

УДК 532.6.013

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-3(5)-95-103

## Технологические приемы выравнивания поля температур в помещении

С. А. Толстов<sup>\*,1</sup>, С. Л. Панченко<sup>\*\*</sup>

*\* Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия*

*\*\* ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»,  
Воронеж, Россия*

---

### Аннотация

Необходимым требованием для жизни человека и выполнения им своих профессиональных обязанностей является обеспечение определенного температурного режима в помещении. Этот режим обеспечивается системой отопления. В настоящее время традиционным способом обогрева как жилых, так и производственных помещений остается обогрев при помощи радиаторов отопления. В этом случае теплота от теплоотдающей поверхности радиатора передается окружающему воздуху в помещении путем теплоотдачи. В результате температура воздуха по объему помещения распределяется неравномерно. Причем, что особенно значимо, более теплый воздух, как более легкий, скапливается вверху у потолка, а холодный, как более тяжелый, опускается вниз, к полу. Человек в таком случае находится в неблагоприятных температурных условиях. Поэтому поиск решений, позволяющих более равномерно распределить температурное поле по объему помещения, является актуальной задачей. В работе предлагается технический вариант, позволяющий решить данную проблему. Апробация предлагаемого способа дала определенный положительный результат и показала возможность выравнивания поля температур в помещении.

### Ключевые слова

Отопление, теплоноситель, конвективный теплообмен, температурная область, микроклимат, воздухообмен

---

---

<sup>1</sup> Для переписки:

Email: serezha.tolstoff@yandex.ru

## Введение

Производственная и бытовая деятельность человека в закрытых помещениях осуществляется при вполне определенном комплексе физических параметров окружающей среды. Одним из основных факторов является обеспечение обогрева помещений жилых и производственных объектов, т. е. поддержание необходимого температурного режима. Это условие является необходимым для жизни человека и выполнения им своих профессиональных обязанностей. Требования по оптимально допустимым параметрам микроклимата отражены в СП 60.13330.2020 и установлены СанПиН 1.2.3685-21 и ГОСТ 30494-2011. Таким образом, не случайно в стране уделяется большое внимание теплоснабжению, как одному из основных факторов жизнеобеспечения с одной стороны и одному из главных потребителей топливных ресурсов страны с другой [1-5].

## Материал и методы решения

Самым распространенным и традиционным на сегодняшний день способом обогрева как жилых, так и производственных помещений остается обогрев при помощи радиаторов отопления. Горячий теплоноситель (обычно нагретая вода) подводится к теплообменникам потребителей централизованно от линии теплоцентрали, либо от собственной тепловой станции [3-6]. В этом случае теплота от наружной поверхности радиатора передается окружающему ее воздуху в помещении путем теплоотдачи. Согласно закону Ньютона [7,8] тепловой поток будет определяться по уравнению:

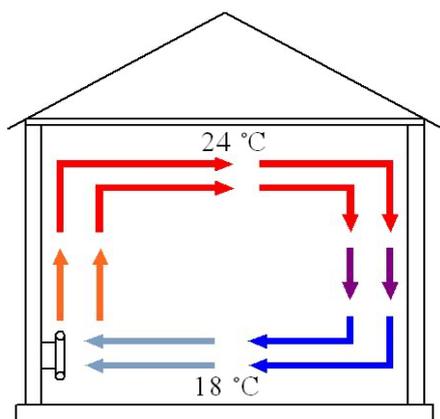
$$Q = \alpha F \Delta t, \quad (1)$$

где:  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи от теплоотдающей поверхности (стенки радиатора) к воздуху, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $F$  — площадь поверхности теплоотдачи, м<sup>2</sup>;  $\Delta t$  — разность (перепад) температур стенки радиатора и окружающего воздуха, °С.

Как известно, при таком способе отопления температура воздуха по объему помещения будет распределяться неравномерно. Причем, что особенно значимо, более теплый воздух, как более легкий, скапливается вверху у потолка, а холодный, как более тяжелый, опускается вниз, к полу. Таким образом, тепловая энергия, необходимая для нормальной жизнедеятельности человека, который находится в нижней части помещения, используется неэффективно. Особенно большая разница между температурами будет естественно наблюдаться при большой высоте помещения, т. е. в технических производственных помещениях, различных залах и т. д. Кроме того, вентиляция, необходимая для воздухообмена, с целью обеспечения нормального микроклимата, располагается обычно в верхней части помещения и удаляет как раз необходимый теплый воздух. Это также снижает эффективность использования тепловой энергии и повышает потери тепла. Все это приводит к большим материальным затратам.

На рисунке 1 наглядно показаны области разных температур помещения со шкалой тепловизера, показывающего температуры воздуха у пола и потолка. Как видим, разница температур в данном случае составляет 6 °С. Для человека это значение является существенным.

Долгое время находиться человеку при температуре 18 °С, мягко говоря, не комфортно, а вот температура 24 °С, которую имеет воздух у потолка, является как раз благоприятной [1,2,6]. Если бы в распределении тепла в помещении все было наоборот, то коэффициент использования теплоты был бы гораздо больше и человек находился бы в совершенно комфортных условиях.



**Рисунок 1** — Распределение температур воздуха по объему помещения

-  — направление движения горячего воздуха,
-  — направление движения холодного воздуха

Это позволило бы снизить расход топлива для получения горячего теплоносителя в котельной и его температуру, т. е. другими словами уменьшить расходы топливных ресурсов на получение тепловой энергии. Так как теплоснабжение затрагивает всю страну, то можно утверждать, что даже небольшая экономия в данном вопросе в масштабах страны приведет к колоссальной прибыли. Возможно ли изменить существующее положение? Пока что практика показывает, что особых изменений в реализации данного вопроса не наблюдается. Разве что понемногу начинают отказываться от централизованного отопления и переходить на децентрализованное (автономное) теплоснабжение, используя миникотельные, тем самым существенно снижая расходы на тепловые сети, а значит и потери тепла при транспортировке теплоносителя, а значит, собственно, и расходы на топливо. Начинают отказываться от батарей отопления и переходить на систему «теплый пол». Но это технически сложнее, дороже, усложняет ремонт, и в итоге, это тоже конвективный способ отопления, а значит все та же проблема [8, 9].

### Обсуждение полученных результатов

Вернемся к нашему примеру. Хотя традиционная конвективная система обогрева помещений и имеет как бы обратный эффект, тем не менее была принята к повсеместному использованию и является на сегодняшний день основной. Связано это с ее несомненными преимуществами, подтвержденными десятилетиями. К ним справедливо можно отнести следующие:

- достаточно быстрый, простой и надежный монтаж системы;
- большой выбор и невысокая стоимость комплектующих (радиаторов, труб, запорной аппаратуры);
- возможность подключения к центральному отоплению и распределению между потребителями;
- невысокая температура теплоносителя, а значит и самой теплоотдающей поверхности батареи (т. е. не пожароопасная);
- способность работать длительное время;
- использование дешевого, безвредного и легкодоступного теплоносителя (воды);
- высокая ремонтпригодность (быстрое устранение течи, смена радиаторов и запорной аппаратуры);
- возможность контроля параметров теплоносителя, в том числе автоматического (температуры, давления, расхода);
- возможность сезонной работы (отключения отопления в летнее время);
- не сжигает кислород в помещении и не создает шума, т. е. имеет благоприятные санитарно-гигиенические условия для человека;
- не занимает много места (иногда вообще не занимает места, т. к. может быть скрыта в стенах).

Таким образом вполне естественно возникает вопрос, а возможно ли как то усовершенствовать уже имеющуюся

установившуюся традиционную систему отопления помещения с целью увеличения температуры в рабочей зоне за счет теплоты горячего воздуха, скопившегося у потолка?

В последнее время для решения этой цели стали применять различные технические приемы. К основным из них можно отнести, например, применение потолочных вентиляторов и дестратификаторов. Если направить воздушный поток от потолочного вентилятора вверх, то более холодный воздух засасывается и начинает подниматься вверх, тем самым вытесняя и рассеивая более теплые слои по потолку, а затем и по стенам. Таким образом происходит перемешивание воздуха в помещении и его циркуляция, т. е. протекает процесс дестратификации и разница температур в объеме помещения снижается, вследствие чего снижаются и затраты на отопление. Но такое оборудование в основном предназначено для промышленных объектов (цехов, складских помещений, супермаркетов, различных залов и сооружений и т. д.) с высокими потолками [10].

Другое направление для решения этой задачи некоторые видят в применении инфракрасного излучения от инфракрасных обогревателей. Сторонники данного способа обогрева (это в основном производители таких обогревателей) утверждают, что инфракрасные обогреватели дают тот же эффект, что и Солнце, которое жизненно необходимо всему живому на Земле, являясь наиболее комфортным и экономичным из всех возможных источников тепла. Но и здесь свои подводные камни. Во-первых, это требует дополнительной электроэнергии и по затратам оказывается дороже, чем использование для получения тепла газа или угля; во-вторых, гораздо опасней в использовании, т. к. имеют высокую температуру; в-третьих, сами обогреватели должны быть изготовлены из

«безопасного» (экологически чистого) материала и излучать определенные длины волн, безопасные для человека, в-четвертых, излучение при нагревании предметов, находящихся в помещении, может вызвать токсические выбросы. Таким образом эти варианты не везде могут использоваться и требуют дальнейшего более тщательного изучения и исследования [11].

В общем случае теплоотдающая поверхность теплообменника (радиатора отопления) нагревает воздух всеми тремя способами переноса теплоты одновременно: излучением, теплопроводностью и конвекцией. Исходя из этого, интенсифицировать процесс тепломассопереноса теоретически возможно любым из вышеназванных способов [7, 8]. Проанализируем каждый из них более подробно и решим, какой из них можно применить на практике.

#### 1. Тепловое излучение

Законы теплового излучения Планка и Стефана-Больцмана устанавливают зависимость мощности излучения твёрдого тела от длины волны, испускаемой этим нагретым телом и его абсолютной температуры.

$$I_{\lambda} = f(\lambda, T), \quad (2)$$

где  $I_{\lambda}$  — спектральная плотность потока излучения тела, Вт/м<sup>3</sup>;  $\lambda$  — длина волны, мкм;  $T$  — абсолютная температура, К.

Закон Стефана-Больцмана записывается следующим образом:

$$E = C \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4, \quad (3)$$

где  $C$  — излучательная способность серого тела, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>);  $T$  — абсолютная температура, К.

Из уравнений (2) и (3) следует, что интенсивность излучения будет возрастать с увеличением температуры нагрева тела и с уменьшением испускаемой им длины волны. Таким образом практически значительно увеличить тепловое излучение от радиатора отопления мы не можем, так

как оно зависит от температуры тела, а увеличить температуру батареи до того значения, чтобы она стала излучать тепло невозможно, т. к. она ограничена значением температуры воды, поступающей из котельной, и составляет порядка 60...70 °С. При такой температуре тепловой поток излучением по отношению к конвекции и даже теплопроводности настолько мал, что им можно пренебречь.

### 2. Теплопроводность

Основной закон теплопроводности Фурье устанавливает, что плотность теплового потока, передаваемого теплопроводностью, прямо пропорциональна градиенту температуры:

$$q = -\lambda \text{grad}T, \quad (4)$$

где:  $q$  — плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·К).

Как известно, коэффициент теплопроводности воздуха низкий и составляет всего  $\lambda \approx 0,02$  Вт/(м·К) (для примера, коэффициент теплопроводности меди составляет  $\lambda \approx 400$  Вт/(м·К), стали  $\lambda \approx 50$  Вт/(м·К)). Поэтому повысить эффективность переноса теплоты теплопроводностью тоже не представляется возможным. Невозможно также увеличение градиента температуры, потому что нельзя увеличить температуру теплоносителя (о чем говорилось выше).

### 3. Конвекция

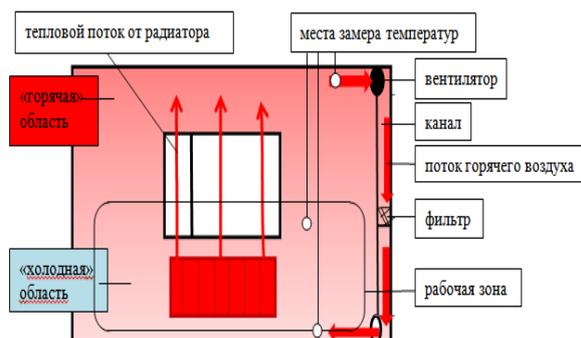
Исходя из вышеприведенного уравнения теплоотдачи (1), увеличения теплового потока можно достичь несколькими способами, увеличивая соответственно одну из составляющих в уравнении: коэффициента теплоотдачи  $\alpha$ , площади теплоотдающей поверхности  $F$  или разницы температур  $\Delta t$ . Наиболее простым способом является увеличение площади теплоотдающей поверхности  $F$ , которая практически достигается заменой батарей на приборы с большей степенью ребрения, либо

увеличением их количества. Но это, опять же, не решит проблему скапливания теплого воздуха у потолка.

Второй путь — это добиться увеличения коэффициента теплоотдачи  $\alpha$ , который, как известно, выше при вынужденной конвекции. Для этого необходимо обеспечить принудительное перемещение воздуха в помещении и желательно вблизи радиатора. Но для этого потребуются каждую батарею укомплектовать вентилятором. Такое техническое решение, на наш взгляд, так же не оправдано, т. к. усложнит, сделает более дорогой и сложной систему отопления.

Третьим вариантом является увеличение разности температур. В этом случае необходимо увеличить температуру теплоносителя, т. е. воды, поступающей по трубам из теплогенератора. И этот вариант не удовлетворяет реальным условиям, т. к. мы не можем изменить нормативы температуры теплоносителя котельной, о чем сказано выше.

Изучив и проанализировав все вышеприведенные способы, мы не нашли решения вопроса. Однако, из самой картины распределения температурных слоев в помещении, изображенной на рисунке 1, визуально напрашивается решение. Логичным видится вариант найти возможность переместить «горячий» воздух, находящийся у потолка, вниз в рабочую зону. Самопроизвольно теплый воздух вниз не переместится, т. к. он легче, но можно обеспечить его перемещение принудительно. Для перемещения теплого воздуха от потолка в «рабочую» зону предлагается использовать разработанную схему, представленную на рисунке 2.



**Рисунок 2** — Схема перемещения теплого воздуха от потолка в рабочую зону.

Достоинство предлагаемого решения состоит в том, что оно не предусматривает какого-либо изменения самой системы уже действующего отопления. Несмотря на то, что решение не является новым, тем не менее, широкого практического применения оно не нашло. Во всяком случае, информация об этом отсутствует. Возможно, это связано с недостаточным теоретическим и экспериментальным исследованием. Основным конструктивным решением для выполнения поставленной задачи является оборудование помещения воздуховодом с вентилятором. В качестве воздуховода для перемещения горячего воздуха предусмотрено использовать стандартные пластиковые вентиляционные трубы, широко представленные на рынке. Для перемещения воздуха можно использовать разнообразные всасывающие вентиляторы, также в большом ассортименте имеющиеся в продаже. Широкий ассортимент позволяет выбрать вентилятор необходимой мощности для обеспечения нужного воздухообмена в конкретном помещении. С целью предотвращения перемещения вместе с потоком воздуха внутри воздуховода вредных веществ и пыли схема снабжена марлевым фильтром, который располагается после вентилятора, как показано на схеме.

Разработанная схема была реализована в помещении площадью  $20 \text{ м}^2$  с высотой потолка 3 м. Согласно санитарных Правил и норм для выравнивания

температуры в помещении необходимо производить воздухообмен, равный полуторократному объему помещения. Таким образом для исследуемого помещения расход воздуха должен составить  $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ . По этому параметру выбрали вентилятор с данной производительностью, мощностью 8 Вт, уровнем шума 27 дБ и диаметром, соответствующим диаметру трубы воздуховода 100 мм [1, 12, 13, 14]. Для регистрации значений температур в разных местах помещения на расстоянии 1 м от пола, а также у потолка, закрепили датчики температур. Эксперимент проводился в зимнее время при температурах воздуха у пола  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ , и у потолка, в месте установки датчика температуры,  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ . После включения вентилятора температуры через некоторое время стали меняться, а именно у потолка снижаться, а у пола расти. Через два часа работы разность температур понизилась с 6 до  $4,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , что говорит о положительном эффекте. Как правило, уменьшение температуры помещения на  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  снижает затраты на отопление до 5 %, что также говорит о положительном результате. Система похожа на работу воздушного отопления, когда горячий воздух подается в помещение снизу и нагревает его, что тоже подтверждает возможность применения предлагаемой схемы. Как показал первоначальный эксперимент, требуется дальнейшее более глубокое экспериментальное и теоретическое исследование в данной области.

### Заключение

Анализ традиционной системы отопления помещений показал возможность для интенсификации тепломассообмена путем внедрения предлагаемой схемы. Она дает возможность уменьшить градиент температуры в объеме помещения без использования дополнительных источников тепла, т. е. позволит повысить температуру воздуха в рабочей зоне пребывания человека,

а кроме того, улучшить микроклимат в помещении.

В результате эксперимента наметились пути, которые позволят в дальнейшем ускорить процесс предлагаемого технологического приема выравнивания поля температур в помещении. В частности, необходимо определить наилучшее место установки рукавов забора и выхода теплого воздуха, их количество, а также периодичность и длительность включения вентилятора.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. СНИП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: ГУПЦПП, 2004 (Актуализированная редакция – СП60.13330.2012. Минрегион России. 2012).
- [2]. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М. Росстандарт, 2012.
- [3]. Махов Л. М. Отопление: учебник для вузов. М., Изд-во АСВ, 2014, 400 с.
- [4]. Авдолимов Е. М., Шальнов А. П. Водяные тепловые сети. – М., Стройиздат, 1984, 288 с.: ил.
- [5]. Беляйкина И. В., Витальев В. П., Громов Н. К. и др.; под ред. Н. К. Громова, Е. П. Шубина. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию – М., Энергоатомиздат, 1988, 376 с.
- [6]. Анализ перспективных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]. – М.: Стройфирмы.рф., 2007, № 174, Режим доступа: <http://stroyfirm.ru/articles/article.php?id=174>
- [7]. Луканин В. Н., Шатров М. Г., Камфер Г. М. и др. Теплотехника. 2-е изд., перераб. М., Высш. шк., 2000, 671 с.
- [8]. Михеев М. А., Михеева А. М. Основы теплопередачи. 2-е изд., стереотип. М., «Энергия», 1977, 344 с.
- [9]. Автономные или централизованные системы отопления и теплоснабжения - проблемы выбора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.cogeneration.ru/tech\\_real/stirling.html](http://www.cogeneration.ru/tech_real/stirling.html)
- [10]. Область применения и работа дестратификаторов воздуха: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arktoscomfort.ru/КО/4>.
- [11]. Инфракрасные системы отопления и инфракрасные обогреватели: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/news/491-infrakrasnye-sistemy-otopleniya.html>.
- [12]. Шилиев М. И. Шилиев А. М. Аэродинамика и теплообмен газодисперсных потоков: учеб. пособие. Томск, Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2003, 272 с.
- [13]. Харламов С. Н. Алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов. Томск: Изд-во ТПУ, 2008, 80 с.
- [14]. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992, 672 с.

**Толстов Сергей Анатольевич** — канд. техн. наук, доцент, кафедра электротехники, теплотехники и гидравлики, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова (Российская Федерация, 394087, Воронеж, ул. Тимирязева, 8).

**Панченко Сергей Леонидович** — канд. техн. наук, доцент, кафедра авиационных двигателей, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (Российская Федерация, 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А).

# Technological techniques for equalizing of the temperature field in the room

S. A. Tolstov<sup>\*,1</sup>, S. L. Panchenko<sup>\*\*</sup>

*\* Voronezh state forestry engineering University  
named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia*

*\*\* MESCA AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia*

---

## Abstract

A necessary requirement for a person's life and the fulfillment of his professional duties is to ensure a certain temperature regime in the room. This mode is provided by the heating system. Currently, the traditional method of heating both residential and industrial premises remains heating with radiators. In this case, the heat from the heat-emitting surface of the radiator is transferred to the ambient air in the room by heat transfer. As a result, the air temperature is unevenly distributed over the volume of the room. Moreover, what is especially significant, the warmer air, as lighter accumulates, at the top of the ceiling, and the colder, as heavier, sinks down to the floor. A person in this case is in unfavorable temperature conditions. Therefore, the search for solutions that allow a more evenly distributed temperature field over the volume of the room is an urgent task. The paper proposes a technical variant that allows solving this problem.

## Keywords

Heating, coolant, convective heat exchange, temperature range, microclimate, air exchange.

---

## REFERENCES

- [1]. SNiP 41-01-2003. Heating, ventilation and air conditioning. Moscow: GUPTSP, 2004 (Updated edition – SP60.13330.2012. Ministry of Regional Development of Russia. 2012). (In Russ.)
- [2]. GOST 30494-2011. Residential and public buildings. Indoor microclimate parameters. M. Rosstandart, 2012. (In Russ.)
- [3]. Makhov L. M. Otopleniye: ucheb-  
nik dlya vuzov [Heating: textbook for univer-  
sities]. Moscow, Publishing House of the DIA,  
2014. – 400 p. (In Russ.)
- [4]. Avdolimov E.M., Shalnov A.P. Vodyanyye teplovyye seti [Water heating networks]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1984, 288 p.: ill. (In Russ.)
- [5]. Belyaykina I. V., Vitaliev V. P., Gromov N. K. et al. Vodyanyye teplovyye seti: Spravochnoye posobiye po proyektirovaniyu [Water heating networks: A reference guide to design]; edited by N. K. Gromov, E. P. Shubin. Moscow: Energoatomizdat Publ., 1988, 376 p. (In Russ.)
- [6]. Analysis of promising heat supply systems [Electronic resource]. Moscow, Stroyfirmy.rf., 2007. No. 174. Access mode:

---

<sup>1</sup> *Corresponding author:*

*Email: srezha.tolstoff@yandex.ru*

<http://stroyfirm.ru/articles/article.php?id=174> (In Russ.)

[7]. Lukanin V. N., Shatrov M. G., Kamfer G. M. et al. *Teplotekhnika. Heat engineering: Textbook for universities*; edited by V. N. Lukanin. 2nd ed., reprint. Moscow, Higher School, 2000, 671 p. (In Russ.)

[8]. Mikheev M. A. Mikheeva A. M. *Fundamentals of heat transfer*. 2nd ed., stereotype. Moscow, «Energy» Publ., 1977, 344 p. (In Russ.)

[9]. Autonomous or centralized heating and heat supply systems – problems of choice: [electronic resource]. Access mode: [www.cogeneration.ru/tech\\_real/stirling.html](http://www.cogeneration.ru/tech_real/stirling.html). (In Russ.)

[10]. Scope of application and operation of air de-stratifiers: [Electronic resource]. Access mode: <https://arktoscomfort.ru/KO/4>. (In Russ.)

[11]. Infrared heating systems and infrared heaters: [Electronic resource].—Access

mode: <http://elektrik.info/main/news/491-infrakrasnye-sistemy-otopleniya.html>. (In Russ.)

[12]. Shilyaev M. I., Shilyaev A. M. *Aerodinamika i teplomassoobmen gazo-dispersnykh potokov [Aerodynamics and heat and mass transfer of gas-dispersed flows]*. Tomsk, Publishing house of Tomsk. state archit.-builds. un-ta, 2003, 272 p. (In Russ.)

[13]. Kharlamov S.N. *Algoritmy pri modelirovanii gidro-dinamicheskikh protsessov [Algorithms for modeling hydrodynamic processes]*. Tomsk: TPU Publishing House, 2008, 80 p. (In Russ.)

[14]. Idelchik I. E. *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam [Handbook of hydraulic resistances]*, edited by M. O. Steinberg. 3rd ed., reprint. and additional. Moscow, Mechanical Engineering Publ., 1992, 672 p. (In Russ.)

**Tolstov S. A.** — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Electrical Engineering, Heat Engineering and Hydraulics, Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov (Rabfakovskaya st., 34, Ivanovo, 153003, Russian Federation).

**Panchenko S. L.** — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Aviation engines Department of Military science center of Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Rabfakovskaya st., 34, Ivanovo, 153003, Russian Federation).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Технологические приемы выравнивания поля температур в помещении / С. А. Толстов, С. Л. Панченко // *Промышленные процессы и технологии*. 2022. Т. 2. № 3(5). С. 95 – 103.

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-3(5)-95-103

**Please cite this article as:**

Tolstov S. A., Panchenko S. L. *Technological techniques for equalizing of the temperature field in the room. Industrial processes and Technologies*, 2022, vol. 2, no. 3(5), pp. 95 – 103.

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-3(5)-95-103