

«Теплоконтурный радиатор» как стабилизатор температуры

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности систем водяного отопления и обеспечения стабильного температурного режима в помещениях различного назначения. В условиях циклической работы отопительного оборудования особую ценность приобретают отопительные приборы с низкой тепловой инерционностью и выраженными термостабилизирующими свойствами.

Объектом исследования является «теплоконтурный» радиатор — отопительный прибор термосифонного типа, конструктивно реализованный на базе монолитного биметаллического радиатора RIFAR Monolit. Ключевой особенностью прибора является использование принципа термосифона: в замкнутой полости радиатора осуществляется естественная циркуляция паровой и жидкой фаз хладагента между зонами нагрева и охлаждения, что обеспечивает быстрое выравнивание температурного поля и сглаживание колебаний, вызванных циклической работой котла.

Вследствие низкой тепловой инерционности прибора при циклическом режиме работы котла достигается поддержание практически постоянного температурного режима поверхности радиатора, что, в свою очередь, стабилизирует температуру воздуха в помещении и повышает уровень теплового комфорта.

С энергетической точки зрения постоянный режим функционирования системы отопления является более экономичным по сравнению с циклическим. Это объясняется тем, что при стабильном поддержании температуры ограждающие конструкции не подвергаются глубокому охлаждению, а тепловая нагрузка на систему остаётся в предсказуемом диапазоне без резких скачков мощности. В результате исключаются дополнительные

энергозатраты, связанные с периодическим прогревом остывших конструкций, и обеспечивается более рациональное использование тепловой энергии.

Цель работы — сравнительная оценка инерционных и термостабилизирующих свойств «теплоконтурного радиатора» и классического радиатора RIFAR Monolit в условиях циклического режима работы системы отопления.

Научная новизна исследования состоит в экспериментальном подтверждении термостабилизирующего эффекта «теплоконтурного» радиатора, использующего принцип термосифона

Задачи исследования включали:

- определение продолжительности циклов «нагрев — охлаждение» для каждого прибора;
- оценку энергопотребления за сопоставимый период работы;
- количественную оценку стабильности температурного режима с помощью коэффициента стабилизации;
- анализ практической применимости результатов для помещений с нормированными требованиями к микроклимату.

Научная новизна исследования состоит в экспериментальном подтверждении термостабилизирующего эффекта «теплоконтурного» радиатора, а также в получении количественных показателей его влияния на стабильность температуры поверхности и энергопотребление в типовом циклическом режиме работы системы отопления, что формирует объективную основу для сопоставления его характеристик с традиционными отопительными приборами.

Рецензия эксперта на статью получена 07.07.2026 [The expert review of the article was received on July 7, 2026]

УДК 621.006.354; 536.24. Научная специальность: 2.1.3.

«Теплоконтурный радиатор» как стабилизатор температуры

Сергей Владимирович Петренко, инженер, директор ООО «Абсорб»

В статье приведено сравнение инновационного «теплоконтурного» радиатора термосифонного типа (на базе радиатора RIFAR Monolit) и классического биметаллического радиатора RIFAR Monolit в циклическом режиме работы системы отопления (гистерезис — 10 °C). С помощью графоаналитического метода оценены инерционные и термостабилизирующие характеристики приборов. Установлено, что у «теплоконтурного» радиатора продолжительность цикла «нагрев — охлаждение» в 2,2 раза меньше, а энергопотребление — на 5,71 % ниже, чем у классического аналога. Коэффициент стабилизации температуры составил $k = 5,8$, отклонения температуры поверхности — не более $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$. Результаты подтверждают целесообразность применения прибора в помещениях с жёсткими требованиями к стабильности микроклимата.

Ключевые слова: теплоконтурный радиатор, термосифонный радиатор, системы отопления, тепловой расчёт, энергопотребление, термостабилизация, инерционность, циклический режим, RIFAR Monolit.

UDC 621.006.354; 536.24. Scientific specialty number: 2.1.3.

“Heat circuit radiator” as a temperature stabilizer

Sergey V. Petrenko, engineer, director of “Absorb”, LLC (Volgograd city)

The article provides a comparison of the innovative thermosiphon-type heat-circuit radiator (based on RIFAR Monolit) and the classic RIFAR Monolit bimetallic radiator in the cyclic mode of operation of the heating system (hysteresis — 10 °C). The inertial and thermostabilizing characteristics of the devices were evaluated using the graph-analytical method. It was found that the heat-circuit radiator has a heating-cooling cycle duration that is 2.2 times shorter and energy consumption that is 5.71 % lower than that of the classic counterpart. The temperature stabilization coefficient was $k = 5.8$, and the surface temperature deviations were no more than $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$. The results confirm the feasibility of using this device in rooms with strict requirements for microclimate stability.

Key words: heat-circuit radiator, thermosiphon radiator, heating systems, thermal calculation, energy consumption, thermal stabilization, inertia, cyclic mode, RIFAR Monolit.

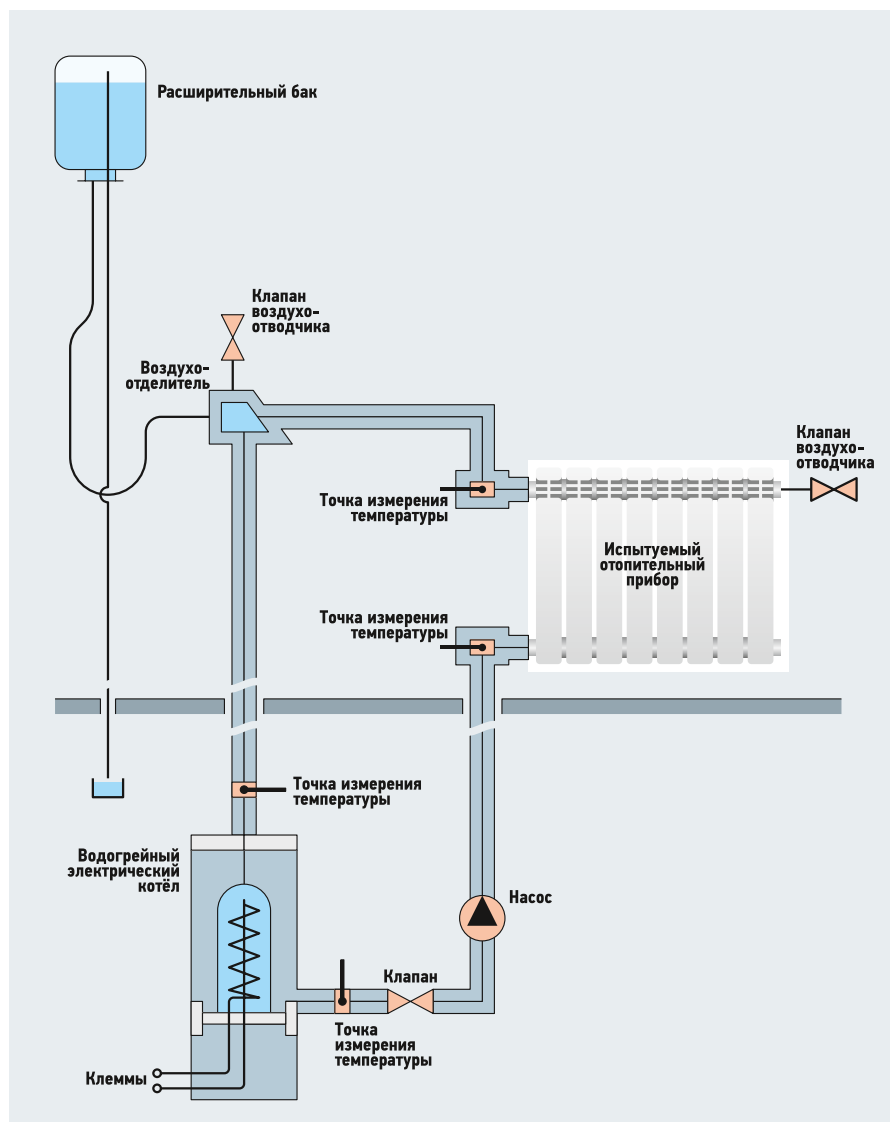


Рис. 1. Схема экспериментальной установки [2, 3] при использовании электрического метода

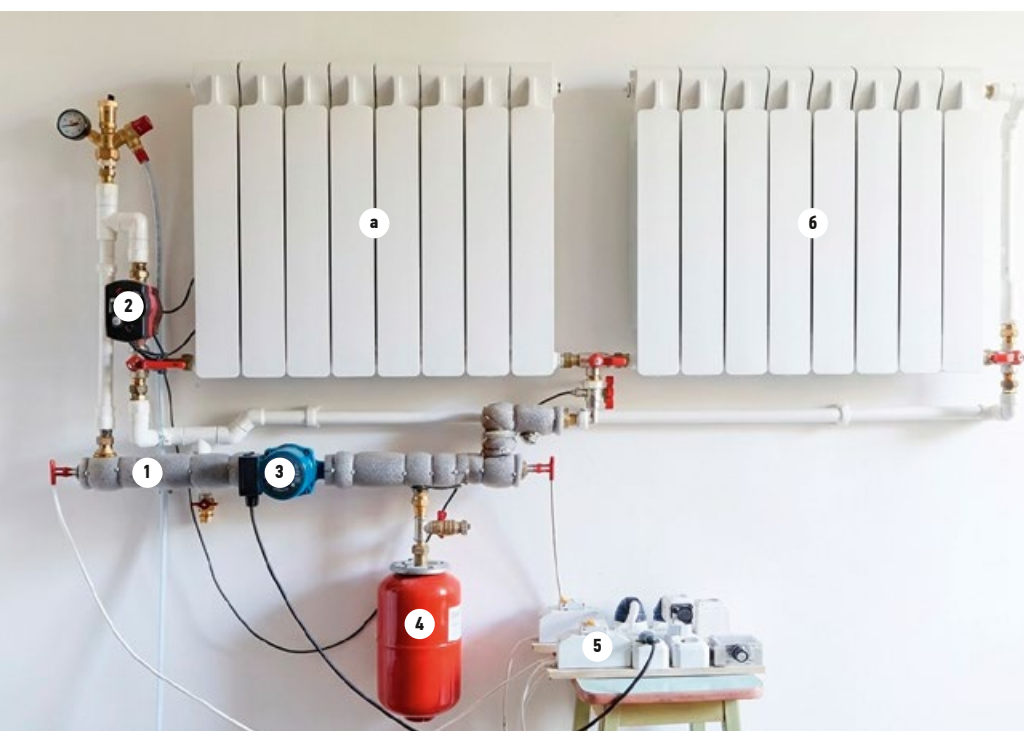


Фото 1. Экспериментальная установка, выполненная по ГОСТ Р 53583–2009 [2] и ГОСТ 31311–2005 [3] (а — «теплоконтурный» радиатор, изготовленный на базе радиатора RIFAR Monolit, б — аналог, «классический» радиатор RIFAR Monolit; 1 — водогрейный котел; 2 — тепловой счетчик; 3 — циркуляционный насос; 4 — расширительный бак; 5 — пульт управления установкой)

Методика эксперимента и тепловой расчёт

Для достижения поставленной цели была создана экспериментальная установка, показанная на фото 1, которая позволяла включать в замкнутый гидравлический контур только один радиатор из двух, что исключало взаимное влияние приборов и обеспечивало сопоставимость результатов. Принципиальная схема установки приведена на рис. 1.

Измерения проводились при следующих условиях:

- установленная мощность нагревательного элемента $W_{\text{уст}} = 1500 \text{ Вт}$;
- расход теплоносителя $M_{\text{пр}} = 360 \text{ л/ч}$;
- температура воздуха в помещении $t_{\text{в}} = 25^\circ\text{C}$;
- установочная температура терморегулятора котла $t_{\text{уст}} = 63^\circ\text{C}$.

Циклический режим работы котла задавался терморегулятором с гистерезисом $\Delta t_{\text{гист}} = 10^\circ\text{C}$, то есть отключение электрического ТЭНа происходило при достижении верхнего порога $t_{\text{max}} = 68^\circ\text{C}$, а повторное включение — при снижении температуры до нижнего порога $t_{\text{min}} = 58^\circ\text{C}$.

Таким образом, ширина зоны нечувствительности терморегулятора составляла 10°C (типовая заводская настройка).

Для оценки динамики температурного режима использовался графоаналитический метод по экспериментальным графикам зависимости температуры от времени, представленным на рис. 2.

По графику (рис. 2) определяли:

- среднюю температуру теплоносителя за один цикл «нагрев — охлаждение»;
- продолжительность полного цикла для каждого радиатора;
- длительность фазы нагрева в пределах одного цикла.

Средняя температура периода «нагрев — охлаждение» составила:

- $t_{\text{клас.ср}} = 62,6^\circ\text{C}$ для «классического» радиатора;
- $t_{\text{тк.ср}} = 63,2^\circ\text{C}$ для «теплоконтурного» радиатора.

Продолжительность одного цикла «нагрев — охлаждение»:

- $T_{\text{клас}} = 12,1 \text{ мин}$ — для «классического» радиатора;
- $T_{\text{тк}} = 5,5 \text{ мин}$ — для «теплоконтурного» радиатора.

Отношение продолжительностей циклов равно:

$$n = \frac{T_{\text{клас}}}{T_{\text{тк}}} = \frac{12,11}{5,5} = 2,2,$$

где n — количество циклов «теплоконтурного» радиатора, приходящихся на один цикл «классического» радиатора.

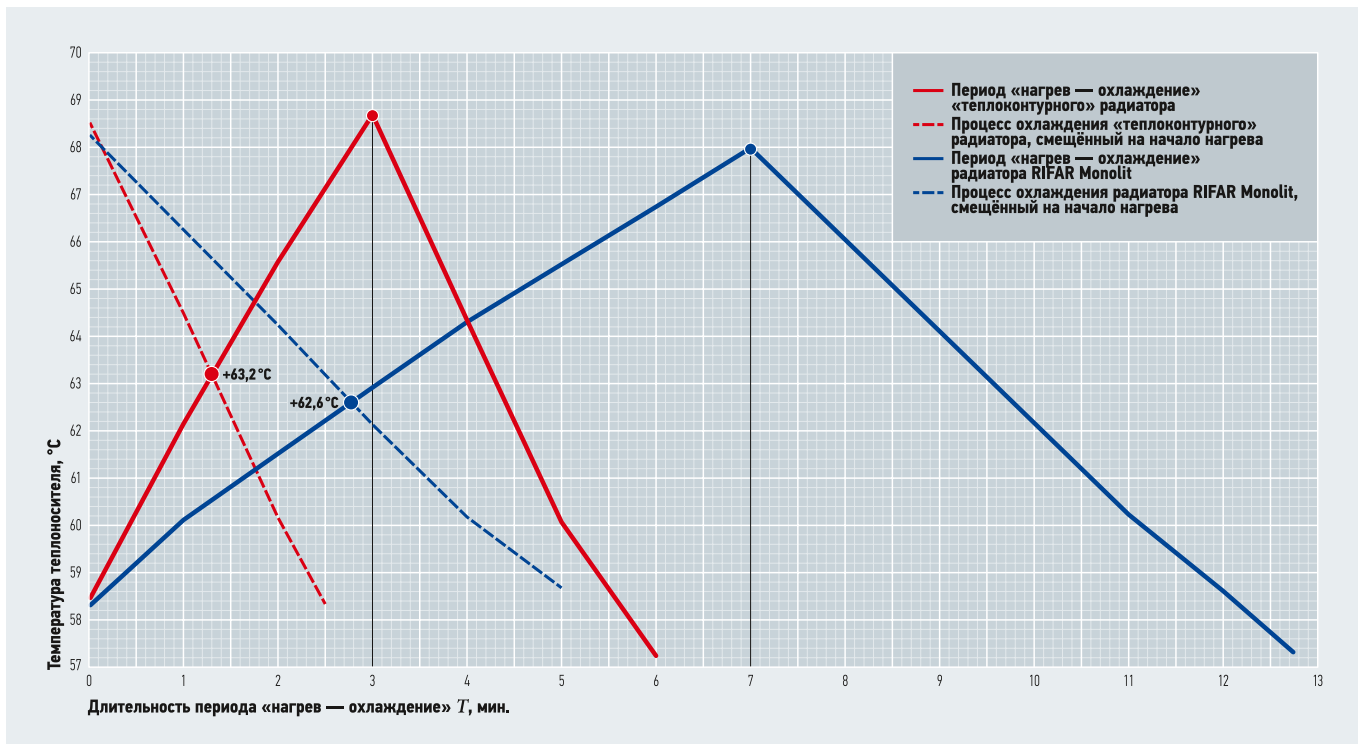


Рис. 2. Зависимость температуры теплоносителя от длительности периода «нагрев — охлаждение»

Оценка энергопотребления

Для корректной сравнительной оценки в циклическом режиме сравнивалась не мгновенная мощность, а суммарная потреблённая энергия (работа) [Вт·ч] за сопоставимый промежуток времени.

Длительность фазы нагрева в цикле:

- $T_{н.тк.1цкл} = 3$ мин для «теплогонтурного» радиатора;
- $T_{н.клас.1цкл} = 7$ мин для «классического» радиатора.

Энергия [Вт·ч], потреблённая за фазу нагрева одного цикла, рассчитывалась по следующей формуле:

$$Q_{н.1цкл} = T_{н.1цкл} \frac{W_{уст}}{60}, \quad (1)$$

где $T_{н.1цкл}$ — длительность фазы нагрева, мин; $W_{уст}$ — установленная мощность, Вт; 60 — число минут в часе.

Подстановка значений:

$$Q_{н.тк.1цкл} = T_{н.тк.1цкл} \frac{W_{уст}}{60} = 3 \times \frac{1500}{60} = 75 \text{ Вт·ч};$$

$$Q_{н.клас.1цкл} = T_{н.клас.1цкл} \frac{W_{уст}}{60} = 7 \times \frac{1500}{60} = 175 \text{ Вт·ч}.$$

Суммарная энергия, потреблённая «теплогонтурным» радиатором за время, равное одному циклу «классического» радиатора (с учётом $n = 2,2$ циклов):

$$Q_{н.тк.2,2цкл} = 2,2 T_{н.тк.1цкл} = 2,2 \times 75 = 165 \text{ Вт·ч}. \quad (2)$$

Таким образом, за время одного цикла «классического» радиатора:

- $Q_{клас} = 175$ Вт·ч для «классического» радиатора RIFAR Monolit.

За время одного цикла «классического» радиатора:

- $Q_{тк} = 165$ Вт·ч для «теплогонтурного» радиатора.

Относительное снижение энергопотребления составит:

$$\Delta P = \left(1 - \frac{Q_{тк}}{Q_{клас}}\right) 100\% = \left(1 - \frac{165}{175}\right) 100\% \approx 5,71\%. \quad (3)$$

Полученное значение $\Delta P \approx 5,71\%$ свидетельствует о снижении энергопотребления «теплогонтурного» радиатора на указанную величину относительно «клас-

сического» прибора в идентичных режимах эксплуатации.

Оценка стабильности температурного режима

Для количественной оценки способности радиатора поддерживать стабильную температуру поверхности определялся размах колебаний температуры Δt вокруг целевого значения. По экспериментальному графику (рис. 3) установлено:

- $\Delta t_{клас} = 7^\circ\text{C}$ ($\pm 3,5^\circ\text{C}$ от нормы) для «классического» радиатора;
- $\Delta t_{тк} = 1,2^\circ\text{C}$ ($\pm 0,6^\circ\text{C}$ от нормы) для «теплогонтурного» радиатора.

Коэффициент стабилизации k определён как отношение размахов колебаний:

$$k = \frac{\Delta T_{клас}}{\Delta T_{тк}} = \frac{7}{1,2} = 5,8. \quad (4)$$

Таким образом, коэффициент стабилизации температуры у «теплогонтурного» радиатора в 5,8 раза выше, чем у классического прибора. Это свидетельствует о существенно более высокой способности «теплогонтурного» прибора сглаживать температурные колебания, обусловленные цикличностью работы котла, и поддерживать температуру поверхности вблизи заданного значения.

Зависимость температуры теплоносителя от длительности периода «нагрев — охлаждение» для двух радиаторов*

табл. 1

Средняя температура теплоносителя в радиаторе, °С	Длительность периода «нагрев — охлаждение» T, мин													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t_{тк,ср} = (t_n + t_k)/2$	58,53	62,38	65,78	64,20	60,01	57,15	—	—	—	—	—	—	—	—
$t_{клас,ср} = (t_n + t_k)/2$	58,27	60,02	61,62	63,08	64,45	65,69	66,92	68,07	66,62	64,01	62,12	60,35	58,72	57,25

* Результаты обработки экспериментальных данных; составлено автором по материалам исследования.

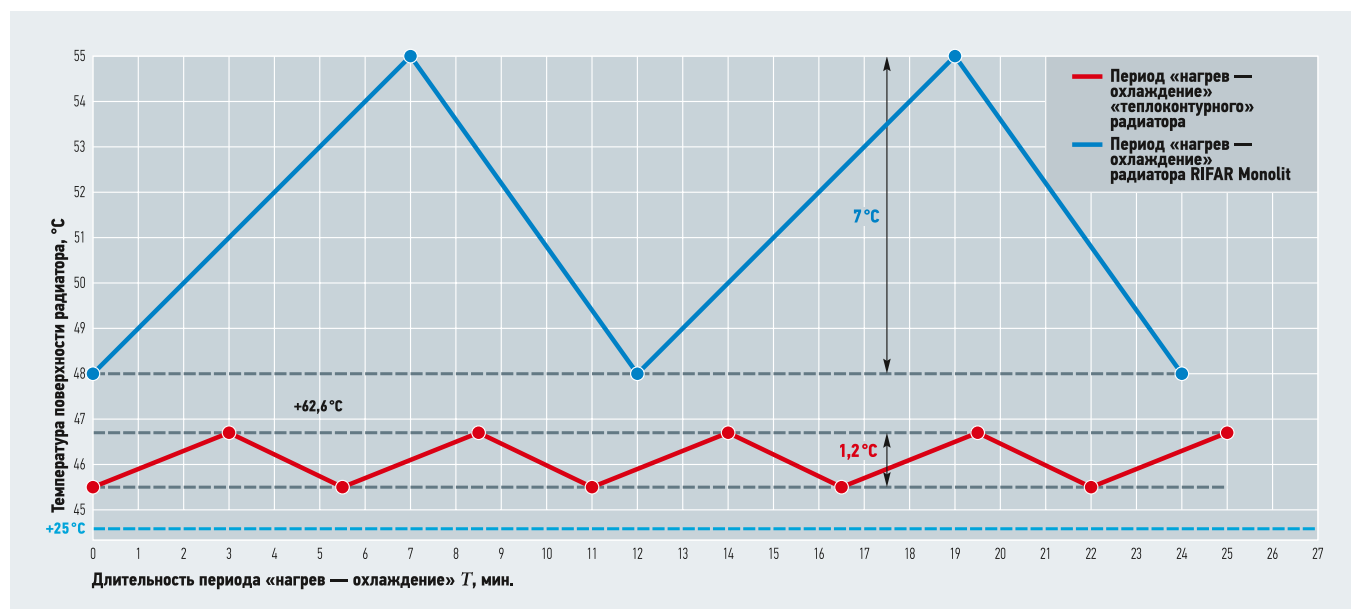


Рис. 3. График зависимости температуры поверхности радиатора от периодов времени «нагрева — охлаждения»

Обсуждение результатов

Экспериментально подтверждено, что «теплоконтурный» радиатор обладает существенно меньшей тепловой инерционностью по сравнению с «классическим» биметаллическим радиатором. Это проявляется в сокращении продолжительности цикла «нагрев — охлаждение» (в 2,2 раза) и уменьшении размаха колебаний температуры поверхности (в 5,8 раза). В результате прибор способен не только выполнять функцию отопления, но и функцию температурного стабилизатора: поддерживать заданную температуру воздуха в помещении в узком диапазоне (в пределах $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$). Такой режим исключает явления «недотоп» и «перетоп», способствует оптимальному расходованию энергоресурсов и повышает комфорт.

Практическая значимость результатов — расширение области применения «теплоконтурного» радиатора за счёт помещений с повышенными требованиями к стабильности температурного режима:

- производственные участки электроники (платы, микросхемы);
- цехи с высокоточными станками с ЧПУ (классы точности А и В);
- лаборатории и измерительные комплексы;
- хранилища и галереи (сохранность произведений искусства);
- фармацевтические и медицинские помещения (соблюдение норм).

Например, для станков класса В требуется поддержание температуры $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, для класса А — $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Способность «теплоконтурного» радиатора обеспечивать отклонения в пределах $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 2) делает его пригодным для использования в таких зонах.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило преимущества «теплоконтурного» радиатора термосифонного типа по сравнению с «классическим» биметаллическим радиатором в условиях циклической работы системы отопления:

- относительное снижение энергопотребления составило около 5,71 %;
- коэффициент стабилизации температуры оказался в 5,8 раза выше;
- температурный режим поверхности радиатора поддерживается в узком диапазоне отклонений ($\pm 0,6^{\circ}\text{C}$).

Результаты свидетельствуют о перспективности применения «теплоконтурного» радиатора не только как отопительного прибора, но и как элемента системы поддержания стабильного микроклимата в помещениях с жёсткими требованиями к температурному режиму.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на оценку эффективности прибора в реальных объектах, а также на оптимизацию его конструкции для различных режимов эксплуатации.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность основателю компании «РИФАР», Заслуженному изобретателю РФ, к.т.н. **Александрю Александровичу Лобачу** за постоянную поддержку и оперативную обратную связь в ходе исследования, за предоставление ресурсов для реализации проекта, а также за возможность организовать серийный технологический процесс изготовления «теплоконтурного» радиатора на автоматизированной производственной линии по выпуску радиаторов Monolit на заводе АО «РИФАР», корпуса которых наилучшим образом отвечают конструктивным, прочностным и герметичным требованиям для изготовления и обеспечения надёжной работы представленного в статье инновационного продукта.

Финансирование

Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Результаты обработки экспериментальных данных*

табл. 2

Средняя температура поверхности радиатора t , $^{\circ}\text{C}$	Результат обработки экспериментальных данных: зависимость температуры поверхности радиатора t [$^{\circ}\text{C}$] от времени (время десятичное) «нагрева — охлаждения» T , мин									
	0	7	12	19	24					
«Классический» радиатор $t_{\text{кл.ср}}$	48	55	48	55	48					
	0	3	5,5	8,5	11	14	16,5	19,5	22	25
«Теплоконтурный» радиатор $t_{\text{тк.ср}}$	45,5	46,7	45,5	46,7	45,5	46,7	45,5	46,7	45,5	46,7

* Составлено автором по материалам исследования.

1. Патент РФ № 2322643. МПК F24D 19/00, F24H 3/00. Нагревательный прибор систем отопления помещений / С.В. Петренко. № 2006116972. Патентообл.: С.В. Петренко. Заявл.: 11.05.2006; опубл.: 20.04.2008.
2. ГОСТ Р 53583–2009. Приборы отопительные. Методы испытаний / Дата введ.: 01.06.2010.
3. ГОСТ 31311–2005. Приборы отопительные. Общие технические условия / Дата введ.: 01.01.2007.
4. Петренко С.В., Фокин В.М. Нагревательный прибор для повышения энергоэффективности систем отопления помещений // Вестник энергоэффективности, 2015. №2. С. 88–92.
5. Петренко С.В. Исследование влияния инерционности отопительных приборов на эффективность работы систем отопления // Журнал СОК. 2025. №4. С. 32–36.
6. Пухал В.А. Исследование инерционности отопительных приборов // Современные проблемы науки и образования, 2014. №5. С. 269–277.
7. Протокол сертификационных испытаний радиатора Monolit компании ЗАО «РИФАР» от 12.12.2016 №1315-МХ07-16 / ОАО «НИИСантехники», 2016.
8. Протокол определительных испытаний радиатора термосифонного типа, собранных на базе радиатора RIFAR Monolit, по договору с ЗАО «РИФАР» от 10.07.2017 №10-17 / Научно-техническая фирма ООО «Витатерм», 2017.

References — see page 80.

“Heat circuit radiator” as a temperature stabilizer. Pp. 40–44.

Sergey V. Petrenko, engineer, director of “Absorb”, LLC (Volgograd city)

1. Patent RU 2322643 C2. IPC F24D 19/00, F24H 3/00. *Nagrevatel'nyj pribor sistem otopeniya pomeshchenij* [Heating device for space heating systems]. S.V. Petrenko. No. 2006116972. Patent holder: S.V. Petrenko. Decl.: May 11, 2006; publ.: April 20, 2008. [In Russian]
2. GOST R 53583–2009 [The State Industry Standard of Russia No. 53583–2009]. *Pribory otopitel'nye. Metody ispytaniy* [Heating devices. Test methods]. Date of impl.: June 1, 2010. [In Russian]
3. GOST 31311–2005 [The State Industry Standard of Russia No. 31311–2005]. *Pribory otopitel'nye. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Heating devices. General specifications]. Date of impl.: January 1, 2007. [In Russian]
4. S.V. Petrenko, V.M. Fokin. *Nagrevatel'nyj pribor dlya povysheniya energoeffektivnosti sistem otopeniya pomeshchenij* [A heating device for increasing the energy efficiency of space heating systems]. *Vestnik energoeffektivnosti* [“Energy Efficiency Bulletin” Magazine]. 2015. No. 2. Pp. 88–92. [In Russian]
5. [S.V. Petrenko. Issledovanie vliyaniya inertsionnosti otopitel'nykh priborov na effektivnost' raboty sistem otopeniya](#) [Study of the Effect of Heating Device Inertia on the Efficiency of Heating Systems]. *Zhurnal Santechnika, Otoplenie, Konditsionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2025. No. 4. Pp. 32–36. [In Russian]
6. V.A. Pukhkal. *Issledovanie inertsionnosti otopitel'nykh priborov* [Study of the influence of the inertia of heating devices on the efficiency of heating systems]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [“Modern Problems of Science and Education” Magazine]. 2014. No. 5. Pp. 269–277. [In Russian]
7. *Protokol sertifikatsionnykh ispytaniy radiatora Monolit kompanii ZAO “RIFAR” ot 12.12.2016 №1315-MKh07-16* [Certification Test Report for the Monolit Radiator by “RIFAR”, CJSC, No. 1315-MX07-16 of December 12, 2016]. OAO “NIIsantekhniki”. *Ispytatel'nyy tsentr santekhorudovaniya* [Plumbing Equipment Testing Center of “Research Institute of Sanitary Engineering”, OJSC]. 2016. [In Russian]
8. *Protokol opredelitel'nykh ispytaniy radiatora termosifonnogo tipa, sobrannykh na baze radiatora RIFAR Monolit, po dogovoru s ZAO “RIFAR” ot 10.07.2017 №10-17* [Protocol for the qualification tests of a thermosiphon radiator assembled on the basis of a RIFAR Monolit radiator, under an agreement with “RIFAR”, CJSC, No. 10-17 of July 10, 2017]. *Nauchno-tekhnicheskaya firma OOO “Vitaterm”* [“Vitaterm”, LLC, Scientific and Technical Firm]. 2017. [In Russian]