

Применение активирующих струй  
для вентиляции помещений  
большого объема

СТР. 6

Компания «Изотерм» выпустила новую  
линейку стальных трубчатых радиаторов

СТР. 20

Портрет российского производителя,  
или Чем российскому девелоперу  
заменить трубы из полимерных  
материалов из Китая и Европы

СТР. 32

# РОСТЕРМ

## МЕСТО, ГДЕ РОЖДАЮТСЯ ТРУБЫ

Производим трубы и фитинги  
из полимерных материалов

📍 Санкт-Петербург



rostherm.ru

# КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



производство оборудования для  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ  
ОТОПЛЕНИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

ИСКУССТВО  
КОМФОРТА



**ИНФРАКРАСНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ**

Сертификат  
морского регистра  
судоходства РМРС

**ИНФРАКРАСНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ**

Степень защиты  
IP44

**ВОЗДУШНЫЕ ЗАВЕСЫ**

**ВОЗДУШНЫЕ ЗАВЕСЫ**



Множество  
моделей

Увеличенная высота  
защищаемых проемов

Электрический и  
водяной нагрев



"Щит"

"ЛУЧ"  
мощность  
от 0,6 до 4 кВт



**МОДЕРНИЗАЦИЯ**

Улучшенные  
характеристики

Широкий  
модельный ряд

ТВВ "Гольфстрим"



Серия  
ТЭВ



Серия  
"Крепыш"



"ЛУЧ-Термо"  
мощность  
0,3 и 0,6 кВт



**NEW**

ДФР



ДФВ



Высота установки  
до 18 метров

Расход воздуха  
от 1450 до 5200 м³/ч

**ДЕСТРАТИФИКАТОРЫ**

**ДЕСТРАТИФИКАТОРЫ**

Узлы обвязки  
для завес,  
теповентиляторов и  
изделий с водяными  
теплообменниками



ВДЛ

СКАЧАТЬ  
КАТАЛОГ  
В PDF



СКАЧАТЬ  
КАТАЛОГ  
В PDF



**СЕРТИФИКАТ**

о типовом одобрении РМРС  
№ 20.08481.120 от 06.03.2020

По вопросам приобретения продукции  
Вы можете обратиться к официальному  
дистрибьютеру — компании «Арктика»:  
В Москве: +7 (495) 981-15-15  
В Санкт-Петербурге: +7 (812) 441-35-30  
www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru

[www.arktoscomfort.ru](http://www.arktoscomfort.ru)

 **ISO TERM**<sup>®</sup>



Новинка 2022  
серия трубчатых радиаторов  
**ЛАЙН**

#isoterm  
8 (800) 511-06-70

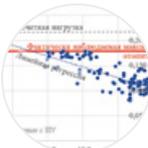


## В НОМЕРЕ:

**6** **А. М. Гримитлин, А. С. Стронгин**  
Применение активирующих струй для вентиляции помещений большого объема



**12** **П. А. Пташкин, А. С. Горшков**  
Оценка влияния кратности воздухообмена помещений на тепловые нагрузки потребителей



**20** Компания «Изотерм» выпустила новую линейку стальных трубчатых радиаторов



**22** **А. Я. Шарипов, К. В. Шевляков**  
Тенденции развития систем теплоснабжения



**26** **О. А. Продоус, П. П. Якубчик**  
Гидравлическая и стоимостная оценка остаточного срока службы изношенных металлических сетей водоснабжения



**32** Портрет российского производителя, или Чем российскому девелоперу заменить трубы из полимерных материалов из Китая и Европы



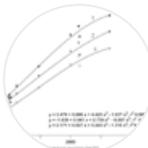
**34** **М. Н. Торопов, П. П. Бегунов, Н. В. Васильев**  
Улучшение качества исходной воды за счет ее комплексной обработки



**46** Лучшие специалисты состязались в проектировании теплового узла по заданию «Ридан»



**48** **Б. Р. Джаббарлы, Ф. Г. Агаев**  
О возможности повышения эффективности линеаризованных многодиапазонных нефелометрических измерителей мутности



**54** **К. Ю. Лицкевич**  
Пропускная способность приточных оконных устройств



### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор — **ГРИМИТЛИН А. М.**, д. т. н., проф.  
Зам. главного редактора — **ГРИМИТЛИНА М. А.**  
Выпускающий редактор — **КОРНЮКОВА О. Е.**  
Дизайн, верстка — **КУЗНЕЦОВ В. А.**  
Финансовая служба — **ПЕТРОВА Т. В.**  
Отдел рекламы — **РЕДУТО С. Б.**  
Отдел подписки и распространения — **КУЖАНОВА Е. С., КАМОЧКИНА О. Ю., МИШУКОВА А. Н.**  
Корректор — **УМАРОВА А. Ф.**  
Отдел PR — **ТУМАНЦЕВА Л. А.**

### АДРЕС РЕДАКЦИИ:

197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, литера «А», тел/факс: (812) 336-95-60.  
[www.isguru.ru](http://www.isguru.ru)

### УЧРЕДИТЕЛИ:

АС «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»,  
ЗАО «Бюро техники»,  
ООО «ВЕСТА Трейдинг»,  
ЗАО «Термолайн Инжиниринг»,  
ООО НПП «Экоюрус-Венто»

**ИЗДАТЕЛЬ:** АС СЗ Центр АВОК

### АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ:

197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, литера «А».  
Перепечатка статей и материалов из журнала «Инженерные системы» «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД» возможна только с разрешения редакции.  
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов.  
За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

Отпечатано в типографии «Принт-24».

Адрес типографии:  
192102, Санкт-Петербург, ул. Самойловой, д. 5В

Подписано в печать 04.11.2022, заказ № 070.

Установленный тираж — 30 000.

Подписной индекс издания: 99623.

Распространяется бесплатно.

E-mail: [avoknw@avoknw.ru](mailto:avoknw@avoknw.ru); [www.avoknw.ru](http://www.avoknw.ru)

ISSN 1609-3851

© АС СЗ Центр АВОК

**16+**



# XX СЪЕЗД СТРОИТЕЛЕЙ Санкт-Петербурга

## ЕЖЕГОДНЫЙ ПРОФИЛЬНЫЙ ФОРУМ:

- ✓ Вручение наград за трудовые достижения
- ✓ Доклад губернатора Санкт-Петербурга
- ✓ Доклады и выступления экспертов отрасли
- ✓ Подведение итогов работы
- ✓ Обсуждение перспектив

**8 декабря 2022 года**

**Исторический парк «Россия — моя история»  
Санкт-Петербург, ул. Бассейная, д. 32**

**Начало в 17.00**

Генеральный партнер



Партнеры



Информационные партнеры



Генеральный информационный партнер



Официальный информационный партнер



Стратегический информационный партнер



Телеканал  
Arena78

Вход свободный по предварительной регистрации. Ждем вопросы и инициативы [ssoo\\_pr@mail.ru](mailto:ssoo_pr@mail.ru)

**#строителипитера**

**www.stroysoyuz.ru**



Ассоциация проектировщиков  
«Саморегулируемая организация  
«Инженерные системы – проект»  
№СРО-П-136-16022010

Ассоциация СРО действует с 2009 года,  
объединяя узкоспециализированные  
проектные организации среднего  
и малого бизнеса по всей России

[www.sro-isp.ru](http://www.sro-isp.ru)  
[spb@sro-is.ru](mailto:spb@sro-is.ru)

Тел./факс: +7 (812) 336-95-69

## Условия для вступления в СРО:

- Ежемесячный членский взнос: 8 000 руб.
- Взнос в компенсационный фонд: 50 000 руб.

## Наши преимущества:

- 01 Полный компенсационный фонд на спецсчетах в проверенном банке
- 02 Всесторонняя поддержка компаний менеджерами СРО
- 03 Профессиональная ориентированность членов СРО – залог минимальных рисков по выплатам из компфондов

197342, Россия, Санкт-Петербург,  
ул. Сердобольская, д. 65, лит. А, пом. 2Н

ЦОК «АС СЗ Центр АВОК»  
номер в реестре НАПК 78.007



# НОК

## Независимая оценка квалификации

для специалистов,  
включенных в НРС  
НОСТРОЙ и НОПРИЗ

■ работаем с 2015 года

■ гибко выстраиваем график экзаменов

■ организуем одновременную сдачу  
экзаменов для 10 и более соискателей

---

Место проведения экзаменов

**Санкт-Петербург, Сердобольская ул.,  
д. 65, лит. «А»**

---

**+7 (812) 336-95-69**

**[www.avoknw.ru](http://www.avoknw.ru) / [avoknw@avoknw.ru](mailto:avoknw@avoknw.ru)**



# ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВИРУЮЩИХ СТРУЙ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА



**АЛЕКСАНДР МОИСЕЕВИЧ ГРИМИТЛИН**  
 Доктор технических наук, профессор  
 кафедры теплогазоснабжения  
 и вентиляции Санкт-Петербургского  
 государственного архитектурно-  
 строительного университета  
 (СПбГАСУ). Вице-президент НОПРИЗ, член  
 Совета НОПРИЗ, координатор НОПРИЗ  
 по Северо-Западному федеральному  
 округу, председатель Комитета  
 цифрового развития НОПРИЗ.  
 Вице-президент НОЭ.  
 Генеральный директор  
 ООО НПП «Экоюрус-Венто».  
 Президент АС «АВОК СЕВЕРО-  
 ЗАПАД», главный редактор журнала  
 «Инженерные системы».  
 Член Совета АС «СРО «Инженерные  
 системы — проект», директор СРО  
 НП «Инженерные системы — аудит»,  
 председатель Совета АС «СРО СПб  
 «Строительство. Инженерные  
 системы».  
 Академик Международной академии  
 холода (МАХ), Международной академии  
 наук экологии, безопасности человека  
 и природы (МАНЭБ).  
 Награжден нагрудным знаком  
 «Почетный строитель России»  
 и почетным знаком «Строительная  
 слава».

*А. М. Гримитлин, д. т. н., профессор,  
 Санкт-Петербургский государственный  
 архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),  
 Санкт-Петербург*

*А. С. Стронгин, к. т. н., НИИСФ РААСН, Москва*

В последние годы наблюдается интенсивное строительство крупных складских и логистических комплексов, которые представляют собой помещения большого объема и высоты. Требуемые воздухообмены в таких помещениях небольшие, что создает риск образования застойных неветилируемых зон с неконтролируемым температурно-влажностным режимом. Для улучшения гигиенической и эпидемиологической ситуации в помещениях большого объема, исключения аварийных ситуаций, снижения затрат тепловой и электрической энергии целесообразно применение вентиляционных систем, обеспечивающих интенсивное перемешивание внутреннего воздуха помещений. В статье предложено использование высокоскоростных воздушных струй, индуцирующих окружающий воздух, которые предложено называть активизирующими струями. Для оценки эффективности применения активизирующих турбулентных струй использован интегральный метод, базирующийся на энергетическом балансе. На примере представительного объекта показано, что расстояние эффективного применения активизирующей турбулентной струи следует рассчитывать с учетом влияния турбулентности окружающей среды, определяемой количеством энергии, вносимой и диссипируемой в помещении.

**Ключевые слова:** помещения большого объема, неветилируемая зона, активизирующая струя, турбулизируемая среда, энергетический баланс.

## АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

В последние годы наблюдается интенсивное строительство крупных складских и логистических комплексов, которые представляют собой помещения большого объема и высоты. Требуемые воздухообмены в таких помещениях небольшие, что создает риск образования застойных неветилируемых зон с неконтролируемым температурно-влажностным режимом. Для улучшения гигиенической и эпидемиологической

ситуации в помещениях большого объема, исключения аварийных ситуаций, снижения затрат тепловой и электрической энергии целесообразно применение вентиляционных систем, обеспечивающих интенсивное перемешивание внутреннего воздуха помещений. В статье предложено использование высокоскоростных воздушных струй, индуцирующих окружающий воздух, которые предложено называть активизирующими струями.

Строгие требования к параметрам микроклимата предъявляются к помещениям для хранения пищевых продуктов, которые оснащаются системами искусственного охлаждения. Логистические центры хранения пищевых продуктов достигают площади более чем 30 000 м<sup>2</sup>, высоты до 18 м, требуют значительных затрат энергоресурсов (тепловой и электрической энергии). Здание центра включает, как правило, четыре основные температурные зоны: +14, +12, +6 и +2 °С (рис. 1).

Опыт эксплуатации охлаждаемых помещений [1] выявил неравномерность распределения и значительные колебания температуры и относительной влажности по площади и высоте (рис. 2, 3). Кроме того, наблюдается периодическое выпадение конденсата в низкотемпературных секциях. Конденсат образуется главным образом вследствие поступления влажного воздуха через открытые ворота при недостаточной эффективной работе воздушных завес [2, 3]. Выпадение конденсата происходит в непроветриваемых (застойных) зонах помещения на холодной поверхности ограждающих конструкций.



**АНДРЕЙ СЕМЕНОВИЧ СТРОНГИН**  
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией Научно-исследовательского института строительной физики Российской академии строительства и архитектуры. Сфера научных интересов: экологическая безопасность и энергоэффективность инженерного оборудования зданий, системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжение, воздушные завесы. Эксперт Технического комитета по нормированию при Минстрое РФ. Опубликовал более 80 печатных работ, в том числе монографию и учебное пособие. Автор пятнадцати патентов и изобретений.

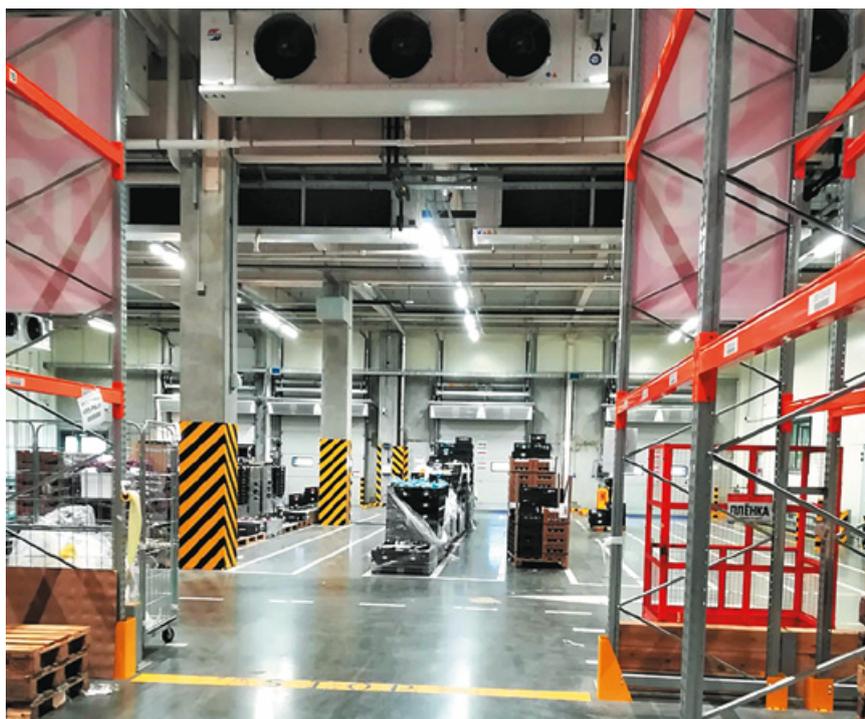


Рис. 1. Низкотемпературная секция логистического центра

## Новая система монтажа вентиляционных решеток «Арктос»

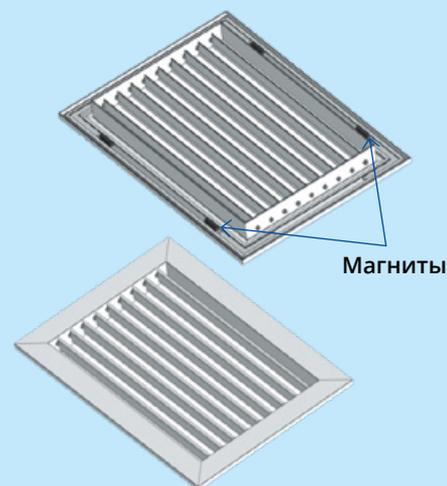
Заводом «Арктос» разработана новая система монтажа вентиляционных решеток с креплением на магнитах.

Данная система предназначена для удобства настенного монтажа на камеры КСД либо другую металлическую поверхность — монтажные рамки, прямоугольные воздуховоды и т. д. Благодаря магнитам крепление получается невидимым, что не портит внешнего вида и позволяет без труда снимать решетку для обслуживания системы.

Акустические и аэродинамические характеристики решеток те же, что и у аналогичных решеток с другим видом крепления (фиксаторы, саморезы), представленные в каталоге ООО «Арктос».

Новая система крепления предполагает установку магнитов непосредственно на вентиляционные решетки типа АМН(-К), АДН(-К), АЛН(-К), ПРН(-К), ПМН, АМР(-К) М, АЛР М, ПМР М, АВН(-К), РСН(-К), УМН(-К).

Минимальный размер решетки 100 × 100 мм, максимальный 1000 × 1000 мм.



Внешний вид решетки АМН с креплением на магнитах

Решетки изготавливаются из алюминия и окрашиваются методом порошкового напыления в белый цвет (RAL 9016). При изготовлении продукции на заказ возможна окраска в любой цвет по каталогу RAL.

Более подробную техническую информацию вы можете получить по запросу.

По вопросам приобретения этой и другой продукции вы можете обратиться к официальному дистрибьютору — компании «Арктика»:

+7 (495) 981-15-15 в Москве,  
+7 (812) 441-35-30 в СПб,  
[www.arctica.ru](http://www.arctica.ru), [www.spb-arctica.ru](http://www.spb-arctica.ru),  
[www.arctoscomfort.ru](http://www.arctoscomfort.ru).

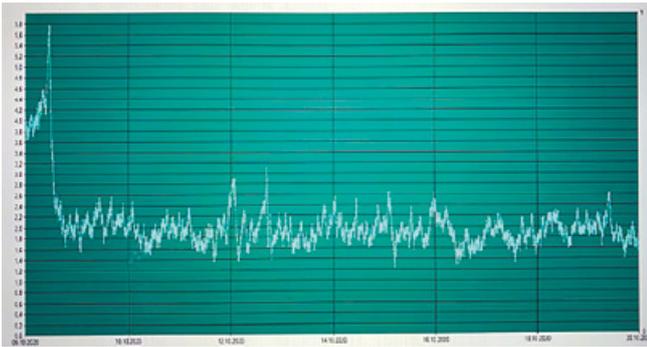


Рис. 2. Колебания температуры воздуха в низкотемпературной секции

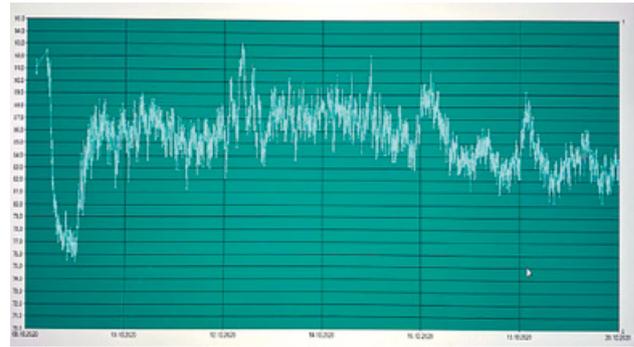


Рис. 3. Колебания относительной влажности воздуха в низкотемпературной секции

Устранить непроветриваемые зоны можно применением рециркуляционных устройств, интенсивно перемешивающих внутренний воздух помещения (дестратификаторы, системы струйной защиты и т. п. [4]). Интенсивное перемешивание эффективно достигается в том числе применением осевых вентиляторов, формирующих высокоскоростную воздушную струю, индуцирующую окружающий воздух (рис. 4). Высокоскоростные струи, применяемые для интенсификации процесса циркуляции воздуха в помещении с целью устранения непроветриваемых зон, будем называть активирующими струями. Активирующие струи в зависимости от габаритов и назначения помещения могут иметь различную форму и структуру (компактные, плоские, веерные, закрученные и др.). Важнейшей характеристикой активирующей струи является ее дальность, т. е. расстояние, на котором сохраняется осевая скорость, достаточная для поддержания требуемой интенсивности циркуляции воздушных потоков в помещении.



Рис. 4. Общий вид осевого вентилятора, формирующего активирующую струю

Выбор соответствующего оборудования, формирующего активирующие струи, и его оптимальное расположение представляют собой сложную задачу, требующую учета многих факторов.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И РАСЧЕТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ

Распределение параметров микроклимата в охлаждаемом помещении логистического центра определяется следующими основными факторами:

- неизотермическими воздушными струями, подаваемыми вентиляторами внутренних блоков системы охлаждения;
- лучисто-конвективным теплообменом на внутренней поверхности ограждающих конструкций;
- приточно-вытяжной вентиляцией;
- воздушными потоками от открытых проемов ворот с воздушными завесами при погрузочно-разгрузочных работах;
- движением технологического транспорта (электрокары, штабелеры).

Указанные факторы создают в помещении турбулентную среду, учесть влияние которой при расчете воздухораспределения [5] достаточно сложно.

Для оценки эффективности применения активирующих турбулентных струй воспользуемся интегральным методом, базирующимся на энергетическом балансе и предпосылках локальной изотропной турбулентности.

В соответствии с интегральным методом энергия, вносимая в воздушную среду помещений и затухающая в ней, складывается из энергии приточных струй, тепловых струй и энергии, вносимой движущимися предметами:

$$E_{\text{ср}} = \varepsilon_{\text{пс}} + \varepsilon_{\text{тс}} + \varepsilon_{\text{дп}}, \text{ м}^2/\text{с}^3, (1)$$

где  $\varepsilon_{\text{пс}}$ ,  $\varepsilon_{\text{тс}}$ ,  $\varepsilon_{\text{дп}}$  — количество энергии, вносимое приточными, тепловыми струями и движущимися предметами соответственно.

Энергия приточных струй, отнесенная к единице массы воздуха в единицу времени, согласно [6], может быть рассчитана по следующей зависимости:

$$\varepsilon_{\text{пс}} = \alpha \cdot L \cdot v_0^2 / 2V, \text{ м}^2/\text{с}^3, (2)$$

где  $L$  — расход приточного воздуха,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V$  — объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$v_0$  — средняя скорость выхода воздуха из приточных отверстий,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$\alpha$  — поправочный коэффициент на скоростное давление; примем  $\alpha = 1,1$ .

Для охлаждаемых складских помещений численная оценка слагаемых в уравнении (1) позволила получить следующую упрощенную формулу для определения энергии, диссипируемой в окружающей среде:

$$E_{\text{ср}} = 1,15 \varepsilon_{\text{пс}}, \text{ м}^2/\text{с}^3. (3)$$

Воздействие турбулентной среды на параметры струи определяется соотношением удельной величины энергии, диссипируемой в струе к соот-

ветствующей величине в окружающей среде (рис. 5). Приняв численное значение упомянутого соотношения равным единице, В. М. Эльтерман [7] получил теоретическую зависимость для определения границы участка полного распада струи:

$$X_{кр} = [3(U_0 m \sqrt{F_0})^3 / 2E_{ср}]^{0,25}, \text{ м, (4)}$$

где  $U_0$  — начальная скорость активирующей воздушной струи, м/с;

$m$  — кинематический коэффициент; для компактной струи примем  $m = 6,2$ ;

$F_0$  — расчетная площадь сечения воздуховыпускного отверстия, м<sup>2</sup>;

$X_{кр}$  — расстояние, на котором происходит полный распад струи, м.

Расстояние эффективного применения активирующей турбулентной струи  $X_3$ , позволяющее гарантированно устранить непрветриваемые зоны помещения, несколько меньше  $X_{кр}$  и может быть в первом приближении рассчитано по формуле:

$$X_3 = 0,9X_{кр}, \text{ м. (5)}$$

В практике проектирования в большинстве случаев пренебрегают влиянием турбу-

лентности окружающей среды и выбирают оборудование, ориентируясь на дальность свободной струи, что приводит к существенным погрешностям. Расстояние  $X_{0,5}$ , на котором осевая скорость свободной осесимметричной струи составляет 0,5 м/с, согласно [8], может быть рассчитано по следующей зависимости:

$$X_{0,5} = 2U_0 m \sqrt{F_0}, \text{ м. (6)}$$

Для оценки погрешности вычислений дальности струи по зависимости (6) в реальном логистическом центре выполним численное сопоставление результатов расчета для представительного объекта.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведем расчеты длины участка эффективного применения активирующей воздушной струи, подаваемой осевым вентилятором (формулы 1÷5), и сопоставим результаты с расчетом по закономерностям свободной осесимметричной турбулентной струи (формула 6).

Исходные данные для примера расчета представительного объекта приведены в табл. 1.

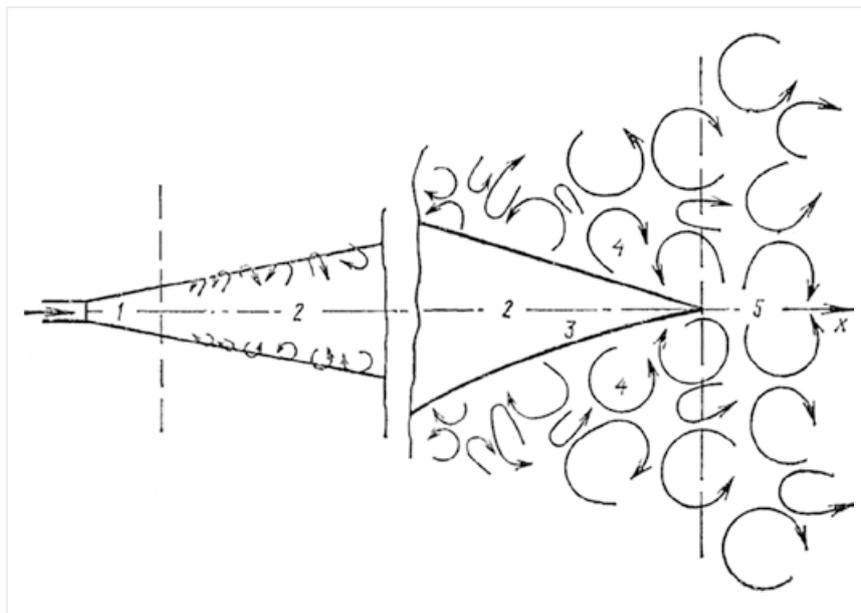


Рис. 5. Схема турбулентной струи в турбулизированной среде [7]:  
1 — начальный участок струи; 2 — основной участок струи;  
3 — граница, вдоль которой  $\epsilon_{ср} = \epsilon_{ср\text{эвб}}$ ; 4 — зона периферийного распада струи; 5 — участок полного распада струи

## Воздухораздающие блоки для чистых помещений



## НА СТРАЖЕ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ



**АРКТИКА**

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

МОСКВА, УЛ. ТИМИРЯЗЕВСКАЯ, 1, СТР. 4.  
ТЕЛ.: (495) 981 15 15, WWW.ARKTIKA.RU

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛ. РАЗЪЕЗЖАЯ, 12, ОФ. 43  
ТЕЛ.: (812) 441 35 30, WWW.SPБ-ARKTIKA.RU

## Наружный блок Air Flux 6300 Bosch — различные решения для любых задач

Air Flux 6300 представляет собой трехтрубную систему VRF. Вместе с новым гидромодулем Hydro Vox и распределительными блоками SBOX блоки серии AF6300 в сочетании с внутренними блоками Air Flux служат решением для любых задач. Охлаждение, нагрев и подготовка горячей воды для бытовых нужд в одной системе, даже одновременно!

Длина трубопроводов до 1000 м и разность высот между внутренним и наружным блоками до 110 м позволяют использовать данное решение даже в больших зданиях. Система поддерживает одновременность процессов охлаждения и нагрева — это делает возможным управление климатом в помещении в зависимости от потребностей, что особенно удобно в гостиницах или зданиях, обращенных к северу и югу.

Все модели Air Flux 6300 допускают модульное подключение, однако также могут использоваться как отдельные блоки. Одиночные блоки имеют производительность до 50 кВт. Возможно модульное подключение до трех блоков, это обеспечивает общую производительность системы 150 кВт.

Шесть моделей распределительных блоков (SBOX) позволяют подключать до 60 внутренних блоков. На базе распределительных блоков SBOX01-1L возможна реализация функции автоматического обнаружения утечки.

Блоки Air Flux 6300 малозумны — уровень звукового давления всего 58 дБ(А) (22 и 25 кВт). Дополнительно имеется возможность снижения уровня звукового давления в ночное время на 8 дБ(А).

Air Flux 6300 обладают высокой эффективностью: SEER до 7,3 и SCOP до 4,6. Работа в режиме нагрева при температуре наружного воздуха до -25 °С.

www.spb-arktika.ru, (812) 441-35-30,  
www.arktika.ru, (495) 981-15-15.



**Таблица 1. Исходные данные для примера расчета**

V, м <sup>3</sup>	L, м <sup>3</sup> /с	v <sub>0</sub> , м/с	E <sub>ср</sub> , м <sup>2</sup> /с <sup>3</sup>
48 000	185	2,5	0,015

**Таблица 2. Результаты расчетов**

Диаметр рабочего колеса индукционного вентилятора, мм	F <sub>0</sub> , м <sup>2</sup>	U <sub>0</sub> , м/с	X <sub>кр</sub> , м	X <sub>з</sub> , м	X <sub>0,5</sub> , м	100X <sub>з</sub> /X <sub>0,5</sub> , %
315	0,078	15,7	37,5	34	54	63
355	0,099	18	45,4	41	70	59
400	0,126	19,2	52,2	47	84	56

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, расстояние эффективного применения активирующей турбулентной струи X<sub>з</sub> составляет 56÷63% от X<sub>0,5</sub>, т. е. существенно меньше рассчитанного из условия распространения свободной турбулентной струи (без учета турбулизации окружающей среды).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение активирующих турбулентных струй позволяет эффективно устранить образование непроветриваемых зон в помещениях большого объема, а в охлаждаемых помещениях — избежать конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций. Расстояние эффективно применения активирующей турбулентной струи следует рассчитывать с учетом влияния турбулентности окружающей среды, определяемой количеством энергии, вносимой и диссипируемой в помещении.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов А. Н., Стронгин А. С. Повышение энергоэффективности инженерного оборудования крупных торговых производственных центров на примере гипермаркетов се-

ти «Глобус». Инженерные системы. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2017, № 4. — С. 70–72.

2. Стронгин А. С. Расчетные параметры и эффективность применения воздушных завес у ворот охлаждаемых помещений. Инженерные системы. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2019, № 2. — С. 6–11.

3. Гримитлин А. М., Стронгин А. С. Воздушные завесы для зданий и технологических установок: Учебное пособие. — СПб.: Изд-во «Лань», 2018. — 136 с.

4. Гримитлин А. М., Дაცюк Т. А., Крупкин Г. Я., Стронгин А. С., Шилькрот Е. О. Отопление и вентиляция производственных помещений. Изд-во «АВОК Северо-Запад», СПб. 2007. — 400 с.

5. Гримитлин М. И. Распределение воздуха в помещениях. — 3-е изд., «АВОК Северо-Запад», Санкт-Петербург, 2004. — 320 с.

6. Эльтерман В. М. Вентиляция химических производств. — 3-е изд., перераб. — М., Химия, 1980. — 288 с.

7. Эльтерман В. М. Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях. — М., Химия, 1985. — 160 с.

8. Шепелев И. А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. — М.: Стройиздат, 1978. — 144 с.

# МИР КЛИМАТА

EXPO 2023

18 лет  
объединяем  
рынок

EXPO  
КОНГРЕСС  
HVAC/R  
ИНДУСТРИЯ

28 февраля –  
3 марта 2023  
Москва  
ЦВК «Экспоцентр»

Бизнес,  
который  
делают  
ЛЮДИ

Реклама ООО «Евроэкспо»

Организаторы:



Генеральный  
интернет-  
партнёр:



При поддержке:



# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЙ НА ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ



**ПАВЕЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ ПТАШКИН**  
Магистр СПбГПУ по направлению  
«Теплоэнергетика».  
Начальник сектора разработки схем  
теплоснабжения Научно-технического  
центра (НТЦ) «Комплексное развитие  
инженерной инфраструктуры» («КРИИ»)  
в г. Санкт-Петербурге АО «Газпром  
Промгаз».  
Сфера научных интересов:  
оптимизационные задачи  
в теплоэнергетике, повышение  
экономической эффективности систем  
теплоснабжения, совершенствование  
нормативно-правовой базы  
теплоснабжения, энергосбережение.

*П. А. Пташкин, начальник сектора разработки схем  
теплоснабжения АО «Газпром Промгаз»*

*А. С. Горшков, д. т. н., заведующий отделом  
разработки схем и программ развития систем  
энергоснабжения АО «Газпром Промгаз»*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время установление и изменение (пересмотр) тепловых нагрузок потребителей осуществляются в соответствии с правилами [1]. В случае наличия на абонентском вводе в многоквартирный дом (далее — МКД) приборов учета тепловой энергии тепловая нагрузка потребителя устанавливается на основании единственной утвержденной методики [1, Приложение].

Сущность методики [1] заключается в том, что данные, полученные с приборов учета тепловой энергии, отражают в прямоугольной системе координат: по оси абсцисс — среднюю за сутки температуру наружного воздуха [°C], по оси ординат — среднее за сутки часовое потребление тепловой энергии на цели отопления [Гкал/ч]. По отображенным данным находят приближенную функциональную линейную зависимость (простую линейную регрессию, позволяющую найти прямую наклонную линию, максимально приближенную к точкам данных с приборов учета тепловой энергии) в виде:

$$Q_o = b_0 + b_1 \cdot t_{н.р.}, \text{ [Гкал/ч]}, \quad (1)$$

где  $b_0$  — сдвиг линейной функции относительно начала координат, Гкал/ч;

$b_1$  — наклон прямой, (Гкал/ч)/°C;

$t_{н.р.}$  — расчетная температура наружного воздуха, °C; для климатических условий рассматриваемого населенного пункта.

Примеры расчета тепловых нагрузок потребителей на основании рассматриваемой методики и анализ полученных результатов подробно представлены в работах [2–8].

В рамках настоящего исследования выполнен анализ договорной и расчетной нагрузок реального потребителя, причины их расхождения и предложения по совершенствованию методики [1] и режимов отопления в существующих МКД.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты обработки массива данных с прибора учета тепловой энергии рассматриваемого потребителя выполнены по методике [1] и представлены на рис. 1.

Коэффициент детерминации  $R^2$  для выбранной линейной аппроксимации составляет более 0,78. Коэффициент корреляции между рассматриваемыми переменными (нагрузкой и температурой наружного воздуха) в этом случае составит не менее 0,88, что свидетельствует о достаточно надежной модели аппроксимации массива исходных данных.

Из данных, приведенных на рис. 1, следует, что расчетная тепловая нагрузка объекта теплопотребления, рассчитанная согласно методике [1] для расчетной температуры наружного воздуха минус 27 °C, составляет:

$$Q_{o,(ч)} = b_0 + b_1 \times t_{н.р.} = 0,1042 - 0,0043 \times (-27) = 0,221, \text{ [Гкал/час]}.$$

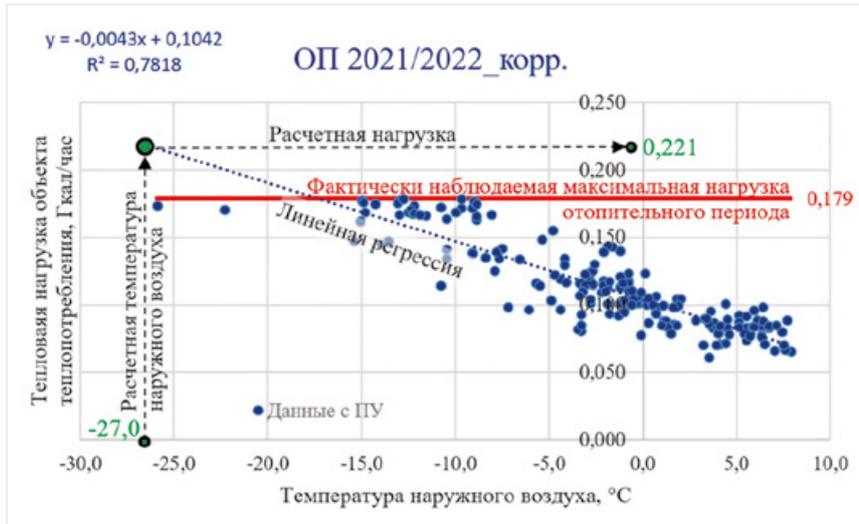


Рис. 1. Результаты обработки показаний прибора учета тепловой энергии, установленного на абонентском вводе многоквартирного жилого дома

Несмотря на полученный результат, из рис. 1 следует, что фактическая максимальная тепловая нагрузка рассматриваемого объекта теплоснабжения не превысила 0,179 Гкал/час (красная линия). Разница между результатом расчета, полученным по методике [1], и фактически наблюдаемым на графике значением составляет 23,5%, что ставит под сомнение применимость данной методики на практике.

Несовпадение рассчитанных по методике и фактически наблюдаемых (по приборам учета) тепловых нагрузок в диапазоне расчетных температур наружного воздуха может являться следствием недостатков рассматриваемой методики, предполагающей аналогичные зависимости для нагрузок отопления (трансмиссионные потери тепловой энергии через наружные ограждения здания) и вентиляции (теплопотери за счет инфильтрации наружного воздуха через неплотности ограждающих конструкций и проветривания).

Несмотря на то, что обе эти зависимости описываются уравнением вида

$$y = k \cdot f(t_{\theta}; t_{н.р.}),$$

коэффициенты, участвующие в них, имеют разную природу.

Теплопотери через наружные ограждения могут быть рассчитаны по формуле [9]:

$$Q_m = \sum k \cdot F \cdot \Delta t = q_{ос} \cdot V \cdot \Delta t, \text{ [Вт]}, \quad (2)$$

где  $F$  — площадь поверхности отдельных ограждающих конструкций,  $m^2$ ;

$V$  — отапливаемый объем здания,  $m^3$ ;

$k$  — коэффициент теплопередачи наружных ограждений,  $Вт/(m^2 \cdot K)$ ;

$q_{ос}$  — удельные теплопотери здания,  $Вт/(m^3 \cdot K)$ ;

$\Delta t$  — разность температур воздуха с внутренней и наружной сторон ограждающих конструкций,  $^{\circ}C$ .

Теплопотери за счет инфильтрации могут быть определены расчетным путем по формуле [9]:

$$Q_u = w \cdot F^u \cdot c_{\theta} \cdot \Delta t, \text{ [Вт]}, \quad (3)$$

где  $w$  — скорость инфильтруемого воздуха [ $m/s$ ];

$F^u$  — площадь суммарного сечения неплотностей в наружных ограждениях,  $m^2$ ;

$c_{\theta}$  — объемная теплоемкость воздуха,  $Дж/(m^3 \cdot K)$ .

Если площадь суммарного сечения неплотностей в наружных ограждениях принять за константу аналогично площади наружных ограждающих конструкций, то коэффициент инфильтрации можно представить в виде:

$$\mu = \frac{Q_u}{Q_m} = \frac{w \cdot F^u \cdot c_{\theta} \cdot \Delta t}{q_{ос} \cdot V \cdot \Delta t} = bw, \quad (4)$$

где  $b = \frac{F^u \cdot c_{\theta}}{q_{ос} \cdot V}$  — постоянная инфильтрации,  $с/м$ .

Введение коэффициента инфильтрации позволяет представить уравнение расчетных тепловых потерь объекта теплоснабжения при расчетной температуре наружного воздуха как:

$$Q = (1 + \mu) \cdot q_{ос} \cdot V \cdot \Delta t, \text{ [Вт]}. \quad (5)$$



АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ ГОРШКОВ

Доктор технических наук, заведующий отделом разработки схем и программ развития систем энергоснабжения АО «Газпром промгаз».

Сфера научных интересов: энергетика, теплоснабжение, теплофизика, строительная теплотехника, климатология.

Член научно-технического совета в сфере жилищно-коммунального хозяйства Санкт-Петербурга при Жилищном комитете.

Член научно-технического и экспертного совета при Комитете по строительству Санкт-Петербурга.

Автор более чем 240 научных работ, в том числе 5 монографий, 19 патентов и авторских свидетельств.

При постоянном значении коэффициента инфильтрации здания тепловые потери могут быть пересчитаны на любую заданную температуру наружного воздуха по известной формуле:

$$Q' = Q \cdot \frac{t_{в.р.} - t_n}{t_{в.р.} - t_{н.р.}}, \text{ [Вт]}, \quad (6)$$

где  $t_{в.р.}$  — расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{н.р.}$  — расчетная температура наружного воздуха, °С;

$t_n$  — текущая температура наружного воздуха, °С.

Нетрудно убедиться, что данное уравнение может быть записано в форме линейного:

$$Q' = Q \left( \frac{t_{в.р.}}{t_{в.р.} - t_{н.р.}} - \frac{1}{t_{в.р.} - t_{н.р.}} \cdot t_n \right) = \\ = Q \cdot (b - k \cdot t_n), \text{ [Вт]}. \quad (7)$$

На линеаризации зависимости нагрузки тепловых потерь от температуры наружного воздуха в конечном счете построена методика определения тепловой нагрузки объекта теплотребления по результатам данных приборов учета потребления теп-

ловой энергии, предусмотренная правилами [1].

Как было показано выше, данное допущение справедливо только в случае постоянной величины коэффициента инфильтрации, постоянство которой, в свою очередь, основано на постоянстве площади суммарного сечения неплотностей в наружных ограждениях и постоянной разности давлений снаружи и внутри рассматриваемого объекта. Предполагается, что данная площадь такая же неизменная величина, как площадь фасада или отапливаемый объем здания.

При этом любой житель может убедиться в том, что площадь инфильтрации увеличивается простым открытием окон. Более того, в настоящее время в большинстве жилых и общественных зданий увеличение инфильтрации является единственным способом местного (покомнатного) регулирования параметров микроклимата в здании.

Еще одно существенное отличие между теплотериями через ограждающие конструкции и потерями теплоты с инфильтрацией заключается в том, что в стремле-

нии к минимизации теплотерь ограничивающим фактором является конечная стоимость ограждающей конструкции, в то время как в стремлении к минимизации инфильтрации ограничивающий фактор — кратность воздухообмена, которая, согласно данным СП 54.13330 (см. табл. 9.1), принимается равной не менее 30 м³/ч на одного человека, или 3 м³/ч на 1 м² жилой площади.

Указанные выше нормы воздухообмена должны обеспечивать уровень концентрации CO₂ в пределах 800÷1000 ppm, что является верхним значением комфортного уровня при длительном пребывании человека в помещении. Повышение концентрации CO₂ выше 1000 ppm приводит к общему дискомфорту, слабости, головной боли [10].

В подавляющем большинстве существующих многоквартирных домов отсутствует механическая вентиляция, в связи с чем воздухообмен обеспечивается естественной вентиляцией, т. е. за счет подвода свежего воздуха через неплотности в ограждающих кон-

Таблица 1. Результаты расчета величины потерь с инфильтрацией (нагрузки вентиляции) и расчетной концентрации CO₂

Температура наружного воздуха, °С	Потери теплоты (согласно приказу)		Соотношение инфильтрации	Восстановленные по графику потери с инфильтрацией (нагрузка вентиляции), Гкал/ч	Расход воздуха на инфильтрацию, м³/ч	Расчетная концентрация CO₂ в помещениях, ppm	
	через огражд. к-ции (нагрузка отопления), Гкал/ч	с инф-цией (нагрузка вентиляции), Гкал/ч				от площади	от проживающих
-27	0,101	0,120	0,65	0,078	4862,8	1319,9	940,4
-26	0,099	0,117	0,68	0,080	5072,3	1281,9	918,1
-15	0,075	0,089	1,12	0,100	8379,0	933,9	713,6
-12	0,069	0,082	1,29	0,105	9650,9	863,5	672,3
-11	0,067	0,079	1,35	0,107	10 099,7	842,9	660,2
-9	0,062	0,074	1,15	0,085	8603,5	919,9	705,5
-7	0,058	0,069	1,00	0,069	7481,3	997,9	751,3
-2	0,047	0,056	1,00	0,056	7481,3	997,9	751,3
0	0,043	0,051	1,00	0,051	7481,3	997,9	751,3
3	0,037	0,043	1,17	0,051	8753,1	911,0	700,2
5	0,032	0,038	1,33	0,051	9950,1	849,6	664,1
8	0,026	0,031	1,66	0,051	12 418,9	760,2	611,6

струкциях и открытые окна и отвода его через вентиляционные каналы. Подводимый таким образом свежий воздух имеет температуру внешней среды и в отопительный период нагревается отопительными приборами. Нагретый до комнатной температуры условно «грязный» воздух отводится через вентиляционные каналы, унося с собой некоторое количество тепловой энергии, представляющее собой потери с инфильтрацией.

При отсутствии рекуперации теплоты удаляемого из помещений теплового воздуха минимальные теплотопотери с инфильтрацией могут быть также рассчитаны по формуле:

$$Q_u = L \cdot c_g \cdot \rho_g \cdot \Delta t, \text{ [Вт]}, \quad (8.1)$$

или

$$Q_u = \frac{L \cdot c_g \cdot \Delta t}{4,19 \cdot 10^6}, \text{ [Гкал/ч]}, \quad (8.2)$$

где  $L = wF^u$  — расход воздуха через ограждающие конструкции для обеспечения нормы воздухообмена, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\rho_g$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Требуемый расход воздуха может быть определен исходя из жилой площади жилых помещений в здании по формуле:

$$L = S_{от} \cdot k_{жс} \cdot n, \text{ [м}^3/\text{ч]}, \quad (9)$$

где  $S_{от}$  — общая площадь жилых помещений, м<sup>2</sup>;

$k_{жс}$  — коэффициент пересчета на жилую площадь, о.е.;

$n$  — норматив потребления воздуха на 1 м<sup>2</sup> жилого помещения.

Для рассматриваемого МКД, общая площадь жилых помещений в котором составляет 3823,3 м<sup>2</sup>, а коэффициент пересчета 0,65, при нормативе потребления воздуха в 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> жилого помещения расход воздуха составит:

$$L = S_{от} \cdot k_{жс} \cdot n = 3823,3 \cdot 0,65 \cdot 3 = 7455, \text{ [м}^3/\text{ч]}, \quad (10)$$

теплотопотери с инфильтрацией при отсутствии рекуперации теплоты вытяжного воздуха составят:

$$Q_u = \frac{L \cdot c_g \cdot \Delta t}{4,19 \cdot 10^6} = \frac{7455 \cdot 1,43 \cdot 1,0 \cdot (20 - 27)}{4,19 \cdot 10^6} = 0,120, \text{ [Гкал/ч]}.$$

Если суммарные расчетные тепловые потери рассматриваемого МКД принять равными 0,221 Гкал/ч, они могут быть разделены на:

- 0,120 Гкал/ч — теплотопотери с инфильтрацией;

- 0,101 Гкал/ч — теплотопотери через наружные ограждающие конструкции.

В связи с тем, что площадь поверхности и коэффициент теплопередачи наружных ограждений есть величины достаточно постоянные, потери через наружные ограждающие конструкции могут быть определены с достаточной точностью по формуле (5) для любой температуры наружного воздуха.

Тепловые потери за счет инфильтрации определяются по формуле (5) с учетом коэффициента, учитывающего увеличение кратности воздухообмена за счет дополнительного проветривания помещений жителями. Коэффициент подбирается исходя из условия равенства суммарных потерь тепловой энергии за отопительный период с данными приборов учета тепловой энергии. Для полученных таким образом тепловых потерь на инфильтрацию используется термин «восстановленные».



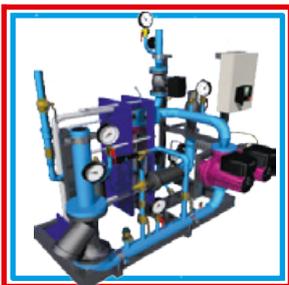
CINTO



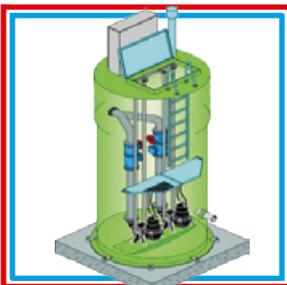
Санкт-Петербург (812) 327-25-94  
 Москва (499) 681-18-67  
 Петрозаводск (8142) 56-62-66

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ



КОМПЛЕКТНЫЕ КНС



НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ



АВТОМАТИКА и КИП



КАЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

[www.cinto.ru](http://www.cinto.ru)

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СЕРВИС

Полученная таким образом «восстановленная» нагрузка вентиляции (потери за счет инфильтрации) позволяет выполнить обратную оценку концентрации  $\text{CO}_2$  во внутриквартирном пространстве.

Установившаяся концентрация  $\text{CO}_2$  может быть определена по формуле:

$$k = k_6 + \frac{L_{\text{CO}_2}}{L}, [\text{ppm}], \quad (11)$$

где  $k$  — установившаяся концентрация  $\text{CO}_2$ , ppm;

$k_6$  — концентрация  $\text{CO}_2$  в свежем воздухе, ppm;

$L_{\text{CO}_2}$  — выделения углекислого газа в помещениях,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Для дальнейшего расчета концентрации углекислого газа в свежем воздухе принимается в 400 ppm, а выделение  $\text{CO}_2$  в помещениях может быть рассчитано двумя путями:

- исходя из нормативного воздухообмена;

- исходя из фактической численности жителей.

Выделение  $\text{CO}_2$  в помещениях исходя из нормативного воздухообмена определяется по формуле:

$$L_{\text{CO}_2} = L \cdot (k - k_6) = 7455 \cdot (0,001 - 0,0004) = 4,47, [\text{м}^3/\text{ч}]. \quad (12)$$

Выделение  $\text{CO}_2$  в помещениях исходя из фактической численности населения рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{CO}_2} = m \cdot l_{\text{CO}_2} = 146 \cdot 18,0 = 2,63, [\text{м}^3/\text{ч}], \quad (13)$$

где  $m$  — численность жителей (146 человек);

$l_{\text{CO}_2}$  — количество выделяемого углекислого газа человеком в спокойном состоянии с минимальными физическими нагрузками ( $18 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

Расход воздуха на инфильтрацию определяется по формуле (9) обратным способом.

Результаты расчета сведены в табл. 1 и представлены на рис. 2.

На рис. 3 представлены зависимости тепловых потерь (нагрузок) от количества часов стояния различных температур наружного воздуха. Аналогичная информация для зависимости тепловых потерь (нагрузок) от температур наружного воздуха с указанием уровня  $\text{CO}_2$  представлена на рис. 2.

Как видно из рис. 2 и 3, величина потерь тепловой энергии с инфильтрацией (нагрузка вентиляции) в расчетном режиме не превышает  $0,078$  Гкал/ч, что на 35% ниже расчетного значения ( $0,120$  Гкал/ч). Данное снижение может объясняться прежде всего осознанными действиями жителей, которые в целях поддержания комфортной температуры в жилых помещениях снижают кратность воздухообмена закрытием окон, в результате которого расчетная концентрация  $\text{CO}_2$  повышается до 1320 ppm в случае расчета по площадям и 940 ppm в случае расчета на фактическое число жителей.

При повышении температуры наружного воздуха до минус  $17^\circ\text{C}$  кратность воздухообмена восстанавливается до расчетного значения, а расчетная концентрация  $\text{CO}_2$  снижается до 930 ppm (714 ppm по числу жителей).

Дальнейшее повышение температуры наружного воздуха приводит к увеличению кратности воздухообмена с достижением максимального значения 1,35 от расчетного при температуре наружного воздуха минус  $11^\circ\text{C}$  и концентрации  $\text{CO}_2$  843 ppm (660 ppm), после чего наблюдается снижение кратности до расчетной величины при температуре минус  $7^\circ\text{C}$ . Такое поведение тепловых потерь с инфильтрацией может объясняться фактическим температурным графиком, срезка которого приходится на  $90^\circ\text{C}$  (у потребителя) при температуре наружного воздуха минус  $11^\circ\text{C}$ . Для рассматриваемой системы внутридомового отопления, температура теплоносителя на подаче, равная при температуре наружного воздуха минус  $11^\circ\text{C}$ ,  $90^\circ\text{C}$  избыточна и, вероятно, приводит к необходимости дополнительного проветривания.

Расчеты показывают, что кратность воздухообмена соответствует расчетной вплоть до температуры наружного воздуха в  $0^\circ\text{C}$ , после чего вновь превышает расчетную. Увеличение тепловых потерь с ин-

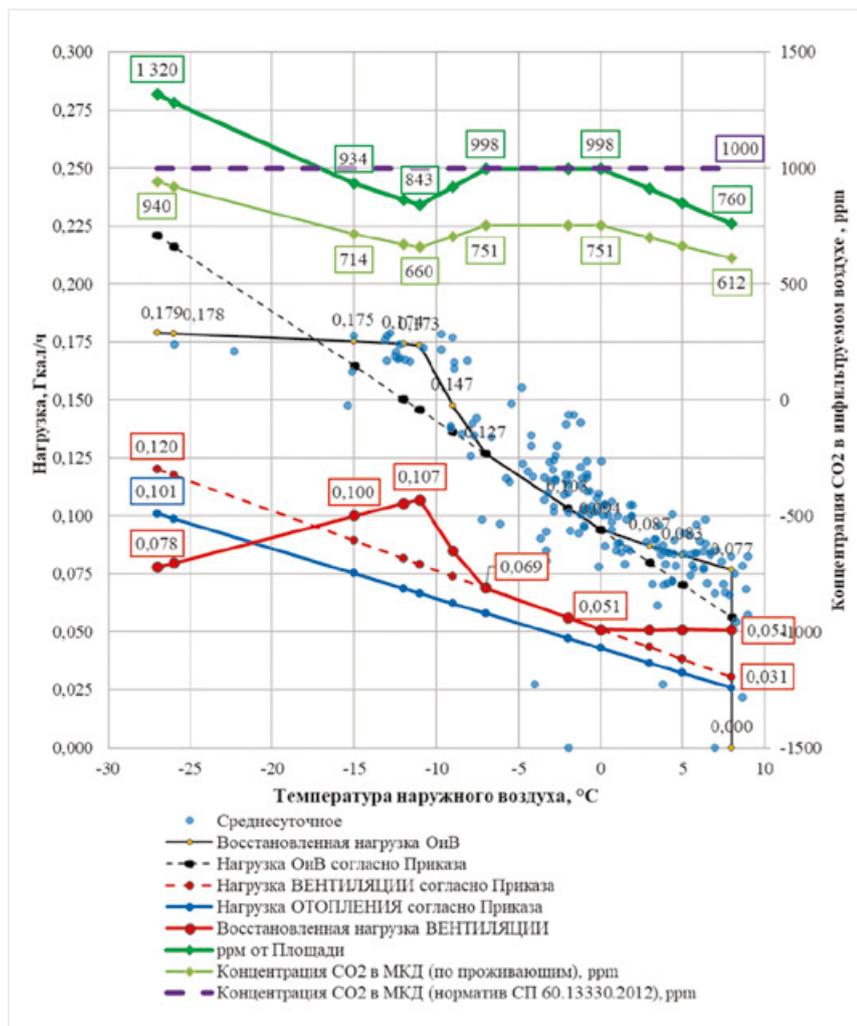


Рис. 2. График зависимости тепловой нагрузки и концентрации  $\text{CO}_2$  от температуры наружного воздуха для фактического режима отопительного периода 2021/2022 гг.

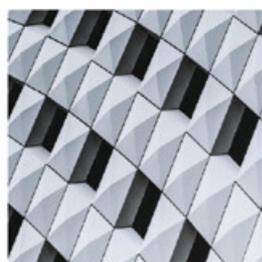


# ИнтерСтрой Экспо

Международная выставка  
строительных,  
отделочных материалов  
и инженерного  
оборудования

18|19|20  
АПРЕЛЯ  
2023

Санкт-Петербург  
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



КОНГРЕСС ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ IBC —  
ключевое событие деловой программы выставки

Организатор — компания MVK  
Офис в Санкт-Петербурге

**MVK** Международная  
Выставочная  
Компания



+7 (812) 401 69 55, [interstroyexpo@mvk.ru](mailto:interstroyexpo@mvk.ru)

**Забронируйте стенд:**  
[interstroyexpo.com](http://interstroyexpo.com)

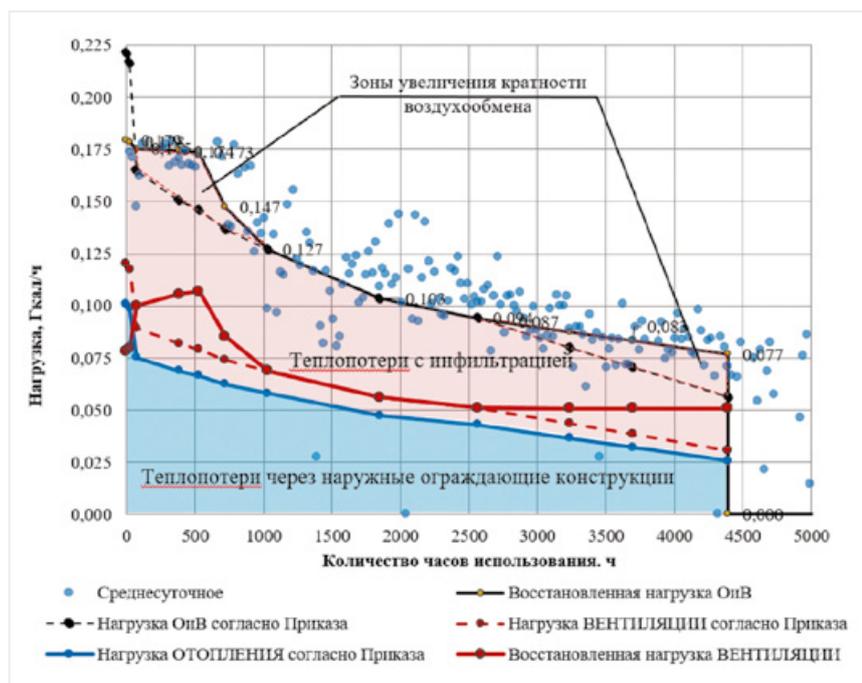


Рис. 3. Восстановленный график Россандера для фактического режима отопительного периода 2021/2022 гг.

фильтрацией в период температур наружного воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$  связано с нижним спрямлением графика регулирования на ГВС по закрытой схеме. Повышение температуры наружного воздуха, увеличение воздухообмена позволяют снизить расчетную концентрацию до  $840\pm 760$  ppm при расчете по нормативу и  $660\pm 612$  ppm при расчете на число жителей.

Такие условия, безусловно, предпочтительны с точки зрения физиологического самочувствия, однако приводят к перерасходу тепловой энергии, что, в свою очередь, ведет к дополнительным расходам на отопление.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя вышесказанное, расчетная тепловая нагрузка рассматриваемого МКД может составлять  $0,179$  Гкал/ч при условии снижения кратности воздухообмена при расчетной температуре наружного воздуха.

Расчетное значение нагрузки в  $0,221$  Гкал/ч, рассчитанное по методике [1], вероятно, завышено из-за увеличения нагрузки здания, зафиксированного приборами учета, которое связано с увеличением кратности воздухообмена в МКД в период стояния температур наружного воздуха от минус  $17^{\circ}\text{C}$  до минус  $3^{\circ}\text{C}$ . Увеличение кратности воздухообмена при средней за отопительный период температуре наружного воздуха приводит к перерасходу тепловой энергии.

Введение в контур системы автоматического регулирования расхода тепловой энергии на ИТП обратной связи по интегральной концентрации  $\text{CO}_2$  в МКД позволит контролировать величину инфильтрации тепловой энергии и поддерживать оптимальный баланс между параметрами микроклимата и энергосбережением, а также позволит повысить точность определения расчетной нагрузки.

Существующую методику установления тепловых нагрузок потребителей [1] следует скорректировать для возможности раздельного установления трансмиссионных потерь тепловой энергии через наружные ограждения и теплопотерь за счет инфильтрации наружного воздуха через неплотности ограждающих конструкций и проветривания. Для подобного разделения, кроме информации с приборов учета тепловой энергии, должны быть разрешены к использованию дополнительные данные об интегральном уровне углекислого газа в рассматриваемом объекте. В свою очередь, должны быть разработаны правила установки датчиков  $\text{CO}_2$  и соответствующая методика определения фактического интегрального уровня углекислого газа. Перечень оснований для изменения (пересмотра) тепловых нагрузок должен быть дополнен энергоаудитом, что позволит собственнику привлекать специализированные организации для его выполнения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минрегиона РФ от 28.12.2009 № 610. Об утверждении правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок.
2. Борисов К. Б. Влияние качества теплоснабжения на фактические тепловые нагрузки систем отопления и горячего водоснабжения многоквартирных домов. Опыт Кемерово // Энергосбережение. 2021. № 7. С. 58–67.
3. Петрущенков В. А. Расчет режимов централизованных систем теплоснабжения в непроектных условиях // Теплоэнергетика. 2022. № 5. С. 84–99.
4. Юфев Ю. В., Артамонова И. В., Горшков А. С. Об анализе тепловых нагрузок потребителей при разработке и актуализации схем теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2017. № 8. С. 32.
5. Gorshkov A. S., Yuferev Y. V., Kabanov M. S. Analysis of thermal loads and specific consumption of thermal energy in apartment buildings // Thermal Engineering. 2021. Vol. 68. No 8. Pp. 654–661. DOI: 10.1134/S0040601521050050.
6. Аверьянов В. К., Юфев Ю. В., Мележик А. А. и др. Теплоснабжение городов в контексте развития активных потребителей интеллектуальных энергетических систем // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 1. С. 78–87. DOI: 10.22337/2077-9038-2018-1-78-87.
7. Аверьянов В. К., Горшков А. С., Васильев Г. П. Повышение эффективности централизованного теплоснабжения существующего жилого фонда // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 6 (71). С. 99–111. DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-6-99-111.
8. Горшков А. С. Инженерные системы. Руководство по проектированию, строительству и реконструкции зданий с низким потреблением энергии: учебное пособие / А. С. Горшков. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. — 160 с.
9. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. — 9-е изд., стереот. / Е. Я. Соколов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 472 с.
10. Мансуров Р. Ш., Гурин М. А., Рубель Е. В. Влияние концентрации углекислого газа на организм человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://7universum.com/pdf/tech/8\(41\)/Mansurov.pdf](https://7universum.com/pdf/tech/8(41)/Mansurov.pdf). (Дата обращения: 13.10.2022).

# MosBuild

28-я выставка строительных  
и отделочных материалов

28—31 марта 2023

Москва, Крокус Экспо

Забронируйте стенд на сайте  
[mosbuild.com](http://mosbuild.com)

**56 622**

посетителей  
из 81 регионов России

**800\***

участников из 20 стран



 **MosBuild**



ОРГАНИЗАТОР  
ORGANISER



## КОМПАНИЯ «ИЗОТЕРМ» ВЫПУСТИЛА НОВУЮ ЛИНЕЙКУ СТАЛЬНЫХ ТРУБЧАТЫХ РАДИАТОРОВ

Уход с российского рынка приборов отопления целого ряда крупных иностранных производителей, а также в разы возросшая стоимость продукции зарубежных брендов, обусловленная увеличением затрат на логистику, заставляет бизнес задуматься о развитии производства отопительного оборудования, замещающего импорт.



По данным Ассоциации производителей радиаторов отопления (АПРО), импорт из Европы в целом в последние месяцы I полугодия 2022 года практически отсутствует, между тем потребность в импортировавшихся ранее приборах отопления не только сохраняется, но и возрастает за счет развития строительной отрасли.

АО «Фирма Изотерм» одной из первых отреагировала на появление новых возможностей из-

за освободившихся ниш, представив на крупнейшей в России, странах СНГ и Восточной Европы Международной выставке Aquatherm Moscow 2022 сразу десять новых линеек приборов отопления.

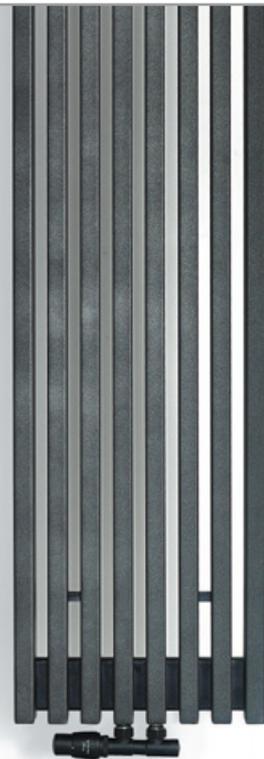
Настоящим открытием для заказчиков стала линейка трубчатых радиаторов «Лайн», предназначенных для систем водяного отопления жилых, административных, общественных и про-

мышленных зданий. Приборы представляют собой популярный тренд в дизайне радиаторов отопления. Четкие вертикальные линии и строгие геометрические формы делают их стильным дополнением любого интерьера.

В настоящее время компания «Изотерм» разработала широкую типоразмерную линейку трубчатых радиаторов, позволяющую подобрать изделие для любого помещения с учетом его площади и конструктивных особенностей. Для изготовления радиаторов используется стальная прямоугольная или круглая труба с толщиной стенки 2,5 мм. В стандартном исполнении возможны сечения 40 x 10, 40 x 40, 30 x 60, 60 x 30 для прямоугольной трубы и диаметр 25 и 40 мм для круглой трубы.

В зависимости от потребности радиаторы доступны как в настенном, так и в напольном исполнении и могут иметь один или два ряда труб с вертикальным или горизонтальным расположением.

Высота для вертикального настенного радиатора и ширина для горизонтального радиатора может составлять от 500 до 3000 мм. Ширина вертикального и высота горизонтального приборов зависят от количества секций (от четырех до пятнадцати в стандартном исполнении).





Трубчатые радиаторы «Лайн» имеют четыре варианта нижнего и три варианта бокового подключения, что увеличивает возможность маневра при монтаже отопительных систем, имеющих различные особенности разводки труб отопления в помещениях.

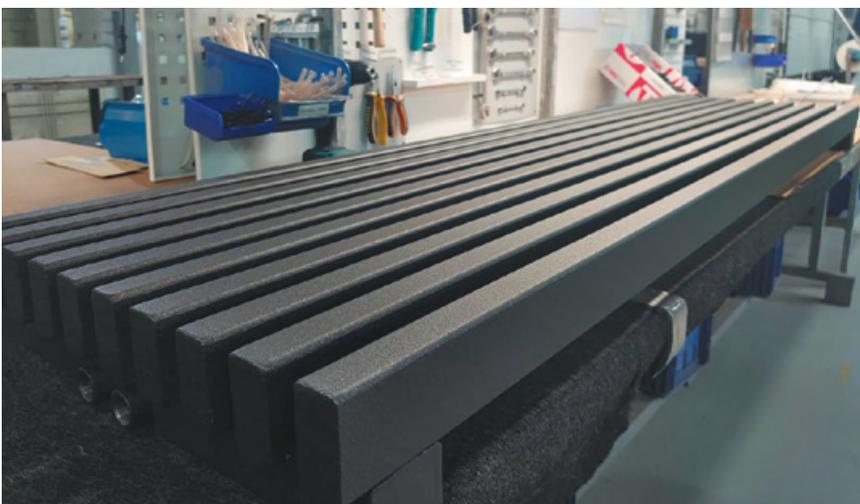
Конструкция радиатора из высокопрочной стали изготавливается методом лазерной сварки, что обеспечивает им абсолютную герметичность стыков, позволяя создавать идеально ровные профили, и окрашивается полиэфирной краской методом порошкового напыления с эффектом муар. Возможна окраска фактурными красками и в любой цвет по выбору заказчика.

Многообразие форм и размеров, а также вариативность подключения трубчатых радиаторов серии «Лайн» делает их поистине универсальными приборами отопления. Также возможно изготовление по индивидуальным параметрам. Радиаторы могут отличаться от стандартных исполнений конструкцией кронштейнов, размером коллектора, профилем и размером трубы, а также наличием запорно-регулирующей арматуры.

Кроме того, в разработке конструкторско-технологической службы предприятия находятся трубчатые радиаторы с профильной трубой треугольного сечения, что позволит изготавливать при-

боры с внутренним и наружным углом, а также в виде отдельно стоящих колонн.

Компания «Изотерм» своевременно реагирует на запросы потребителей, сформировавшиеся на фоне изменения мировой и государственной повестки, освоением новых рынков и выпуском новой, нетипичной для себя продукции, что позволит компенсировать уход иностранных брендов и удовлетворить растущие потребности строительной отрасли. А о качестве производимой продукции говорят благодарные отзывы потребителей и многочисленные награды предприятия. В том числе АО «Фирма Изотерм» стала дипломантом Премии Правительства Российской Федерации «За качество товаров, работ и услуг», а также лауреатом Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», в очередной раз подтвердив, что продукция компании отвечает высоким требованиям по качеству и безопасности, а также соответствует всем нормам и требованиям российского законодательства — все выпускаемые приборы отопления имеют сертификат на соответствие производимой продукции требованиям ГОСТ 31311 «Приборы отопительные. Общие технические условия».



## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*А. Я. Шарипов, генеральный директор Проектно-инженерного бюро А. Я. Шарипова ООО «СанТехПроект»*

*К. В. Шевляков, ведущий инженер Проектно-инженерного бюро А. Я. Шарипова ООО «СанТехПроект»*



**АЛЬБЕРТ ЯКУБОВИЧ ШАРИПОВ**  
Кандидат технических наук.  
Генеральный директор Проектно-инженерного бюро А. Я. Шарипова ООО «СанТехПроект».  
Инженер-теплотехник.  
В 1964 году окончил Всесоюзный заочный энергетический институт.  
В 1975 году защитил кандидатскую диссертацию в Криворожском горном институте «Очистка выбросов плавильных огнеупоров в центробежных электромагнитных фильтрах».  
Автор 3 изобретений и более 40 научно-технических трудов, в том числе по разработке и внедрению автономных источников тепла.  
С 1964 года трудился в стенах Всесоюзного объединения «СоюзСантехПроект» — начиная со старшего инженера Алма-Атинского отделения и до генерального директора объединения и Московского института «СантехНИИпроект».  
Заслуженный строитель России.  
Почетный строитель Москвы и Московской области, лауреат Премии Правительства Российской Федерации.

**Двадцать первый век ознаменовался острой борьбой за энергетические ресурсы. Политическое, экономическое, а порой и военное противостояние в большой мере выставляют приоритеты эффективного их использования с наименьшей степенью вредного влияния на окружающую среду.**

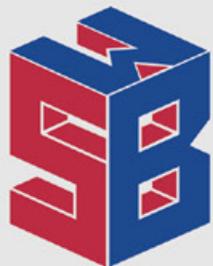
В социальной сфере это оценивается количественным удельным объемом образующихся вредных веществ при генерации единицы тепловой энергии, полезно используемой для целей теплоснабжения (отопления, вентиляции, кондиционирования и бытового горячего водоснабжения). Этот объем прямо пропорционален количеству использованного топливно-энергетического ресурса как для основного технологического процесса генерации тепловой энергии, так и вспомогательных процессов подготовки, обработки, трансформации и транспортировки теплоносителя, а также доставки и подготовки первичного топливно-энергетического ресурса к сжиганию.

Сегодня назрела актуальность изменения структуры системы

коммунального теплоснабжения, которая должна соответствовать структуре современного экономического развития общества, с наличием государственной и частной балансовой принадлежности, государственных и частных инвестиций и т. д.

Причем необходимость изменения и развития структуры коммунального теплоснабжения и расширения объемов социальной газификации отметил и Президент России на одном из недавних заседаний Госсовета, посвященных строительству и ЖКХ. Теплоснабжение сегодня не ограничивается только связями с «тепловыми сетями», как отмечено в Изменении № 1 к СП 373.1325800.2018 «Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования».





# Siberian Building Week

СИБИРСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

**14-17 ФЕВРАЛЯ 2023**

XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ФОРУМ-ВЫСТАВКА

## ПЛАТФОРМЫ ВЫСТАВКИ

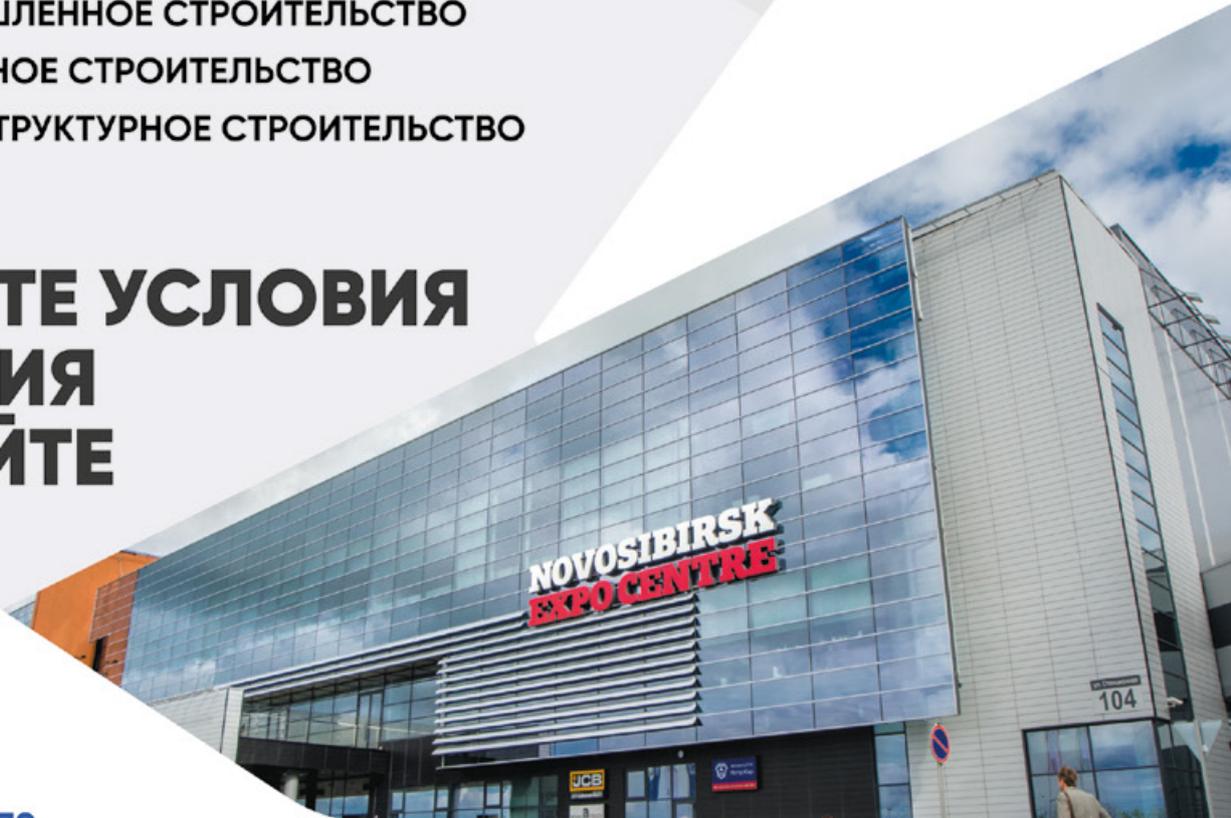


- ПРОМЫШЛЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
- ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
- ИНФРАСТРУКТУРНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

## УЗНАЙТЕ УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ НА САЙТЕ



СКАНИРУЙ  
ЧТОБЫ  
УЗНАТЬ  
БОЛЬШЕ



**НОВОСИБИРСК  
ЭКСПО ЦЕНТР**

 **Русский Свет**® | ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПАРТНЁР

 + 7 (383) 363-00-63

 [info@sibbuilding.ru](mailto:info@sibbuilding.ru)

 [sbweek.ru](http://sbweek.ru)

 Новосибирск,  
ул. Станционная, 104 18+



**КОНСТАНТИН ВЯЧЕСЛАВОВИЧ ШЕВЛЯКОВ**  
Ведущий инженер Проектно-инженерного бюро А. Я. Шарипова ООО «СанТехПроект».

Инженер по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха, систем теплоснабжения.

В 2017 году окончил программу магистратуры Донского государственного технического университета.

С 2017 года трудится в проектно-технических компаниях на инженерных должностях.

Теплоснабжение сегодня структурируется:

- на централизованное при комбинированной выработке тепловой и электрической энергий (ТЭЦ с пиковыми котельными, покрывающие примерно 40% пиковых тепловых нагрузок);

- на централизованное с магистральными и распределительными тепловыми сетями с источниками генерации только тепловой энергии (РТС, КТС, промышленно-отопительные котельные);

- на децентрализованное с распределительными тепловыми сетями и распределительными устройствами у потребителей (котельные отдельно стоящие малой и средней мощности, в том числе блочно-модульные, для ограниченного числа потребителей);

- на автономное с интегрированными в здания и сооружения автономными источниками теплоты (крышные, встроенные и пристроенные котельные) вкуче с распределительными устройствами без тепловых сетей;

- на индивидуальное блокированное с индивидуальным жилым домом, квартирой в многоквартирном жилом доме с индивидуальным источником теплоты без распределительных устройств.

С учетом преимущественного использования для целей теплоснабжения природного газа и существенного изменения топливного баланса в пользу большего ис-

пользования его для внутреннего потребления попробуем оценить энергетическую эффективность систем теплоснабжения на природном газе.

В таблице представлена относительная оценка потребления первичного топливного ресурса (природного газа) на отдельные технологические процессы в системе теплоснабжения с точки зрения потерь от генерации тепловой энергии до конечного потребителя.

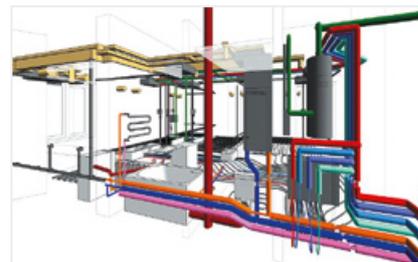
Общий коэффициент энергетической эффективности систем теплоснабжения определяется по формуле

$$\eta_0 = \eta_1 \varepsilon_1 \eta_2 \varepsilon_2 \eta_3 \varepsilon_3 \eta_4 \varepsilon_4,$$

где  $\eta_1$  — расчетный коэффициент полезного действия теплопотребляющего оборудования систем отопления и вентиляции;

$\varepsilon_1$  — коэффициент эффективности регулирования потребления теплоты потребителем;

$\eta_2$  — коэффициент полезного действия оборудования, устанавливаемого в тепловых пунктах;



Системы теплоснабжения	Централизованное (ТЭЦ)	Централизованное (РТС, КТС)	Децентрализованное с распределительными сетями	АИТ (крышные, встроенные, пристроенные)	Индивидуальное (дом, квартира)
Подготовка топлива	-	+	+	+	+
Подготовка теплоносителя	++	++	+	-	-
Генерация тепловой энергии	-	++	++	+	+
Трансформация теплоносителя	++	+	+	-	-
Транспортировка теплоносителя	++	++	+	-	-
Распределительное регулирование	++	++	+	+	-
Итого	8	10	7	3	2



$\varepsilon_2$  — коэффициент эффективности регулирования трансформируемого в тепловом пункте тепла и распределения его между различными системами (отопление, вентиляция, кондиционирование, горячее водоснабжение);

$\eta_3$  — расчетный коэффициент потерь теплоты в тепловых сетях, определяемый расчетным путем в зависимости от протяженности, диаметра трубопроводов, типа теплоизоляции, способа прокладки;

$\varepsilon_3$  — коэффициент эффективности регулирования тепловых и гидравлических режимов в тепловых сетях;

$\eta_4$  — коэффициент полезного действия оборудования в котельной, принимаемый по паспортным данным оборудования или режимным испытаниям;

$\varepsilon_4$  — коэффициент эффективности регулирования отпуска теплоты в котельной.

Как видно из таблицы, общая энергетическая эффективность систем теплоснабжения увеличивается по мере перехода от централизованных систем к децентрализованным.

Для системы теплоснабжения на базе теплофикации показатели для определения энергетической эффективности следует брать по данным виртуальной «альтернативной котельной». Однако такой подход противоречит формированию конкурентных рыночных отношений в области теплоснабжения и не учитывает интересов потребителей.

Точные расчеты могут быть выполнены с использованием конкретных данных реальных объектов. Тем не менее приведенные данные дают основание полагать, что наибольшей энергетической эффективностью обладают автономные источники тепла, без тепловых сетей. Таким образом, в терминологическом порядке АИТ относятся к определению «автономное теплоснабжение» как альтернативный вариант к «централизованному теплоснабжению» с котельными установками с постоянными проблемами «черных дыр» в тепловых сетях. Централизованное теплоснабжение используется в нынешней монопольной системе с достаточно большими сложностями для обеспечения спроса, качества и доступности тарифов за тепловую энергию для потребителей, что должно быть главным в экономической и энергетической оценках системы теплоснабжения. Поэтому ссылки на использование положений СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» в Изменении №1 СП 373.1325800.2018 не совсем правомерны.

Вызывает некоторое недоумение отклонение включения в изменения сводов правил результатов и предложений выполненных НИР, получивших положительный отзыв экспертизы РАСН, и, наоборот, включение изменений по непроверенным в натуре результатам разработанных СТУ.

Нет сомнений в том, что страна заинтересована в эффективном, экономически доступном, технически и экологически безопасном развитии отрасли теплоснабжения, через квалифицированное современное управление с учетом интересов потребителей.

В плановом народном хозяйстве СССР ни «Углером», ни «Нефтепром» не занимались строительством и эксплуатацией коммунальных систем теплоснабжения. Для этого существовали Минэнерго и региональные министерства жилищно-коммунального хозяйства, в составе которых были главные управления коммунальной энергетики со своими научно-исследовательскими и проектно-строительными организациями.

Поэтому для профессионального решения вопроса управления отраслью было бы целесообразно создать при Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации специальный департамент коммунальной энергетики с передачей ему части функций в области строительства, мониторинга и эксплуатации. Возобновить контрольно-надзорные функции Госгортехнадзора, воссоздав управление газового надзора.

## ПЕТЕРБУРГСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

КОНКУРСЫ ПРОФМАСТЕРСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Центральная часть: НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС «СТРОЙМАСТЕР»

Вокруг: «Лучший монтажник каркасно-обшивных конструкций» март, «Лучший штукатур» март, «Лучший сварщик» июль, «Лидер строительного качества» сентябрь, «Лучшая бригада и «Лучший по профессии» октябрь, «Лучшая строительная площадка и бытовое городок» ноябрь, «Лучший каменщик» май.

197342, Санкт-Петербург  
 Торжковская ул., 5  
 Т/ф: (812) 324-99-97

www.infstroy.ru  
 www.lider-kachestva.ru  
 e-mail: adm@infstroy.ru

# ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ИЗНОШЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ



**ОЛЕГ АЛЕКСАНДРОВИЧ ПРОДОУС**  
 Доктор технических наук, профессор, генеральный директор ООО «ИНКО-эксперт», Санкт-Петербург.  
 Сфера научных интересов: напорные и самотечные сети и сооружения на них, строительство, реконструкция и эксплуатация этих сооружений. Очистка природных вод из подземных и поверхностных источников, очистка хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод, дезинфекция природных и сточных вод и сооружений.  
 Вице-президент Академии ЖКХ РФ — действительный член.  
 Эксперт Экспертно-технологического совета Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения.  
 Действительный член Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).  
 Удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки» Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности и награжден «Звездой ученого» и орденом «За заслуги в науке».  
 Опубликовал более 300 научных работ, в том числе четыре монографии и пятнадцать справочных пособий. Автор 30 патентов и изобретений.

*О. А. Продоус, генеральный директор ООО «ИНКО-эксперт», Санкт-Петербург*

*П. П. Якубчик, профессор ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Санкт-Петербург*

Приведен анализ значений гидравлических характеристик чугунных труб с внутренними отложениями, по которым оценивается их гидравлическая эффективность и дается прогноз продолжительности остаточного срока службы. Для трубопроводов из стали и серого чугуна предложено проводить ежегодный контроль толщины слоя внутренних отложений и разработать методику такого контроля для прогнозирования остаточной продолжительности эксплуатации.

**Ключевые слова:** металлические трубопроводы, гидравлические характеристики труб, внутренние отложения, потери напора, продолжительность остаточной эксплуатации.

Гидравлический расчет неновых металлических труб производится по формулам (2) и (3) справочного пособия профессора Ф. А. Шеллева [1].

Гидравлическая эффективность трубопроводов систем водоснабжения стальных и чугунных труб без покрытий оценивается по характеристикам их гидравлического потенциала и коэффициенту эффективности их использования [2, 3].

Гидравлический потенциал трубопровода — это оценочный эксплуатационный критерий, характеризующий совокупностью значений следующих гидравлических характеристик металлических труб:

- фактический внутренний диаметр  $d_{вн}^ф$ , м;
- фактическая скорость потока  $V_ф$ , м/с, зависящая от величины фактического внутреннего диаметра труб  $d_{вн}^ф$ , м;
- фактические потери напора на трение по длине  $i_ф$ , м/м, зависящие от величины  $d_{вн}^ф$  и  $V_ф$ .

На рис. 1 приведен фрагмент внутренних отложений на стенках стальных а) и чугунных б) труб и показана толщина слоя отложений в).

$$\sigma = S_ф - S_p, \text{ мм}, (1)$$

где:

- $\sigma$  — толщина слоя отложений;
- $S_ф$  — фактическая толщина стенки трубы с отложениями;
- $S_p$  — расчетная толщина стенки новой трубы.

$$i = 0,00107 \frac{V_p^2}{d_p^{1,3}}, \text{ м/м}, (2)$$

при  $V_p \geq 1,2$  м/с;

$$i = 0,000912 \frac{V_p^2}{d_p^{1,3}} \cdot \left(1 + \frac{0,867}{V_p}\right)^{0,3}, \text{ м/м}, (3)$$

при  $V_p \leq 1,2$  м/с,

где:

- $V_p$  — средняя (расчетная) скорость потока воды, м/с;
- $d_p$  — расчетный внутренний диаметр труб по сортаменту (для новых труб), м.

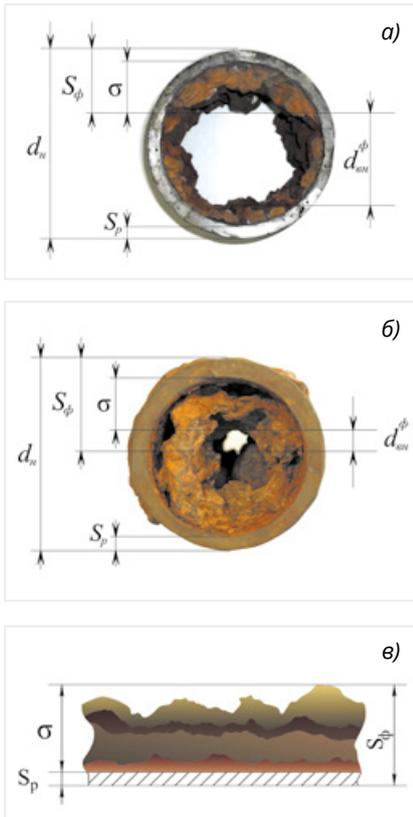


Рис. 1. Фрагмент внутренних отложений:  
а) стальные трубы, б) чугунные трубы,  
в) толщина слоя отложений



Рис. 2. Толщина слоя отложений на внутренних стенках металлических труб

На рис. 2 показан фрагмент слоя внутренних отложений на стенках стальных труб.

Толщина слоя внутренних отложений  $\sigma$  на стенках металлических труб из стали и серого чугуна определяется с помощью переносных расходомеров в комплекте с толщиномером, как показано на рис. 3.

Для каждого конкретного случая внутренний диаметр труб и скорость потока в них определяются по формулам:

$$d_{\text{вн}}^{\phi} = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V_{\phi}}}, \text{ м, (4)}$$

где:

$q$  — заданный расход, м<sup>3</sup>/с;



Рис. 3. Ультразвуковой расходомер в комплекте с толщиномером



ПЕТР ПЕТРОВИЧ ЯКУБЧИК

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС).

Сфера научных интересов:

водопроводные сети, гидравлические сопротивления труб из различных материалов. Насосы, насосные и воздушные станции систем водоснабжения и водоотведения. Бестраншейная технология ремонта, реконструкции и прокладки водопроводных и канализационных трубопроводов.

Эксперт-аудитор общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий.

Удостоен званий: «Почетный железнодорожник», «Почетный работник транспорта России».

Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» 2-й степени и медалью «За строительство БАМа». Опубликовал 156 научных статей и учебно-методических работ, в том числе пять учебников, десять учебных пособий и пять монографий.

$V_\phi$  — фактическая скорость потока жидкости в трубе с внутренними отложениями, м/с, определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{q_\phi}{W_\phi} = \frac{4 \cdot q_\phi}{(d_{\text{вн}}^\phi)^2}, \text{ м/с, (5)}$$

где:

$q_\phi$  — фактический расход, м<sup>3</sup>/с;

$d_{\text{вн}}^\phi$  — фактический внутренний диаметр труб с учетом толщины слоя отложений  $\sigma$ , м.

**Эффективность работы металлических трубопроводов водоснабжения** характеризуется значением коэффициента эффективности их эксплуатации [2, 3]:

$$K_{\text{эф}} = \frac{N_{\text{дс}}^p}{N_{\text{дс}}^\phi} = \frac{i_p \cdot (d_{\text{вн}}^p)^2 \cdot V_p}{i_\phi \cdot (d_{\text{вн}}^\phi)^2 \cdot V_\phi}, \text{ (6)}$$

где:

$N_{\text{дс}}^p$  и  $N_{\text{дс}}^\phi$  — фактические и расчетные энергозатраты насоса, кВт/ч;

$i_p, d_{\text{вн}}^p, V_p$  — расчетные характеристики труб в момент запуска трубопровода в эксплуатацию (расчетные);

$i_\phi, d_{\text{вн}}^\phi, V_\phi$  — фактические характеристики гидравлического потенциала труб на момент оценки остаточной продолжительности их эксплуатации.

Энергозатраты насосного оборудования определяются по формуле (7), имеющей вид:

$$N_{\text{дс}}^\phi = 10^6 \cdot i_\phi (d_{\text{вн}}^\phi)^2 \cdot V_\phi \cdot \frac{0,00808}{\eta}, \text{ кВт/ч, (7)}$$

где:

$i_\phi$  — фактические потери напора по длине с учетом толщины слоя отложений  $\sigma$ , м/м;

$d_{\text{вн}}^\phi$  — фактический внутренний диаметр труб с учетом толщины фактического слоя отложений  $\sigma_\phi$ , м;

$V_\phi$  — фактическая скорость потока, м/с;

$\eta$  — КПД насосной установки. Для расчетов принимают  $\eta = 0,7$ .

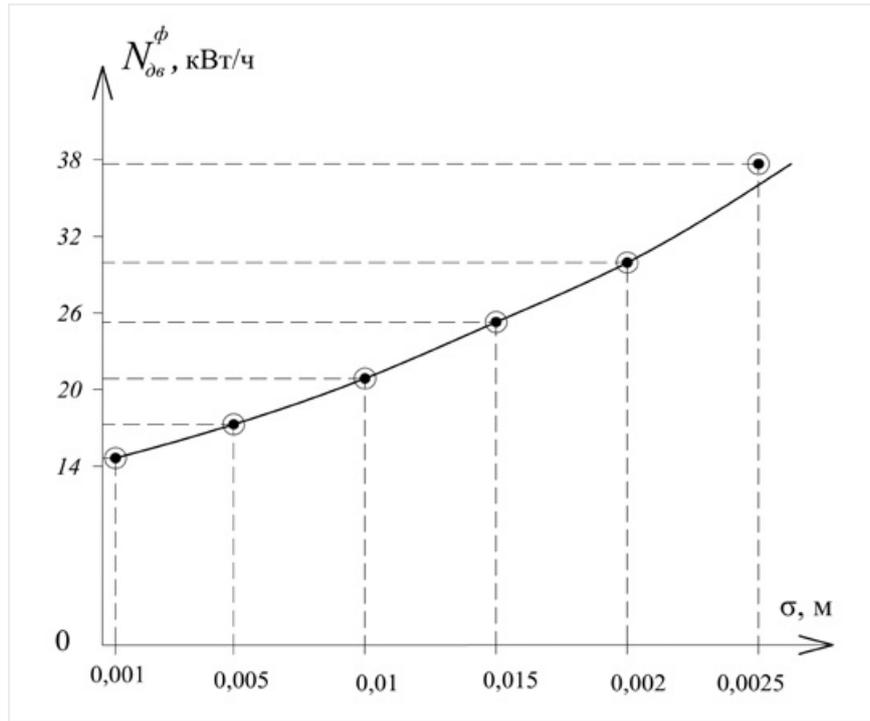


Рис. 4. График зависимости  $N_{\text{дс}}^\phi = f(\sigma)$

Однако определение значения  $N_{\text{дс}}^\phi$  на практике связано с организационными трудностями, поэтому целесообразнее рассчитывать значение  $K_{\text{эф}}$  по формуле (6), являющегося отношением значений расчетных характеристик гидравлического потенциала труб на момент оценки (числитель) к значениям фактических характеристик для изношенных труб (знаменатель).

В табл. 1 приведена прогнозная (остаточная) продолжительность использования металлических труб в зависимости от значения величины коэффициента эффективности их использования  $K_{\text{эф}}$ , определяемого по формуле (6).

На рис. 4 приведен график зависимости  $N_{\text{дс}}^\phi = f(\sigma)$ , показывающий, что чем больше значение толщины слоя внутренних отложений  $\sigma$ , тем больше значение фактических энергозатрат насосного оборудования  $N_{\text{дс}}^\phi$ .

На рис. 5 приведены графики зависимости  $i = f(\sigma)$ , характеризующие результаты сравнения характеристик расчетного внутреннего диаметра  $d_{\text{вн}}^p$  (по стандарту) с табличными  $d_{\text{вн}}^{\text{табл}}$  и фактическими значениями  $d_{\text{вн}}^\phi$  с учетом толщины слоя отложений.

Из графика на рис. 5 следует, что чем больше  $\sigma$ , тем больше фактические потери напора на сопротивление по длине  $i_\phi$ .

Ниже для примера, по данным ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», приведены стоимостные характеристики замены стальных и чугунных водопроводных труб диаметром 200 мм в Санкт-Петербурге.

Оценка стоимости затрат на замену стальных и чугунных труб диам. 200 мм показывает:

по Санкт-Петербургу (на 01.07.2020):

- стальных  $d = 200$  мм — 278,3 км — 3,7%;

Таблица 1

Остаточная продолжительность эксплуатации трубопровода $T_{\text{исп}}$ , лет	Значение величины $K_{\text{эф}}$			
	$0,95 \leq K_{\text{эф}} \leq 1$	$0,90 \leq K_{\text{эф}} \leq 0,95$	$0,8 \leq K_{\text{эф}} \leq 0,90$	$K_{\text{эф}} < 0,80$
$\geq 10,0$	не менее 5,0	использовать — нецелесообразно	использовать — недопустимо	

27-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
бытового и промышленного оборудования для отопления,  
водоснабжения, инженерно-сантехнических систем,  
вентиляции, кондиционирования, бассейнов, саун и спа

0+

# aqua THERM MOSCOW

14–17.02.2023

Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд  
[aquathermmoscow.ru](http://aquathermmoscow.ru)



Специализированный раздел



Одновременно с выставкой  
оборудования и технологий  
для вентиляции  
и кондиционирования



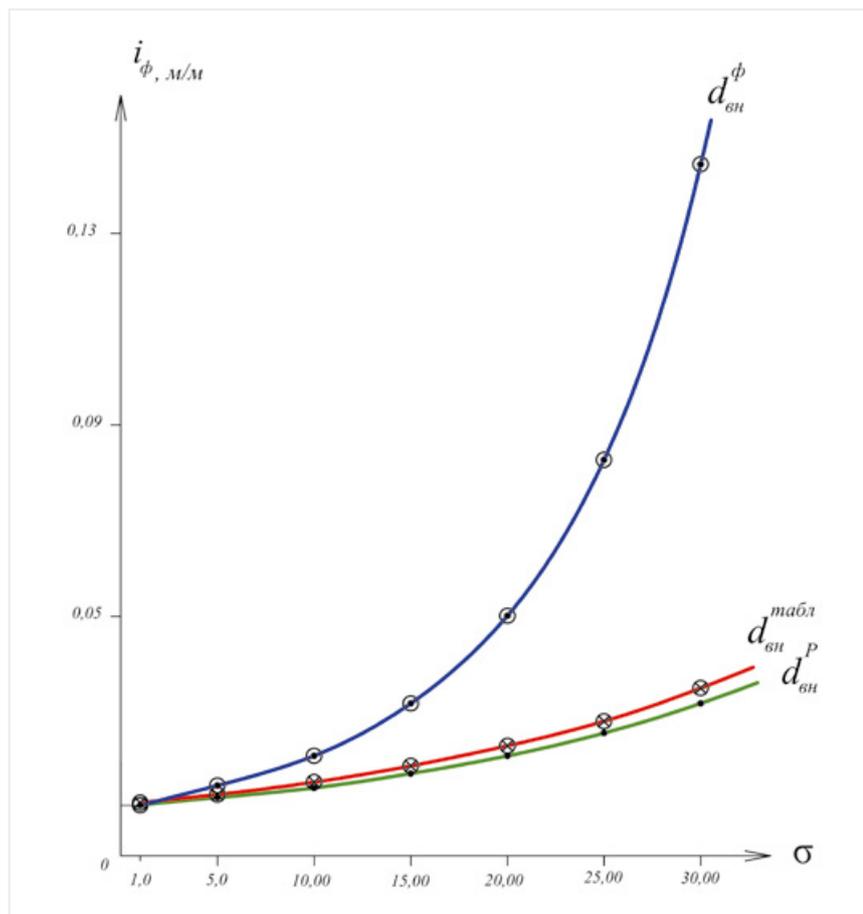


Рис. 5. Графики зависимости  $i = f(\sigma)$

- чугунных  $d = 200$  мм — 929,3 км — 12,2%;
- стоимость замены 1 п. м — 4000 руб. / 1 п. м;
- стоимость 1 п. м ПЭ труб диам. 225 мм — 1169 руб. / 1 п. м;
- стоимость замены 1 п. м стальных и чугунных труб на полиэтиленовые составляет примерно 4000 руб./1 п. м.

**Стоимость затрат:**

- на замену стальных труб — 278 300 п. м x 5169 руб. / 1 п. м = 1 млрд 438 млн 532 тыс. 700 руб. — **0,2%** от общей суммы затратной части бюджета на 2020 год — **727,7** млрд руб.;
- на замену чугунных труб — 929 300 п. м x 5169 руб. / 1 п. м = 4 млрд 803 млн 551 тыс. 700 руб. — **0,7%** от общей суммы затратной части бюджета;

**по стране:**

- общая длина водопроводных сетей — 583 000 км;
- расчетная длина трубопроводов диам. 200 мм — 290 000 км (~50% от общей длины — экспертная оценка);
- стоимость затрат на замену металлических труб:

290 000 000 x 5169 руб. = **1 трлн 499 млрд руб.;**

- расходная часть национального бюджета на 2020 год — **18 трлн руб.**

То есть на замену металлических труб на ПЭ потребуется примерно **восьмая часть** национального бюджета РФ.

Таких финансовых затрат ни один бюджет не выдержит, поэтому предлагаются два пути выхода из создавшегося положения:

1. Подвергнуть замене металлические трубы на трубы из полимерных материалов в зависимости от значения коэффициента эффективности их использования  $K_{эф}$ .
2. Продлить период эксплуатации металлических труб, достигших предельного состояния.

Стоимость замены изношенных стальных и чугунных труб диаметром 200 мм по стране составляет примерно 1,5 трлн руб., что весьма затратно, поэтому второй путь решения проблемы финансово предпочтительнее. Он заключается в следующем:

- Для продления периода эксплуатации металлических трубо-

проводов **использовать реагент нового поколения ПГМГ-ГХ**, обладающий обеззараживающим потенциалом с образованием на внутреннем слое отложений микропленки, предотвращающей дальнейший рост слоя отложений, — 12-летний опыт Череповецкого водоканала;

**ПГМГ-ГХ** — высокомолекулярная соль на основе полигексаметиленгуанидина.

Считаем также целесообразным:

- Приступить в 2022 году к разработке **нового стандарта ГОСТ Р. Качество воды. Оценка технологической безопасности и гидравлической эффективности водопроводных труб.**
- Рекомендовать организациям, эксплуатирующим водопроводные сети из металлических труб, на стадии жизненного цикла «эксплуатация» производить ежегодный контроль толщины слоя внутренних отложений для возможности прогнозирования их остаточного периода эксплуатации.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие // М.: Издательский дом «Бастет». 2014. — 382 с.
2. Продоус О. А. Зависимость продолжительности использования металлических трубопроводов систем водоснабжения от толщины слоя отложений на внутренней поверхности труб // Сборник докладов XV Международной научно-технической конференции «Яковлевские чтения», Москва. Издательство МИСИ-МГСУ. 2020. — С. 113–117.
3. Продоус О. А., Новиков М. Г., Самбурский Г. А., Шипилов А. А., Терехов Л. Д., Якубчик П. П., Черных В. А. Рекомендации по реконструкции неновых металлических трубопроводов из стали и серого чугуна // Изд. ООО «Свое издательство», Санкт-Петербург — Москва, 2021. — 36 с. ил.
4. Продоус О. А., Шипилов А. А., Якубчик П. П. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб из стали и серого чугуна с внутренними отложениями. Справочное пособие 1-е издание. 2021 г. // Издательство ООО «Перо», Санкт-Петербург — Москва. 2021. — 238 с. ил.



# РОССИЙСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

28.02 – 03.03.2023

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Международная  
специализированная  
выставка  
RosBuild 2023



Международная  
специализированная  
выставка  
«Мир стекла-2023»



Салон «Малозэтажное  
домостроение»



Форум «Строим будущее  
России вместе»



[www.rsn-expo.ru](http://www.rsn-expo.ru)

12+



Реклама

При поддержке

Под патронатом

Организатор



ЭКСПОЦЕНТР

# РОСТЕРМ

производим совершенствуя

## ПОРТРЕТ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ, ИЛИ ЧЕМ РОССИЙСКОМУ ДЕВЕЛОПЕРУ ЗАМЕНИТЬ ТРУБЫ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ КИТАЯ И ЕВРОПЫ

### ИСТОРИЯ

История РОСТерм началась в 2005 году с целью продвижения материалов и решений в области внутренних инженерных систем, максимально адаптированных к сложным условиям эксплуатации российских систем водоснабжения, отопления и канализации.

За эти годы компания стала одним из крупнейших игроков на рынке инженерного обеспечения объектов жилого, коммерческого и государственного строительства России.

Гордость компании — более 2500 реализованных проектов в новом жилищном строительстве.

Именно благодаря профессиональной зрелости команды РОСТерм, тесному сотрудничеству собственного проектного отдела с крупнейшими проектными институтами страны, ответственному подходу к качеству и надежности поставляемого оборудования наши партнеры получают усовершенствованные технические решения в сфере инженерного обеспечения.

В 2014 году была обновлена стратегия РОСТерм, что позволило компании перейти на качественно новый этап развития.

В это время сердцем бизнеса становится собственное производство труб и фитингов из полимерных материалов PP-R/PP-RT/PE-Xa/PE-Xb/PVDF/PPSU/PE-RT/PVC.

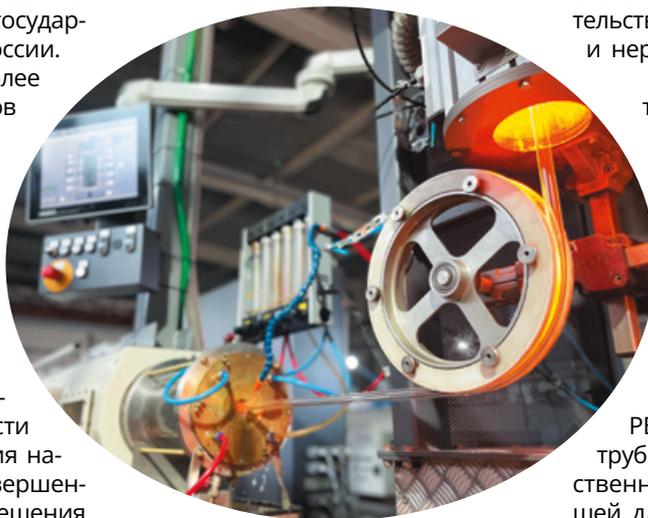
### PE-Xb

Первой была запущена линия по производству трубы PE-Xb и трубы PE-Xb с кислородно-защитным слоем. Сегодня география распространения трубы РОСТерм PE-Xb в системах питьевого и хозяйственно-питьевого назначения, горячего водоснабжения, водяного отопле-

ния, в системах водяных теплых полов и стен, почвенного подогрева расширилась на всю Россию от Калининграда до Владивостока.

### PP-R И PP-RT

Следом началось масштабное производство полипропиленовой трубы из современного материала PP-R, широко используемого в системах трубопроводов различных направлений.



Особенностью производства стал выпуск трубы РОСТерм FRP из термостабилизированного полипропиленового материала PP-RT, армированного стекловолокном, одного из современных решений для систем ГВС и отопления. По сравнению с обычным PP-R, кристаллическая решетка PP-RT имеет другую молекулярную структуру, в которой образуются меньшие по величине кристаллы, но в большем количестве. Плотное расположение позволяет добиваться одинаковых с PP-R технико-эксплуатационных характеристик при меньших диаметрах трубопроводов. Данное решение помогает существенно сократить издержки при строительстве инженерных систем.

Отдельно следует обратить внимание на изделия РОСТерм из термостабилизированного полипропиленового материала с увеличенной толщиной стенки SDR5 и SDR6, которые успешно выдерживают предельные для полимеров параметры давления и температуры — более 14 бар при температуре 65 градусов соответственно. Они могут использоваться на самых нагруженных участках системы ГВС многоэтажного строительства как альтернатива стальным и нержавеющей трубам.

Высокое качество труб и фитингов РОСТерм сделало возможным производить продукцию под собственной торговой маркой для основных игроков рынка.

### PE-RT

Многолетняя работа специалистов завода РОСТерм с полиэтиленом повышенной термостойкости PE-RT type 2 для производства труб позволяет выпускать качественную трубу. Благодаря хорошей длительной гидростатической прочности при высоких температурах в сочетании с превосходной гибкостью труба PE-RT РОСТерм является одним из лучших решений для отопления и водоснабжения.

### PE-Xa/PPSU/PVDF

Важным этапом в развитии производства стало производство аксиальной системы PE-Xa. Сегодня РОСТерм является единственным российским производителем аксиальной системы PE-Xa: трубы PE-Xa и фитинги PPSU и PVDF для систем отопления производятся на одной площадке.

### Немного о производстве PE-Xa

В процессе экструзии изначально сформированной массы с добавлением пероксида под воздействи-

ем температуры как катализатора происходит изменение химической структуры полиэтилена с образованием дополнительных связей между основными молекулами — С=С. Именно эти дополнительные связи и называются сшивкой. В методе А эти связи линейные, что проявляется большим эффектом памяти относительно других методов сшивки.

Данный метод производства — очень ювелирная работа, требующая высокого уровня экспертизы производства и высшей квалификации команды. Здесь ошибки не прощаются и исправить их нельзя, любая ошибка приводит к образованию брака, не подлежащего переработке. Именно поэтому трубы, произведенные таким способом, стоят дороже.

Компания РОСТерм дает выбор клиентам и производит сшитый полиэтилен двумя способами: PE-Xa и PE-Xb.

PPSU-фитинги РОСТерм изготавливаются из специального полимера — полифенилсульфона (PPSU), а гильзы из PVDF. Соединения из PPSU и PVDF отличаются высокой ударной прочностью, устойчивостью к высоким температурам (до +170 °С) и воздействию агрессивной среды. Поэтому фитинги PPSU/PVDF РОСТерм стали одной из альтернатив латунным фитингам. Так как монтаж фитингов и гильз обеспечивает надежное герметичное соединение, это дает возможность их использования в монолите и стяжке.

### ПВХ/ПНД

Летом 2022 года компания РОСТерм открыла завод по выпуску изделий из ПВХ и ПНД: гофры для кабелей, гофрированных кожухов для защиты металлополимерных труб и труб из сшитого полиэтилена.

### ЛАБОРАТОРИЯ

Гордостью производства является собственная лаборатория, оснащенная новейшим и уникальным оборудованием.

Испытательная лаборатория аккредитована в национальной системе оценки соответствия «РосОснова», регистрационный № РОСС RU.32368.04НС00.

В сферу деятельности испытательной лаборатории входит:

- входной контроль (контроль сырья и комплектующих изделий);
- операционный контроль (контроль на этапе производства);

- приемо-сдаточный контроль (приемка партий изделий);

- научно-исследовательская деятельность.

Лаборатория РОСТерм обеспечивает высокое качество и своевременность испытаний труб, фитингов, их соединений и достоверность результатов.

На текущий момент на заводе РОСТерм:

- переработано более 15 000 тонн сырья;
- запущено 9 современных линий и 11 термопластавтоматов;
- произведено более 150 млн метров трубы;
- произведено более 30 млн фитингов.

Производство РОСТерм держит курс на бережливое использование сырья и материалов.

Производя основной ассортимент только из первичного сырья, линии по производству периферийных изделий перерабатывают вторичное сырье, из которого производятся: ключ для крана Маевского, ключи для фильтров, ключ для заглушек, фиксатор для поворота труб, ключ для ПНД-фитингов, направляющие для укладки теплого пола, скобы для трубной теплоизоляции и для крепления труб.

### 2022 ГОД

Текущий год стал вызовом для компании и производства.

РОСТерм увеличил производственные площади на 2500 м<sup>2</sup>.

За десять месяцев 2022 года увеличен выпуск фитингов PPSU и PVDF в шесть раз, трубы PE-X — более чем в три раза.

По итогам 2021 года РОСТерм как производитель занял второе место по производству трубы PE-Xa в России.

Переработка полипропилена возросла более чем на 50%, расширено производство фитингов до D125 мм.

Дополнительные площади завода дадут возможность увеличить производство трубы PE-Xa и защитного гофрированного кожуха минимум в три раза уже в 2023 году. Будет расширена ассортиментная матрица PPSU-фитингов в диапазоне 16–32 мм.

Количество выпускаемых гильз PVDF увеличится в два раза до конца 2022 года.

Также в 2022 году более чем на 100% были увеличены объемы по собственной сборке коллекторных узлов для отопления и водо-

снабжения. Готовые изделия учитывают архитектурные особенности зданий, параметры систем отопления/водоснабжения, нюансы учета ресурсов и прочие аспекты каждого конкретного проекта.

В ноябре 2022 года планируется открытие цеха по производству кабель-каналов.

### В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ

После ухода с российского рынка иностранных компаний основной задачей РОСТерм стало обеспечение потребностей застройщиков качественной продукцией для реализации проектов в области внутренних инженерных систем, а через сети DIY — частных лиц, ремонтирующих свои дома и квартиры, прежде всего аксиальной системой PE-Xa завода РОСТерм. Данная аксиальная система является полным аналогом системы Rehau, что дает возможность повсеместного использования системы РОСТерм вместо европейских брендов.

Балансировка Heizen компании РОСТерм стала равноценной заменой «Данфосс» для многих проектов.

Сегодня РОСТерм минимизирует риски от импорта:

- персонал обучен всем технологическим процессам и техническому обслуживанию оборудования;
- созданы увеличенные запасы сырья, а в случае его дефицита предлагаются трубы из отечественного сырья со схожими характеристиками;
- минимизированы риски через диверсификацию оборудования;
- идут разработки отечественного сырья.

За этот год трубы РОСТерм были «перепроектированы» вместо ушедших аналогов в 30 проектах на сумму более чем 150 млн рублей.

Все основные решения производства РОСТерм представлены в более чем 57 городах России.

В настоящее время компания РОСТерм является крупнейшим заводом в Санкт-Петербурге и Ленинградской области и экспертом в переработке полимеров.

Это команда профессионалов, гибко реагирующих на новые вызовы рынка и быстро адаптирующаяся к изменяющимся экономическим условиям, готовая предложить лучшие решения для замещения импортного оборудования.

Но главное в компании — это люди, любящие свое дело и заботящиеся о своих клиентах.

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИСХОДНОЙ ВОДЫ ЗА СЧЕТ ЕЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ

*М. Н. Торопов, к. т. н., заведующий лабораторией «Электропоезда и локомотивы» Российского университета транспорта (РУТ МИИТ)*

*П. П. Бегунов, к. т. н., доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)*

*Н. В. Васильев, инженер Российского университета транспорта (РУТ МИИТ)*



**МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ ТОРОПОВ**

Кандидат технических наук, заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы» Российского университета транспорта (РУТ МИИТ).

Специалист в области прочности и надежности конструкций и улучшения качества воды.

Работал в НИИ «Промстальконструкция» МВТУ, МИИТе (доцент, начальник отдела НИР МИИТа. С 2018 года — заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы»). Разработчик технологии водоподготовки, отмеченной золотой медалью и дипломами международных выставок. Руководитель более чем 60 исследовательских и внедренческих работ по этому направлению. Котельные, тепловые сети, водопроводы, системы водотеплоснабжения и кондиционирования пассажирских вагонов. С 2018 года — внедрение технологии на системах водоохлаждения локомотивов.

Автор более чем 180 научных статей. Разработчик целевых программ (региональной и союзного государства России и Белоруссии) по защите от износа деталей и узлов техники.

Статья является продолжением статей «Взаимосвязь качества воды с экологичностью, безопасностью и энергоэффективностью при использовании энергетического метода водоподготовки в системах водотеплоснабжения» и «Энергетический метод водоподготовки — путь улучшения качества воды в системах водотеплоснабжения», опубликованных в журнале «Инженерные системы» 2022/2 и 2022/3 соответственно. Рассмотрены перспективы развития разработанного метода и улучшения качества исходной воды за счет ее комплексной обработки.

Продолжаются работы по применению ЭМВ в транспортном комплексе на предприятиях ОАО «РЖД», Минтранса. Создан и совместно работает творческий коллектив кафедр «Электропоезда и локомотивы» РУТ (МИИТ), «Эксплуатация судовых энергетических установок» Волжского государственного университета водного транспорта (ФГБОУ ВО ВГУБТ), специалистов Северодвинского филиала Северного (Архангельского) федерального университета имени М. В. Ломоносова, кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО «Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I».

Работая с кафедрой «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ПГУПС ([Е. Г. Петров], П. П. Бегунов), мы пришли к мыс-

ли, что для получения более значимых результатов целесообразно создавать комплексную технологию на базе применения ЭМВ — антикоррозионная и антиадгезионная защита, алюмосиликатных активированных адсорбентов (ААА) — глубокая очистка воды от железа и марганца и электрохимически активированных растворов (ЭХАР) — экологичное обеззараживание. Получать при этом воду с минимальной склонностью к накипеобразованию, коррозионной агрессивностью, отвечающей требованиям СанПиН, с надежной бактериологической защитой и экологической безопасностью. На сегодняшний день это самый эффективный способ получения качественной воды, обладающий несравненным преимуществом перед традиционными методами — он дешев.

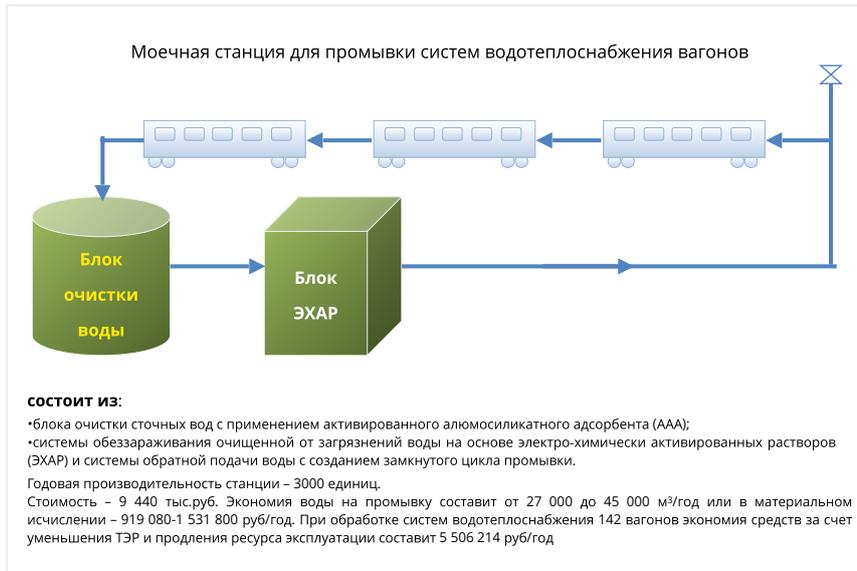


Рис. 1. Проект моечной станции для систем водотеплоснабжения пассажирских вагонов

Ориентировочно можно предположить, что на сумму средств, затраченных на изготовление одного литра бутилированной воды, можно подготовить 80 литров воды с использованием автономных систем, до 1000 литров — мембранными и коагуляционными методами и до 3500 литров предложенной комплексной технологией.

Питая такой водой ремонтные предприятия, подвижной состав (вагоны, тепловозы), можно будет решать нерешаемые на сегодняшний день технические и технологические задачи.

Чтобы убедиться в этом, желательно выделить для проведения работ железнодорожный поселок с развитой инфраструктурой водотеплоснабжения (ремонтные предприятия, депо, жилой сектор). При этом также следует иметь в виду, что в настоящее время разработан проект моечной станции систем водотеплоснабжения и калориферных ветвей, в частности, пассажирских вагонов (рис. 1). Вагон — всего лишь модель, прообраз производственного помещения, жилого дома. Получается и на вагоне, получится и на других его модификациях.

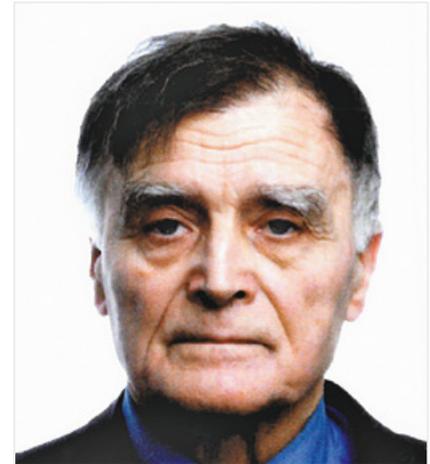
Так, исходя из нормативных документов [1–3], моечная станция является необходимой частью технологического процесса обработки систем водотеплоснабжения пассажирских вагонов энергетическим методом.

В настоящее время промывка осуществляется сбросом воды из системы водотеплоснабжения в канализацию с повторным ее заполнением и последующим сбросом сточных вод. Ввиду большой толщины твердых и рыхлых отложений в системе (2–6 мм) такой метод не эффективен.

Обработка системы водотеплоснабжения с применением ЭМВ инициирует процесс очистки конструкций от продуктов коррозии и отложений. Система полностью очищается от них с образованием на поверхностях, контактирующих с водой, стойкой защитной пленки (рисунки 2–4) [4].

После применения ЭМВ мелкодисперсные взвеси и рыхлые, легко удаляемые водой отложения в системе водотеплоснабжения вагона **достигают по массе порядка 200 кг**. Для вывода их из системы необходимо применение специального оборудования с обязательной по санитарным нормам на водоотведение (СанПиН 2.15.980-00) очисткой сточных вод от загрязнений и их обеззараживанием (п. 4.1.1) перед сбросом. Своевременное удаление разрыхленных коррозионно-солевых отложений из системы водотеплоснабжения вагона будет способствовать стабильной экономии ТЭР, затрачиваемых на отопление и водоснабжение. Это также способствует повышению ресурса системы в целом.

Создание замкнутого цикла промывки с глубокой очисткой сточных вод от загрязнений и их обеззаражи-



ПЕТР ПЕТРОВИЧ БЕГУНОВ

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика». В 1957 году окончил советскую среднюю школу в г. Лигнице (ПНР) с серебряной медалью. В 1962 — году инженер-строитель после обучения на кафедре «ВК» ЛИИЖТа, с 2002 года по настоящее время доцент этой же кафедры. Работал в проектировании (г. Новгород), строительстве (г. Куйбышев, г. Новгород, г. Санкт-Петербург), науке (г. Санкт-Петербург). Решением Совета в Ленинградском политехническом институте им. М. И. Калинина присуждена ученая степень к. т. н. в 1982 году. Есть внедренные изобретения, научные труды, опубликовано более 100 статей, учебных пособий, методических указаний. Область научных интересов: очистка воды, ее обеззараживание через активацию; реконструкция и модернизация сооружений (ВК), сетей (ВК и теплоснабжения).



**НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ВАСИЛЬЕВ**  
Инженер Российского университета транспорта (РУТ МИИТ).  
Специалист в области водоподготовки и применения экологически чистых методов для уменьшения скорости коррозии в морской и пресной воде на затопленных конструкциях. Последние результаты работ докладывались на конференциях МСОИ РАН в 2017 и 2019 годах.

### СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА ДО(А) И ПОСЛЕ(Б) ОБРАБОТКИ



Рис. 2. Состояние систем отопления пассажирских вагонов до и после применения ЭМВ

вание без применения гипохлоритов позволят проводить промывку без сброса сточных вод и обеспечить необходимое санитарно-эпидемиологическое состояние систем водоснабжения и отопления вагона.

При этом значительно сократится потребление воды для получения качественной промывки.

Следует учитывать, что применяемые в моечной станции технологии, разработанные учеными-железнодорожниками, дают возможность получать самую дешевую на сегодняшний день схему промывки с высоким качеством очистки воды от загрязнений и высокими микробиологическими показателями

Станция может быть использована и для очистки тепловых, водопроводных сетей, систем водяного охлаждения дизелей тепловозов и промышленного оборудования. Могут быть варианты: на железнодорожном ходу, автомобильном, стационарный. Срок окупаемости такой станции 12–15 месяцев.

Некоторые технико-экономические данные моечной станции (в ценах 2012 года):

- годовая производительность — 3000 систем водоснабжения;
- стоимость — 9 млн 400 тысяч рублей;

• экономия воды на промывку — от 27 000 до 45 000 м<sup>3</sup>/год, что в материальном исчислении составит 919 000–1 531 800 руб/год;

При обработке систем водотеплоснабжения 142 вагонов экономия средств за счет экономии ТЭР и продления срока эксплуатации составит 5 506 211 рублей. Улучшить качество воды можно и в пунктах заправки вагонов водой (рис. 5).

При этом очистное сооружение состоит из трех блоков:

- блок глубокой очистки воды в водозаборе с применением ААА;
- блок обеззараживания воды на основе использования ЭХАР;
- блок очистки от вторичного загрязнения (ЭМВ).

**Таблица 1. Некоторые физико-химические параметры обрабатываемой ЭМВ исходной воды (до обработки)**

Солесодержание, мг/л	От 100 до 10 500
Жесткость, мг-экв/л	От 0,2 до 11,7
Щелочность, мг-экв/л	От 0,7 до 10,0
Отношение карбонатов к биокарбонатам при pH>8,4, %	От 0 до 20
Содержание железа, мг/л	От 0 до 11,4
Водородный показатель	От 6,2 до 11,0
Скорость коррозии (глубина проникновения), мм/год	От 0,1 до 2,14
Интенсивность накипеобразования, г/м <sup>2</sup> в год	От 190 до 2860

## Создано для лучших проектов

Доступно. Качественно. Надежно. Оборудование «Ридан» для систем теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования производится на площадках компании в Московской и Нижегородской областях и на заводах-партнерах по разработанным в «Ридан» спецификациям с соблюдением международных стандартов качества.



В результате обработки с применением ЭМВ и гидравлической промывки устраняются причины вторичного загрязнения воды (рис. 6).

Как видно из рис. 6, в технологии выделяются три периода: предшествующий обработке; обработка и промывка; стабилизация показателей воды после обработки и промывки. В результате в водекратно уменьшается содержание железа, углекислого газа и других показателей. Вода становится прозрачной при получении стабильного нейтрального pH.

Это притом что технологические параметры исходной воды, используемой на объектах применения ЭМВ в России (рис. 7),кратно превышают ПДК (табл. 1) [5].

Максимально зафиксированное содержание железа в воде (11,4 мг/л) превышает ПДК (0,3 мг/л) в 38 раз.

В сложившейся ситуации в нормативных документах увеличивают допустимый уровень ПДК для проблемных показателей воды. Это коснулось, в частности, содержания железа в воде, общей жесткости и ряда других показателей.

К примеру, в соответствии с ГОСТ 31954-2021 ПДК на жесткость общую составляет 10 мг-экв/л, а в отмененном СанПин 2.1.4.1074-01 она не превышала 7 мг-экв/л.

По имеющемуся же опыту проведенная промывка и применение ЭМВ обеспечивают нормативные значения ВХР оборудования независимо от исходного состояния воды.

Так, в результате обработки и гидравлической промывки осуществляется:

- Полное удаление накипно-коррозионных отложений с поверхности нагревательных элементов, баков, оборудования и трубопроводов. Скорость удаления старой накипи с металлических поверхностей от 1 до 5 мм в месяц в зависимости от ее химического состава, температуры, давления воды и пара.

- Устойчивое предотвращение накипеобразования и коррозии. В воде уменьшается содержание продуктов вторичного загрязнения [железа и других примесей] (рис. 6)]. Продолжительность эксплуатации систем между обработками не менее 5-7 лет, без химводоподготовки и образования накипи, отложений и коррозии.

### СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА ДО И ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ



Рис. 3. Состояние водопровода вагона до и после применения ЭМВ

### СОСТОЯНИЕ ПАТРУБКА ТИТАНА ДО ОБРАБОТКИ И ЧЕРЕЗ МЕСЯЦ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ



Рис. 4. Состояние патрубка титана пассажирского вагона до и через месяц после применения ЭМВ

### СХЕМА ЗАПРАВКИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЧИСТОЙ ВОДОЙ (1 - ТРУБОПРОВОДЫ ВОДОКАНАЛОВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ; 2 - ЗАПРАВОЧНЫЕ ГИДРАНТЫ)

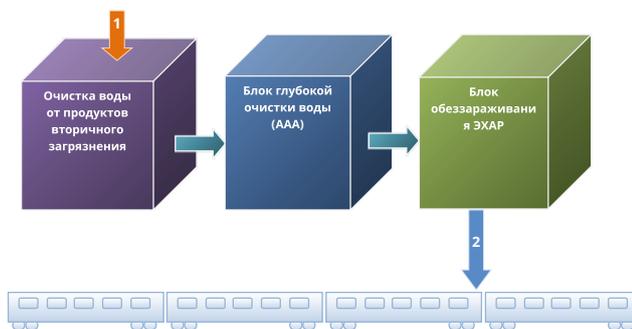


Рис. 5. Схема заправки пассажирских вагонов чистой водой

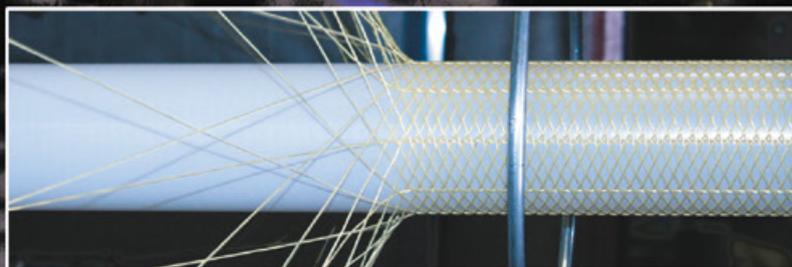


**ТВЭЛ ПЭКС**  
Завод Полимерных Труб

Гибкие пластиковые трубы в ППУ-изоляции с несущей армированной трубой из сшитого полиэтилена РЕХ-а для наружных сетей тепло-водоснабжения. Трубы с греющим термокабелем. Стыки, фитинги, проектирование, шефмонтаж, обучение

Завод Полимерных Труб,  
г.Санкт-Петербург  
(812) 327-07-07

[www.tvelpex.ru](http://www.tvelpex.ru)



температурный график  $+95^{\circ}+70^{\circ}$  С при давлении до  $10 \text{ кг/см}^2$  ● диаметр труб до 160/225мм  
поставка труб в "бухтах" длиной до 600 м ● не нужны компенсаторы и неподвижные опоры  
монтаж стыков с помощью металлических фитингов ручным гидравлическим инструментом  
полное отсутствие коррозии и внутреннего зарастания трубы ● радиус изгиба от 0,8 м  
трубы с саморегулирующимся греющим термокабелем для транспортировки холодной воды

- Увеличение в 1,5–3,0 раза срока службы системы.
- Сокращение на 15–20% расхода ТЭР, обусловленное повышением теплопередающих свойств нагревательных элементов, котлов, труб и более полным сгоранием твердого топлива.

Об экономичности и качестве метода свидетельствуют хотя бы сравнительные удельные затраты на обеззараживание воды и качественные показатели обеззараживания.

При этом рассматривалась возможность применения как традиционных методов обеззараживания (хлорирование, хлорирование с дехлорированием, озонирование и ультрафиолетовое облучение), так и использование электрохимически активированных растворов (рабочего раствора анолита), производимых аппаратом СТЭЛ. Технологическая схема установки ЭХАР приведена на рис. 8.

Применение ЭХАР по сравнению с хлорированием, озонированием, ультрафиолетовым облучением требует в 2–15 раз менее затрат при получении более высокого качества обеззараживания (табл. 2–3).

Как следует из табл. 3, использование весьма токсичного хлора для обеззараживания **не решает вопроса с бактериями и вирусами в воде**. Показателем этого является, в частности, наличие в воде колифагов. Эти образования являются лакмусовой бумажкой на наличие в воде бактерий и вирусов. Если остались колифаги, есть бактерии и вирусы.

Озонирование приводит к образованию высокотоксичных формальдегида, глиоксаля, метилглиоксаля, усилению биообразования трубопроводов. О частоте применения этого метода в мире можно судить по рис. 9. Для США — это всего лишь 0,37%.

Что касается ультрафиолетового облучения — оно не обеспечивает остаточного дезинфицирующего действия в сети водопровода.

И только ЭХАР не присущи недостатки традиционных методов.

При этом активированный алюмосиликатный адсорбент (ААА) высокоэффективно очищает воду от цветности, мутности, железа, марганца, сероводорода, тяжелых металлов, радионуклидов, нефтепродуктов и других органических и минеральных веществ. Вода после очистки обладает меньшим

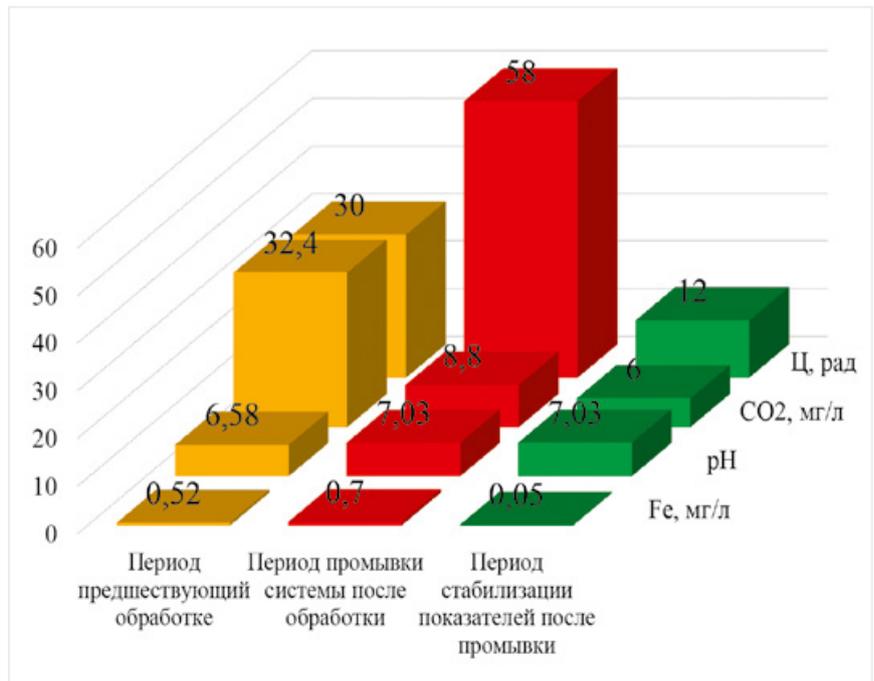


Рис. 6. Динамика изменения цветности (Ц), концентрации железа (Fe), углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и уровня pH в процессе улучшения качества воды



Рис. 7. География распространения ЭМВ на ремонтных предприятиях транспортного комплекса

Таблица 2. Укрупненные удельные затраты на обеззараживание воды

№ п/п	Способ обеззараживания	Капитальные затраты	Эксплуатационные расходы	Годовые приведенные затраты
1	Хлорирование	19,50	2,22	4,56
2	Хлорирование с дехлорированием	20,82	2,76	5,25
3	Озонирование	4,50	22,44	29,20
4	Ультрафиолетовое облучение	33,00	5,40	9,36
5	ЭХАР	1,10	0,50	1,60

29-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ



# ВЫСТАВКА СТРОИМ ДОМ

ООО «КНАУФ ГИПС»  
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



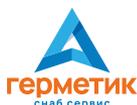
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

**ШИРОТА 60**  
загородное строительство

Дома премиум и комфорт класса под ключ  
по индивидуальным проектам  
shirota60.ru 8 (812) 926-0484

## 22-23 апреля

- СТРОЙМАТЕРИАЛЫ
  - ИНЖЕНЕРИЯ
  - КАМИНЫ
  - ЛАНДШАФТ
- СЕМИНАРЫ  
И МАСТЕР-КЛАССЫ



г. Санкт-Петербург, Петербургское шоссе 64/1

с 11:00 до 18:00



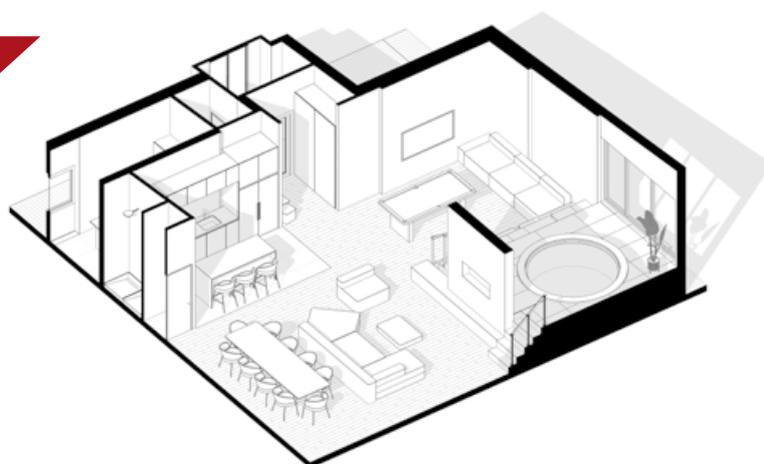
# ВЫСТАВКА ИНТЕРЬЕРНЫЙ САЛОН

0+

Генеральный партнер  
**BOBROVA  
PAVLOVA**  
ARCHITECTURE & DESIGN

## ЭКСПОФОРУМ Павильон G

- ДИЗАЙН
- ДЕКОР
- РЕМОНТ
- ИНТЕРЬЕР



Бесплатный вход

[exposfera.spb.ru](http://exposfera.spb.ru)

(812) 425-14-15

значением окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), чем вода до очистки, и лучше усваивается организмом [6].

Так, на рис. 10 приведена сравнительная величина ОВП крови, клеточной жидкости человека, нервной воды и той же воды после очистки с применением ААА.

ААА, представляющий из себя смесь природных материалов и активизирующих добавок, — разработка профессора, д. т. н. **Евгения Георгиевича Петрова**. Механизм удаления из воды загрязнений адсорбентом двухступенчатый. Процессу сорбции вредных примесей в большинстве случаев предшествует химическая реакция в слабокислой среде ( $8 < \text{pH} < 9$ ), создаваемой адсорбентом при фильтрации через него очищаемой воды. В результате коллоидные и растворенные в воде загрязнения преобразуются в нерастворимые соединения, которые в дальнейшем сорбируются на зернах адсорбента. Данный процесс интенсифицирован: поверхность зерен имеет положительный заряд, в то время как частицы загрязнений несут на себе отрицательный потенциал. Таким образом, процесс сорбции осуществляется за счет притягивания разноименно заряженных частиц. В табл. 4 приведены результаты испытаний адсорбента в специализированной лаборатории.

Результаты, представленные в табл. 4, свидетельствуют о высоком качестве очистки, в данном случае сточных вод. Так, содержание железа в воде после очистки уменьшилось в 200 раз, марганца — в 173 раза, нефтепродуктов — в 500 раз.

Следует указать, что стоимость адсорбента в несколько раз ниже стоимости материалов аналогичного назначения (неолиты, активированные угли, ионообменные смолы и т. п.). Кроме того, ААА — адсорбент длительного использования. Срок его службы составляет 7–10 лет. Годовые потери на износ не превышают 10–15%. Весь процесс очистки осуществляется в типовом фильтровальном сооружении напорного или открытого типа, загружаемом адсорбентом.

В сочетании с использованием активированной воды для обеззараживания, технологическая схема заправки пассажирских вагонов водой получается дешевой



Рис. 8. Технологическая схема установки ЭХАР

при ее чрезвычайной надежности по тяжелым металлам, фенолам, хлорфенольным соединениям, нефтепродуктам, микробиологическим показателям, включая **колифаги, отсутствие которых не обеспечивается гипохлоридами**.

Создание подобной системы очистки и обеззараживания воды в водозаборе в сочетании с ликвидацией причин ее вторичного загрязнения в системе водотеплоснабжения вагона с применением ЭМВ позволит значительно улучшить ее качество и увеличить временные промежутки между планируемыми обработками систем энергетическим методом. При этом

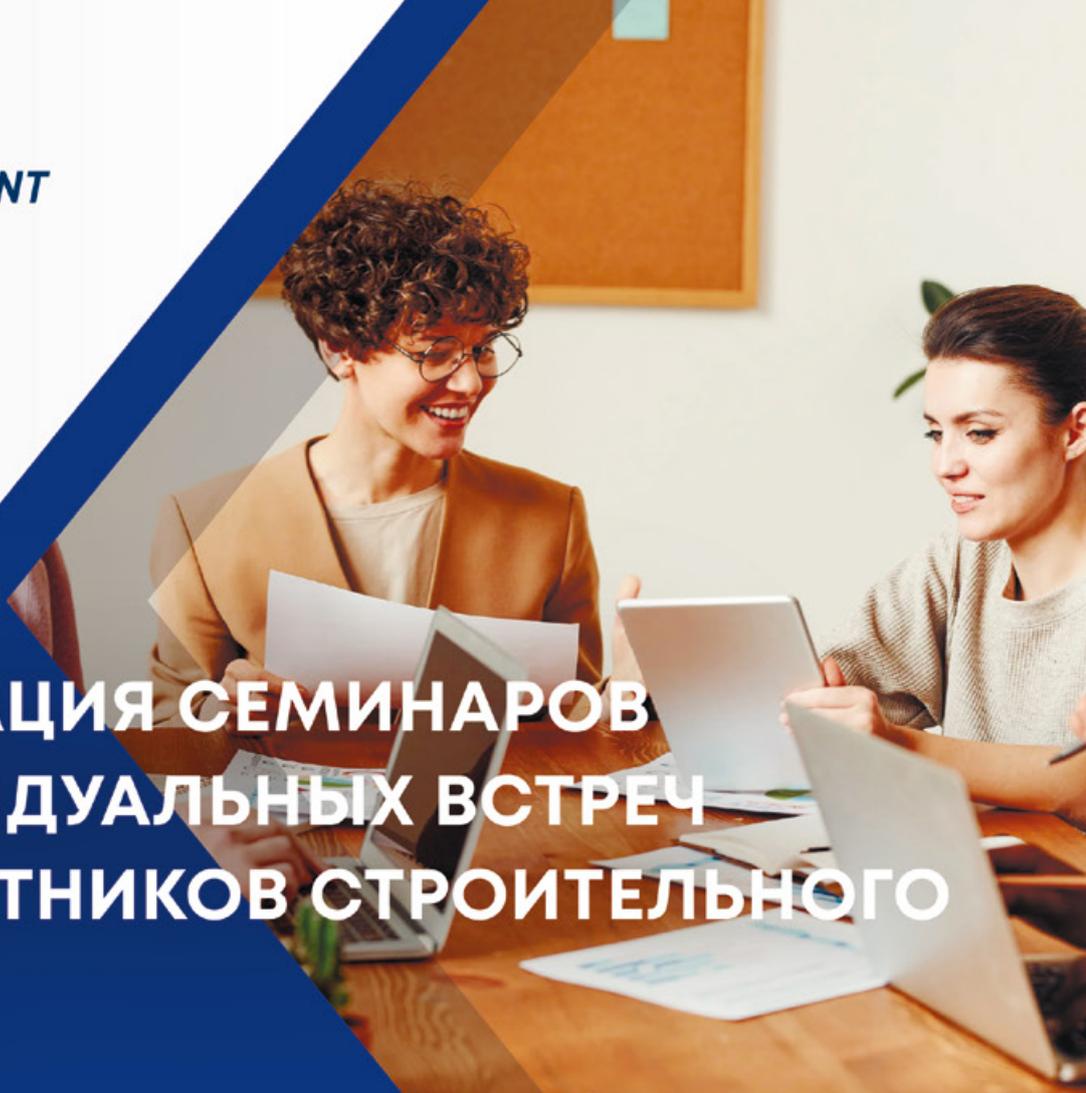
значительно уменьшатся скорость коррозии металла и расход ТЭР.

Без создания очистных сооружений временной интервал между обработками систем водотеплоснабжения пассажирского вагона составляет 5–7 лет. При их наличии он возрастет до 15–20 лет. При этом ежегодный экономический эффект составит порядка 80–100 тысяч рублей на вагон. С помощью очистных сооружений появится возможность задействовать водоносные скважины даже с низким качеством воды, приведя воду в них к требованиям санитарных норм. Затраты на реализацию проекта — в три раза меньше использования традиционных методов (табл. 5).

Таблица 3. Качественные показатели обеззараживания воды

№ п/п	Способ обеззараживания	Качественные показатели обеззараживания
1	Хлорирование	Несоответствие нормам СанПиН 2.1.3684-21 (СанПиН 2.1.4.10704-01) по 3 показателям из 6 нормируемым
2	Хлорирование с дехлорированием	Несоответствие нормам СанПиН 2.1.3684-21 (СанПиН 2.1.4.10704-01) по 3 показателям из 6 нормируемым
3	Озонирование	Образование высокотоксичных формальдегида, глиоксаля, метилглиоксаля. Усиление биообрастания трубопроводов
4	Ультрафиолетовое облучение	Не обеспечивает остаточного дезинфицирующего действия в сети водопровода
5	ЭХАР	Качество воды удовлетворяет требованиям СанПиН 2.1.3684-21 (СанПиН 2.1.4.10704-01). Обеспечивает остаточное дезинфицирующее действие в сети водопровода

**ASN**EVENT



# ОРГАНИЗАЦИЯ СЕМИНАРОВ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВСТРЕЧ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ СТРОИТЕЛЬНОГО РЫНКА

**ПОДБОР  
ПЛОЩАДКИ**

**СБОР  
АУДИТОРИИ**

**ПОЛНОЕ  
СОПРОВОЖДЕНИЕ  
ПРОВЕДЕНИЯ**

## **МЫ НАЙДЕМ**

**ВАМ НОВЫХ ПАРТНЁРОВ**

**ЛЮБОЙ РЕГИОН РФ**

avoknw.ru  
+7 (812) 336-95-60  
+7 (812) 605-00-50

ЗА 10 ЛЕТ МЫ ОРГАНИЗОВАЛИ  
БОЛЕЕ 100 МЕРОПРИЯТИЙ  
В БОЛЕЕ ЧЕМ 30 ГОРОДАХ  
РОССИИ

**10 лет**

Работая с кафедрой «Эксплуатация судовых энергетических установок» ФГБОУ ВО ВГУБТ и специалистами Северодвинского филиала Архангельского федерального университета на основе развития ЭМВ, мы пришли к появлению нового взгляда на конструкцию пропульсивного комплекса дизель-винтовой колонки [7]. При этом технология ЭМВ прорабатывалась применительно к системам водяного охлаждения судовых дизелей, в том числе и скоростного флота. Совместно с Институтом океанологии имени П. П. Ширшова РАН продолжаются работы по внедрению метода для уменьшения скорости коррозии заглупленных объектов [8].

Кроме имеющихся в нашем распоряжении базовых составов, мы продолжаем разработку новых более эффективных и дешевых из местного сырья [9–11].

Учитывая развитие в настоящее время децентрализованных систем теплоснабжения, мы считаем, что применение в них ЭМВ значительно повысит их надежность, энергоэффективность и экологичность. Первые результаты работ в этом направлении только подтверждают наши надежды.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создан творческий коллектив кафедр «Электропоезда и локомотивы» РУТ (МИИТ), «Эксплуатация судовых энергетических установок» Волжского государственного университета водного транспорта (ФГБОУ ВО ВГУБТ), специалистов Северодвинского филиала Северного (Архангельского) федерального университета имени М. В. Ломоносова, кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО «Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I».

Совместно с коллективом кафедры «Водоснабжение, водоотведение, гидравлика» ПГУПС разработан комплексный подход к улучшению качества воды на базе применения ЭМВ, ААА и ЭХАР. Разработан проект мобильной моечной станции систем водотеплоснабжения.

В сочетании с использованием активированной воды для обеззараживания разработана дешевая схема заправки вагонов водой при ее чрезвычайной надежности по тяжелым металлам, фенолам, хлорфенольным соединениям,

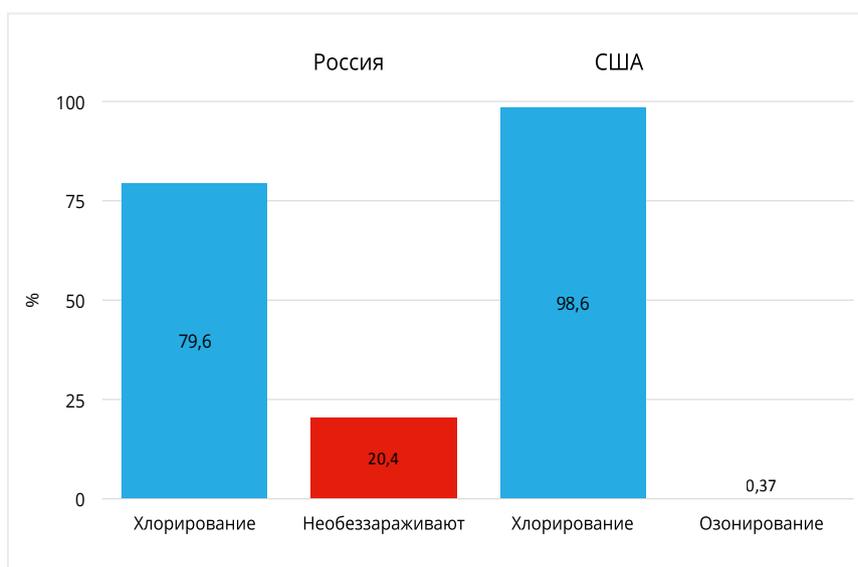


Рис. 9. Состояние и методы обеззараживания воды в России и США

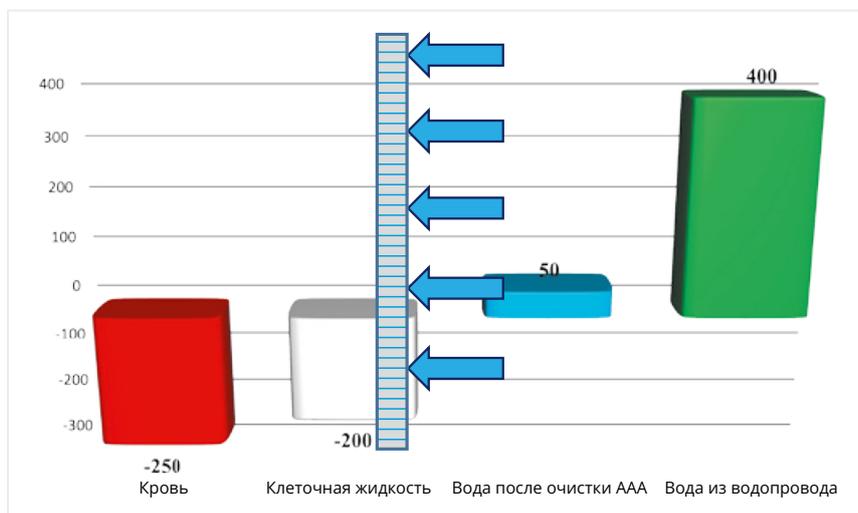


Рис. 10. Сравнительная величина окислительно-восстановительного потенциала крови, клеточной жидкости человека, нежской воды и той же воды после очистки с применением ААА

Таблица 4. Результаты испытаний адсорбента

Показатели, мг/дм <sup>3</sup>	Результаты исследований		Нормативные документы на метод исследования
	исходные	после очистки	
Никель	94,0	0,0035	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Свинец	58,5	0,0070	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Кадмий	81,1	0,0040	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Железо	100,0	< 0,0500	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Марганец	81,1	0,0047	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Цинк	66,3	0,0024	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Медь	60,1	0,0020	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Хром <sup>3+</sup>	180,0	0,0060	ПНДФ 14.1.2.4 140-98
Нефтепродукты	500,0	1,0000	ПНДФ 14.1.2.4 140-98

Таблица 5. Структура расходов до и после внедрения проекта

Статья расходов	До внедрения, %	После внедрения, %	Примечания
Затраты на очистку воды	100	16–50	По сравнению с электрокоагуляционными методами, мембранными технологиями и автономными системами
Затраты на обеззараживание воды	100	3–30	По сравнению с хлорированием, озонированием, ультрафиолетовым облучением
Затраты на замену оборудования и трубопроводы	100	20–30	Скорость коррозии уменьшается в 6–10 раз. Ресурс эксплуатации стальных труб может составить 50–70 лет
Затраты электроэнергии на транспортировку воды	100	80	Толщина отложений 5 мм обуславливает перерасход электроэнергии на 20%
Затраты на разделение воды на техническую и питьевую	100	0	Ресурс эксплуатации систем может возрасти в 2–5 раз
Затраты на дополнительную водоподготовку	100	50–60	Отказ от постоянных затрат энергии и реагентов
Затраты на бутилированную воду, кулеры и пурифайеры	100	0	Стоимость очистки 1 м <sup>3</sup> воды — 2 руб. С применением других методов — от 4 до 150 руб. Стоимость 1 м <sup>3</sup> бутилированной воды — 20 000 руб.
Затраты на экологические штрафы и природоохранные мероприятия	100	0	Уменьшается выброс вредных веществ в окружающую среду. Улучшается качество воды
Затраты на улучшение качества воды	100	30–40	После обработки вода соответствует требованиям СанПиН

нефтепродуктам, микробиологическим показателям, включая колифаги, отсутствие которых не обеспечивается гипохлоридами.

Использование ЭМВ в децентрализованных системах теплоснабжения может значительно повысить их надежность, экологичность и энергоэффективность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вагоны пассажирские. Руководство по деповскому ремонту 055 ПКБ ЦЛ 2010 РД.
2. Вагоны пассажирские. Руководство по капитальному ремонту (КР-1) 056 ПКБ ЦЛ-2010 РК.
3. Вагоны пассажирские. Руководство по капитальному ремонту (КР-2) ЛВ1.0030 РК.
4. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Перков И. Е., Васильев Н. В. / Взаимосвязь экологичности, безопасности и энергоэффективности при использовании ЭМВ в системах водотеплоснабжения / Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. 2022, № 1, с. 32–43.

5. Торопов М. Н. О возможности выполнения в России решений Киотской конференции / Технология машиностроения. 2005, № 2, с. 52–60.

6. Торопов М. Н. Комплексный подход к приведению качества питьевой и технической воды в соответствие санитарно-эпидемиологическим нормам / Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2006/7, с. 32–34.

7. Пешков В. Г., Васильев Н. В., Торопов М. Н. Новый взгляд на пропульсивный комплекс дизель-винторулевой колонки. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве» / Нижний Новгород, 16–18.12.2021, с. 371–375.

8. Васильев Н. В., Торопов М. Н., Селиванов А. С. Проверка метода снижения скорости коррозии в морской и пресной воде в застойных зонах затоп-

ленных конструкций. Тезисы международной научно-практической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований» / ИО РАН, 2021.

9. Торопов М. Н., Бегунов П. П., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Перков И. Е. Некоторые технико-экономические аспекты применения ЭМВ в системах теплоснабжения / Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. 2021, № 1, с. 46–54.

10. Торопов М. Н., Селиванов А. С., Васильев Н. В., Бегунов П. П., Перков И. Е. Так ли безопасны ингибиторные комплексы для систем водоохлаждения дизелей тепловозов / Наука и техника транспорта. 2022, № 1, с. 11–18.

11. Торопов М. Н., Бегунов П. П., Перков И. Е., Селиванов А. С., Васильев Н. В. Энергетический метод водоподготовки применительно к объектам транспорта / Наука и техника транспорта. 2022, № 2, с. 26–33.

## ЛУЧШИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ СОСТЯЗАЛИСЬ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕПЛОВОГО УЗЛА ПО ЗАДАНИЮ «РИДАН»



В октябре 2022 года в Казани прошел II Международный строительный чемпионат — ежегодное состязание профессионалов сферы промышленного строительства, учрежденное Минстроем России и ГК «Росатом». В нем приняли участие как работающие специалисты, так и студенты профильных вузов. В рамках конкурсной программы они выполняли технические задания, подготовленные ведущими отраслевыми предприятиями. В частности, в этом году конкурсантам в индивидуальной номинации «Проектирование технологической части» предстояло сделать расчет теплового узла промышленного объекта по заданию, разработанному специалистами компании «Ридан» (ранее «Данфосс»), лидирующей в производстве оборудования и решений для автоматизации систем теплоснабжения зданий, холодоснабжения, кондиционирования, дистанционного контроля и управления.

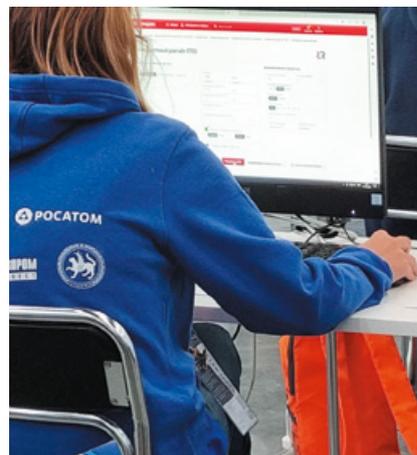
«В этот раз в номинации состязались 25 участников — 14 студентов и 11 проектировщиков. Перед ними стояла задача рассчитать тепловой пункт промышленного предприятия, включающий пять различных систем — горячего водоснабжения, радиаторного отопления, теплоснабжения, снеготая-

ния и подогрева мазута. За два дня они должны были предоставить графический проект и расчет теплового узла, включая подбор оборудования», — объясняет **Алексей Пустовалов**, руководитель учебно-го центра «Ридан» в ЦФО.

Техническое задание предполагало применение оборудова-

ния «Ридан» в составе теплового пункта. В помощь участникам предоставили онлайн-конфигураторы: расчетную программу OPEN.РИДАН, позволяющую мгновенно подбирать пластинчатые теплообменники под заданные технические параметры, и приложение Heat Selector для расчета и подбора гидравлических регуляторов.

«Самое сложное в проектировании теплового пункта — это балансировка, увязка и грамотный подбор оборудования. Большим подспорьем в этом стали онлайн-приложения, которыми мы могли пользоваться», — рассказывает **Анастасия Антонова**, специалист ФГУП «Горно-химический комбинат» (Железногорск, Красноярский край). По ее мнению, участие в чемпионате — это хорошая возможность для развития своих компетенций и поиска новых точек профессионального роста.





Согласен с этим и **Альберт Гареев**, проектировщик ГУП «ТАТ-ИНВЕСТГРАЖДАНПРОЕКТ» (Казань, Республика Татарстан): «Участие в конкурсе позволяет приобрести дополнительный опыт, попробовать себя в решении новых задач, с которыми еще не сталкивался. Сегодня большое значение имеет автоматизация, применение различных энергосберегающих технологий, современных материалов, нового оборудования. Здесь это все можно попробовать. Впервые познакомился с онлайн-сервисами "Ридан", которые очень помогли в решении задачи».

Для студентов чемпионат стал хорошей возможностью примерить на себя роль специалистов. В отличие от привычной им работы, например, над курсовыми проектами, здесь под рукой не было учебников, методичек и конспектов, поэтому приходилось полагаться на собственные силы и уровень подготовки.

Члены жюри отмечают высокую значимость профессиональных конкурсов для формирования кадрового резерва и вовлечения специалистов в процессы отраслевой

интеграции. «Чемпионат помогает профильным учебным заведениям сопоставить содержание учебных программ с реальными потребностями отрасли и определить направления дальнейшего развития. Для экспертного сообщества это значимый фактор формирования конкурентной профессиональной среды и повышения качества проектирования», — считает **Андрей Чуманов**, технический эксперт Международного строительного чемпионата, разработчик методики оценки квалификации участников.

Международный строительный чемпионат учрежден Минстроем России и Госкорпорацией «Росатом» в 2020 году с целью расширения экономической интеграции российских регионов и стран Евразийского экономического пространства. Это ежегодное мероприятие, объединяющее соревнование профессиональных специалистов сферы промышленного строительства, деловую программу и выставку. В 2022 году в нем приняли участие представители власти и бизнеса, эксперты и специалисты в сфере промышленного строительства из 24 стран мира.



## Переходим на «Ридан» в два клика

На портале [ridan.ru](http://ridan.ru) доступен новый сервис по подбору аналогов теплового и холодильного оборудования.

В условиях вынужденных ограничений специалисты строительной отрасли сегодня могут сталкиваться со сложностями при проектировании и комплектации объекта и, в частности, инженерных систем — стоимость и сроки поставки радикально изменились за последнее время, а отдельные бренды стали полностью недоступны.

Подобрать альтернативу среди оборудования линейки «Ридан» поможет новый сервис «Аналоги». Представленный в мае 2022 года портфель продукции «Ридан» для систем тепло- и холодноснабжения максимально приближен к привычному портфелю Danfoss по техническим параметрам, а автоматический онлайн-подбор дополнительно упрощает и ускоряет поиск замены.

Перейти к поиску аналога можно из раздела «Инструменты подбора», расположенного на верхней ленте главной страницы сайта [ridan.ru](http://ridan.ru). Интерфейс сервиса лаконичный и информативный: пользователь вносит в строку поиска коды оборудования, аналоги которого необходимо подобрать, и на странице отображаются технические характеристики изначального кода и замещающего продукта. Приложение позволяет найти альтернативу практически любому продукту, который когда-либо был представлен в тепловой и холодильной номенклатуре «Данфосс» с 1993 года, и умеет работать с большими массивами данных — можно одновременно искать несколько кодов, разделяя их в строке пробелом. Кликнув на изображение найденного продукта, можно перейти к его карточке в каталоге, где располагаются паспорта, сертификаты, чертежи и другая документация. Для отдельных кодов компания «Ридан» подготовила официальные письма о замене, и, когда возможно, эти документы также отображаются в результате поиска.

Для случаев, когда альтернативу не удастся подобрать через сервис, в нижней части страницы предусмотрен форма обратной связи. Отправленные через нее запросы обрабатывают специалисты «Ридан».

Удобство подбора и применения продукции всегда было частью культуры компании «Данфосс» наряду с качеством и надежностью, и эти принципы остаются неизменными. Сейчас все созданные за время работы в России сервисы адаптируются под новое оборудование. Линейку «Ридан» уже добавили в плагин DCAD, конфигураторы расчета блочных тепловых пунктов, инструменты подбора регулируемых клапанов и регуляторов перепада HeatConfig.

# О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ МНОГОДИАПАЗОННЫХ НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ МУТНОСТИ



**БИБИХАНИМ РЯВАЯТОВНА ДЖАББАРЛЫ**  
Докторант Азербайджанского государственного технического университета, конструктор в Национальном аэрокосмическом агентстве (НАКА). В 2019 году окончила бакалавриат факультета «Специальное оборудование и технологии» Азербайджанского технического университета (АзТУ). В 2021 году окончила магистратуру по специальности «оптические материалы, оптические электронные устройства и системы» в Азербайджанском государственном техническом университете (АзТУ). С 2019 года докторант Азербайджанского технического университета (АзТУ) факультета «Машиностроение и робототехника». С 2019 года трудится в Специальном конструкторском бюро космического оборудования Национального аэрокосмического агентства (НАКА).

*Б. Р. Джаббарлы, докторант Азербайджанского государственного технического университета*

*Ф. Г. Агаев, д. т. н., профессор, директор Института космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства Азербайджана*

**Предложен метод повышения эффективности многодиапазонных линейризованных нефелометрических измерителей мутности. Показано, что типичный нефелометрический измеритель обычно имеет несколько линейризованных поддиапазонов работы, где коэффициенты чувствительности резко различны. Предложено заменить два поддиапазона одним укрупненным поддиапазоном. Показано, что эффективность функционирования при этом может повыситься до 20%.**

**Ключевые слова:** нефелометр, чувствительность, линейризация, эффективность, измерения.

## ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно, что нефелометры являются важной разновидностью турбидиметрических устройств, предназначенных для измерения степени мутности жидкости. Измерители мутности могут быть подразделены по принципу определения степени ослабления света, прошедшего через кюветы с жидкостью, и на нефелометры, работающие по принципу оценки той части входного оптического сигнала, которая была рассеяна мелкими частицами, имеющимися в жидкости [1–3]. Основное преимущество нефелометров заключается в их высокой чувствительности по сравнению с турбидиметрами [4–5]. Вместе с тем область малых мутностей обладает существенной нелинейностью, что актуализирует задачу выбора поддиапазонов измерения мутности та-

ким образом, чтобы эффективность функционирования измерительного прибора, а также линейность шкалы измерений были бы достаточно высокими.

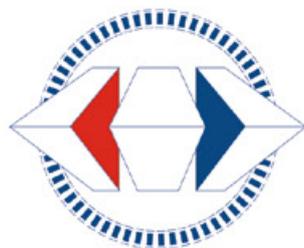
В качестве примера нелинейности характеристики преобразования нефелометра можно привести работу [6], где сообщается о создании недорогого нефелометра инфракрасного диапазона. В этой работе сообщается, что показания такого нефелометра зависят от таких факторов, как температура воды, тип мелких частиц в воде, размеры этих частиц, конструктивные особенности прибора и др.

На рис. 1 показано семейство кривых преобразования этого прибора [6]. Как видно из приведенных на рис. 1 характеристик, эти кривые существенно нелинейны и в целях удобств проведения измерений должны быть линейризованы.

**29 НОЯБРЯ –  
01 ДЕКАБРЯ 2022**



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



# **РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННИК**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ФОРУМ-ВЫСТАВКА**

**PROMEXPO.EXPOFORUM.RU**

**НОВЫЙ ОБЛИК РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
В МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ:  
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, КАДРЫ**

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1



**12+**

Согласно [6], эти кривые хорошо аппроксимируются степенным полиномом 3-й степени в виде

$$U = a_1 + a_2x + a_3x^2 - a_4x^3, \quad (1)$$

где:

$a$  — выходной сигнал нефелометра;  
 $x$  — концентрация взвешенных частиц в воде. Чувствительность  $S$  указанного измерителя также нелинейна по всему диапазону измерений, т. к.

$$S = \frac{dU}{dx} = a_2 + 2a_3x - 3a_4x^2. \quad (2)$$

Ввиду того, что известны аналитические выражения характеристики преобразования и чувствительности по всему диапазону измеряемых величин, линеаризация может быть осуществлена одним из известных способов.

Вместе с тем возможны случаи, когда характеристика преобразования разработанного нефелометра кусочно линеаризована, что вызывает неудобства при проведении измерений. Кроме того, при кусочной линеаризации в точках стыка поддиапазонов измерения могут появляться разрывы в виде аномальных погрешностей. Для устранения таких нежелательных явлений иногда целесообразно пойти на укрупнение поддиапазонов измерений, где за счет незначительного ухудшения линейности преобразования можно добиться значительного повышения эффективности функционирования прибора.

**ПРЕДЛАГАЕМЫЙ МЕТОД**

В настоящей статье предлагается метод укрупнения поддиапазонов измерения нефелометра при соблюдении некоторого критерия эффективности  $E$  функционирования, определяемого в виде

$$E = \frac{S_{new}}{n_{new}}, \quad (3)$$

где:

$S_{new}$  — значение чувствительности преобразования после укрупнения поддиапазонов;

$n_{new}$  — количество поддиапазонов в модифицированном измерительном приборе.

Очевидно, что выигрыш в эффективности по сравнению с исходным вариантом прибора может быть определен как

$$E = \frac{S_{new}}{n_{new}} - \frac{S_0}{n_0}, \quad (4)$$

где:

$n_0$  — количество поддиапазонов в исходном варианте прибора;

$S_0$  — средняя чувствительность в укрупняемых поддиапазонах, определяемая как

$$S_0 = \sum_{i=2}^m a_i S_i \quad (5)$$

где:

$a_i, i = \overline{1, m}$  — весовые коэффициенты, определяемые как

$$a_i = \frac{\Delta I_i}{\sum_{i=2}^m \Delta I_i} \quad (6)$$

$I$  — сигнал на выходе измерителя;

$\Delta$  — знак приращения.

С учетом (4) — (6) получаем

$$\Delta E = \frac{S_{new}}{n_{new}} - \frac{\Delta I_1 S_1 + \Delta I_2 S_2}{m_0 [\Delta I_1 + \Delta I_2]}. \quad (7)$$

В качестве примера укрупнения поддиапазонов по предлагаемому методу рассмотрим работу [7], в которой изложен универсальный нефелометр турбидиметр, обладающий четырьмя поддиапазонами функционирования. Поддиапазоны измерения в этой работе определены следующим образом:



**ФАХРАДДИН ГЮЛАЛИЕВИЧ АГАЕВ**  
 Доктор технических наук, профессор, директор Института космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства Азербайджана.  
 В 1982 году окончил математический факультет Азербайджанского государственного педагогического университета.  
 В 2003 году защитил докторскую диссертацию. В 1982–1985 годах работал научным сотрудником в Институте физики Национальной академии наук Азербайджана. С 1985 по 1993 год трудился в Научно-производственном объединении космических исследований научным сотрудником, начальником отдела, заместителем генерального директора, директором предприятия. В 1993–1995 годах — заместитель генерального директора Национального аэрокосмического агентства Азербайджана, в 1995–2005 годах — директор Специального конструкторского бюро космического Приборостроения, в 2005–2007 годах — директор Научно-исследовательского института Аэрокосмической информатики, с 2007 года по настоящее время — директор Института космических исследований природных ресурсов. Автор восьми монографий и более чем 160 научных статей, в том числе двух патентов, посвященных различным проблемам космических технологий. Участвовал в более чем 30 международных научных конференциях. Имеет семь международных сертификатов.

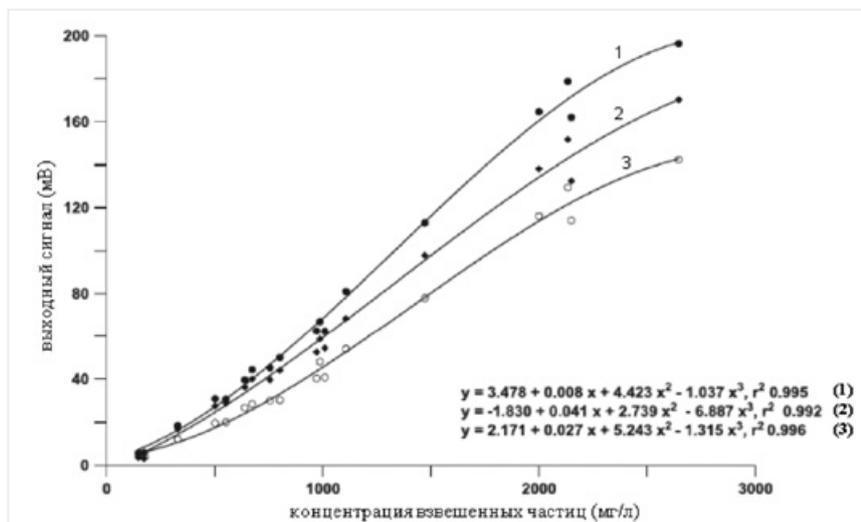


Рис. 1. Кривые преобразования инфракрасного нефелометра

Главная выставка строительной техники  
и технологий в России

**23 — 26 мая 2023**

Крокус Экспо, Москва

**СТТ**  
**EXPO**



[www.ctt-expo.ru](http://www.ctt-expo.ru)



$$T = \begin{cases} 0,01563 \cdot \exp(0,4261 \cdot I_R); I_R < 12 & (8) \\ 2,1113 \cdot I_R; 12 < I_R < 17 & (9) \\ 3,1661 \cdot I_R - 48,853; 17 \leq I_R < 105 & (10) \\ 22\,400 \cdot I_T^{-1,016}; I_R \geq 105 & (11) \end{cases}$$

где:  
 $I_R$  — сигнал на выходе нефелометрических поддиапазонов;  
 $I_T$  — сигнал на выходе турбидиметрического поддиапазона.

Определим чувствительности работы прибора во всех поддиапазонах. В первом поддиапазоне, согласно (8), чувствительность  $S_1$  определим как

$$S_1 = \frac{dI_R}{dT_1} \quad (12)$$

где:  
 $T_1$  — турбидность в NTU;  
 $I_R$  — вычисляем из выражения (8):

$$I_{R1} = \frac{\ln T_1}{0,01563 \cdot 0,4261} \quad (13)$$

С учетом (12) и (13) получим

$$S_1 = \frac{1}{0,4261 \cdot T_1} \quad (14)$$

Следовательно, в первом поддиапазоне измерение является нелинейным процессом и для сути предлагаемого метода она не представляет особого интереса. Определим чувствительность измерителя во втором поддиапазоне. Здесь, согласно (9), имеем

$$I_{R2} = \frac{T_2 + 21,858}{2,143} \quad (15)$$

Соответственно, получаем

$$S_2 = \frac{1}{2,1113} \quad (16)$$

т. е. измерение в этом поддиапазоне является линейным процессом.

Определим величину турбидности  $T_1$  при которой происходит стыковка первого и второго поддиапазонов. Логично потребовать, чтобы в точке стыка выполнялось условие

$$S_1 = S_2 \quad (17)$$

С учетом (14), (16), (17) получаем  $T_1 = 5 \text{ NTU}$ .

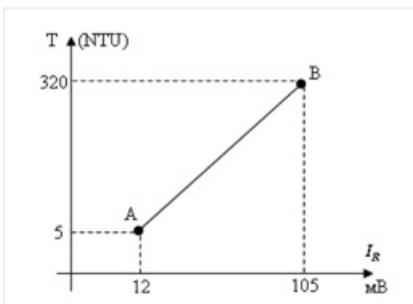


Рис. 2. Графический метод определения чувствительности в формируемом объединенном поддиапазоне. Начало поддиапазона соответствует точке А, конец — точке В

Определим чувствительность в третьем поддиапазоне. Из выражения (10) получаем

$$I_{R2} = \frac{T_3 + 48,853}{3,1661} \quad (18)$$

Из (18) имеем:

$$S_3 = \frac{dI_{R3}}{dT_3} = \frac{1}{3,1661} \quad (19)$$

Определим чувствительность в четвертом поддиапазоне. Из (11) получаем

$$I_T \approx \frac{224\,00}{T_4} \quad (20)$$

Следовательно,

$$S_4 \approx -\frac{224\,00}{T_4^2} \quad (21)$$

т. е. четвертый поддиапазон явно нелинейный и не представляет интереса для темы исследования статьи.

Таким образом, далее рассмотрим вопрос объединения 2-го и 3-го поддиапазонов в один крупный линейный поддиапазон и оценим повышение эффективности функционирования прибора в результате такого объединения. Определим начало и конец формируемого объединенного линейного поддиапазона, а также чувствительность измерения в нем. Начало объединенного поддиапазона определим на основе уравнения (9). В начальной точке  $I_R = 12$ . Следовательно,  $T_2 = 5 \text{ NTU}$ . В конце объединенного поддиапазона имеем  $I_R = 105$ . Следовательно, согласно уравнению (10), имеем  $T_3 = 320 \text{ NTU}$ .

Чувствительность в объединенном поддиапазоне определяется по диаграмме, показанной на рис. 2.

Уравнение линии АВ имеет вид

$$(320 - 5) = k(105 - 12). \quad (22)$$

Из (22) находим  $k = 3,38$ .

Следовательно, уравнение линии АВ имеет вид

$$T = 3,38 I_R + 5. \quad (23)$$

Чувствительность в объединенном поддиапазоне вычислим как

$$S_{new} = \frac{dI_R}{dT} = \frac{1}{3,38} \quad (24)$$

Эффективность в объединенном поддиапазоне определим по формуле (3):

$$E_{new} = \frac{S_{new}}{n_{new}} = \frac{1}{3,38 \cdot 3} \approx 0,1. \quad (25)$$

Вычислим весовые коэффициенты в укрупняемых поддиапазонах по формуле (5) при

$$a_2 = \frac{5}{5+88}; \quad a_3 = \frac{88}{5+88}. \quad (26)$$

Выигрыш в эффективности функционирования оценим согласно (7).

$$\Delta E = 0,1 - \frac{\left(\frac{5}{2,1113} + \frac{88}{3,1661}\right)}{4 \cdot 93} = 0,1 - 0,083 = 0,017.$$

Выигрыш в эффективности в процентах:  $\gamma = \frac{0,017}{0,083} \approx 20\%$ . Таким образом, согласно проведенному вычислению, укрупнение поддиапазонов приводит почти к 20-процентному увеличению эффективности функционирования нефелометра.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что типичный нефелометрический измеритель мутности обычно имеет несколько линеаризованных поддиапазонов работы, где коэффициенты чувствительности резко различны. При этом на стыке линеаризованных поддиапазонов возможно появление аномальной погрешности. К тому же неоправданное увеличение количества поддиапазонов измерений создает неудобства при проведении практических измерений. Предложено заменить два поддиапазона одним укрупненным поддиапазоном. Показано, что эффективность функционирования при этом может повыситься до 20%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Khairi M. T. M., Ibrahim S., Yunus M. A. M., Famarazi M. A review on the design and development of turbidimeter // Sensor Rev. 2015. 35. 98-105. <https://doi.org/10.1108/SR-01-2014-604>.
2. Lambrou T. P., Panayiotou C. G., Anastasiou C. C. Low-cost system for real time monitoring and assessment of potable water quality at consumer sites // In Proceedings of the 2012 IEEE Sensors. Taipei, Taiwan. 28-31. October 2012. Pp. 1-4.
3. Gholizadeh M. H., Melesse A. M., Reddi L. A. Comprehensive review on water quality parameters estimation using remote sensing techniques // Sensors 2016. 16. 1298. <https://doi.org/10.3390/s16081298>.
4. Chianese A., Bravi M., Fazio E. Turbidimetry and nephelometry // Industrial Crystallization Process Monitoring and Control. NJ, USA. 2012. Pp. 51-57. ISBN 978-3527645206.
5. Lambrou T. P., Anastasiou C. C., Panayiotou C. G. A nephelometric turbidity system for monitoring residential drinking water quality, sensor applications, experimentation, and logistics // Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2009. Pp. 43-55.
6. Orwin J. F., Smart C. C. An inexpensive turbidimeter for monitoring suspended sediment // Geomorphology 68. 2005. 3-15.
7. Koydemir H. C., Rajpal S., Gumustekin E., Karınca D., Liang K., Gorocs Z., Tseng D., Ozcan A. Smartphone-based turbidity reader // Scie. Rep. 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56474-z>.

ВЫСТАВКА ОТДЕЛОЧНЫХ  
И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1-4 марта  
2023

 **YugBuild**

Краснодар  
ВКК «Экспоград Юг»

**17**  
разделов  
экспозиции

**146**  
участников

**6496\***  
специалистов  
со всего  
Юга  
России

\*Статистика приведена  
по выставке YugBuild-2022

Организатор



+7 (861) 200-12-34  
yugbuild@mvk.ru

Официальный  
информационный  
спонсор



Забронировать  
стенд

[www.yugbuild.com](http://www.yugbuild.com)



## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРИТОЧНЫХ ОКОННЫХ УСТРОЙСТВ

*К. Ю. Лицкевич, инженер-проектировщик  
ОВиК ООО «Теплоспектр»*



*КСЕНИЯ ЮРЬЕВНА ЛИЦКЕВИЧ  
Инженер-проектировщик ОВиК. Место  
работы: ООО «Теплоспектр».  
Магистр по специальности  
«Инженерные системы гражданских  
и промышленных зданий».  
В настоящее время работает  
преимущественно по направлению  
вентиляции и кондиционирования.  
В профессиональной сфере занимается  
изучением вопросов создания  
комфортного микроклимата  
в помещениях.  
Автор около десяти научных  
публикаций.*

**Вызов времени побуждает к актуализации нормативных документов в области проектирования и строительства. Яркий пример — СП «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [1], который вобрал в себя наиболее передовые и эффективные технические решения.**

В частности, положения [1] четко описывают схемы организации воздухообмена в многоквартирных жилых зданиях. Одно из решений — организация притока воздуха в помещения квартир через специальные открываемые конструкции (клапаны) в количестве не менее удаляемого системами вытяжной общеобменной вентиляции (пп. 7.1.7, 7.1.12, 7.4.2 [1]).

Данные пункты СП определяют одну из самых главных характеристик приточных клапанов — пропускную способность в м<sup>3</sup>/ч, которая должна приводиться при определенном перепаде давления в Па.

Пропускная способность клапана зависит в первую очередь от типа применяемого приточного устройства (формы канала, площади сечения проходного канала).

Если рассматривать оконные приточные устройства, то их можно разделить на два класса по способу установки:

- с фрезерованием: в конструкции окна выполняются отверстия, которые закрываются клапаном.

Далее приточные оконные устройства, смонтированные указанным способом, будем обозначать как оконный клапан. Оконный клапан представлен на рис. 1;

- без фрезерования. Клапан вставляется в щель между рамой и открывающейся створкой окна с подрезом уплотнителя (далее — щелевые клапаны). Щелевой клапан представлен на рис. 2.

Оконный клапан возможно установить в открывающуюся створку окна, в глухую часть окна, а также в «расширитель» над окном (рис. 3).

Щелевые клапаны возможно установить только в открывающуюся створку окна. Они дешевле и значительно проще в монтаже. При этом некоторые производители заявляют пропускную способность для щелевых клапанов, сопоставимую с пропускной способностью оконных клапанов с фрезеровкой рамы.

Расход воздуха через клапан, как было сказано выше, зависит в первую очередь от формы воздушного канала и его площади.



Рис. 1. Оконный клапан



Рис. 2. Щелевой клапан

Таблица 1. Пропускная способность оконных и щелевых клапанов

Давление, Па	Пропускная способность щелевого клапана, м³/ч		Пропускная способность оконного клапана, м³/ч	
	закрыт	открыт	закрыт	открыт
10	0,32	8,07	0,75	32,84
20	1,03	12,59	1,43	40,36
30	1,35	15,77	1,93	53,68
40	1,07	15,78	3,29	62,04
50	2,09	17,56	3,22	68,1
60	2,41	20,38	3,64	74,8
70	3,71	23,05	4,2	79,66
80	2,99	24,87	4,52	86,39
90	3,23	26,39	2,44	91,04
100	2,25	31,68	4,07	97,53

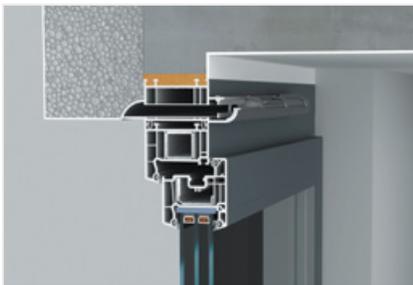


Рис. 3. Установка клапана в «расширитель» над окном

Так, у клапанов с фрезеровкой площадь проходного сечения обычно составляет 3000–4000 см², а для щелевых клапанов 600–1000 см². Отличие в площади сечения в 3–4 раза должно влиять на расход воздуха также в 3–4 раза.

Для подтверждения данного предположения были изучены протоколы испытаний приточных клапанов в НИУ МГСУ.

В испытании принимали участие:

- щелевой клапан. Заявленная производителем пропускная способность — до 31 м³/ч (в зависимости от ширины притвора) при  $\Delta P = 10$  Па;
- оконный клапан с фрезеровкой профиля. Пропускная способность 35 м³/ч при  $\Delta P = 10$  Па.

Указанные клапаны монтировались в ПВХ-окна. Испытания проводились на стенде KS DT 3025/650 производства K. Schulten GmbH & Co. KG, Германия (рис. 4).

По результатам испытаний получили технический отчет [3] (можем предоставить заинтересованным лицам по запросу).

Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Как видно из таблицы, реальная производительность щелевого клапана составляет 26% от заявленной.

К примеру, для однокомнатной квартиры (кухня с электроплитой, совмещенный санузел) в соответствии с требованиями [1], [2] необходимо обеспечить приток наружного воздуха через приточные клапаны в размере 85 м³/ч. Данный расход возможно обеспечить, предусмотрев устройство трех клапанов VT 500 (при  $\Delta P = 10$  Па). При установке щелевых клапанов для тех же условий необходимо было бы предусмотреть одиннадцать клапанов!

### ВЫВОД

Пропускная способность щелевых клапанов значительно ниже пропускной способности оконных клапанов с фрезеровкой оконного профиля. Обеспечить нормативный воздухообмен посредством установки только щелевых клапанов не представляется возможным.

Для подтверждения пропускной способности клапанов следует запрашивать протоколы испытаний, так как некоторая часть производителей завышает свои данные в маркетинговых материалах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
2. СП 54.13330.2016 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные».
3. Технический отчет МГСУ № К.274-21 х/д.



Рис. 4. Установка для испытаний на воздухопроницаемость



# КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ 2023 года\*

## КОНФЕРЕНЦИИ, ФОРУМЫ И СЕМИНАРЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

### ЯНВАРЬ

СЕМИНАР «**Сейсмостойкое строительство и сейсмическое районирование**»  
(курс лекций в АО «НИЦ «Строительство»)

Москва **25-26 ЯНВАРЯ**

### МАРТ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Инженерная защита территорий, зданий и сооружений**»

Сочи **22-23 МАРТА**

### АПРЕЛЬ

СЕМИНАР «**Инженерные изыскания и проектирование фундаментов на многолетнемерзлых грунтах**» (курс лекций в НИИОСП им. Н.М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство»)

Москва **12-14 АПРЕЛЯ**

### МАЙ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Основания и фундаменты: современные технологии, специальная техника, оборудование и материалы**» (в рамках выставки СТТ Expo)

Москва **24-25 МАЯ**

### ИЮЛЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства**»

Санкт-Петербург **5-6 ИЮЛЯ**

### СЕНТЯБРЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Российские и зарубежные технологии проектирования, строительства и реконструкции мостовых сооружений**»

Москва **20-22 СЕНТЯБРЯ**

### НОЯБРЬ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ «**АРКТИКА**»

Тюмень **14-16 НОЯБРЯ**

## УЧАСТИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ В ОТРАСЛЕВЫХ ВЫСТАВКАХ:

**14-17 ФЕВРАЛЯ**

**SIBERIAN BUILDING WEEK**  
Новосибирск

**1-4 МАРТА**

**YUGBUILD**  
Краснодар

**28-31 МАРТА**

**MOSBUILD**  
Москва

**11-13 АПРЕЛЯ**

**INTERSTROYEXPO**  
Санкт-Петербург

**18-20 АПРЕЛЯ**

**BUILD URAL**  
Екатеринбург

**25-27 АПРЕЛЯ**

**MININGWORLD RUSSIA**  
Москва

**25-27 АПРЕЛЯ**

**ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ**  
Санкт-Петербург

**23-26 МАЯ**

**СТТ EXPO**  
Москва

**6-8 ИЮНЯ**

**МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ**  
Москва

\*В календарь 2023 года могут быть внесены изменения, касающиеся корректировки тематики, сроков и места проведения мероприятий.

За дополнительной информацией Вы можете обратиться по телефонам: +7 (495) 66-55-014, +7 (925) 575-78-10  
e-mail: [info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com), [www.fc-union.com](http://www.fc-union.com)



# НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

## ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ ОБЪЕДИНЕНИЯ



## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОЭ:

- Содействие осуществлению государственной политики в области энергосбережения
- Создание условий для предпринимательской деятельности и реализации проектов в области энергосбережения
- Обеспечение взаимодействия членов НОЭ с органами государственной власти
- Защита интересов членов НОЭ на всех уровнях
- Юридическая и методологическая поддержка
- Подготовка специалистов в области энергосбережения

## ЗАДАЧИ НОЭ:

- Продвижение продукции и услуг членов Объединения
- Помощь в продвижении интересов членов Объединения
- Организация выставок, конференций и круглых столов
- Предоставление площадок для проведения различных мероприятий
- Публикация материалов в профессиональных изданиях
- Участие в кобрендинговых программах и проектах
- Финансовая поддержка эффективных энергосберегающих проектов

123056, г. Москва, Электрический переулок, дом 8, строение 5, этаж 5

ст. м. Белорусская

(499) 575-04-44

[www.no-e.ru](http://www.no-e.ru) | [www.ноэ.рф](http://www.ноэ.рф)

[info@no-e.ru](mailto:info@no-e.ru)

# ЭКОЮРУС



# ВЕНТО

Оборудование систем местной вытяжной вентиляции

проектирование \* производство \* монтаж \* наладка \* сервисное обслуживание

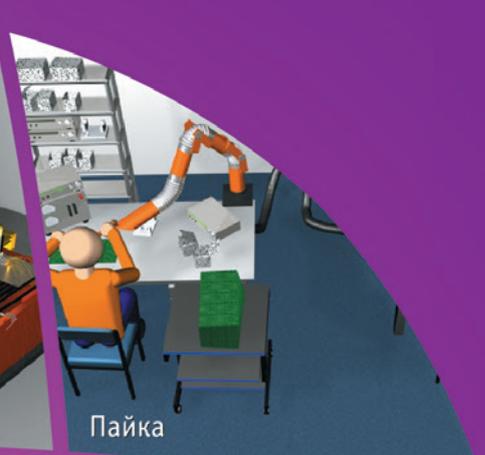
## Чистый воздух — наша цель!



Сварка



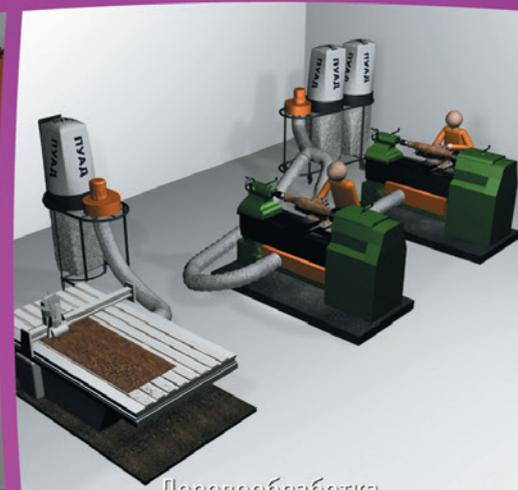
Плазменная резка



Пайка



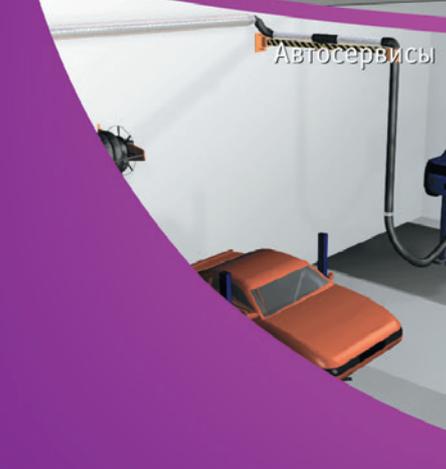
Шлифовальное производство



Деревообработка



Прессовка пластмассы



Автосервисы



Системы вытесняющей вентиляции



Создание «воздушных оазисов»