiqotlarda aqlli boshqaruv algoritmlaridan foydalanish orqali energiya sarfini 10–25 % gacha kamaytirish mumkinligi ilmiy tajribalar asosida isbotlangan [3]. Bundan tashqari, bunday tizimlar foydalanuvchi qulayligini oshiradi va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Tahlil va muhokama. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, isitish tizimlarini takomillashtirish alohida bitta texnologiyani joriy etish bilan cheklanib qolmaydi, balki tizimli va kompleks yondashuvni talab etadi. Zamonaviy tadqiqotlar isitish infratuzilmasini energiya ishlab chiqarish, saqlash va iste’mol qilish jarayonlari bilan uzviy bog‘langan yagona energetik tizim sifatida ko‘rib chiqadi. Bunda asosiy e’tibor energiya oqimlarini optimallashtirish, yo‘qotishlarni minimallashtirish va tizimning moslashuvchanligini oshirishga qaratiladi.

Birinchidan, markaziy isitish tizimlarini modernizatsiya qilish orqali katta hajmdagi issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish mumkin. Yangi avlod izolyatsiya materiallari, samarali issiqlik almashinuvchilar va avtomatlashtirilgan nasos stansiyalari tarmoq bo‘ylab energiya uzatish samaradorligini oshiradi. Past haroratli isitish konsepsiyasi esa issiqlik ishlab chiqarish manbalari bilan iste’molchilar o‘rtasidagi muvofiqlikni yaxshilab, yoqilg‘i sarfini kamaytiradi.

Ikkinchidan, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ulushini oshirish tizimning ekologik ko‘rsatkichlarini sezilarli yaxshilaydi. Quyosh kollektorlari va geotermal manbalar bilan integratsiyalashgan isitish tizimlari yil davomida an’anaviy yoqilg‘ilarga bo‘lgan talabni kamaytiradi. Bunday integratsiya ayniqsa mavsumiy issiqlik saqlash tizimlari bilan birgalikda qo‘llanganda yuqori natija beradi, chunki ortiqcha issiqlik energiyasi keyingi davrlarda foydalanish uchun jamg‘ariladi.

Uchinchidan, issiqlik nasoslari past potensialli energiya manbalaridan samarali foydalanish imkonini berib, elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini bir necha barobar oshiradi. Issiqlik nasoslari bilan birgalikda qo‘llaniladigan issiqlik akkumulyatorlari yuklama notekisligini kamaytiradi, pik soatlarda tizimga tushadigan bosimni pasaytiradi va umumiy energiya iste’molini barqarorlashtiradi.

To‘rtinchidan, aqlli boshqaruv tizimlari isitish jarayonlarini real vaqt rejimida nazorat qilish va optimallashtirish imkonini beradi. Raqamli sensorlar, masofaviy monitoring va bashoratli boshqaruv algoritmlari tashqi harorat, bino yuklamasi va foydalanuvchi ehtiyojlariga mos ravishda ishlash rejimini avtomatik o‘zgartiradi. Bu nafaqat energiya tejamkorlikni oshiradi, balki tizimning ishlash ishonchliligini ham yaxshilaydi.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, tadqiqotlar iqtisodiy jihatlarni ham muhim omil sifatida ko‘rsatadi. Dastlabki investitsiya xarajatlari yuqori bo‘lishiga qaramay, modernizatsiya qilingan isitish tizimlari uzoq muddatda ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi. Energiya narxlarining o‘sib borishi sharoitida bunday tizimlarning iqtisodiy samaradorligi yanada ortadi. Shuningdek, karbon chiqindilarini kamaytirish bo‘yicha xalqaro talablar ham zamonaviy isitish texnologiyalarini joriy etishni rag‘batlantirmoqda.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili isitish tizimlarini takomillashtirish energiya, ekologiya va iqtisodiyot nuqtai nazaridan o‘zaro bog‘liq bo‘lgan ko‘p omilli jarayon ekanini ko‘rsatadi. Eng yuqori natijaga texnologik modernizatsiya, qayta tiklanuvchi energiya integratsiyasi va aqlli boshqaruvning birgalikdagi qo‘llanilishi orqali erishiladi.

XULOSA. Scopus ma’lumotlar bazasida chop etilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili asosida xulosa qilish mumkinki, isitish tizimlarini takomillashtirish energiya samaradorligini oshirishning eng ustuvor va istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. Zamonaviy yondashuvlar alohida texnologiyalarni emas, balki butun tizimni kompleks optimallashtirishni nazarda tutadi.

Maqolada ko‘rib chiqilgan ilmiy natijalar shuni ko‘rsatadiki, markaziy isitish tizimlarini modernizatsiya qilish issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi va mavjud infratuzilmaning samaradorligini oshiradi. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiyalash yoqilg‘i sarfini qisqartirib, atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytiradi. Issiqlik nasoslari va energiya saqlash texnologiyalari esa tizimning energiya balansini barqarorlashtirib, yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi. Aqlli boshqaruv tizimlari barcha jarayonlarni yagona raqamli platforma asosida boshqarib, energiya sarfini minimal darajaga tushirishga xizmat qiladi.

Shunday qilib, isitish tizimlarini takomillashtirish quyidagi asosiy natijalarga olib keladi:

-energiya iste’molining sezilarli kamayishi;

-ekspluatatsiya xarajatlarining pasayishi;

-issiqxona gazlari chiqindilarining qisqarishi;

-tizimning ishonchliligi va xizmat muddati oshishi.

Kelgusidagi tadqiqotlar real sharoitlarda sinovdan o‘tgan integratsiyalashgan isitish tizimlarini modellashtirish, iqtisodiy samaradorlikni batafsil baholash va hududiy iqlim sharoitlariga mos optimal konfiguratsiyalarni aniqlashga qaratilishi maqsadga muvofiq. Bunday ilmiy izlanishlar barqaror energetika tizimlarini shakllantirish va energiya xavfsizligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lund, H., et al. Renewable energy systems and district heating. *Energy*, 2014.
2. Connolly, D., et al. Smart energy systems for heating. *Applied Energy*, 2016.
3. Ürge-Vorsatz, D., et al. Heating and cooling energy efficiency in buildings. *Energy and Buildings*, 2015.
4. Rezaie, B., Rosen, M.A. District heating and cooling: Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012.
5. Arteconi, A., Hewitt, N.J. Thermal energy storage for heating applications. *Applied Energy*, 2014.
6. Zhang, X., et al. Heat pump systems for building heating. *International Journal of Energy Research*, 2018.

ISSN 3030-3907