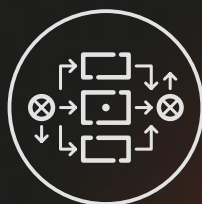


12

Обзор систем
защиты
от протечек



36

Процессы
регулирования
систем отопления



40

Анализ россий-
ского рынка
сплит-систем



48

Сравнение
норм вентиляции
в РФ и Германии

МИРХОМУТОВ®

25 лет производим и продаем хомуты

СИЛА В КАЖДОМ ХОМУТЕ!



1-2

дня отгрузка



45 000

клиентов



10 000

видов в наличии

Строительный крепёж | Сантехнический крепёж
Перфорированный крепёж | Электротехнический крепёж
Крепёж для производства | Вентиляционный крепёж
Автомобильный крепёж | BIM-модели хомутов



Вся продукция сертифицирована

www.homut.ru

19–21 октября 2026
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER



**11-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ И РЕШЕНИЙ ДЛЯ АВТОНОМНОГО
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**



Организатор



Международная
Выставочная
Компания

+7 (495) 252 11 07
heatpower@mvk.ru



ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД
heatpower-expo.ru

Измерительные приборы Testo для систем вентиляции и кондиционирования



Be sure.



testo 416

Анемометр с цифровым зондом-крыльчаткой 16 мм и подключением к приложению

Компактный 16-миллиметровый анемометр testo 416 с телескопической рукояткой и подключением к приложению testo Smart идеально подходит для простого, быстрого и точного определения скорости и объёмного расхода воздуха в вентиляционных каналах систем кондиционирования и вентиляции. Подключение к приложению testo Smart позволяет настраивать, отображать (в том числе в качестве второго экрана) и сохранять, а также документировать измеренные значения непосредственно в приложении



testo 417

Цифровой анемометр с крыльчаткой 100 мм

Идеальное решение для простого, быстрого и точного определения скорости и объёмного расхода воздуха на входе и выходе из систем вентиляции и кондиционирования



testo 440

Комплект с цифровым зондом-крыльчаткой 16 мм

В надёжном кейсе: прибор для измерения скорости и оценки качества воздуха в помещении testo 440 и цифровой зонд-крыльчатка 16 мм для точного определения параметров потока воздуха



testo 440

Комплект с цифровым зондом-крыльчаткой 100 мм

В надёжном кейсе: прибор для измерения скорости и оценки качества воздуха в помещении testo 440, зонд-крыльчатка 100 мм с Bluetooth, включая сенсор температуры, и зонд с обогреваемой струной, включая сенсор температуры



testo 420

Электронный балометр

Лёгкий, удобный и надёжный прибор для измерения объёмного расхода, температуры и относительной влажности на крупных потолочных вентиляционных решётках и вихревых диффузорах. Позволит быстро и точно провести отладку систем вентиляции и кондиционирования



**Умные технологии
для профессиональных
измерений в системах
кондиционирования
и вентиляции**

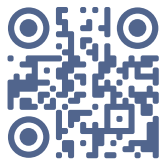
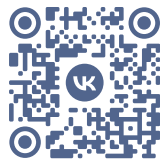
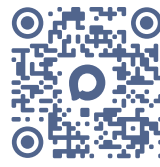
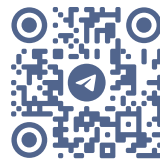
ООО «Климат Прибор» —
официальный дистрибьютор
продукции Testo в России

Приборы для настройки
систем ОВиК в наличии
на складе в Москве

Официальная гарантия 1 год
Сервис, поддержка

www.testo-ru.ru

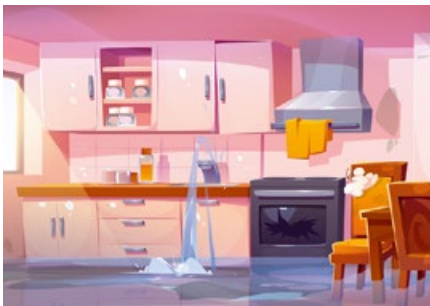



www.c-o-k.ru

[vk.com/
journal_cok](https://vk.com/journal_cok)

[max.ru/
id7736213025](https://max.ru/id7736213025)

t.me/sok_ru


Как определить качество хомутов — несколько простых способов

Стальной хомут с уплотнителем не всегда надёжен. Как избежать покупки некачественного крепежа? Нужно проверить: толщину стальной ленты и наличие рёбер жёсткости, реальные размеры заявленного диаметра, качество винтов и замка, качество резины (шум/вибрация), отсутствие острых кромок. Отдельный вопрос: что дают шайбы Durafort, гайки M8/M10 и хомуты быстрого монтажа.

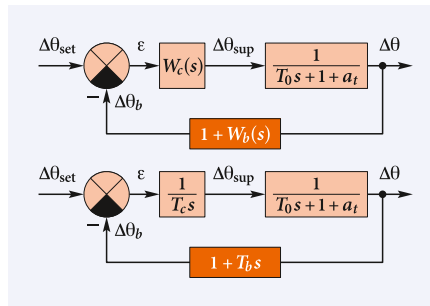
10



Обзор систем защиты от протечек 2026 года

Системы защиты от протечек быстро обновляются: появляются новые контроллеры, датчики, приводы, интеграции в системы «умный дом». Мы собрали и сравнили наиболее известные решения на российском рынке 2026 года, отметили сильные стороны комплектов и особенности установки. Обзор поможет выбрать СЗП для частной квартиры, коттеджа и офиса, причём как специалистам, так и конечным пользователям.

12



Совершенствование отопительно-вентиляционных систем коррекцией процессов регулирования

Материал посвящён улучшению регулирования отопительно-вентиляционных систем: нужно повысить быстродействие, удержать перерегулирование в допустимых пределах и исключить статическую ошибку. Предлагается добавить интегральный регулятор температуры приточного воздуха и гибкую обратную связь по температуре в рабочей зоне помещения.

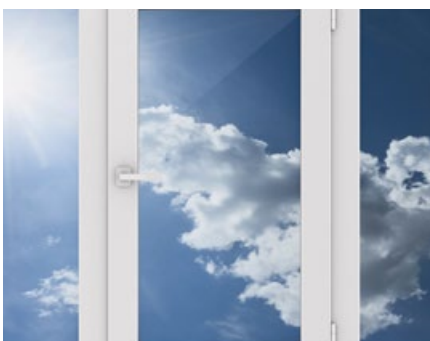
36



Анализ российского рынка сплит-систем на основе макроэкономических факторов

В статье анализируем российский рынок сплит-систем через призму макроэкономики и сопоставляем его с автопромом. В 2010–2018 годах динамика продаж была похожей, но с 2019 года траектории разошлись более чем вдвое. Разберёмся, почему так произошло, и выделим важный фактор, который часто недооценивают в рыночных обзорах.

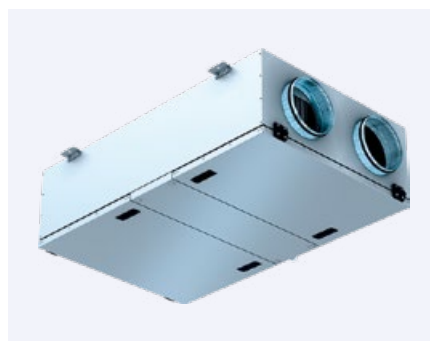
40



Вентиляция жилых помещений. Сравнение нормативных требований в России и Германии

Продолжаем сравнение инженерных решений России и Германии, но на этот раз по вентиляции жилья. Сфокусируемся на минимально требуемом воздухообмене и действующих нормативах, и не будем рассматривать элитные жилые комплексы. Нас интересует только массовое типовое жильё: что и в каком объёме обязано «проветриваться».

48



Свежий воздух без компромиссов: новые ПВУ SHUFT UniMAX для квартиры и частного дома

Современные квартиры стали теплее и тише, но герметичные окна лишили дома естественного притока, на котором держалась вытяжная вентиляция. Итог — запотевшие стёкла, духота, влажность и плесень. Мы расскажем о новых приточно-вытяжных установках SHUFT UniMAX для квартиры и дома, как о системном решении без компромиссов по комфорту.

56



Новости

4

Премия Aquaflame 2026 / Премия AIRVent 2026

[Система Качества PEXAV: как цифровые технологии помогают
защитить рынок от подделок](#)

8

[«БРИЗ — Климатические системы»: ставка
на технологическую независимость](#)

9

Сантехника и водоснабжение

[Как определить качество хомутов — несколько простых способов](#)

10

[Обзор систем защиты от протечек 2026 года](#)

12

Новости мирового рынка тепловых насосов

28

Отопление и ГВС

[Теплотехнические характеристики лучисто-конвективной панели
при эксплуатации в действующей котельной](#)

32

[Совершенствование отопительно-вентиляционных систем
коррекцией процессов регулирования](#)

36

Кондиционирование и вентиляция

[Анализ российского рынка сплит-систем на основе
макрэкономических факторов](#)

40

[Вентиляция жилых помещений. Сравнение актуальных
нормативных требований в России и в Германии](#)

48

[Свежий воздух без компромиссов: новые приточно-вытяжные
установки SHUFT UniMAX для квартиры и частного дома](#)

56

[Влияние параметров информационных потоков и типов
вычислительных нагрузок на энергоэффективность систем
обеспечения микроклимата центров обработки данных](#)

58

[Влияние стек-эффекта на систему противодымной вентиляции
в многоэтажных жилых зданиях](#)

66

Новости возобновляемой энергетики

69

Энергосбережение и ВИЭ

[Об утилизации тепловых отходов](#)

74

[К юбилею Григория Валентиновича Томарова](#)

77

References

78

Kermi

Новая линейка стальных панельных радиаторов серии «Комфорт»

Kermi вывел на рынок новую линейку стальных панельных радиаторов серии «Комфорт». Это лицензионное производство, локализованное на территории России, с применением оригинальных комплектующих.

При производстве использован металл нового поколения Северсталь CORREX с увеличенной стойкостью к локальной коррозии. Эти изменения позволили увеличить гарантийный срок приборов до 15 лет.



Программа поставок включила стандартные профильные радиаторы с боковым подключением «Профиль-К» (FKO) и нижним подключением «Профиль-В» (FTV). Для удобства монтажа и оптимизации логистики в ассортимент также вошли универсальные (обрабатываемые) радиаторы «Профиль-В JS» (FTU). Серия охватила основные типы — 11, 12, 22, 33 — с высотами 200, 300, 400, 500, 600 мм и длиной от 400 до 3000 мм с шагом 100 мм. Радиаторы производятся в стандартном белом цвете, но доступен и заказ в любом цвете из палитры RAL Classic. Для помещений с повышенными санитарными требованиями в линейке представлены модели в гигиеническом исполнении типов 10, 20, 30.

Помимо стандартных моделей с профильной передней панелью, доступны исполнения с абсолютно гладкой передней панелью «План-В» и «План-К».

С учётом реалий современной логистики была доработана и упаковка: многослойная защитная термоусадочная плёнка вместе с традиционными уголками и пластиковыми накладками на монтажные элементы обеспечивает сохранность радиаторов при транспортировке даже в удалённые регионы Российской Федерации.

LUNDA

Офис LUNDA в Кирове открыт: 4000 SKU и бесплатная доставка от 2000 рублей



Компания LUNDA открыла офис «ЛУНДА — Киров». Это означает, что профессиональное инженерное оборудование, а также полный комплекс фирменных сервисов компании стали ещё доступнее для специалистов региона.

Филиал уже осуществляет отгрузки и доставку по городу и области.

Особо приятный момент — бесплатная доставка начинает действовать при сумме заказа от 2000 руб. Для тех, кто предпочитает забирать товар самостоятельно, организован самовывоз, а склад оснащён техникой для быстрой погрузки и разгрузки крупногабаритных позиций.

Адрес нового филиала: г. Киров, слобода Лосево, д. 2А. Локация выбрана с учётом удобной транспортной доступности.

Что даёт открытие кировским монтажникам и инженерам:

1. Склад площадью 355 м² уже активно пополняется товаром. На сегодняшний день одновременно доступно порядка 4000 SKU, что гарантирует получение большинства заказов день в день.

2. Полный спектр фирменных сервисов:

- профессиональный подбор оборудования;
- доставка на объект и самовывоз;
- аренда инструмента;
- упрощённый возврат товара;
- различные обучающие мероприятия для монтажников;
- подключение к программе лояльности;
- регулярные акции и распродажи.

3. Эксперты на месте. Команда менеджеров филиала окажет консультацию, поможет с расчётами и оформлением документов.

Режим работы: по будням, с 8:00 до 18:00 (приём оплат — до 17:45).

Контакты для связи с филиалом:

Тел.: +7 (833) 262-22-00

E-mail: kirov@lunda.ru

Источник: LUNDA

GEFFEN

Первый российский конденсационный котёл мощностью 501 кВт

Отечественный производитель отопительного оборудования GEFFEN выпустил первый российский конденсационный котёл мощностью 501 кВт (95/75 °C) с теплообменником из нержавеющей стали.

Серия котлов GEFFEN MB 7.1 получила ещё большую локализацию производства компонентов в России. Уровень локализации в РФ составляет 90%, остальные 10% — дружественные страны.

Важным является возможность работы на пониженном давлении газа без потери мощности в диапазоне 1,3–5,0 кПа.

Диапазон модуляции от 19 до 100%.

Масса котла в сборе составляет 270 кг, что позволяет с лёгкостью применять его на крышных котельных, а также использовать при реконструкции котельных любого типа назначения. Котёл GEFFEN MB 7.1 полностью разборный. Максимальный вес самого тяжёлого элемента составляет 147 кг. Ширина



котла — 708 мм, что позволяет пронести его в любой дверной проём.

Инновационным в котле является его оснащение полностью российской автоматикой — собственная разработка GEFFEN.

Котёл GEFFEN прошёл сертификацию, имеет всю необходимую документацию.



«Мир Хомутов»

«Миру Хомутов» – 25 лет

Редакция [журнала СОК](#) поздравляет компанию «Мир Хомутов», её руководителя **Марину Розенберг** и весь коллектив с 25-летием работы на российском рынке.

За четверть века компания прошла путь от изучения крепёжных решений мирового строительного рынка до формирования собственной экспертизы, выстраивания надёжных поставок и вывода на рынок продукции, отвечающей высоким требованиям к качеству и практическим задачам специалистов.

Сегодня ООО «Мир Хомутов» — это широкий ассортимент хомутов, крепёжных систем и сопутствующих товаров, соответствующих международным стандартам, а также команда, обеспечивающая техническую поддержку, подбор решений, подготовку документации и сопровождение клиента на всех этапах работы. Отдельного внимания заслуживает со-

зданный компанией крупнейший в России склад хомутов, позволяющий оперативно закрывать потребности заказчиков.

За годы работы компания адаптировалась к изменениям рынка, экономическим вызовам и перестройке логистических цепочек, последовательно развивая курс на импортозамещение. Сегодня среди её клиентов — десятки тысяч производственных, строительных и монтажных организаций из России и стран СНГ.

Журнал СОК ценит вклад компании в развитие инженерного и строительного рынка, её ответственность и внимание к потребностям профессионального сообщества. Желаем коллективу «Мира Хомутов» дальнейшего роста, новых проектов и стабильности. Пусть накопленный опыт, деловая репутация и командный дух станут основой для новых достижений.

Royal Thermo

Новая серия дизайн-радиаторов Eclipse Tower

Royal Thermo объявил о старте продаж вертикальных биметаллических дизайн-радиаторов Eclipse Tower шириной 500 мм, ставших продолжением популярного модельного ряда Eclipse. Уже в августе в продажу поступит модель шириной 300 мм.

Модельный ряд Eclipse Tower с уникальным soft-дизайном представлен высотой 18 и 22 секции. Благодаря 100% биметаллической конструкции они подходят для любых систем отопления, включая централизованные, а рабочее давление 25 бар гарантирует надёжность даже в самых требовательных условиях. Сверхстойкая семиэтапная покраска обеспечивает долговечность покрытия.

Eclipse Tower доступны с боковым или нижним подключением в трёх цветовых решениях: Bianco Traffico (белый), Silver Satin (серебро) и Noir Sable (чёрный).



Производство Eclipse Tower полностью локализовано в РФ в технопарке «Русклимат ИКСЭл» в городе Киржаче Владимирской области — по ряду наименований локализация достигает 99%.

Промышленная группа Royal Thermo является крупнейшим в мире производителем алюминиевых и биметаллических радиаторов.

Продукция дважды была удостоена премии Red Dot Design Award, а в этом году производитель получил право на использование национального знака «Сделано в России» по двум направлениям:

«Надёжность» и «Уникальность».

BWT

BWT представил фильтр нового поколения BWT Mach для холодной воды на входе в дом

BWT представил фильтр нового поколения BWT Mach для холодной воды на входе в дом. Решение предназначено для защиты системы водоснабжения от песка, частиц ржавчины и мелкого мусора из труб, помогая снизить риск засоров и продлить срок службы сантехники и бытовой техники.



Ключевая особенность новинки BWT Mach — запатентованная вращательно-импульсная технология обратной промывки. Очистка фильтра занимает всего четыре секунды: для активации достаточно легко повернуть и удерживать корпус фильтра. Это делает обслуживание быстрым и экономичным по расходу воды по сравнению с обычными фильтрами, которые требуют разборки или более длительной промывки.

Фильтр очищается в два этапа: сначала удаляются крупные частицы, затем вымываются мелкие загрязнения. Такая схема способствует гигиеничности обслуживания и не оставляет грязь внутри фильтра.

BWT Mach устанавливается на вводе воды в здание. Монтаж предусмотрен как на вертикальную, так и на горизонтальную трубу. Фильтр оснащён редуктором давления.

Для дополнительного удобства приложение BWT напоминает о необходимости промывки или замены фильтрующего элемента. В конструкции используются латунь без содержания свинца, нержавеющая сталь и упаковка из 100% переработанной бумаги.

De Dietrich

De Dietrich обновил линейку напольных стальных водогрейных котлов CA R

Линейка включает четыре модели для работы с газовыми и жидкотопливными наддувными горелками: CA R и CA R Twin (двухходовая топка), CA R Plus и CA R Plus F (трёхходовая топка). В 2026 году добавлены трёхходовые модели Plus, максимальная мощность поднята до 17 500 кВт.



Низкое аэродинамическое сопротивление топки позволяет уменьшить установленную мощность горелок и облегчить пусконаладку. Котлы имеют усиленную раму, несколько лючков для чистки, теплоизоляция дверцы из муллитокремнезёмистой плиты и жаростойкого бетона, патрубки под предохранительные клапаны и КИПиА. Универсальный доступ к узлам упрощает обслуживание, а компактные модели TWIN экономят место в котельной. Технические характеристики:

- диапазон мощности: 250 кВт — 17 500 кВт;
- КПД до 94 % (трёхходовая конструкция Plus/Plus F);
- срок службы до 25 лет (легированная сталь, бесшовные жаровые трубы);
- регулирование мощности 25–100 % — эффективная работа в переходные периоды;
- CA R Plus F с усиленной увеличенной топкой может работать на мазуте;
- модели Twin обеспечивают резервирование мощности.

Область применения котлов CA R — промышленные предприятия, блочно-модульные и отдельно стоящие котельные, коммерческий сектор, в том числе торговые центры, логистические комплексы и гостиницы.

De Dietrich — бренд с 342-летней историей. Это гарантия надёжности любой модели — от массового бытового оборудования до сложного промышленного с высокотехнологичным электронным управлением. Это собственные современные технологии, качество используемых материалов, высокий уровень разработок и производства, испытаний и контроля готовых изделий.



PEXAU

PEXAU вывела на рынок резьбовые фитинги Aurline из красной бронзы RX+

Компания PEXAU расширила ассортимент решений для инженерных систем и представила новую линейку резьбовых фитингов Aurline из красной бронзы RX+. Резьбовые соединения применяются на открытых участках трубопроводов, где требуется возможность обслуживания оборудования, подключения сантехнических приборов, арматуры, коллекторов и других элементов системы. Новая линейка PEXAU Aurline разработана для систем водоснабжения, включая питьевое, а также для систем отопления. Красная бронза RX+ — материал с высоким содержанием меди, обеспечивающий устойчивость к различным видам коррозии и длительный срок службы.

Особое внимание при разработке также было уделено удобству монтажа. Конструкция фитингов предусматривает специальные пло-

щадки под инструмент, что облегчает работу в условиях ограниченного пространства. Наружная коническая и внутренняя цилиндрическая резьба позволяют сократить расход уплотнительных материалов и ускорить сборку соединений. Фитинги не требуют дополнительной защиты при контакте с агрессивными средами, включая штукатурку, стяжку, монтажную пену и клеевые составы. Это упрощает монтаж инженерных систем на объектах различного назначения.

Линейка включает около 100 позиций в 20 типоразмерах от 3/8" до 1", что позволяет решать широкий спектр задач при строительстве и модернизации объектов.

Каждый фитинг имеет уникальный код, с помощью которого можно проверить уникальность изделия через приложение PEXAU. Про Качество.

Vandjord

Vandjord вывел на рынок новую линейку насосов — TPE

Компания Vandjord сообщила о новой линейке насосов — TPE. Больше никаких отдельных шкафов управления и сложной интеграции. Новые насосы серии TPE уже оснащены встроенным преобразователем частоты и готовы решать задачи регулирования прямо «из коробки».

Что внутри? Работа по постоянному давлению. Работа по постоянному перепаду давления. Modbus RTU (RS-485). Встроенный ПИД-регулятор. Защита от перегрева, перегрузки и блокировки. Режимы «рабочий — резервный», «попеременный» и «каскадный» без внешнего шкафа управления. Расширенные рабочие характеристики благодаря возможности регулирования частоты вращения.



В линейке — более 120 моделей производительностью до 400 м³/ч и напором до 80 м. С новинкой можно ознакомиться в программе подбора VJ Select и BIM-библиотеке.

Рынок

Маркировка отопительных приборов: рынок снова в режиме ожидания

История с маркировкой инженерного оборудования давно превратилась в «сюжет с продолжением». Эксперимент по нанесению средств идентификации на отопительные приборы стартовал весной 2024 года, и с тех пор финальная точка не раз отодвигалась: сначала сроки сдвинули на лето 2025-го, затем на конец февраля 2026-го, после — на 31 августа 2026 года. В июне Минпромторг выступил с очередной инициативой: продлить пилотный режим уже до 28 февраля 2027 года. На первый взгляд — рутинное продление, каких было немало. Но за чередой переносов читается понятная логика. Маркировка отопительных приборов, полимерных труб и кабельно-проводниковой продукции устроена заметно сложнее, чем нанесение кода на упаковку условной бутылки воды. Здесь речь идёт о поэкземплярном учёте крупногабаритных изделий, агрегации товара в партии и обязательной передаче сведений об обороте через ЭДО. Каждую из этих процедур производителям, импортерам и дистрибьюторам нужно отработать так, чтобы система заработала без сбоев на всей цепочке — от завода до розничной кассы. Отрасли объективно требуется время на такую подготовку, и ведомство, по сути, признает это, давая бизнесу ещё один тестовый год. Важно, что речь по-прежнему идёт об эксперименте, а не об обязательной маркировке. Участие остаётся добровольным и бесплатным: производители и поставщики могут спокойно отладить нанесение кодов, передачу данных в «Честный знак» и интеграцию с ЭДО до того, как режим станет обязательным. А в том, что он рано или поздно станет обязательным, мало кто сомневается: вся логика последних лет ведёт именно к этому.



Сейчас рынок находится в подвешенном состоянии. Действующий срок окончания эксперимента — 31 августа 2026 года, но предложение продлить его до февраля 2027-го пока остаётся именно предложением: финальный документ не подписан. Для предприятий это означает паузу, в которой неудобно строить долгосрочные планы по оснащению производств, но и торопиться с инвестициями в оборудование для маркировки тоже рискованно. Все ждут постановления, которое расставит точки. Аргументов в пользу того, что государство доведёт систему до обязательного режима, хватает. По данным, представленным главой «Ростеха» Сергеем Чемезовым на встрече с президентом в начале мая, маркировка уже позволила вдвое сократить долю нелегального оборота — с 26 до 9%, принесла бюджету 1,7 трлн руб. дополнительных поступлений, а легальному бизнесу — 1 трлн руб. дохода. С такими цифрами отказываться от расширения системы никто не станет — вопрос лишь в сроках и в том, насколько мягким окажется переход для отрасли.

ГК «АЯК»

В Санкт-Петербурге заработал новый учебный центр ГК «АЯК» для HVAC-профессионалов

В Санкт-Петербурге открылся шоурум и учебный центр ГК «АЯК», ориентированный на дилеров, проектные и монтажные организации, а также сервисные компании рынка HVAC. В выставочном центре всё представленное оборудование подключено и работает. Специалисты могут протестировать технику в реальных условиях и сравнить рабочие режимы. Здесь установлена VRF-система MDV V8, что даёт возможность изучить мультizonальные системы одного из мировых лидеров (почти 40% рынка) и задать вопросы лично Павлу

Майорову, лучшему техническому тренеру по версии MBT. При шоуруме работает учебный центр, в котором будут проходить вебинары и семинары для HVAC-специалистов.



Royal Thermo

Royal Thermo получил патент на новую разработку

Бренд Royal Thermo получил патент на собственную разработку — интегрированный узел крепления устройств распределения тепла для стальных панельных радиаторов. Решение, представленное R&D-командой, стало очередным шагом в развитии инженерных компетенций бренда и подтверждением статуса ключевого технологического лидера отрасли, формирующего новые стандарты на рынке отопительного оборудования.



Разработка позволяет устанавливать распределители тепла — приборы индивидуального учёта тепловой энергии — прямо на радиатор. Такие устройства всё чаще используются в жилых комплексах, многоквартирных домах, административных и коммерческих зданиях, то есть там, где важно точно учитывать расход тепла.

Раньше для этого были нужны отдельные крепёжные элементы, устанавливаемые после изготовления радиатора. Инженеры Royal Thermo предложили другое решение: ещё на этапе производства в радиатор интегрируется металлическая пластина. Она становится частью конструкции и служит основанием для крепления распределителя. Это упрощает монтаж, делает крепление более надёжным и сохраняет дизайн радиатора. Ещё одно преимущество — более точный учёт тепловой энергии: распределитель устанавливается в оптимальной точке на поверхности радиатора и точнее измеряет отдаваемое тепло. Это повышает достоверность учёта и эффективность систем распределения тепла. «Получение патента — ещё одно подтверждение сильной инженерной школы Royal Thermo и нашего стремления развивать решения, которые задают новые стандарты для отрасли», — отметил Андрей Ашихмин, коммерческий директор Royal Thermo.

Система Качества РЕХАУ: как цифровые технологии помогают защитить рынок от подделок

В 2026 году Система Качества РЕХАУ получила специальную награду «За защиту качества» Премии Aquaflame. Чтобы получить награду, компании-участники должны подтвердить, что их проекты, продукты или услуги вносят значимый вклад в развитие индустрии.

Сегодня проблема подделок остаётся одним из ключевых вызовов отрасли. Внешне контрафактная продукция может практически не отличаться от оригинальной, однако зачастую такие изделия не соответствуют заявленным характеристикам. В результате риски несут все участники рынка — от монтажных организаций до конечных потребителей.

Для борьбы с контрафактом и управления качеством продукции в РЕХАУ была создана Система Качества РЕХАУ (СКР) — многоуровневая система контроля, которая охватывает весь жизненный цикл продукции: от производства и испытаний до поставки конечному потребителю.

Контроль начинается ещё на этапе проверки сырья. Далее продукция проходит многоэтапные испытания. Например, каждый фитинг проходит обязательную опрессовку, а контрольные образцы из каждой партии тестируются на соответствие внутренним стандартам компании.

Одним из ключевых элементов Системы Качества РЕХАУ стала цифровая прослеживаемость продукции. Каждый фитинг и каждая гильза получают уникальный QR-код, а каж-



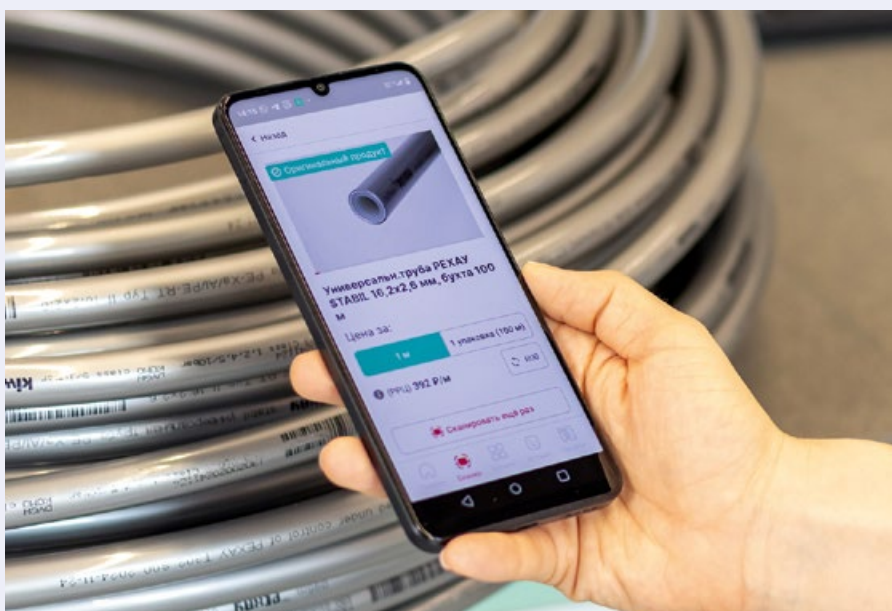
Испытательная лаборатория «РЕХАУ.Про Лаб» — важная часть Системы Качества РЕХАУ

дый метр трубы — штрих-код. Код связан с данными о партии, результатах испытаний и технической документацией изделия.

Также он позволяет клиентам проверить подлинность продукции через фирменное приложение «РЕХАУ.Про Качество». После сканирования пользователь получает подтверждение оригинальности изделия, информацию о его характеристиках и доступ к сопроводительной документации. Такой подход позволяет значительно снизить риск попадания контрафактной продукции на объект.

Дополнительным элементом Системы Качества РЕХАУ является возможность проверки дистрибьюторов и точек продаж. Отсканировав код сертификата в приложении «РЕХАУ.Про Качество», можно убедиться, что вы покупаете товар у официального партнёра РЕХАУ. Важную роль в развитии СКР играет собственная испытательная лаборатория «РЕХАУ.Про Лаб». Здесь проводятся исследования материалов и готовой продукции, разрабатываются методики испытаний и тестируются новые решения. Лаборатория позволяет выполнять стандартные проверки и специализированные исследования, направленные на повышение надёжности инженерных систем. Для монтажных организаций Система Качества РЕХАУ становится инструментом снижения профессиональных рисков. Возможность подтвердить происхождение продукции непосредственно на объекте или в точке продаж помогает исключить использование подделок и обеспечивает уверенность в качестве применяемых материалов. Для конечных потребителей это дополнительная гарантия того, что установленная система соответствует заявленным характеристикам и рассчитана на длительный срок службы.

Полученная РЕХАУ награда Aquaflame стала признанием того, что вопросы качества сегодня выходят далеко за рамки производственного контроля. Современные инженерные системы требуют комплексного подхода, который объединяет испытания, цифровые технологии, прослеживаемость продукции и защиту участников рынка от контрафакта. ●



Отсканировав QR-код через приложение «РЕХАУ.Про Качество» можно убедиться в оригинальности изделия, а также получить полную информацию о продукции

Победитель в номинации «Предприятие года»

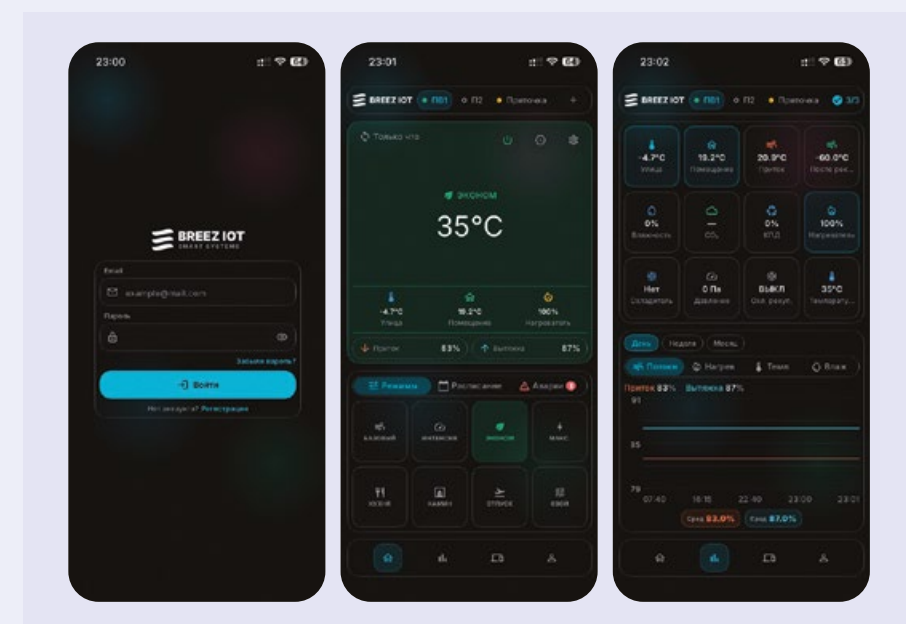
«БРИЗ — Климатические системы»: ставка на технологическую независимость



Премия AIRVent — отраслевая премия, которую ITE Group и журнал СОК проводят совместно в рамках одноименной международной выставки, ежегодно отмечает компании, формирующие облик климатического рынка России. Лауреатом 2026 года в номинации «Предприятие года» стала компания «БРИЗ — Климатические системы» (ООО «Компания БИС») — российский производитель вентиляционного оборудования с производственной площадкой ООО «Климатические Технологии».

Жюри отметило ставку предприятия на технологическую независимость и полный производственный цикл на территории РФ. Доля сырья и компонентов отечественного происхождения превышает 98% (по себестоимости отдельных видов продукции): в стране производятся теплообменники, рекуператоры, контроллеры, ТЭНы и фильтры. Такой уровень локализации обеспечивает устойчивость производственного цикла и независимость от внешних поставок.

Производственные показатели подтверждают эффективность выбранной стратегии. С 2023 года объем выпуска ежегодно удваивается, выработка на одного сотрудника за два года выросла на 25%, чистая прибыль на сотрудника на 18%. Внедрение лазерного раскроя металла, теплоизолированный цех и система вентиляции с роторной рекуперацией тепла (температурный КПД 85%) позволили снизить энергопотребление производства на 18%. Самое серьезное внимание компания уделяет НИОКР: инвестиции 2025 года составили 20 млн руб., а за 2023–2025 годы реализовано



Интерфейс мобильного приложения BREEZ IoT для удаленного мониторинга и управления

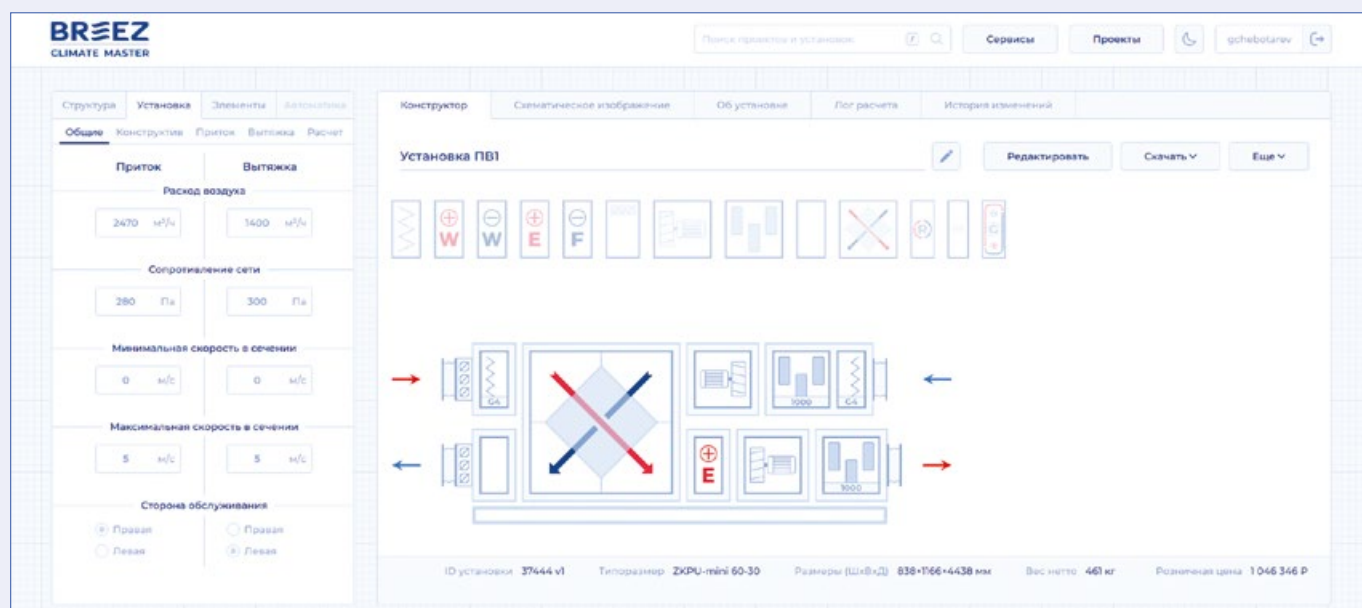
шесть разработок «от идеи до серии». Сегодня в производстве 64 модели компактных установок, 25 серий канальных установок (более 300 моделей) и 17 типоразмеров карнасно-панельных установок. Среди реализованных проектов — уникальные инженерные решения для Московского метрополитена.

Отдельное направление развития — цифровизация. Программа подбора Climate Master ускоряет и упрощает выбор оборудования, а облачная платформа BREEZ IoT с сервером на территории РФ, веб-интерфейсом и мобильными приложениями для Android и iOS выводит удаленный

мониторинг и управление климатическими системами на новый уровень. Производство сертифицировано по системе менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001–2015.

Признание экспертного сообщества стало закономерным итогом последовательной работы команды. История компании «БРИЗ — Климатические системы» наглядно показывает, какие предприятия сегодня задают стандарты отрасли.

Следующая церемония Премии AIRVent состоится в феврале 2027 года. О начале приема заявок будет сообщено дополнительно. ●



Цифровая платформа Climate Master для подбора оборудования

Как определить качество хому- тов — несколько простых способов

Поскольку самые популяр-
ные хомуты для сантехники —
это стальные хомуты с уплот-
нителем, то речь пойдёт
именно о них. Кратко расска-
жем, на что обращать внима-
ние и что имеет значение
при монтаже и эксплуатации.

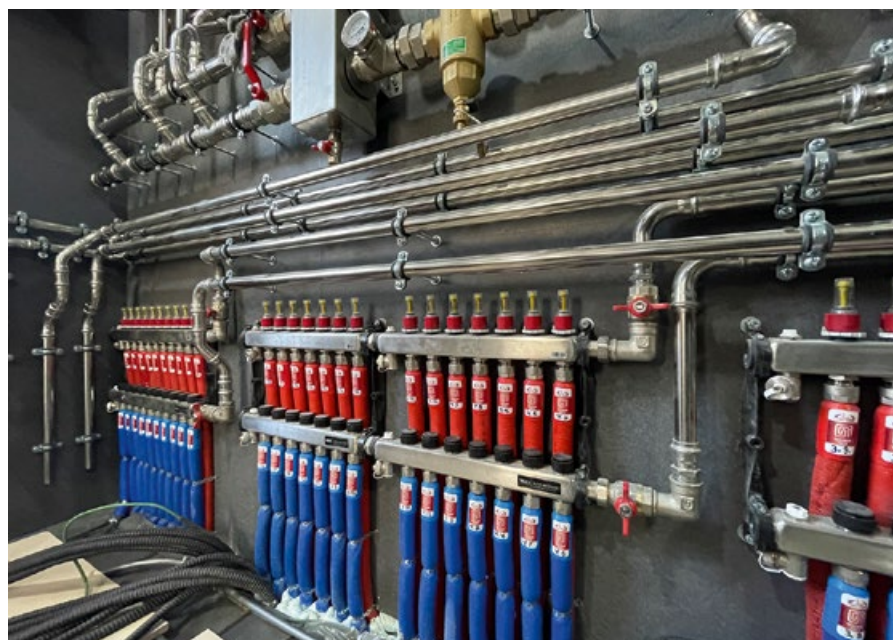


Фото: «Мир хомутов»

Стальной — значит, надёжный

Звучит красиво, но, к сожалению, так бы-
вает далеко не всегда. Наверняка вы стал-
кивались с тем, что некоторые китайские
стальные хомуты настолько тонкие, что
их можно гнуть голыми руками. Пред-
ставляете, что будет с такими хомутами
через год на объекте?!

Поэтому большое значение имеют
толщина металла и рёбра жёсткости.
Чем шире и массивнее стальная лента,
тем лучше. Как правило, самые дешёвые
(и, соответственно, тонкие) хомуты —
китайские, надёжнее модели — росси-
йского производства, а для особенно от-
ветственных объектов — там, где нужна
уверенность, — обычно используют ту-
рецкие, которые в последнее время заме-
стили известные европейские марки (по
надёжности они такие же, но цена в два-
три раза ниже).

В России популярны турецкие хому-
ты Formfix (их эксклюзивно поставля-
ет компания «Мир хомутов» в Россию
и СНГ), ранее мы уже рассказывали об
испытаниях, в которых хомут тяжёлой

нагрузки этой марки выдержал нагрузку
в 1926 кг. Есть четыре вида Formfix: хо-
муты тяжёлой нагрузки (у них усиленные
болты, гайка обварена по кругу), хомуты
быстрого монтажа со звукоизоляционной
прокладкой и комбинированной гайкой
для шпилек M8 и M10, хомуты быстро-
го монтажа FGRS, стандартные хомуты
с пластиковыми шайбами для предотвра-
щения выпадения болтов при монтаже.

*Как правило, самые дешёвые (со-
ответственно, и тонкие) хому-
ты — китайского производства,
надёжнее модели — российского,
а для особенно ответственных
объектов — там, где нужна
уверенность, — обычно применя-
ют турецкие хомуты, которые
в последнее время заменили из-
вестные европейские марки (по
надёжности они такие же, но
цена в два-три раза ниже)*



Фото: «Мир хомутов»

:: Хомуты быстрого монтажа Formfix

Фото: «Мир хомутов»



Хорошо, когда у хомута нет острых углов, а только закруглённые. Это говорит о том, что производитель продумал конструкцию, позаботился о том, чтобы при монтаже людям было удобнее работать с его продукцией.

Контргайки могут иметь одновременно две резьбы: М8 и М10. Это тоже удобно.

От уплотнителя хомута зависят его антивибрационные и антишумовые свойства. Хорошие хомуты имеют толстый уплотнитель из мягкой резины. Плохой крепёж комплектуется жёстким и тонким уплотнителем

Размер имеет значение

Хуже нет, когда в разгар монтажных работ вдруг выясняется, что хомуты не соответствуют заявленным размерам, по факту крепёж оказывается меньше. Этим недугом обычно страдает китайская продукция, заводы Поднебесной экономят буквально на всём.

На винтах тоже экономят. У недорогих хомутов винты короткие с маленькой шляпкой, у дорогих — увеличенной длины с массивной шляпкой (чтобы под большой нагрузкой винт не прорвал отверстие ленты).

Уплотняй и властвуй!

От уплотнителя зависят антивибрационные и антишумовые свойства. Хорошие хомуты имеют толстый уплотнитель из мягкой резины. Плохой крепёж комплектуется жёстким и тонким уплотнителем, который потрескается в первые же годы эксплуатации на объекте.

Сравните на фото: слева — турецкий уплотнитель, справа — российский. Почувствуйте разницу!

Удобно и точка!

Уже стало правилом хорошего тона, что у качественных хомутов на винтах есть шайба из Durafort. Она удерживает винты при монтаже, что бывает особенно важно при работе в сложных условиях на высоте.

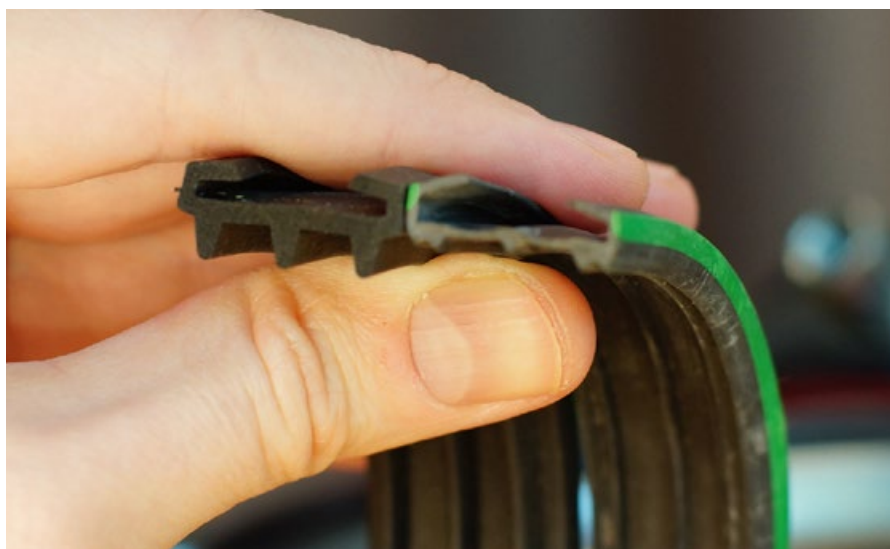
Время — деньги

В последние годы всё популярнее становятся хомуты быстрого монтажа. Это, пожалуй, главный тренд нашего времени.



Фото: «Мир хомутов»

Фото: «Мир хомутов»



Если раньше, ещё лет пять назад, такие модели были редкостью, сейчас это обычное дело. Хомуты такого вида позволяют значительно экономить время на монтаже инженерных систем и облегчают работу специалистов.

Ассортимент компании «Мир Хомутов» серьёзно пополнился самыми разными моделями хомутов быстрого монтажа. А совсем недавно компания разработала и ремонтный хомут быстрого монтажа. Это запатентованная конструкция, которая получила награду в премии Aquaflame. ●

Посмотреть весь ассортимент хомутов — более 10 тыс. позиций — можно на официальном сайте компании homut.ru.

❖ Турецкий уплотнитель (слева) сделан из толстой резины. Справа — российский уплотнитель



Обзор систем защиты от протечек 2026 года

Мы проанализировали наиболее известные на российском рынке системы защиты от протечек и сделали обзор, который поможет как специалистам, так и потребителям лучше ориентироваться во всём их многообразии.

За последние десять лет системы защиты от протечек (СЗП) превратились из дорогой опции в типовое инженерное решение для квартир, коттеджей и коммерческих помещений. Ущерб от затопления соседей даже в одной квартире легко превышает стоимость полнофункциональной системы в десятки раз, а в коммерческой недвижимости многократно больше. Параллельно сформировался зрелый рынок: появились российские производители полного цикла, развились беспроводные и Wi-Fi-протоколы, отдельные бренды дают гарантию 7–10 лет на электронику и до 50 лет на исполнительные краны.

Все цены, характеристики и ссылки актуальны на момент подготовки материала и подлежат уточнению у производителя или дилера перед закупкой.

На сегодняшний день в России отсутствует единая федеральная норма, обязывающая оснащать СЗП жилые квартиры. Тем не менее, регуляторная среда постепенно формируется. СП 30.13330.2020 (с Изменением №3) регламентирует защиту от разгерметизации трубопроводов и косвенно подталкивает проектировщи-

ков к включению автоматических отсечных устройств в проекты новых МКД. ГОСТ Р 22.1.12–2005 относит устройства защиты от протечек к числу рекомендуемых компонентов систем мониторинга инженерных систем зданий.

Жёстче ситуация в промышленном и коммерческом сегментах. Объекты с повышенным риском (центры обработки данных, фармацевтические производства, химические склады) обязаны иметь системы обнаружения и локализации утечек воды в рамках требований промышленной безопасности (№ 116-ФЗ) и отраслевых регламентов Ростехнадзора. Страховые компании де-факто усиливают этот тренд: при страховании имущества наличие сертифицированной СЗП уже сейчас влияет на размер страхового тарифа.

Рынок СЗП находится в фазе активной перестройки: одни игроки выходят на него с новыми продуктами, другие сворачивают выпуск. Так, в 2026 году о прекращении производства систем защиты от протечек сообщили «Аквасторож» и «СГК-Бастион». Одновременно на рынке появляются новые специализированные бренды.

Как появились системы защиты от протечек

Сама идея автоматически перекрывать воду по сигналу датчика затопления сформировалась за рубежом на рубеже 1990–2000-х годов. Одной из первых серийных бытовых систем стал американский WaterCop, выпускаемый с 2000 года: электропривод на шаровом кране перекрывал линию по команде от проводных датчиков, уложенных в «нижних» точках помещения.



Основополагающий принцип «контроллер — электропривод — точечные датчики» с тех пор не изменился и остаётся базовым для всего класса оборудования.

В России рынок СЗП стартовал практически одновременно с западным. Серийный выпуск отечественной системы «Нептун» начался около 2000 года; её разработчик — концерн «Специальные системы и технологии» (ССТ). В середине 2000-х к рынку подключились компании «Гидролок» (собственное производство с 2006 года) и «Аквасторож». Эти три бренда долгое время формировали ядро предложения на российском рынке.

Развитие СЗП шло по линии расширения каналов связи и интеграции. Первое поколение было проводным. Затем появились радиоканальные датчики, снявшие проблему штроб-

ления стен; следующим шагом стали Wi-Fi-контроллеры, подключение к экосистемам «умного дома» и голосовым помощникам, а также определение протечки по аномальному расходу через цифровые счётчики воды. Параллельно развивалась исполнительная механика — от простых приводов до кранов с ресурсом в сотни тысяч циклов, защитой от «закисания» и гарантией до 50 лет.

Сегодня СЗП — это серийный массовый продукт десятков производителей, в том числе российских компаний полного цикла. Оборудование охватывает диапазон от недорогого проводного комплекта на один кран до многозонных систем с диспетчеризацией для многоквартирных и промышленных объектов.

AIKEN («АЙКЕН»)

Производитель: ООО «Айкен»

Производство компании располагается в городе Шуя Ивановской области. Системы защиты от протечек — отдельная линейка; продано более 50 000 электроприводов. Сервисная сеть — около 50 центров по России.

Ассортимент

Готовая СЗП Aiken: контроллер SW, шаровые краны с электроприводом UED-1219 в исполнениях ДУ15/20/25/32, отдельный электропривод ЭУ-12/19 (8788 Р), новинка 2026 — привод ЭУ12-0110 с управлением 0–10 В (10 700 Р), проводные и беспроводные датчики Aiken LS3 (1639 Р). Партнёрские краны LD Pride в базе, любые сторонние — по запросу. Типоразмеры: ½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", 2".

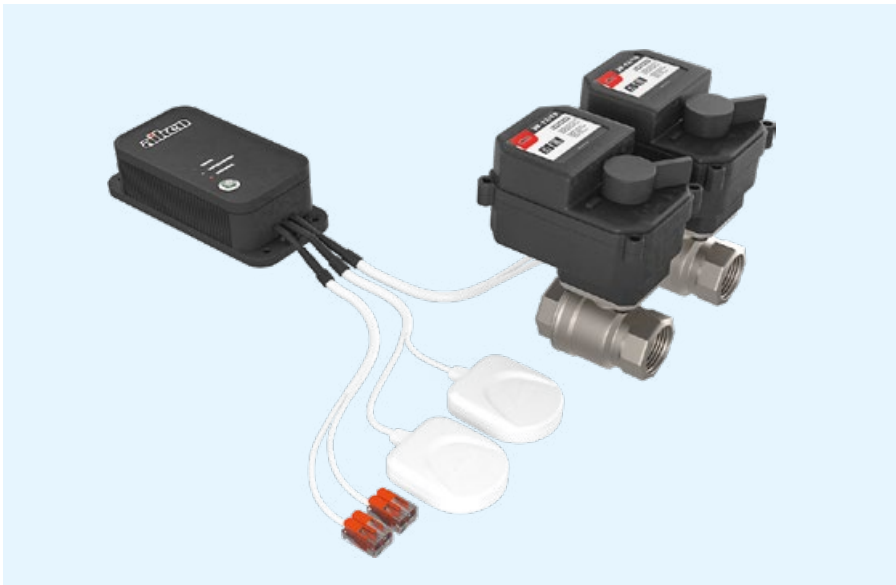
Особенность Aiken — запатентованный электропривод, который монтируется на уже установленный четвертьоборотный кран без разгерметизации трубопровода либо поставляется в сборе с шаровым краном; это снимает необходимость врезки и согласований. Производство в городе Шуе Ивановской области выпустило более 50 000 электроприводов, а сервисная сеть насчитывает около 50 центров по России. Система гибридная: к контроллеру подключаются до 100 проводных и до 6 беспроводных датчиков (собственный радиоканал, дальность 30 м) и до 6 кранов. Приводы развивают крутящий момент 20 Н·м при степени защиты IP67 и ресурсе более 120 000 циклов; типоразмеры кранов от ½" до 2", рабочее давление до 60 бар, питание 12/24 В или 220 В.

Система работает от сети или от батареек и базово функционирует аппаратно, без интернета и приложения, может интегрироваться в «умный дом» с голосовым управлением, Home Assistant и RS-485/Modbus RTU. Гарантия — 5 лет на электронику, привод и датчики.

Особенности

- Электропривод монтируется на любой существующий кран постфактум (запатентованная конструкция) или поставляется в сборе с шаровым краном.
- Степень защиты — IP67, крутящий момент — 20 Н·м.
- Система работает от сети или батареек; датчики проводные и беспроводные.
- Новинка 2026 — электропривод ЭУ12-0110 с управлением 0–10 В.

Объекты, на которых установлены системы защиты от протечек Aiken: ЖК «Селигер сити», ЖК «SLAVA».



:: Комплект гибридной системы защиты от протечек Aiken на ½"

Параметр	Значение
Тип системы	Гибрид (проводная + беспроводная)
Радиоканал	Собственный RF; дальность 30 м
Макс. датчиков на контроллер	100 проводных / 6 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	6
Резервное питание	Сеть или батарейки в базовом исполнении
Самодиагностика	Обрыв датчиков, разряд батарей, отказ привода — да
Защита от закисания	Автопроворот по ТЗ
Степень защиты IP	IP67 (контроллер / привод / датчик)
Условия эксплуатации	–10...+120 °С, влажность до 100 %
Кран	LD Pride в базе и любые сторонние по запросу
Типоразмеры	½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", 2"
Тип присоединения	BP / HP, BSP / NPT, любое
Материал корпуса крана	Латунь / бронза / нержавеющая сталь
Материал шара и штока	Латунь
Уплотнения	PTFE / EPDM / FKM
Рабочее давление	до 60 бар
Рабочая температура	–10...+60 °С
Рабочая среда	Вода или любая жидкость, совместимая с PTFE
Питание привода	12/24 В DC / 220 В AC
Потребляемая мощность	В покое 0 Вт / при срабатывании 1,4 Вт
Полное закрытие / открытие за	21 с
Ресурс привода	Более 120 000 циклов (по испытаниям)
Беспроводной датчик	Контактный электрод, ресурс батареи 3 года, дальность 100 м, IP67
Проводной датчик	Кабель 2 м (до 10 м по ТЗ — любой); наскладное подключение
Облачный сервис	РФ
Работа без интернета	Да (базово работает аппаратно)
Уведомления	SMS и push
Голосовые помощники	Прямая интеграция и через сценарии
Home Assistant	Да
RS-485 / Modbus	RS-485 / Modbus RTU
Гарантия	5 лет на электронику, электропривод и датчики; кран — гарантия производителя
Условия гарантии	Доставка + замена
Сертификаты	ЕАЭС N RU Д-РУ.РА01.В. от 05.09.2024, ЕАЭС N RU ДСН.РА08.В.12143/25 от 11.09.2025
Цены на ½"	9609 Р (привод + кран ДУ15 UED-1219-15), 27 489 Р (комплект СЗП Aiken SW)

AQUAEXPERT

Производитель:

ООО «Электрорешения»

Крупный российский вендор электро-техники; СЗП AquaExpert — модельный ряд в линейке PROXIMA. Представитель бренда EKF по работе с претензиями на территории Российской Федерации — ООО «Электрорешения».

Ассортимент

Шаровые краны с электроприводом AquaExpert 220 В: ½" (AquaExpert-valve-½, 13 499 Р) и ¾" (AquaExpert-valve-¾, 14 999 Р). «Умное» реле в подрозетник Zigbee EKF Connect Select одноканальное с нейтралью (SSH-1G-ZB, 2099 Р).

«Умный» датчик протечки Zigbee EKF Connect (IS-FL-ZB, 2570 Р).

СЗП AquaExpert входит в линейку Proxima компании «Электрорешения» (бренд EKF) и строится вокруг беспроводного протокола Zigbee: один контроллер обслуживает до 128 датчиков и до 12 кранов, что позволяет масштабировать защиту от квартиры до коттеджа или небольшого коммерческого объекта. Шаровые краны российского производства из кованной латуни с уплотнениями PTFE рассчитаны на давление до 40 бар; электропривод с бесщёточным двигателем (6 Вт) и металлическими шестернями закрывает воду за 15 секунд и имеет ресурс не менее 250 000 циклов — один из самых высоких в обзоре. Степень защиты — IP20 (контроллер), IP65 (привод) и IP40 (датчик); диапазон эксплуатации –10...+40 °С. Система интегрирована в экосистему EKF Connect Home с настройкой сценариев («Я дома», «Я в отпуске»), работает с «Алисой», «Сбер Салют», «Марусей», Home Assistant и Tuuya, а о протечке сообщает push-уведомлением и в Telegram. Обложка размещено в России, поддерживается работа без интернета. Гарантия — 7 лет на электропривод и кран и 3 года на электронику и датчики.

Особенности

- Интеграция в экосистему «умного дома» EKF Connect Home, работа с голосовыми помощниками, гибкая настройка сценариев («Я дома», «Я в отпуске» и т.п.).
- В электроприводе — металлические шестерни и бесщёточный двигатель.
- Сигнализация о протечке push-уведомлением и в Telegram.
- Совместимость по типовой ширине DIN-щитов.
- Доступность через сеть дистрибьюторов бренда EKF (электромонтаж). •



• • Комплект гибридной системы защиты от протечек AquaExpert на ½"

Параметр	Значение
Тип системы	Гибрид
Радиопrotocol	Zigbee
Дальность радиоканала	40 м
Макс. датчиков на контроллер	128 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	12
Резервное питание	Нет
Самодиагностика	Разряд батарей в датчиках; статус в приложении
Защита от закипания кранов	Автопроворот, периодичность настраивается сценарно в приложении
Степень защиты	IP20 (контроллер) / IP65 (привод) / IP40 (датчик)
Условия эксплуатации	–10...+40 °С; влажность не более 90 %
Краны	Россия; ½", ¾", 1"; BP / HP, BSP / NPT
Корпус крана	Кованая латунь; уплотнения PTFE
Рабочее давление	До 40 бар
Рабочая температура	Эксплуатация –10...+40 °С; жидкость до +120 °С
Питание привода	12 В DC / 220 В AC
Мощность электродвигателя	6 Вт
Полное закрытие / открытие за	15 с
Ручное управление	Есть
Ресурс привода	Не менее 250 000 циклов
Особенности привода	Металлические шестерни, бесщёточный двигатель
Датчик протечки	Контактный, питание 2 × AAA, ресурс 3 года, дальность 40 м, IP40
Каскадное подключение датчиков	Да
Мобильное приложение	EKF Connect Home (Android 4.4+ / iOS 8.0+)
Облачный сервис	Россия
Работа без интернета	Да
Уведомления	Push, Telegram
Tuya / Smart Life	Есть
Голосовые помощники	«Яндекс Алиса», «Сбер Салют», «Маруся»
Home Assistant	Есть
RS-485 / Modbus	Нет
Гарантия	7 лет на электропривод и кран; 3 года на электронику и датчики
Сертификаты	ЕАЭС N RU Д-СН.РА06.В.34403/23, ЕАЭС N RU Д-СН.РА07.В.09086/22, ЕАЭС N RU Д-РУ.РА01.В.43477/21
Цены на ½" / ¾"	13 499 Р (AquaExpert 220 В кран ½"), 34 237 Р (полный комплект ½"); 37 237 Р (полный комплект ¾")

ARROWHEAD

Производитель: ООО «Арроухед Рус»

Международный бренд инженерной сантехники с 1936 года; начинал с незамерзающих кранов.

Ассортимент

Две независимые линейки СЗП — проводная (LSS-400-15/-20/-25) и беспроводная (511322/511333/511344) для типоразмеров ½", ¾" и 1". Базовый комплект включает контроллер, два шаровых крана с электроприводом, два датчика протечки, блок питания и кейс резервного питания на 4 × AA. Краны и приводы у обеих линеек идентичны — различается только алгоритм контроллера. Дополнительно: разветвитель шлейфа LSS-422-04 (до 64 проводных датчиков), удлинители на 5 и 10 м, интернет-шлюз для беспроводной системы.

Особенности

- Бессвинцовая латунь С69300 (Pb не более 0,25 %) — премиум-класс, безопасна для питьевой воды.



❖ Комплект беспроводной системы защиты от протечек Arrowhead (511322) на ½"

- Полнопроходной шар, ремонтпригодная конструкция, PN40.
- Быстротъемная клипса (на 90°) — привод снимается и монтируется без инструмента даже в труднодоступных местах.
- Автотест от закисания каждые 30 дней (беспроводная — настройка 14/7 дней).
- Страховое покрытие ущерба от протечки — до 1 000 000 €.
- Масштабируемость: до 8 кранов, до 64 проводных датчиков (через разветвитель LSS-422-04) или 8 беспроводных.
- Радиоканал 868 МГц (диапазон DECT) — устойчив к помехам от Wi-Fi. ●

Параметр	Значение
Тип системы	Две линейки: беспроводная и проводная
Радиопrotocol (беспровод.)	Собственный RF 868 МГц (диапазон DECT — минимум помех от Wi-Fi)
Дальность радиоканала	До 150 м в прямой видимости; 30–50 м через две-три стены
Макс. датчиков на контроллер	до 8 (беспровод.), 4 напрямую (провод.), до 64 через разветвитель LSS-422-04
Макс. кранов на контроллер	2 напрямую; до 8 через разветвитель
Шинное расширение	RS-485 / Modbus — нет
Сухие контакты	Нет; выход управления через мобильный шлюз (в беспроводной версии)
Резервное питание	Кейс на 4 × AA (в комплекте); автономия при отключении 220 В — до 9 суток; индикация разряда на контроллере
Самодиагностика (беспровод.)	Разряд CR2032 датчика, потеря связи, отключение 220 В
Самодиагностика (проводная)	Обрыв кабеля/шлейфа, отключение 220 В
Защита от закисания крана	Автоцикл «открыть/закрыть» раз в 30 дней; на беспроводной частота настраивается на 14 или 7 дней
Степень защиты	IP54 (контроллер) / IP65 привод (кран + привод) / IPX7 (датчик)
Условия эксплуатации	+5...+50 °C (контроллер); –10...+50 °C (датчик и привод); влажность до 95 %
Производитель кранов	Arrowhead (собственное производство)
Типоразмеры	½" (DN15), ¾" (DN20), 1" (DN25)
Присоединения	Внутренняя резьба (BP)
Материал корпуса крана	Бессвинцовая латунь С69300 (Pb ≤ 0,25 %, премиум-класс, безопасна для питьевой воды)
Материал шара и штока	Нержавеющая сталь AISI 304 / латунь С69300; шар хромированный, полнопроходной
Уплотнения	PTFE (седла шара); EPDM (шток)
Рабочее давление	PN40 (400 Н/см²)
Рабочая температура	до +95 °C
Рабочая среда	Холодная и горячая вода; водно-гликолевые растворы до 50 % (этиленгликоль и пропиленгликоль)

Параметр	Значение
Питание привода	12 В (от контроллера)
Потребляемая мощность привода	В покое < 0,5 Вт; при срабатывании ≈ 3 Вт
Время полного закрытия / открытия	12 с (бесшумный электродвигатель)
Крутящий момент привода	7 Н·м
Ручное управление приводом	Нет; быстротъемная клипса (поворот на 90°) — привод снимается без инструмента
Ресурс	Электропривод — 10 000 циклов; кран — 40 000 циклов
Беспроводной датчик	Контактный электродный; CR2032 (3 В), ресурс ≈ 1 год; дальность до 150 м; IPX7 (погружение 1 м до 30 мин.); к беспроводным датчикам предусмотрен комплект для установки и обслуживания датчиков в труднодоступных местах
Проводной датчик	Контактный электродный, питание от контроллера; штатный кабель 2 м; удлинители 5 и 10 м; IPX7; каскад до 64 через LSS-422-04
Моб. приложение	Smart Life (для беспроводной линейки)
Работа без интернета	Да — автозакрытие по датчику работает локально; управление со смартфона — через интернет-шлюз
Уведомления	В приложении Smart Life
Туя / Smart Life	Да (только беспроводная)
Голосовые помощники	«Алиса» от «Яндекса» / Apple HomeKit / Google Home — аналогично прочим устройствам Туя
Home Assistant	Не заявлено
RS-485 / Modbus	Нет
Гарантия	5 лет на электронику, электропривод, кран и датчики
Условия гарантии	Замена неисправного оборудования; страховое покрытие ущерба от протечки — до 1 000 000 €
Сертификаты	Декларация о соответствии ТР ТС 004/2011 и ТР ТС 020/2011; протоколы испытаний — по запросу
Цены на ½"	16 200 ₽ (LSS-400-15, провод.), 29 100 ₽ (511322, беспровод.)
Цены на ¾"	18 500 ₽ (LSS-400-20), 31 100 ₽ (511333)
Цены на 1"	20 600 ₽ (LSS-400-25), 35 200 ₽ (511344)

DILWIS (СТМ «Лемана ПРО»)

Dilwis — собственная торговая марка ретейлера «Лемана ПРО». Производитель кранов — ООО «Груп Атлантик Теплолюкс». В линейке: Dilwis Base (проводной), Dilwis Smart Wi-Fi и Dilwis Smart 868.2 (с радиодатчиками).

Ассортимент

Готовые комплекты Dilwis Base ½" (арт. 89432908, 14 623 Р) и ¾" (арт. 89432904, 16 840 Р) с двумя кранами с электроприводом 230 В и двумя датчиками; отдельно — проводной датчик Dilwis (арт. 89432897, 822 Р), радиодатчик Dilwis Smart 868.2 и Wi-Fi-комплект Dilwis Smart Wi-Fi.

Dilwis Base — полностью проводная система локального действия, рассчитанная на подключение до 20 датчиков и до 6 кранов.

Исполнительные шаровые краны изготовлены из латуни CW617N, выпускаются в типоразмерах ½" и ¾" с внутренней резьбой, выдерживают рабочее давление до 20 бар и температуру среды до +120 °С.

Электропривод 230 В АС закрывает и открывает кран за 20 секунд при ресурсе 10 000 циклов.

Ручное управление не предусмотрено, но реализован автоповорот раз в две недели для защиты от закипания. Контактные датчики с электродами из нержавеющей стали

стали запитаны проводом 12 В DC, имеют степень защиты IP67 и штатный кабель 3 м, который можно нарастить до 500 м без потери гарантии; до 20 датчиков подключаются параллельно в один шлейф.

Система работает автономно, без интернета, мобильного приложения и сторонних интеграций; резервное питание и самодиагностика отсутствуют.

На электронику, привод, кран и датчики производитель даёт гарантию 5 лет, все узлы имеют сертификаты соответствия ЕАЭС.

Особенности

- Надёжная проводная система — сигнал от датчиков всегда дойдёт до модуля.
- Проводные датчики с контактами из нержавеющей стали — не требуют обслуживания.
- Длину линии датчиков можно увеличить до 500 м с сохранением гарантии.
- Защита от ложных срабатываний — система срабатывает только при реальной протечке.
- СТМ «Лемана ПРО» — это гарантия качества официального ретейлера и широкая офлайн и онлайн доступность товара. ●



● Комплекты проводных систем защиты от протечек Dilwis Base ½" и Dilwis Base ¾"

Параметр	Значение
Тип системы	Проводная
Радиопrotocol	Не применяется (Base). В линейке также Dilwis Smart Wi-Fi и Dilwis Smart 868.2 — отдельные паспорта
Макс. датчиков на контроллер	20
Макс. кранов на контроллер	6
Шинное расширение	Нет
Сухие контакты	Нет
Резервное питание	Нет
Самодиагностика	Нет
Защита от закипания крана	Автоповорот 1 раз в 2 недели
Степень защиты	IP54 (модуль) / IP67 (датчик) / IP66 (электропривод)
Условия эксплуатации	Модуль, датчик и привод: +5...+40 °С, влажность до 95 % при +30 °С без конденсации
Производитель кранов	ООО «Груп Атлантик Теплолюкс»
Типоразмеры	½", ¾"
Тип присоединения	ВР / ВР, трубная G½" или G¾"
Материал корпуса крана	Латунь CW617N
Материал шара и штока	Латунь CW617N
Уплотнения	Шар — 2 кольца EPDM + 2 кольца PTFE; шток — 2 кольца FPM
Рабочее давление	20 бар
Температура рабочей среды	до +120 °С

Параметр	Значение
Рабочая среда	Вода и любая жидкость, совместимая с EPDM и PTFE
Питание привода	230 В АС
Потребляемая мощность	В покое 0 / при срабатывании 10 Вт
Время полного закрытия / открытия	20 с
Ручное управление	Нет
Ресурс привода	10 000 циклов
Тип датчика	Контактный электрод
Питание датчиков	Проводное 12 В DC
Длина кабеля датчика	3 м (штатный), до 500 м (максимум)
Каскадное подключение датчиков	Параллельное подключение, до 20 датчиков
Моб. приложение / облаков	Нет (Base)
Работа без интернета	Да
Уведомления / голосовые помощники / Tuuya	Нет (Base)
RS-485 / Modbus / ЖКХ / API	Нет
Гарантия	5 лет на электронику, привод, кран и датчики
Сертификаты	ЕАЭС RU C-RU.АД65.В.01934/25 (модуль); ЕАЭС N RU Д-РУ.РА02.В.27343/25 (кран с приводом); ЕАЭС N RU Д-РУ.РА01.В.35755/25 (датчики); ЕАЭС N RU Д-СН.РА06.В.37943/25 (блок питания) — все до 2030 года
Цены на ½" / ¾"	14 623 Р (Dilwis Base ½", арт. 89432908), 16 840 Р (Dilwis Base ¾", арт. 89432904), датчик протечки Dilwis — 822 Р (арт. 89432897)

ENSYSTEC

Ensyspec — российский разработчик и производитель систем защиты от протечек Leak Protect. Команда опытных разработчиков делает ставку на глубокую интеграцию с профессиональными платформами «умного дома» и применение микроэлектроники ведущих мировых производителей.

Ассортимент

Контроллер Leak Protect в трёх исполнениях: проводном, с Zigbee-модулем и с поддержкой протокола Modbus RTU (интерфейс RS-485). Шаровые краны Bonomi (Италия) и Gallor (Россия) ½"–1" с электроприводом 12 В DC. Проводные и беспроводные Zigbee-датчики протечки. Готовые комплекты Leak Protect Kit для квартиры и загородного дома.

Особенности

- Интеграция со всеми профессиональными платформами «умного дома»: Spruthub, Wiren Board, Home Assistant, iRidi, Zigbee2MQTT, Node-RED, ioBroker, OpenHAB, Majordomo, Xiot и др.



❖ Система защиты от протечек Ensyspec Leak Protect ½"

- Возможность глубокой настройки системы «под себя».
- Полноценное ручное управление приводами и обратная связь по положению крана: открыт / открыт не полностью (застрял) / закрыт.
- Полная электробезопасность, резервное питание и функции самодиагностики; качественная микроэлектроника (Silabs, Microchip, STMicroelectronics, Semtech).
- Проектированием продукта занимается команда опытных разработчиков.

- Беспроводные Zigbee-датчики с рекордным для отрасли ресурсом батареи — не менее 10 лет (до 20 лет на литии).

Новинки 2025–2026: Zigbee-модуль для контроллера и датчик Leak Sensor Zigbee с прямым биндингом. Готовится модульная DIN-система Leak Protect DIN. К концу года ожидаются датчики увеличенной дальности со стойким шифрованием.

Знаковый проект: системы Ensyspec устанавливаются во все квартиры «умного» жилого комплекса «СберСити». ●

Параметр	Значение
Тип системы	Проводная + беспроводная (Zigbee)
Радиопrotocol	Zigbee
Дальность радиоканала	300 м
Макс. датчиков на контроллер	Не ограничено
Макс. кранов на контроллер	До 20
Шинное расширение	Modbus RTU (RS-485)
Сухие контакты	2 контакта (ALM, FUN): управление импульсами, передача аварии во внешние системы, интеграция с пожарной автоматикой (при пожаре краны удерживаются открытыми)
Резервное питание	АКБ 12 В 1,3 А·ч, до 2 недель автономной работы
Самодиагностика	Контроль обрыва датчиков, наличия и положения приводов, заряда АКБ и беспроводных датчиков
Защита от закипания крана	Автоповорот 1 раз в 2 недели (без прекращения подачи воды)
Степень защиты	IP54 (контроллер) / IP65 (привод) / IP65 (датчик)
Условия эксплуатации	0...+60 °C, влажность до 80 %
Производитель кранов	Bonomi (Италия) / Gallor (Россия)
Типоразмеры	½", ¾", 1"
Тип присоединения	BP-BP
Материал корпуса крана	Никелированная латунь (Bonomi CW617N / Gallor ЛЦ40С)
Материал шара и штока	Никелированная латунь
Уплотнения	Bonomi: PTFE + FPM; Gallor: PTFE + EPDM
Рабочее давление	40 бар
Рабочая температура	Gallor: 0...+130 °C; среда — вода и жидкости, совместимые с PTFE
Питание привода	12 В DC
Потребляемая мощность	0,2/9 Вт

Параметр	Значение
Время полного закрытия / открытия	< 15 с
Ручное управление	Полноценное, без дополнительных кнопок
Ресурс привода	250 000 циклов (испытания)
Датчик протечки	Контактный электрод; проводной или беспроводной Zigbee (2 × CR2032)
Ресурс батареи датчика	Не менее 10 лет (до 20 лет на литиевых элементах)
Кабель датчика	Штатный 3 или 5 м; проводной — до 100 м, каскадное подключение
Мобильное приложение	В разработке
Облачный сервис	Собственный, сервер в РФ
Работа без интернета	Да
Уведомления	Через систему «умного дома»
Тула / Smart Life	Нет
Голосовые помощники	Яндекс Алиса (по Zigbee); прочие платформы — через стороннее ПО
Home Assistant	Полноценная интеграция; готовые шаблоны для Spruthub, Wiren Board
RS-485 / Modbus	Modbus RTU
Интеграция с ЖКХ / диспетчеризацией	Да, с СУЗ управляющих компаний
API	REST API, MQTT (релиз после выхода мобильного приложения)
Гарантия	10 лет на электронику, привод и датчики; кран Gallor — 15 лет, Bonomi — пожизненная
Условия гарантии	Соблюдение инструкций по монтажу; замена/ремонт с доставкой до двери, самовывозом или на производстве
Сертификаты	ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011, ГОСТ Р 72298–2025
Цены на ½" / ¾" / 1"	Квартира: 28 600 Р (Gallor ½"), 29 600 Р (Gallor ¾"), 32 600 Р (Bonomi ½"). Загородный дом: 27 600 Р (Bonomi 1"). Версии Zigbee/Modbus — от 32 600 Р

GIDROLOCK

Производитель: ООО «Гидроресурс»

Технологический лидер в производстве надёжных систем защиты от протечек. Собственное производство в РФ с 2006 года. Продукция компании включена в реестры «Сделано в России» и «Реестр российской промышленной продукции», компания отмечена свидетельством «Реестр надёжных партнёров» ТПП РФ.

Ассортимент

Готовые комплекты Hidrolock: Standard, Premium и Winner с модификациями Wi-Fi, ZigBee, RS-485. Серия Cottage — для домов и помещений с подачей воды по одной магистрали. «Водостоп» — бюджетная линейка защиты от протечек с возможностью удалённого мониторинга системы. Шаровые краны Bonomi, Bugatti, Enolgas и собственный бренд G-Lock; типоразмеры ½"–2".

Особенности

- Возможность управления системой через голосовые ассистенты — открывает и закрывает краны, передаёт показания счётчиков, сообщает состояние датчиков (заряд батареи, сигнал).

- Быстросъёмное соединение привода (снимается без инструмента, используется как ручка для ручного управления).
- Электродвигатели привода имеют прочные металлические шестерни. Высокий крутящий момент на приводах: Ultimate — до 9 Н·м, Professional — до 35 Н·м.
- Безопасная двухпроводная схема датчиков — без напряжения на контактах.
- Гарантия 10 лет на всю производимую продукцию. Гарантия на шаровые краны Bonomi — 50 лет.



Новинки 2025–2026: блок управления Premium Plus Radio Wi-Fi (обновлённая версия с Wi-Fi-модулем), блок управления Premium Plus Double, серия шаровых кранов с приводом «Чистая вода».

Реализованные проекты с системами Hidrolock: «Лакта Центр» (СПб), iCity, БЦ «Upside Кунцево» (Москва), штаб-квартира «РусГидро» (Красноярск), логистический центр «Газпром» (СПб); системы устанавливаются на объектах программы реновации Москвы и МО. ●

Параметр	Значение
Тип системы	Гибридная — проводные, радио, Wi-Fi, Zigbee-датчики
Радиопrotocol	Wi-Fi 2,4 ГГц / Zigbee / Z-Wave / 868 МГц
Дальность радиоканала	до 500 м
Макс. датчиков на контроллер	до 800 проводных / 62 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	до 20
Шинное расширение	RS-485 / Modbus
Сухие контакты	Да
Резервное питание	Аккумулятор Li-ion 11,1 В / 2600 мА·ч — до 10 суток
Самодиагностика	Обрыв датчиков (датчики с контролем обрыва цепи), разряд батарей — звук и push
Защита от закипания	Автоповорот раз в две недели
Степень защиты	IP65 (привод) / IP54 (блок управления) / IP67 (датчики)
Условия эксплуатации	Блок управления +5...+45 °С; кран с электроприводом 0...+55 °С
Производитель кранов	Bonomi, Bugatti, Tiemme, Enolgas, G-Lock
Типоразмеры	½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", 2"
Тип присоединения	ВР / ВР
Материал корпуса крана	Латунь / нержавеющая сталь
Уплотнения	PTFE
Рабочее давление	40 бар
Рабочая температура	до +120 °С
Рабочая среда	Вода / глицерин
Питание привода	12 В DC / 24 В DC / 220 В AC
Потребляемая мощность	В покое до 100 мА; при срабатывании ≤ 0,5 А
Время полного закрытия / открытия	15 секунд

Параметр	Значение
Ручное управление	Есть
Ресурс привода	По заявлению 200 000 циклов / по испытаниям 250 000 циклов
Беспроводной датчик	Контактный электрод; питание 2 × CR2032, ресурс до 10 лет; дальность до 500 м в прямой видимости
Проводной датчик	Кабель 3 / 5 / 10 м (штатный); максимальное удлинение до 100 м
Каскадное подключение датчиков	Нет (предусмотрены датчики с контролем обрыва — двухпроводная схема без напряжения на контактах)
Мобильное приложение	Gidrolock / Smart Life / «Салют» (iOS, Android); «Умный дом с Алисой»
Облачный сервис	Tuya (Китай), «Салют» (РФ)
Работа без интернета	Да
Уведомления	Push, SMS
Tuya / Smart Life	Да
Голосовые помощники	«Алиса» от «Яндекс» (полная через приложение Hidrolock), Apple HomeKit, Google Home, «Сбер Салют»
Home Assistant	Да
RS-485 / Modbus	Есть
Интеграция с ЖКХ / диспетчеризацией	Да
API	Да (через RS-485)
Гарантия	10 лет на электронику, привод, кран и датчики; для кранов Bonomi — 50 лет
Условия гарантии	Безоговорочная замена
Сертификаты	Декларация соответствия ТР ТС/ТР ЕАЭС
Цены на ½"	15 050 ₽ («Водостоп» Radio Wi-Fi), 29 200 ₽ (Standard Radio Wi-Fi G-Lock), 42 800 ₽ (Premium Plus Radio Wi-Fi G-Lock), 44 100 ₽ (Winner Radio Wi-Fi G-Lock)

NEPTUN

Производитель: ООО «Теплолюкс»

По данным независимого исследования*, является самой популярной системой защиты от протечек в России.

Ассортимент

Новая линейка «Умная система защиты от протечки воды Neptun — Умный дом с Алисой» разработана совместно с «Яндекс». СЗП быстро перекроет воду при аварии, пришлёт уведомление, позволяя управлять защитой голосом через «Алису». Подходит для квартиры и дома, легко интегрируется в сценарии «умного дома». Установка проста и надёжна. Готовые комплекты на ½" и ¾": базовый (35 900 Р), оптимальный (44 900 Р), максимальный (69 900 Р — с двумя цифровыми счётчиками воды Neptun с передачей показаний в приложение и построением графика потребления воды). Шаровые краны ½"–2" собственного производства (ООО «Теплолюкс») или итальянского бренда Bugatti на выбор, электропривод 12 В DC / 220 В AC.

Особенности

- Система разработана совместно с «Яндексом» — полноценный элемент «Умного дома с Алисой»; прямая интеграция, без сторонних шлюзов.



❖ Комплект беспроводной системы защиты от протечек Neptun Evo на ½"

- Подключение цифровых счётчиков воды Neptun, определение протечки по расходу воды и передача показаний в приложение.
- По результатам независимого исследования (агентства MAGRAM Market Research) является самой популярной систе-

мой защиты от протечек воды в Российской Федерации.

- Внешний ИБП — до 30 часов автономной работы при отключении 220 В.
- Поддержка до 60 проводных и 50 беспроводных датчиков, до 6 кранов; RS-485/Modbus. ●

Параметр	Значение
Тип системы	Гибрид (проводная + беспроводные датчики)
Радиопrotocol	Wi-Fi 2,4 ГГц / 868 МГц
Дальность радиоканала	До 3000 м
Макс. датчиков на контроллер	60 проводных / 50 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	6
Шинное расширение	RS-485
Сухие контакты	1 сухой контакт, перекидное реле
Резервное питание	Внешний ИБП — до 30 часов при отключении 220 В
Самодиагностика	Обрыв датчиков, разряд батарей, отказ и обрыв привода, потеря радиодатчиков
Защита от закипания крана	Автопроворот каждый день на 5° ночью
Степень защиты	IP20 (контроллер) / IP66 (привод) / IP67 (датчики)
Условия эксплуатации	Контроллер +5...+40 °С, до 95% без конденсата; кран 0...+60 °С; датчики +5...+40 °С
Производитель кранов	ООО «Теплолюкс»
Типоразмеры	½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", 2"
Тип присоединения	BP / BP, BSP
Материалы корпуса крана, шара и штока	Латунь / бронза / нержавеющая сталь
Уплотнения	PTFE / EPDM
Рабочее давление	20/40 бар (по исполнению)
Рабочая температура	до +120 °С
Рабочая среда	Вода / гликоль
Питание привода	12 В DC / 220 В AC

Параметр	Значение
Потребляемая мощность	В покое 0 Вт / при срабатывании 0,6 Вт
Время полного закрытия / открытия	14/20 с (по исполнению)
Ручное управление	Рукоятка на приводе
Ресурс привода	До 10 000 циклов (по заявлению и по испытаниям)
Тип датчика	Открытый коллектор; контактный
Питание датчиков	Проводные / батарейные 2 × AAA; ресурс до 8 лет
Кабель датчика	3 м (штатный); до 500 м (максимум)
Каскадное подключение датчиков	Да
Моб. приложение	«Дом с Алисой» (iOS / Android)
Облачный сервис	«Яндекс», Россия
Работа без интернета	Да
Уведомления	Push
Tuya / Smart Life	Да
Голосовые помощники	«Яндекс Алиса» — прямая интеграция
Home Assistant	Нет
RS-485 / Modbus	RS-485 / Modbus RTU/TCP
Интеграция с ЖКХ	Нет
API	Да
Гарантия	6 лет на электронику, привод, кран и датчики; ремонт или замена
Сертификаты	Декларация о соответствии ТР ТС / ТР ЕАЭС
Цены на ½" / ¾"	35 900 Р (базовый, ½" или ¾"), 44 900 Р (оптимальный, ½" или ¾"), 69 900 Р (максимальный, со счётчиками, ½" или ¾")

* По результатам исследования агентства MAGRAM Market Research (ООО «МАГРАМ МР») в период с 21 по 29 ноября 2023 года.

SAURES

Производитель: ООО «Саурес»

Saures — российский разработчик и производитель систем защиты от протечек. ООО «Саурес» (г. Москва) работает с 2016 года, выпуск СЗП осуществляется с 2017 года. Компания делает ставку на учёт воды и автоматическую передачу показаний, расширяемость функционала и интеграцию с государственными сервисами ЖКХ. Дилерская сеть — более 120 партнёров по России.



Комплект системы защиты от протечек Saures Радио Wi-Fi на 1/2"

Ассортимент

Семь серий готовых комплектов: проводные «Лайт Wi-Fi» и «Лайт NB-IoT», автономные «Оптимa Wi-Fi» и «Оптимa NB-IoT» (работа без розетки до 4 лет), гибридные «Радио Лайт» и «Радио Оптима» (проводные + радиодатчики 868 МГц), а также «Уно Про» (реле и 1 кран для управления насосом и оборудованием). Контроллеры с Wi-Fi 2,4 ГГц или сотовой связью NB-IoT; шаровые краны G-Lock с электроприводом Hidrolock 1/2"–1". Сегменты: квартира, коттедж, МКД, коммерция.

Особенности

- Автоматическая передача показаний счётчиков (данные уходят напрямую в сервисы ЖКХ).
- Расширяемый функционал: к контроллеру подключаются счётчики воды, электроэнергии, газа и тепла, датчики температуры, давления, произвольные герконо-вые датчики и реле управления нагрузкой.
- Обнаружение скрытых протечек по анализу расхода воды — находит протечки, невидимые для датчиков (неисправная сантехника, незакрытые краны, течь в шахте).

- Автономность — работа без подключения к сети 220 В до 6 лет («Оптимa»).
- Расширенный контроль кранов по 6 статусам: открыт, закрыт, застрял в среднем положении, обесточен/разряд батарей, обрыв линии, короткое замыкание.

Новинки 2025–2026: с 1 мая 2026 года комплекты «Лайт» и «Оптимa» поставляются с контроллером R5 (8 аналоговых + 8 цифровых RS-485-каналов); запущены готовые «NB-IoT Лайт» и «NB-IoT Оптима» для МКД и объектов без Wi-Fi. ●

Параметр	Значение
Тип системы	Проводная + гибридная (проводные + радиодатчики 868 МГц — серии «Радио»)
Радиопrotocol	Контроллер — Wi-Fi 2,4 ГГц (802.11 b/g/n) или NB-IoT (через сеть МТС, для МКД и объектов без Wi-Fi); радиодатчики — 868 МГц
Дальность радиоканала	До 500 м в прямой видимости
Макс. датчиков на контроллер	До 60 (проводные WSP — до 10 на канал, WSP+ с контролем обрыва — до 3; радиодатчики — до 60 через 6 радиобаз по 10 шт.)
Макс. кранов на контроллер	До 4
Шинное расширение	RS-485 — 8 цифровых каналов для счётчиков воды, тепла, э/э, газа и датчиков температуры/влажности
Сухие контакты	До 8 внешних твердотельных реле (до 25 А) + 2 встроенных перекидных реле (до 10 А) в контроллере R5
Резервное питание	Щёлочные батареи 1,5 В × 4 (только контроллер) или литиевые 3,6 В × 4 (контроллер и краны, резерв до 2 недель); «Оптимa» — автономная работа до 4–6 лет
Самодиагностика	Контроль обрыва датчиков WSP+, заряда батарей, состояния кранов (6 статусов в «Оптимa» и «Радио»)
Защита от закисания крана	Автоповорот раз в 28 дней + уведомление о сервисном повороте
Степень защиты	IP54 (контроллер) / IP65 (привод) / IP67 (датчик)
Условия эксплуатации	Закрытые помещения, +5...+60°C, без конденсата и прямых солнечных лучей
Производитель кранов	Приводы — Hidrolock; арматура — G-Lock
Типоразмеры	1/2" (DN15), 3/4" (DN20), 1" (DN25)
Тип присоединения	Внутренняя резьба BP-BP, BSP
Материал корпуса крана / шара и штока	Горячекованная латунь (арматура G-Lock) / сталь
Уплотнения	PTFE / EPDM / FKM
Рабочее давление	40 бар
Рабочая температура	до +120°C
Питание привода	12 В DC (от блока питания или литиевых батарей)

Параметр	Значение
Потребляемая мощность	0,25 Вт (покой) / 8 Вт (срабатывание)
Время полного закрытия/открытия	15 с / 15 с
Ручное управление	Есть; привод встроен в кран, быстроразъемный механизм
Ресурс привода	Не менее 250 000 циклов
Датчик протечки	Проводной (пассивный, не требует питания) или беспроводной (2 × CR2032)
Ресурс батареи датчика	Беспроводной — до 10 лет
Кабель датчика	Штатный 3 / 5 / 10 м, удлинение до 50 м
Мобильное приложение	Saures (iOS, Android, RuStore): управление кранами, мониторинг датчиков, история, графики расхода воды
Облачный сервис	Облако Saures; серверы в России
Работа без интернета	Да — автономно перекрытие кранов по датчикам; уведомления и удалённое управление требуют сети
Уведомления	Push, Email, SMS, Telegram, Max
Тuya / Smart Life	Нет
Голосовые помощники	«Алиса» от «Яндекс» — прямая интеграция «Умный дом с Алисой»; Apple HomeKit / Google Home / Matter — нет
Home Assistant	Через открытый API облака (сторонние решения)
RS-485 / Modbus	Опрос приборов учёта и датчиков температуры / влажности
Интеграция с ЖКХ / диспетчеризацией	Автоматическая отправка показаний в ГИС ЖКХ («Гос-услуги Дом»), ЕИРЦ Москвы (mos.ru), «МосОблЕИРЦ», МОЭК, Мосводоканал; интеграция с МТС IoT HUB, 1С: Предприятие, iRidi Pro
API	API облака Saures (HTTPS, JSON) или прямой обмен с контроллерами по проприетарному протоколу
Гарантия	2 года на электронику и датчики; электропривод и шаровый кран — 10 лет
Условия гарантии	Бесплатный ремонт; обратная отправка до ПВЗ по России — за счёт ООО «Саурес»
Сертификаты	По запросу
Цены на 1/2" / 3/4"	37 000 Р («Wi-Fi Лайт», 1/2"), 47 700 Р («Wi-Fi Оптима», 1/2"); 32 400 Р («NB-IoT Лайт» 1/2"); 26 910 Р («Уно Про», 3/4")

STAHLMANN™

Производитель: ООО ОКБ «Гамма»
(входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии»)

ГК «ССТ» — один из создателей отрасли защиты от протечек в РФ. Компания выпустила первые отечественные системы защиты от протечек ещё в 1998 году. В 2023 году ГК «ССТ» вернулась в сегмент бытовой защиты от протечек с системой Stahlmann™.

Ассортимент

Модуль управления Stahlmann Base (проводной) и Smart (Wi-Fi), краны ½", ¾" и 1" из бронзы CC499K с приводом 12 В, проводные датчики Stahlmann™ 001, радиодатчики для Smart, гофрированные трубы с пожизненной гарантией.

Особенности

- Усиленные бронзовые краны — Stahlmann™ первыми начали применять их в системах защиты от протечек; максимальная надёжность.
- Модули управления работают с тремя типами датчиков (проводными, беспроводными и ленточными).



Комплект проводной системы защиты от протечек Stahlmann™ Smart на ½"

- Ленточный датчик TWLS (собственная разработка) обеспечивает контроль протечек скрытых коммуникаций в помещениях, гидроизоляции подвалов и кровель, а также протяжённых трубопроводов, по всей длине датчика, без слепых зон, точность 0,5 м, длина от 5 до 100 м.
- В модуль Smart по умолчанию встроен источник бесперебойного питания, ничего докупать не нужно.
- Во всех модулях (Base, Smart) — дополнительное перекидное реле 6 А, 230 В.
- Вывод сигналов на системы «умного дома».
- Гарантия 10 лет на всё оборудование; ценовая политика — системы с бронзовыми кранами ниже рыночной цены конкурентов с латунными.

Новинки 2025–2026: модули Stahlmann™ HUB и HUB PROM (по четыре независимые зоны протечки) для диспетчеризации многоквартирных и промышленных объектов; летом 2026 — краны с Wi-Fi-управлением в экосистеме Tuuya. ●

Параметр	Значение
Тип системы	Проводная (Base) / гибридная (Smart)
Радиопrotocol	LoRa 869 МГц (для Smart)
Дальность радиоканала	500 м в типовых условиях
Макс. датчиков на контроллер	200 проводных / 50 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	16
Шинное расширение	RS-485 / Modbus RTU
Сухие контакты	Да; перекидное реле 6 А, 230 В — подключение строб-ламп, сирен, питание насосов
Резервное питание	Li-ion 18650, сборка из 3 шт., 1800 мА·ч
Самодиагностика	Обрыв и короткое замыкание датчиков, разряд батарей, отказ привода
Защита от закипания крана	Автопроворот два раза в месяц
Степень защиты	IP54 (контроллер) / IP64 (привод) / датчик IP68 (проводной), IP65 (радио)
Условия эксплуатации	+5...+40 °C
Производитель кранов	ООО ОКБ «Гамма»
Типоразмеры	½" (DN15), ¾" (DN20), 1" (DN25)
Тип присоединения	BP/BP
Материалы корпуса крана, шара и штока	Бронза
Уплотнения	PTFE / EPDM / FKM / NBR
Рабочее давление	40 бар
Рабочая температура	до +120 °C
Рабочая среда	Вода
Питание привода	12 В DC
Потребляемая мощность	В покое 0 / при срабатывании 1,4 Вт

Параметр	Значение
Время полного закрытия / открытия	20 ± 1 с
Ручное управление	Есть, большая удобная ручка на электроприводе
Ресурс привода	100 000 циклов
Беспроводной датчик	Контактный электрод, 2 × AAA, ресурс батарей 2 года, дальность 500 м, IP65
Проводной датчик	Контактный электрод, штатный кабель 2 м, до 100 м, IP68; каскадное и параллельное подключение
Ленточный датчик (новинка 2025)	TWLS, длина от 5 до 100 м, контроль протечки по всей длине, точность 0,5 м
Мобильное приложение	Smart Life / Android
Облачный сервис	Tuuya, KHP
Работа без интернета	Да
Уведомления	Push
Tuuya / Smart Life	Да
Голосовые помощники	«Яндекс Алиса»
Home Assistant	Нет
RS-485 / Modbus	RS-485 / Modbus RTU
Интеграция с ЖКХ / диспетчеризацией	Да, через RS-485 / Modbus RTU; модули Stahlmann HUB, Stahlmann Smart и HUB PROM (по 4 независимые зоны протечки)
API	По требованию
Гарантия	10 лет на электронику, привод, кран и датчики
Условия гарантии	Ремонт или замена
Сертификаты	ЕАЭС RU C-RU.HB10.B.04766/24 (Smart), ЕАЭС RU C-RU.HE23.B.01255/23 (Base), краны — №001579 от 17.07.2023; «Сделано в России» №СС.002885 от 11.11.2025
Цены на ½" / ¾"	21 600 ₽ (Base ½", арт. 2287301), 34 400 ₽ (Smart ½", арт. 2287302), 22 500 ₽ (Base ¾", арт. 2287303), 35 700 ₽ (Smart ¾", арт. 2287304)

UJIN

Производитель: Ujin

Российский разработчик платформы для «умных зданий» Ujin OS и собственной линейки устройств для «умного дома». Платформа и мобильные приложения Ujin (iOS/Android) включены в Единый реестр российского ПО.

Ассортимент

Готовые комплекты на базе шаровых кранов ½" или ¾" с 2 или 4 беспроводными датчиками: S-ALP-01 (½", 2 датчика, цена 23 090 ₽), S-ALP-02 (½", 4 датчика, 27 890 ₽), S-ALP-03 (¾", 2 датчика, 24 090 ₽), S-ALP-04 (¾", 4 датчика, 28 890 ₽). Краны Aqua-drive с электроприводом 12 В, беспроводные датчики Aqua-sense и контроллер Ujin Aqua.

Ujin Aqua — часть российской платформы «умного дома» Ujin, система ориентирована на сценарии и диспетчеризацию. Контроллер устанавливается в стандартный подрозетник с питанием 220 В и поддерживает один проводной и до 10 беспроводных датчиков: связь с ними идёт по Bluetooth, а выход в интернет осуществляется по Wi-Fi 2,4 ГГц.

Краны из сплава HPb57-3 перекрывают воду за 5–6 секунд, есть ручное управление, ресурс привода превышает 50 000 циклов. Профилактический автоповорот выполняется раз в месяц с предупреждением в приложении. Степень защиты — IP30 (контроллер, устанавливается в сухой зоне в стандартный подрозетник, равноудалённо от расположения датчиков протечки, например, в коридоре), IP65 (привод) и IP41 (датчик); диапазон эксплуатации +5...+60 °С. Приложение Ujin (iOS/Android) и облако размещены в РФ, поддерживаются «Яндекс», «Сбер Салют», открытый API и интеграция с ЖКХ через платформу Ujin OS; система работает и без интернета. Гарантия — 2 года.

Особенности

- Питание контроллера 220 В, монтаж в стандартный подрозетник.
- Дизайн линейки электротехнических изделий EKF «Стокгольм».
- Скорость срабатывания и полного перекрытия воды — 6 с.
- Возможность усиления сигнала беспроводных датчиков.
- Российская разработка устройств и платформы.

Победитель IoT Awards 2023 в номинации «Лучшее решение для умного дома»; первое место в рейтинге систем защиты от протечек журнала «Яндекс Маркет» (2026); оценка 5,0 на Ozon. ●



●● Комплект системы защиты от протечек Ujin на ½"

Параметр	Значение
Тип системы	Гибрид (проводные + беспроводные датчики)
Радиопrotocol	Wi-Fi 2,4 ГГц (выход в интернет) + Bluetooth (датчики)
Макс. датчиков на контроллер	1 проводной + 10 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	2
Резервное питание	Нет
Самодиагностика	Обрыв и разряд батарей датчиков — да; отказ привода — нет
Защита от закипания	Автоповорот раз в месяц с предупреждением в приложении (чтобы не перекрыть воду во время купания)
Степень защиты	IP30 (контроллер, устройство устанавливается в сухой зоне в стандартный подрозетник равноудалённо от расположения датчиков протечки, например, в коридоре) / IP65 (привод) / IP41 (датчик)
Условия эксплуатации	+5...+60 °С, влажность 5–85 %
Кран	Китай; ½", ¾"; присоединение «мама-мама»; сплав HPb57-3
Рабочее давление	до 10 бар
Рабочая температура	0...+90 °С
Рабочая среда	Вода
Питание привода	12 В DC или 220 В AC (в зависимости от модификации контроллера)
Потребляемая мощность	В покое 0 Вт / при срабатывании ≤ 2 Вт / при заклинивании крана ≤ 5 Вт
Полное закрытие / открытие за	5–6 с
Ручное управление	Есть + индикатор положения задвижки
Ресурс привода	Более 50 000 циклов
Датчик	Контактный электрод; проводной 5 В (кабель 3 м, до 100 м), беспроводной 3 В (CR2450), ресурс батареи 2–5 лет
Каскадное подключение датчиков	Да
Мобильное приложение	Ujin (iOS/Android)
Облачный сервис	РФ
Работа без интернета	Да
Уведомления	Push
Голосовые помощники	«Яндекс», «Сбер Салют»
Home Assistant	Нет
RS-485 / Modbus	Нет
Интеграция с ЖКХ / диспетчеризацией	Да, платформа Ujin
API	Да
Гарантия	2 года на электронику, привод, кран и датчики; ремонт или замена
Сертификаты	EAЭС N RU Д-РУ.РА04.В.52885/26 (контроллер); EAЭС N RU Д-РУ.РА09.В.56421/22 (датчики); EAЭС N RU Д-СН.РА09.В.56411/22 (кран с приводом)
Цены на ½" / ¾"	23 090 ₽ (S-ALP-01, ½", 2 датчика), 27 890 ₽ (S-ALP-02, ½", 4 датчика); 24 090 ₽ (S-ALP-03, ¾", 2 датчика), 28 890 ₽ (S-ALP-04, ¾", 4 датчика)

WELROK

Производитель: ООО «ВЭЛРОК»

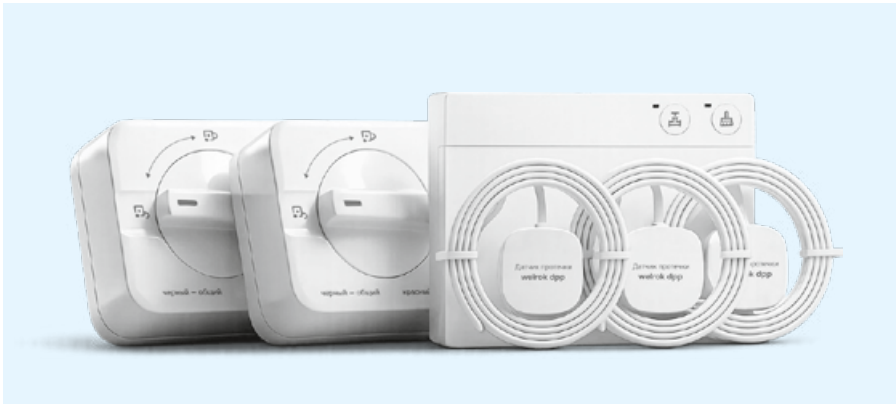
Производство находится в городе Губкине Белгородской области. Система защиты от протечек воды Welrok — отдельная линейка с гарантией 10 лет.

Ассортимент

Готовые проводные комплекты Welrok Base представлены на рынке в двух исполнениях кранов (латунь HPb57-3 и нержавеющая сталь SS304) для типоразмеров ½", ¾", 1" и 1¼". Комплект включает в себя модуль управления с адаптером 12 В, два шаровых электропривода Welrok sp, три датчика протечки Welrok dpp с кабелем 3 м. В линейке представлена модель Welrok Base+ с протоколом Modbus RTU (RS-485) для удалённого управления, анонсирована новая модель Welrok Pro с модулем Wi-Fi.

Особенности

- Скорость закрытия кранов — 12 с при времени реакции модуля не более 2 с в базовой комплектации.



■ Комплект проводной системы защиты от протечек Welrok Base на ½"

- Подключение до 20 датчиков и до 6 кранов; одновременная работа линий и каскадных схем.
- Безопасное напряжение питания 12 В на всех точках системы.
- 10 лет гарантии на электронику, привод, кран и датчики.
- Автоматическая профилактика «за-кисания» — открытие/закрытие кранов один раз в две недели.
- Продуманный монтаж: быстрозажимные клеммы (без отвёртки), планка для

фиксации проводов внутри модуля, кнопка питания под крышкой.

- Режим «Влажной уборки» — модуль на один час перестаёт фиксировать сигналы датчика.
- На маркетплейсах продажа осуществляется только от производителя — без поддельных комплектов.

Новинки 2026–2027 годов: Welrok Base+ с протоколом Modbus RTU (RS-485) для удалённого управления; Welrok Pro с Wi-Fi и серверной частью в РФ.

Параметр	Значение
Тип системы	Проводная (Welrok Base) / проводная с протоколом Modbus RTU (RS-485) (Base+); Wi-Fi (Pro) — в разработке
Радиопrotocol	Не применяется (проводная система)
Дальность	Не применяется. Суммарное удаление всех датчиков и кранов от блока управления — до 100 м
Макс. датчиков на контроллер	До 20 проводных
Макс. кранов на контроллер	До 6 шаровых кранов с электроприводом
Шинное расширение	Нет (в Welrok Base); протокол Modbus RTU (RS-485) (в Base+)
Сухие контакты	Да; внешний контакт для принудительного перекрытия воды (замыкание — закрытие кранов, размыкание — возврат к штатной логике)
Резервное питание	Нет; питание от адаптера 12 В, время непрерывной работы не ограничено
Самодиагностика	Нет
Защита от закисания крана	Автооткрытие/закрытие: первая профилактика через 6 часов после подачи питания, далее 1 раз в 2 недели
Степень защиты	IP52 (модуль управления) / IP54 (электропривод Welrok SP) / IP68 (датчик Welrok DPP)
Условия эксплуатации	Модуль и датчик: +5...+40 °C; адаптер: –29...+45,5 °C; кран с приводом: 0...+70 °C; влажность до 95 % без конденсации
Производитель кранов	По запросу
Типоразмеры	½", ¾", 1", 1¼"
Тип присоединения	Муфтовое BP/BP, трубная резьба G ½" ...G 1¼"
Материал корпуса крана	Латунь HPb57-3 или нержавеющая сталь SS304 (два исполнения)
Уплотнения	Шар — 2 кольца силикон + 2 кольца PTFE; шток — 2 кольца силикон (латунь) / 2 кольца EPDM (нерж. сталь)
Рабочее давление	PN40 (до 40 бар)
Рабочая температура	Рабочая среда до +120 °C; температура крана с приводом 0...+70 °C
Рабочая среда	Вода или любая жидкость, совместимая с PTFE

Параметр	Значение
Питание привода	12 В DC (рекомендуемое); диапазон 9–15 В
Потребляемая мощность	1,4 Вт
Время полного закрытия / открытия	≈ 12 с
Ручное управление	Есть. При обесточенном модуле кран разблокируется механическим толкателем и ручной-указателем
Ресурс привода	10 000 циклов
Датчик протечки	Контактный электродный, проводной; 2 пары контактных площадок на основании для увеличения зоны фиксации
Питание датчиков	Проводное, 12 В (диапазон 9–15 В)
Длина кабеля датчика	Штатный 3 м; в линейке 3/5/10 м; до 100 м от блока управления суммарно
Каскадное подключение датчиков	Да; одна линия, «гирлянда» или две линии; до 20 датчиков на модуль
Мобильное приложение	Нет (Base); управление кнопками на модуле и через внешний контакт
Облачный сервис	Нет
Работа без интернета	Да (система проводная, локальная)
Уведомления	Нет (Base)
Тула / Smart Life	Нет (Base); анонсирована линейка Welrok Pro с Wi-Fi и сервером в РФ
RS-485 / Modbus	Протокол Modbus RTU (RS-485) (в версии Base+)
Гарантия	10 лет на электронику, привод, кран и датчики
Условия гарантии	Ремонт или замена
Сертификаты	Модуль — ТР ТС 004/2011 ТР ТС 020/2011 (модуль 26.51.70-003-46878736-2025); кран — ТР ТС 020/2011 ТР ТС 010/2011 (28.14.13-002-46878736-2025); датчик — ТР ТС 020/2011 (26.51.70-001-46878736-2025)
Цены на ½" / 1¼"	Латунь: 20 303 ₺ (Welrok Base ½"), 20 942 ₺ (Welrok Base ¾"), 24 605 ₺ (Welrok Base 1"), 25 514 ₺ (Welrok Base 1¼"). Нержавеющая сталь: 21 239 ₺ (Welrok Base ½"), 21 860 ₺ (Welrok Base ¾"), 26 432 ₺ (Welrok Base 1"), 27 989 ₺ (Welrok Base 1¼").

ИПРО (Протечек.НЕТ)

Производитель: ООО «ИПРО»

Российский производитель с 2009 года, резидент «Сколково». Весь цикл производственного процесса на территории РФ. Своя экосистема управления устройствами IproConnect. Служба поддержки техническими консультантами. Расширенная гарантия.

Ассортимент

Готовые комплекты «Протечек.НЕТ» в трёх исполнениях для $\frac{1}{2}$ " и $\frac{3}{4}$ " : «Оптим» (арт. 1188, 13 440 Р), «Мини» (15 900 Р) и «Профи» (17 900 Р). Контроллер с двумя каналами связи Wi-Fi + GSM, проводные и беспроводные датчики, ленточный кабель-датчик для протяжённых помещений. Мобильное приложение Ipro Connect (iOS/Android).

Контроллер «Протечек нет» рассчитан на гибридную схему: к нему подключаются до 10 проводных и до 20 беспроводных датчиков, а также до 10 шаровых кранов с электроприводом. Шина RS-485 и сухие контакты позволяют встраивать систему в существующую автоматику. Радиоканал работает на собственной частоте 433 МГц с дальностью до 100 м; проводные датчики допускают штатный кабель 5 м с наращиванием до 200 м и каскадное подключение.



•• Комплект проводной системы защиты от протечек «Протечек.НЕТ Оптим» на $\frac{1}{2}$ "

Электропривод (напряжение питания 12 В) закрывает воду за 6 секунд; предусмотрены ручное управление стопорным кольцом и резервное питание контроллера. Степень защиты узлов — IP44 (контроллер), IP54 (привод) и IP65 (датчики) при диапазоне эксплуатации 0...+50 °С. Управление ведётся из приложения Ipro Connect (iOS/Android) с облаком, размещённым в России, поддержкой сценариев «Алисы» от «Яндекса» (навык «ИПРО»), уведомлениями по SMS и push и работой без интернета. Гарантия — 2 года на электропривод, кран и датчики; продукция сертифицирована.

Особенности

- Произведено в России.
- Все приложения и интерфейсы — на русском языке.
- Два канала связи — Wi-Fi и GSM (при обрыве одного канала срабатывает второй канал).
- В системе предусмотрен ленточный кабель-датчик для протяжённых помещений (контроль протечки по всей длине, а не точно).
- Конкурентная цена в нижнем и среднем сегментах при наличии облачного сервиса в Российской Федерации и интеграции с «Алисой» от «Яндекса». •

Параметр	Значение
Тип системы	Гибрид (проводная + беспроводная)
Радиопrotocol	Собственный RF 433 МГц
Дальность радиоканала	До 100 м
Макс. датчиков на контроллер	10 проводных / 20 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	До 10
Шинное расширение	RS-485
Сухие контакты	Да
Резервное питание	Да
Самодиагностика	Обрыв датчиков, разряд батарей, отказ привода
Защита от закипания крана	Автоповорот
Степень защиты	IP44 (контроллер) / IP54 (привод) / IP65 (датчик)
Условия эксплуатации	0...+50 °С
Производитель кранов	По запросу
Типоразмеры	$\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ "
Материал корпуса крана	Латунь
Уплотнения	PTFE
Рабочая среда	Вода
Питание привода	12 В DC
Потребляемая мощность	В покое 0 / при срабатывании 1–6 Вт
Время полного закрытия / открытия	6 с

Параметр	Значение
Ручное управление	Есть, стопорное кольцо
Ресурс привода	2000 циклов (по заявлению)
Беспроводной датчик	Контактный электрод; питание 3 В, ресурс батареи 3 года; дальность до 100 м; IP65
Проводной датчик	Контактный электрод; питание 12 В; штатный кабель 5 м; до 200 м
Каскадное подключение датчиков	Да
Мобильное приложение	Ipro Connect (iOS / Android)
Облачный сервис	Россия
Работа без интернета	Да
Уведомления	SMS, push
Каналы связи	Wi-Fi и GSM (при обрыве одного канала срабатывает второй)
Tuya / Smart Life	Нет
Голосовые помощники	«Яндекс Алиса» (сценарий, навык «ИПРО»)
Home Assistant	Нет
RS-485 / Modbus	Да
Интеграция с ЖКХ / диспетчеризацией	Нет
API	Да (приложение, RS-485, передача данных на сервер)
Гарантия	2 года на электронику, привод, кран и датчики
Условия гарантии	Замена
Сертификаты	006765-ГКД2-2025 от 29.12.2025
Цены на $\frac{1}{2}$ " / $\frac{3}{4}$ "	13 440 Р («Протечек.НЕТ Оптим», 1188), 15 900 Р («Протечек.НЕТ Мини»), 17 900 Р («Протечек.НЕТ Профи»)

СТОП-БЕДА

Производитель: ООО «Стоп-беда»

Российская разработка и сборка. Заявлен полный производственный цикл в РФ. Запатентованы три технологии: определение положения и состояния кранов, определение ситуаций застревания крана из-за отложений в жёсткой воде, «умный» противозастревающий маневр.

Ассортимент

Базовый комплект «Стоп-Протечка» (1420, 13 250 ₽), Wi-Fi-версия TuYa (1497, 17 100 ₽), вариант с отключением подпорного насоса для частных домов (1092, 12 670 ₽), отдельный контроллер «Стоп-Беда TuYa Wi-Fi» (1494, 8890 ₽), проводные и беспроводные датчики (590, 1690 ₽), привод — «механическая рука» (1292, 3490 ₽), ИБП «антигламур — супермощность» (1898, 2900 ₽). Типоразмеры: ½", ¾", 1".

«Стоп-Беда», помимо квартирных комплектов, продвигает комплексный подход к защите многоквартирных домов. Комплекс «Стоп-Беда УК» объединяет общедомовую систему быстрой дистанционной локализации протечек в стояках и местах общего пользования с внутриквартирными комплектами защиты. По данным компании, для эксплуатирующей организации внедрение окупается в среднем за 12 месяцев, а для жильцов — за одну предотвращённую протечку. Внутриквартирный комплект выступает ядром «умного дома»: к контроллеру также под-

❖ Комплект гибридной системы защиты от протечек «Стоп-беда» на ½"

ключаются датчики утечки и взрыва бытового газа, пожара и угарного газа, а поддержка экосистемы TuYa упрощает интеграцию с решениями мировых брендов. В 2025–2026 годах выпущены новые прошивки контроллеров, рассчитанные на устойчивое управление через мобильное приложение при частых отключениях интернета, при том, что все функции собственно защиты работают без интернета.

Особенности

- Простой монтаж (даже своими руками) без отключения воды, без согласований с УК и без ущерба для чистовой отделки.
- Одна из самых низких цен на рынке для комплектов сопоставимого функциона-

ла и на порядок более низкая стоимость монтажа (привод-манипулятор ставится на используемый четвертьоборотный кран накидными скобами за 15 минут).

- Три патента на технологии работы с закисшими кранами при жёсткой воде.
- Каскадное подключение и подключение проводных датчиков «звездой» любой степени ветвления — нужен только один контроллер для покрытия многоуровневой квартиры и дома.
- Одновременная работа проводных и беспроводных датчиков от одного контроллера — гибридный режим.

Победитель «Сколково» BuildUp 2024 и 2025. Реализованы проекты с ГК «ФСК», пилот с ГК «Донстрой». ●



Параметр	Значение
Тип системы	Гибрид (проводные + беспроводные датчики)
Радиопrotocol	RF 433 МГц
Дальность радиоканала	100–150 м в типовых условиях
Макс. датчиков на контроллер	500 проводных / 32 беспроводных
Макс. кранов на контроллер	2
Резервное питание	Пауэрбанк собственной разработки — несколько недель в режиме охраны
Самодиагностика	Обрыв датчиков / разряд батарей / отказ привода — да
Защита от закипания крана	Профилактический автопроворот с настраиваемым интервалом; запатентованный контроль крутящего момента и «умный» противозастревающий маневр
Степень защиты	IP66 (контроллер / привод / датчик)
Условия эксплуатации	–20...+50 °C
Краны	Не поставляются. Привод-манипулятор ставится на имеющийся четвертьоборотный кран накидными скобами за 15 минут без разгерметизации
Корпус привода	Пластиковый
Питание привода	12 В DC
Потребляемая мощность	В покое 0 Вт / при срабатывании 15–20 Вт (зависит от крана)
Время полного закрытия / открытия	7–15 с (зависит от установленного крана)

Параметр	Значение
Ручное управление	Чека отключения сцепления крана с приводом; далее ручное закрытие как обычно
Ресурс привода	Не менее 10 000 циклов (по испытаниям)
Беспроводной датчик	Контактный электрод, питание CR2032, ресурс батареи 1,5–2 года, дальность 100 м, IP66
Проводной датчик	Кабель 3 м (до 500 м), IP66; каскадное подключение и «звезда» любой ветвистости от одного контроллера с контролем целостности всей цепи
Мобильное приложение	Smart Life (iOS / Android)
Облачный сервис	Tuya (KNP)
Работа без интернета	Да
Уведомления	Push
Голосовые помощники	«Алиса» от «Яндекса» / Apple HomeKit / Google Home через сценарии
Home Assistant	Есть
RS-485 / Modbus	Нет
Интеграция с ЖКХ	АПК «Стоп-Беда УК» — быстрая дистанционная локализация аварий тепло- и водоснабжения в МКД
API	Да, HTTPS
Гарантия	5 лет на электронику, привод и датчики; замена
Сертификаты	ТР ЕАЭС N RU Д.РУ.РА04.В.61410/24 от 27.05.2024
Цены на ½"	от 12 670 ₽ (комплект 1092), 13 250 ₽ (базовый 1420), 17 100 ₽ (TuYa Wi-Fi 1497)

• • Функционал систем защиты от протечек, присутствующих на российском рынке

табл. 1

Бренд	Тип системы	Приложение / «умный дом»	Краны (диаметры, материал)	Время за- крытия	Гарантия
АЙКЕН	Гибрид (проводн. + беспров.)	SMS / push, Алиса, Home Assistant; RS-485	½"–2"; латунь / бронза / нерж. сталь; до 60 бар	21 с	5 лет
ИПРО	Гибрид: Wi-Fi + GSM + RF 433 МГц + RS-485	Ipro Connect; «Алиса» (навык ИПРО); SMS, push	½"–¾"; латунь	6 с	2 года
НЕПТУН	Гибрид (Wi-Fi 2,4 ГГц + 868 МГц), RS-485	«Дом с Алисой», «Алиса» — прямая интеграция; API	«Теплолюкс»; ½"–2"; латунь / бронза / нерж. сталь; до 40 бар	14–20 с	6 лет
СТОП-БЕДА	Гибрид: RF 433 МГц + Wi-Fi (TuYa)	Smart Life, «Алиса», Home Assistant; API HTTPS	Легкосъёмный электропривод поверх любого эксплуатируемого крана	7–15 с	5 лет
ARROWHEAD	Проводная + беспроводная (RF 868 МГц)	Smart Life (беспров.); интернет-шлюз	½"–1"; бессвинцовая латунь C69300; PN40	12 с	5 лет; страховая — 1 000 000 €
DILWIS	Проводная (Base); Smart Wi-Fi и Smart 868.2 — отдельно	Base — локальное; Smart — Wi-Fi и радио	½"–¾"; латунь CW617N; до 20 бар	20 с	5 лет
EKF (AquaExpert)	Гибрид (Zigbee)	EKF Connect Home, «Алиса» / «Сбер» / «Маруся», Home Assistant, TuYa	½"–1"; кованая латунь; до 40 бар	15 с	7 лет (привод/кран); 3 года (электроника)
ENSYSTEC	Проводная + беспроводная (Zigbee)	В разработке; Home Assistant, Spruthub, Wiren Board, Алиса	Bonomi / Gallop; ½"–1"; латунь; 40 бар	< 15 с	10 лет (15 лет на краны Gallop; пожизненная гарантия на краны Bonomi)
GIDROLOCK	Гибрид: Wi-Fi 2,4 ГГц / Zigbee / RS-485 / частота радиосигнала 868 МГц	Gidrolock / Smart Life / «Салют»; «Алиса», HomeKit, Google Home, Home Assistant	Bonomi / Bugatti / Tiemme / Enolgas / G-Lock; ½"–2"; до 40 бар	15 с	10 лет на продукцию Gidrolock; 50 лет на краны Bonomi; страховое Zetta — 1 000 000 €
SAURES	Проводная + беспроводная (Wi-Fi 2,4 ГГц + 868 МГц); NB-IoT для МКД; RS-485	Приложение Saures, «Алиса»; ГИС ЖКХ («Госуслуги Дом»), МТС IoT, 1С: Предприятие, iRidi; открытое API	G-Lock; ½"–1"; горячекованая латунь; до 40 бар	15 с	2 года на электронику и датчики; 10 лет на привод и кран
STAHLMANN™	Проводной Base / гибрид Smart (LoRa 869 МГц), RS-485 / Modbus	Smart Life, «Алиса»; RS-485; модули HUB/HUB PROM для диспетчеризации	½"–1"; бронза; до 40 бар	20 с	10 лет
UJIN	Wi-Fi контроллер + Bluetooth-датчики	Приложение Ujin, «Яндекс»; API; ЖК-интеграция	Aqua-drive; ½"–1"; сплав НРb57-3; до 10 бар	5–6 с	2 года
WELROK	Проводная (Base) / RS-485 (Base+) / Wi-Fi (Pro, анонс)	Управление кнопками и внешним контактом; Pro — Wi-Fi	½"–1 ¼"; латунь НРb57-3, нерж. сталь SS304; до 40 бар	12 с	10 лет

Заключение и рекомендации

Российский рынок систем защиты от протечек в 2026 году можно условно разделить на четыре ценовых эшелона:

- **эконом** (6–10 тыс. Р);
- **средний** (12–17 тыс. Р);
- **премиум** (20–30 тыс. Р);
- **топ** (30 тыс. Р и выше).

Граница между эшелонами проходит не только по цене, но и по архитектуре: дешёвые системы — это, как правило, проводной комплект с одним краном и одним датчиком, дорогие — Wi-Fi/RF с расширяемой шиной и интеграцией в экосистему «умного дома».

Если нужна надёжная и недорогая система — обратите внимание на:

- **«Айкен»** (электрический привод + кран DN15 — 9609 Р) — российская сборка, степень защиты IP67, рабочее давление до 60 бар, гарантия 5 лет.
- **«Водостоп»** (12 240 Р) — фирменное качество от Gidrolock и четырёхлетняя гарантия на системы даже в базовой комплектации.
- **«Стоп-Беда»** (от 12 670 Р) — хороший вариант, если нельзя врезать кран в стояк и хочется сэкономить на стоимости монтажа (обеспечена возможность выполнить монтаж самостоятельно). При этом

реализован полный функционал современного «умного дома».

Если приоритет — максимальная надёжность и долгий ресурс:

- **Gidrolock Premium Plus Radio Wi-Fi** — резервное питание, удалённое управление системой, защита от закисания, ресурс шарового крана с приводом более 250 тыс. циклов, 10 лет гарантия производителя, 50 лет гарантия на краны Bonomi.
- **Stahlmann™ Base / Smart** — красная бронза CC499K (пищевая), давление до 40 бар, диагностика датчиков и батарей, 10-летняя гарантия.
- **«Нептун» Bugatti** — краны итальянского производства с многолетней эксплуатационной репутацией, развитая модульная архитектура.
- **Ensysfec Leak Protect** — надёжная, многофункциональная система с поддержкой Modbus, Zigbee и интеграциями с множеством профессиональных платформ «умного дома» и систем управления зданием.
- **Dilwis** — оптимальное сочетание цены и качества. Степень защиты датчика IP67, гарантия 5 лет, сертификат соответствия ЕАЭС N RU.
- **«Айкен»** — IP67, рабочее давление до 60 бар, ресурс привода более 120 000 циклов; интеграция в RS-485.

• **EKF AquaExpert** — рабочее давление до 40 бар, ресурс привода — не менее 250 000 циклов, гарантия 7 лет на привод и кран.

• **Welrok** — 10 лет гарантии на всю систему, безопасное напряжение 12 В, автоматический проворот один раз в две недели против закисания крана (даже в базовой версии), протокол Modbus RTU (с интерфейсом RS-485) в версии Base+, материал кранов на выбор: латунь или нержавеющая сталь, компактные датчики и продуманный модуль управления для удобного монтажа.

Если объект — «умный дом» или коммерческое помещение:

- **Ujin** — данная система не требует отдельного хаба, а также полностью интегрирована в систему «умного дома» Ujin; полностью российская платформа (в Реестре программного обеспечения).
- **EKF (AquaExpert)** — Zigbee-экосистема EKF Connect Home, TuYa, «Сбер Салют», «Маруся», «Алиса», Home Assistant, уведомления в Telegram.
- **Нептун «Умный дом» с Алисой / Smart Life / Stahlmann™ Smart / Gidrolock Wi-Fi-серии** — открытые экосистемы TuYa и «Алиса» от «Яндекс», поддержка RS-485 для расширения.

Для нестандартных монтажных условий:

- **«Стоп-Беда»** — привод-манипулятор устанавливается поверх эксплуатируемого крана, монтаж без врезки в трубы и без согласования с управляющей компанией; одновременная работа проводных и беспроводных датчиков.
- **«Айкен»** — электропривод монтируется на любой существующий кран (запатентованная конструкция) или поставляется в сборе с краном.
- **«Умный» манипулятор шарового крана Hidrolock Wi-Fi** — электропривод, устанавливаемый на ручку шарового крана или дроссельной заслонки, предназначен для управления потоком воды (открытие или перекрытие подачи). Применим как система защиты от протечек: при аварии по сигналу датчика привод автоматически закрывает кран (время срабатывания около 10 с). Управление — ручное и дистанционное через смартфон.
- **Gidrolock Winner** — комплект «3-в-1»: шаровой кран, блок управления и электропривод. При обнаружении протечки закрывает подачу и подает звуковой/световой сигнал. Совместим с проводными датчиками WSP/WSP2. Автономная работа на 4 × AA Li до 10 лет; возможна внеш-

няя подача +12 В. Функции: ежемесячная самоочистка (проворот крана), автоконтроль заряда с предупреждением, ручное и дистанционное управление, быстрое отсоединение привода. Подходит для установки после ремонта и в труднодоступных местах.

Для промышленных условий оптимален модуль Stahlmann™ HUB PROM, предназначенный для промышленных систем контроля протечек воды в четырёх независимых зонах. Прочный и герметичный корпус идеально подходит для установки в промышленных условиях. Управление и мониторинг осуществляется посредством протокола Modbus RTU (интерфейс RS-485, два порта). Также возможно управление и информирование с мобильного приложения SmartLife (Tuuya), есть интуитивно понятная световая индикация на лицевой панели. Возможность работы с проводными датчиками, радиодатчиками, а также ленточными датчиками длиной до 400 м.

Полнофункциональной системой защиты от протечек промышленного, коммерческого объекта или всего МКД целиком является АПК «Стоп-Беда УК». Он оповестит оператора об аварии с протеч-

кой и быстро дистанционно локализует её перекрытием подачи жидкости по трубопроводам 15–350 мм.

Окончательный выбор всегда зависит от пары факторов: ценности защищаемой собственности и существующего сантехнического оборудования.

В типовой квартире с уже смонтированными исправными шаровыми кранами наиболее экономичным решением будет «Стоп-Беда» или «Айкен» (электропривод на существующий кран). В коттедже или новостройке, где можно заложить фирменные краны в стояки, оптимальны системы Gidrolock или Stahlmann.

Для проектов «умного дома» и коммерческой эксплуатации — Wi-Fi / Zigbee-линейки «Нептун», Stahlmann Smart, EKF AquaExpert, Ujin.

При любом выборе обязательно наличие элементов инфраструктуры, не зависящих от бренда: обеспечение резервного питания контроллера, корректная разводка датчиков по «низшим» точкам помещения (обычно это пол у стояков, поддоны под бойлером и стиральной машиной), и регулярная — не реже раза в полгода — проверка работоспособности приводов имитацией протечки. ●

● Системы защиты от протечек 2026: сравнение базовых комплектов

табл. 2

Единая комплектация для сравнения: 2 крана + 2 датчика + контроллер. Цены справочные, требуют уточнения. Отклонения в составе указаны в примечаниях.

№	Бренд	Комплект	Тип (частота)	Резервное электропитание	Цена за ½", ₽	Цена за ¾", ₽
1	СТОП-БЕДА	«Стоп-Протечка» базовый *1	Гибрид (RF 433 МГц)	ИБП / пауэрбанк (опц.)	13 250	13 250
2	ИПРО	«Протечек.НЕТ Оптима»	Гибрид (Wi-Fi + GSM, RF 433 МГц)	Есть	13 440	13 440
3	ARROWHEAD	Проводной комплект	Проводной	4 × AA (до 9 сут.)	16 200	18 500
4	DILWIS	Dilwis Base	Проводной	—	14 623	16 840
5	СТОП-БЕДА	«Стоп-Беда» Tuuya Wi-Fi *1	Гибрид (Wi-Fi Tuuya + RF 433 МГц)	ИБП / пауэрбанк (опц.)	17 100	17 100
6	WELROK	Welrok Base (латунь) *2	Проводной	—	20 303	20 942
7	STAHLMANN™	Stahlmann™ Base *2	Проводной	—	21 600	22 500
8	UJIN	Ujin S-ALP *3	Беспроводной (Wi-Fi 2,4 ГГц + Bluetooth)	—	23 090	24 090
9	АЙКЕН	Aiken SW *4	Гибрид (RF собств., 30 м)	Аккумулятор (автономия до 10 лет)	27 489	27 489
10	ENSYSTEC	Leak Protect Kit 2 (Gallop) *2	Проводной	АКБ 12 В, 1,3 А·ч (до 2 нед.)	28 600	29 600
11	ARROWHEAD	Беспроводной комплект	Беспроводной (RF 868 МГц)	4 × AA (до 9 сут.)	29 100	31 100
12	GIDROLOCK	Standard Radio Wi-Fi G-Lock *2	Проводной / беспроводной (Wi-Fi 2,4 ГГц + RF 433/868 МГц)	Не предусмотрено	29 200	29 430
13	SAURES	Saures Wi-Fi Лайт *2	Проводной + Wi-Fi 2,4 ГГц	4 × 1,5 В (AA, щёлочь) или 4 × 3,6 В (литий)	33 300	34 200
14	EKF	AquaExpert (полный комплект) *2	Беспроводной (Zigbee)	—	34 237	37 237
15	STAHLMANN™	Stahlmann™ Smart *2	Гибрид (Wi-Fi + LoRa 869 МГц)	Li-ion 18650 × 3	34 400	35 700
16	НЕПТУН	Neptun «Умный дом с Алисой» (базовый) *5	Гибрид (Wi-Fi 2,4 ГГц + 868 МГц)	ИБП в старших комплектах	35 900	35 900

Примечания: *1 «Стоп-Беда»: накладные манипуляторы («механическая рука») монтируются поверх существующих кранов без врезки, цена единая для комплектов ½"–1". *2 Комплект поставляется с 3 датчиками протечки (эталон — 2), прочие параметры сопоставимы. *3 Ujin: 1 кран + 2 датчика, готовых комплектов с двумя кранами в линейке нет. *4 «Айкен»: единая цена для комплектов ½" и ¾", в комплекте проводные и беспроводные датчики. *5 «Нептун»: базовый комплект без ИБП (источник бесперебойного питания входит в «оптимальный» и «максимальный» комплекты).

НОВОСТИ МИРОВОГО РЫНКА ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

МЕЖДУНАРОДНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО (IEA) разработало общемировую классификацию тепловых насосов

В ГЕРМАНИИ ассоциации гидроэнергетики и тепловых насосов объединились, чтобы ускорить энергопереход

В ТУРЦИИ пивоварня обзавелась промышленным тепловым насосом

КОМПАНИЯ GOODWE начал продажи бытовых тепловых насосов типа «воздух-вода», работающих от солнечных батарей

СОВМЕСТНЫЙ ДАЙДЖЕСТ ЖУРНАЛА СОК И ГК «ИНСОЛАР» / INSOLAR.RU

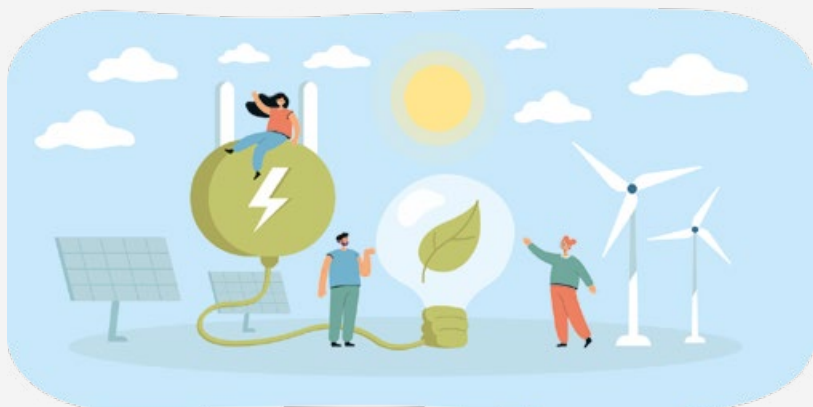


Разработана международная классификация тепловых насосов

Международное энергетическое агентство (IEA) предложило единую систему классификации и анализа данных для отрасли тепловых насосов. Проект «Классификация тепловых насосов» — это международная инициатива под эгидой IEA, в которой участвуют более 50 организаций.

Ассоциации Германии объединились, чтобы ускорить энергопереход

Немецкая ассоциация гидроэнергетики (Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke) и Немецкая ассоциация тепловых насосов (Bundesverband Wärmepumpe) объединяют усилия для более эффективного использования потенциала поверхностных вод в качестве возобновляемого источника тепла.



Цель сотрудничества состоит в том, чтобы ускорить внедрение использования геотермальной энергии в Германии и более эффективно использовать синергию между управлением водными ресурсами, производством электроэнергии и теплоснабжением. Обе ассоциации рассматривают сочетание гидроэнергетики, геотермальной энергии и тепловых насосов как возможность для продвижения энергетического перехода наиболее эффективным, экологически безопасным и благоприятным для климата способом.

В частности, малые и средние водоёмы, а также около 50 тыс. существующих объектов водохозяйственной инфраструктуры, обладают значительным потенциалом для обеспечения возобновляемым теплом жилых районов, муниципалитетов, промышленности и систем централизованного теплоснабжения. Тепловые насосы могут использовать тепло окружающей среды из водоёмов, заменяя тем самым ископаемое топливо в теплоснабжении. Одновременно гидроэнергетика может обес-

печивать выработку электроэнергии из возобновляемого источника непосредственно на месте для круглосуточной работы объектов. Существующие и бывшие ГЭС с их водосливами и гидротехническими сооружениями создают идеальные условия для использования геотермальной энергии. На этих участках зачастую уже имеются водозаборные сооружения с необходимыми системами защиты и очистки воды, установлены права пользования, что позволяет избежать дополнительных затрат и необходимости в создании новых водотоков или значительно сократить их. Исторически места использования воды часто становились центрами городов, населённых пунктов и промышленных поселений. Сегодня многие из этих потенциальных источников тепла расположены в непосредственной близости от существующих зданий с потребностями в отоплении. То, что когда-то служило отправной точкой для экономического развития и заселения, может стать важной отправной точкой для энергоперехода. ●

По мнению инициаторов, действующие методы отчётности в регионах существенно различаются по объёму, определениям и используемым показателям. В результате данные об установках тепловых насосов, их производительности и стоимости остаются фрагментарными и непоследовательными, несмотря на растущую важность технологии тепловых насосов для обеспечения безопасного, доступного и устойчивого отопления.

Поэтому основная цель проекта IEA's Proposed Common Heat Pump Taxonomy — улучшить сопоставимость данных об использовании тепловых насосов в зданиях на национальном и региональном уровнях. С этой целью в проекте определён общий набор категорий и определений для учёта и оценки рынков тепловых насосов. По мнению экспертов, такая классификация способствует сопоставимости данных между странами и облегчает международное сотрудничество в целях укрепления доказательной базы для разработки политики и планирования отрасли.

Система основана на характеристиках источника, приёмника и продукта. Классификация тепловых насосов осуществляется по трём основным характеристикам: источнику низкопотенциального тепла, потребителю (системе распределения) и технологическим особенностям оборудования. Доступный ресурс Heat Pump Taxonomy Technology Explorer включает интерактивную карту и информационные листы с техническими характеристиками, данными о производительности, региональными рынками и областями применения различных технологий тепловых насосов. ●

Тепловые насосы на солнечной энергии

Компания GoodWe запускает в продажу бытовые тепловые насосы типа «воздух-вода», работающие от солнечных батарей.

Эти устройства разработаны для оптимизации потребления солнечной энергии: подача постоянного тока от источника электроэнергии непосредственно на внутреннюю шину постоянного тока теплового насоса исключает потерю эффективности и сокращает затраты на оборудование, связанное с двойным преобразованием переменного/постоянного тока. Ассортимент новинки охватывает диапазон мощностей от 6 до 34,15 кВт. Модели предназначены для бытового использования и отличаются высокой эффективностью в качестве однофазных устройств: версия мощностью 6 кВт достигает $COP = 4,7$. Более мощные модели (от 16 до 34 кВт) предназначены для больших жилых или небольших коммерческих объектов и достигают $COP = 4,55$.



Во всей линейке используются роторные компрессоры постоянного тока Panasonic с инверторным управлением, оснащенные технологией улучшенного впрыска пара (EVI). Такая конфигурация обеспечивает системе стабильное отопление, охлаждение, подогрев пола и горячее водоснабжение даже в суровых климатических условиях, достигая максимальной температуры воды на выходе от 50 до 60 °C в зависимости от мощности модели. Работа системы отличается широкими возможностями настройки благодаря сенсорному TFT-дисплею, позволяющему пользователям выбирать три режима работы во всех режимах. Комфорт обеспечивается автоматически с помощью встроенной климатической кривой, которая подстраивается под температуру наружного воздуха, а интегрированные функции 4G, Wi-Fi, IoT и OTA гарантируют бесперебойный удаленный мониторинг и обновления. Автоматизированные контуры защиты предохраняют устройство от перепадов давления, засоров потока воды и замерзания. ●

Фото: RCC K&L, GEA



Тепловой насос GEA на производстве концерна Mars в Южной Корее

Тепловые насосы как утилизаторы отработанного тепла в Южной Корее

Южнокорейский институт машиностроения и материалов (KIMM) посвятил очередной выпуск своего научного журнала «Политика в области машиностроения» тепловым насосам.

В выпуске под названием «Тепловые насосы — ключевая технология преобразования тепловой энергии для достижения углеродной нейтральности в эпоху искусственного интеллекта» освещены вопросы создания высокотемпературных промышленных тепловых насосов и повторного использования отработанного тепла к 2035 году.

В KIMM считают, что тепловые насосы в своём развитии уже выходят за рамки простого оборудования для отопления и охлаждения и становятся ключевой технологией, которая связывает декарбонизацию промышленных процессов и охлаждение центров обработки данных с использованием искусственного интеллекта и утилизацией отработанного тепла. Одновременно меняются политические подходы к поддержке тепловых насосов: крупнейшие зарубежные экономики переходят от простых субсидий к комплексным пакетам

поддержки, включающим схемы ценообразования на электроэнергию и на выбросы углерода, демонстрацию технологий и развитие производственных мощностей.

В публикации рассматриваются направления инвестиций в НИОКР и реформы регулирования для достижения технологической самодостаточности в области тепловых насосов и построения устойчивой промышленной экосистемы Южной Кореи. Отмечено, что мировой рынок тепловых насосов вырастет с \$75,8 млрд (приблизительно 114,5 трлн вон) в 2024 году до \$162,6 млрд (более 245,6 трлн вон) в 2030-м. Технологическая конкуренция разворачивается главным образом в областях промышленных тепловых насосов, экологически безопасных природных хладагентов, цифровых технологий для тепловых насосов и использования отработанного тепла центров обработки данных. ●

Фото: Viessmann



Тепловой насос Viessmann в небоскрёбе Lotte World Tower в Сеуле, Корея



Китай разработал план развития геотермальной энергетики до 2030 года

Национальное энергетическое управление КНР (NEA) опубликовало план развития пилотных геотермальных проектов в рамках 15-й пятилетки (2026–2030 годы). План охватывает широкий спектр геотермальных технологий и моделей их использования.

Документ поощряет крупномасштабное развитие и использование геотермальной энергии на средних глубинах как для городского отопления, так и для замены отопления природным газом. План предусматривает строительство систем передачи тепла на большие расстояния и введение упрощённых процедур согласования.

В области неглубокой геотермальной энергетики предлагается изучить технологии и инвестиционные модели для применения в сельской местности. Речь идёт также о создании кластерных проектов по использованию неглубокой геотермальной энергетики в городских районах для оптимизации процессов строительства и управления проектами.

Внимание будет уделено и развитию смежных отраслей промышленности, включая использование заброшенных нефтегазовых месторождений для переоборудования их в геотермальные скважины, использование геотермальной энергии в промышленном производстве, а также сочетание добычи критически важных минералов, таких как литий, гелий и бор, с геотермальным отоплением.

Китай называет себя лидером по использованию геотермальной энергии для отопления: по состоянию на конец 2025 года общая площадь зданий и сооружений, используемых для геотермального отопления и охлаждения, достигла приблизительно 1,65 млрд м². ●



Турецкая пивоварня установила тепловой насос и сократила выбросы

Установленный на пивоварне Türk Tuborg в городе Измире промышленный аммиачный тепловой насос GEA сократил выбросы углекислого газа на 7,4% за первые девять месяцев эксплуатации.

Помимо сокращения выбросов завод за этот же период сэкономил 3 723 947 кВт·ч тепловой энергии, что соответствует примерно 6,8% от общего объёма тепловой энергии, используемой в процессе производства сусла. Кроме того, за счёт снижения нагрузки на градирни пивоваренного завода удалось сэкономить 8550 м³ воды.

Данная технология способствует достижению Турцией цели по достижению нулевых выбросов к 2053 году и соответствует новому климатическому закону 7552 sayılı İklim Kanunu (Закон об изменении климата, №7552), принятому в июле 2025 года, который обязывает

предприятия представлять отчётность о выбросах и мерах по их сокращению.

Компания Türk Tuborg, являющаяся лицензионным и дистрибьюторским партнёром Carlsberg, одним из крупнейших пивоваренных концернов в мире, работает в Измире (третий по величине город Турции и крупнейший порт на побережье Эгейского моря) с 1969 года. Объединяя производство солода и розлив пива, Türk Tuborg является единственным в Турции полностью интегрированным пивоваренным заводом с годовой производственной мощностью 36 000 тонн солода и более 700 млн литров пива. ●



Геотермальная сеть отопления для 9000 домохозяйств в Германии

Весной 2027 года в немецком городе Нойруппин (Neuruppin) будет введён в эксплуатацию проект геотермального теплоснабжения, который обеспечит почти 70 % потребностей города в отоплении.



Проект реализует городская коммунальная компания Stadtwerke Neuruppin (SWN), которая получила федеральное финансирование в размере € 10 млн. Бурение двойной скважины глубиной около 2000 м для добычи термальной воды уже завершено, ведутся строи-

тельные работы на новой теплостанции. Буровые работы выполняла компания Daldrup & Söhne AG, а планирование и консультации предоставляла Geothermie Neubrandenburg GmbH (GTN). Приёмочные испытания тепловых насосов для проекта запланированы во Франции на сентябрь 2026 года. Всего будет использовано шесть крупных тепловых насосов для повышения температуры воды в сети до 90 °С. Начало испытаний теплосети запланировано на весну 2027 года. Ожидается, что геотермальный проект с прогнозируемой выработкой 76 млн кВт·ч в год станет одним из крупнейших в Бранденбурге. Тепло от геотермальной электростанции будет подаваться через существующую сеть централизованного теплоснабжения. Город сохранит действующую теплоэлектростанцию на древесной щепе и газовые электростанции для резервного теплоснабжения. ●



Столица Боснии и Герцеговины получила грант на внедрение тепловых насосов

Министерство экономики, инфраструктуры, территориального планирования, строительства и охраны окружающей среды Сараево сообщило, что Европейский банк реконструкции и развития (EBRD) одобрил выделение гранта в размере €500 тыс. на внедрение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения.

Это совместная инициатива местных властей и EBRD, направленная на снижение загрязнения воздуха и зависимости от импорта ископаемого топлива. По данным министерства, средства будут использованы для закупки консультационных услуг, необходимых в рамках проекта «Сараево Топлане — централизованное теплоснабжение».

Проект планируется реализовать в два этапа. Он предусматривает установку крупной системы тепловых насосов типа «вода-вода» (36 МВт), которая будет использовать сточные воды с очистных сооружений Бутиле в качестве источника тепла, и строительство тепловых сетей, обслуживающих большую часть муниципалитетов Нови-Град и Ново-Сараево. ●



Управление тепловыми насосами: опыт ЕС

Компания Resideo, производитель продукции Honeywell для управления системами отопления и охлаждения дома, опубликовала новый аналитический документ, в котором рассматривается подход европейских рынков к управлению тепловыми насосами.

Основываясь на опыте Великобритании, а также более развитых рынков, таких как Нидерланды и Германия, в статье освещаются расхождения в подходах и выявляются наиболее актуальные темы. Причина, по которой компания сосредоточила внимание на Нидерландах и Германии, заключается в том, что Нидерланды взяли на себя обязательство отключить 1,5 млн домов от газовой сети к 2030 году, а в Германии в 2025-м объём продаж тепловых насосов впервые превысил объём установок газовых котлов. Компания Resideo заявляет, что в аналитическом отчёте рассматриваются вопросы, с которыми уже сталкиваются многие монтажники, в том числе вопросы зонирования (описан опыт Нидерландов, где зонирование успешно применяется при правильном проектировании). Также исследование отвечает на вопрос: чего хотят потребители, когда речь идёт о регулировании отопления в каждой комнате отдельно (показана растущая тенденция среди опрошенных потребителей к отоплению только занятых комнат — 65% респондентов из Нидерландов, 49% из Германии и 43% из Великобритании сообщили, что зимой 2025/2026 они сосредоточились на отоплении отдельных комнат, а не всего дома). Исследование также коснулось темы разделения управления теплонасосной установкой и контроля комфорта в помещениях (предполагается, что контроллер теплового насоса останется ответственным за поведение всей системы, а система управления комфортом будет работать по расписанию, основываясь на температуре в помещениях и зонировании). ●

Теплотехнические характеристики лучисто-конвективной панели при эксплуатации в действующей котельной

Рецензия эксперта на статью получена 29.06.2026 [The expert review of the article was received on June 29, 2026]

Система охраны труда является одним из главных направлений в функционировании различных промышленных зданий и сооружений. Наиболее сложным её разделом является обеспечение нормируемых параметров теплового комфорта. Особенно остро эта проблема стоит в помещениях с высокой теплонапряжённостью. Типовым решением для снижения влияния высокотемпературных процессов является использование воздушного «душирования». Первые разработки в нашей стране активно внедрялись В. В. Батуриным и И. А. Шепелевым (душирующие патрубки, водо-воздушные души, передвижная воздухоохлаждающая установка [1]). В дальнейшем при развитии исследований в области обеспечения комфортных условий труда производственного персонала появились различные модификации существующих вариантов и новые подходы к организации локальных систем механической вентиляции. Одним из типовых решений при первом варианте устройства душирующих систем являлось создание «Душирующих оазисов» [2].

Второй подход резко отличался от первого, так как в нём учитывались санитарные аспекты лучшего теплообмена [3]. Развитие этого направления активно тормозилось из-за отсутствия негромоздких методов расчёта радиационного теплообмена между охлаждающими элементами и конструкциями здания. Впервые этот вопрос был частично решён К. Калосом, Е. Экертом, Е. Ф. Ван дер Гельдом [4] и М. И. Киссиным [5], но их варианты использования были ограничены из-за большого количества необходимых ис-

ходных данных, которых часто не имелось у служб эксплуатации. Впоследствии В. Н. Богословский смог систематизировать весь научно-технический опыт и сформировать методологию расчёта с конкретными эмпирическими результатами [6]. После решения данной про-

Одной из наиболее сложных задач в сфере охраны труда является обеспечение нормируемых параметров теплового комфорта. Для обеспечения комфортных условий труда производственного персонала имеются как традиционные решения, так и новые подходы к организации локальных систем механической вентиляции

блемы сильных ограничений на использование охлаждающих панелей больше не было и данное направление активно развивалось. Впоследствии также появилось новое комбинированное направление, в котором использовались как элементы конвективного, так и элементы лучистого охлаждения.

Большой вклад в это направление внесли работы В. И. Прохорова, Л. Г. Мальяренко и А. Л. Наумова, создавших ряд устройств-панелей для лучисто-конвективного охлаждения (панели ПЛИ) [7–9].

Типовым местом применения этих устройств являются помещения малого объёма, например, посты управления [10].

УДК 697.97. Научная специальность: 2.1.3.

Исследование теплотехнических характеристик лучисто-конвективной панели при эксплуатации в действующей котельной

Геннадий Александрович Балашов, инженер-электрик, ОП «Останкино-Коровино», Останкинский мясоперерабатывающий комбинат (АО «ОМПК», г. Москва); **Сергей Владимирович Котов**, главный инженер ОП «Останкино-Коровино», АО «ОМПК» (г. Москва); **Мухаммет Азатович Разаков**, инженер, лаборатория «Экологическая безопасность и энергоэффективность инженерного оборудования зданий», Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук («НИИСФ РААСН»), старший преподаватель, кафедра «Энергетические и гидротехнические сооружения» (ЭГТС), Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ»)

В статье представлены результаты натурных исследований теплотехнических параметров (температура воздуха на входе и выходе из устройства, температура поверхностей, расход нагреваемого потока внутреннего воздуха) панели лучисто-инфракрасной (ПЛИ) при её установке в рабочей зоне, расположенной над котельным оборудованием. Отмечены изменения скорости воздуха на входе и выходе из панели, которые были определены с помощью поверенного измерительного оборудования. Даны рекомендации по конструированию и применению устройства в помещениях с высокой теплонапряжённостью.

Ключевые слова: высокая теплонапряжённость, воздушное душирование, лучисто-конвективная панель, потолочные излучающие панели (ПЛИ), система локальной вентиляции.

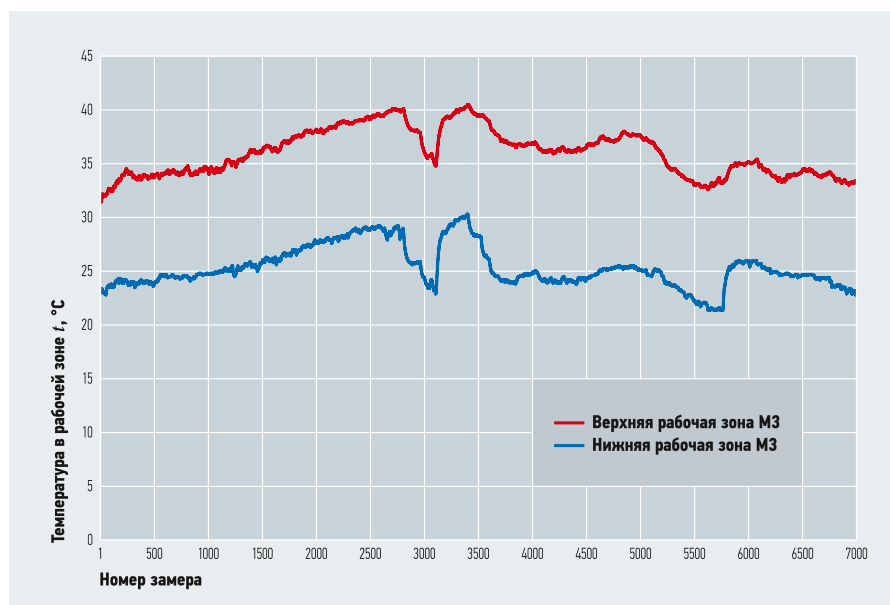
UDC 697.97. Scientific specialty: 2.1.3.

Investigation of the thermal characteristics of a radiant-convective panel under operating conditions in an operating boiler house

Gennady A. Balashov, Electrical Engineer, "Ostankino-Korovino" separate division (SD) of "Ostankino" Meat Processing Plant ("OMPP", JSC); **Sergey V. Kotov**, Chief Engineer of "Ostankino-Korovino" SD, "OMPP", JSC; **Mukhammet A. Razakov**, Engineer, "Environmental Safety and Energy Efficiency of Building Engineering Equipment" Laboratory, Scientific Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Civil Engineering Sciences ("NIISF RAASN"), Senior Lecturer, the "Energy and Hydraulic Engineering Structures" Department, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI")

The article presents the results of field studies of thermal engineering parameters (air temperature at the inlet and outlet of the device, surface temperature of surfaces, flow rate of heated internal air flow) of a radiant-convective panel when it is installed in the working area located above the boiler equipment. Changes in the air velocity at the entrance and exit of the panel were noted, which were determined using trusted measuring equipment. Recommendations on the design and use of the device in rooms with high thermal stress are given.

Key words: high thermal stress, air showering, radiant-convective panel, ceiling radiating panels, local ventilation system.



❖ **Рис. 1.** График изменения температуры воздуха в двух исследуемых рабочих зонах машинного зала (МЗ) котельной

В последних трудах В. И. Прохорова отмечено, что использование охлаждающих панелей ПЛИ возможно и в помещениях большого объема для локальных систем вентиляции [11]. В современных отечественных исследованиях также возможно встретить работы, посвященные конвективному охлаждению и проблемам образования локальных вентилируемых зон [12–14].

В данной работе рассмотрена эффективность применения панели ПЛИ последней конструкции (с двумя воздухо-распределительными щелями) в помещении котельной для зоны обслуживания верхнего барабана котельного агрегата, в которой изначально наблюдались высокие значения температуры воздуха.

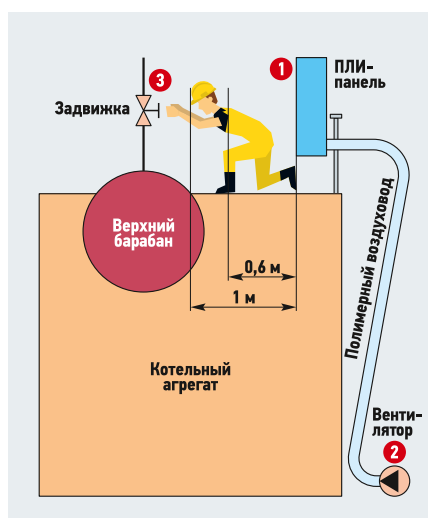
Исходные данные и инструменты для полевого исследования

В ходе первичных исследований зон с высокими значениями температуры в котельной (с 11 по 16 февраля) было обнаружено место, где инженерно-технический персонал проводит достаточно продолжительное время для регулирования некоторых задвижек котельного агрегата. Этим местом являлся верхний барабан теплогенерирующего агрегата. На рис. 1 представлен график изменения температуры в данной и нижней зонах, где находится рабочий персонал и проводит как наблюдение за работой котельного оборудования, так и регулирование некоторых технологических процессов.

Замеры температуры воздуха проводились с периодичностью в одну минуту. Всего было выполнено 7081 замер температуры воздуха с помощью самозаписывающих логгеров данных Testo 174T (погрешность прибора $\pm 0,5^\circ\text{C}$). Согласно полученным данным, наибольшее отли-

чие температуры воздуха между двумя зонами составило $13,3^\circ\text{C}$, а наименьшее — $8,2^\circ\text{C}$. Несмотря на то, что в некоторые периоды наблюдаются превышения температуры выше $25\text{--}28^\circ\text{C}$ (согласно требованиям ГОСТ 12.1.005–88, это верхние границы температуры воздуха в помещениях с высокими тепловыми избытками для различных периодов года), её более нижний тепловой потенциал по сравнению с верхней зоной является достаточно ощутимым. Подобное явление можно наблюдать и в машинных залах городских канализационных насосных станций [11].

В работе рассмотрена эффективность применения панели ПЛИ последней конструкции (с двумя воздухо-распределительными щелями) в помещении котельной для зоны обслуживания верхнего барабана котельного агрегата



❖ **Рис. 2.** Принципиальная схема натурного испытательного стенда (1 — логгер данных №1 на выходе из щели панели ПЛИ; 2 — логгер данных №2 у вентилятора; 3 — логгер данных №3 над барабаном котельного агрегата)

В связи с этим было принято решение использовать имеющийся охлаждающий потенциал из нижней зоны и направить его в верхнюю зону с помощью панели ПЛИ и вентилятора, которые создадут локальную зону обдува с низконапорными струями воздуха. Малые скорости воздухо-распределения обеспечат комфортные условия, в отличие от высокоскоростных душирующих установок.

На рис. 2 представлена принципиальная схема испытательного стенда, смонтированного в котельной 13 мая 2026 года. На фото 1–3 представлены фотографии места расположения панели ПЛИ.



❖ **Фото 1.** Фотография с места установки лучисто-конвективной панели в котельной (рабочая зона обслуживания у верхнего барабана котельного агрегата; вид А: I — задвижка, II — верхний барабан котельного агрегата, III — задвижка)

Экспериментальные данные (теплотехнические характеристики)

табл. 1

Этап	Средние измеренные значения температуры поверхностей панели ПЛИ, °С	Среднее измеренное значение температуры поверхности верхнего барабана котельного агрегата, °С	Среднее измеренное значение температуры воздуха в зоне установки панели ПЛИ, °С	Среднее измеренное значение температуры воздуха у вентилятора, °С	Среднее измеренное значение температуры воздуха в зоне над верхним барабаном котельного агрегата, °С
До установки панели ПЛИ	—	85±2%	37±0,5	26,1±0,5	42,3±0,5
После установки панели ПЛИ (через один час 30 минут)					
Панель №1	37,1±0,5	85±2%	32±0,5	26,3±0,5	42,4±0,5
Панель №2	39,8±0,5	85±2%	32±0,5	26,3±0,5	42,4±0,5
Панель №3	38,5±0,5	85±2%	32±0,5	26,3±0,5	42,4±0,5
Панель №4	36,1±0,5	85±2%	32±0,5	26,3±0,5	42,4±0,5
Панель №5	36,7±0,5	85±2%	32±0,5	26,3±0,5	42,4±0,5
Панель №6	47,9±0,5	85±2%	32±0,5	26,3±0,5	42,4±0,5

Для исследования влияния воздействия панели ПЛИ на температурные показатели в верхней зоне проведения работ котельных агрегатов типовых работ было использовано следующее измерительное оборудование:

1. Для измерения скорости истечения воздуха из панели ПЛИ — анемометр Testo 410i (погрешность измерения скорости $\pm(0,2 \text{ м/с} + 2\%)$ и температуры $\pm 0,5^\circ\text{C}$ при скорости истечения, находящейся в диапазоне от 0,4 до 20 м/с);
2. Для измерения статического и динамического давления в воздуховоде на входе в панель ПЛИ — манометр Testo 510i с трубкой Пито (погрешность измерения давления $\pm 0,05 \text{ гПа}$ при измеренном значении, находящемся в диапазоне от 0 до 1 гПа, а также $\pm 0,2 + 0,015 \text{ ИВ}$ при измеренном значении от 1 до 150 гПа);

3. Для измерения температуры воздуха (с периодичностью измерения 1 мин.) на входе в вентилятор и в верхней зоне проведения стандартных работ инженеров по эксплуатации котельного оборудования — логгер данных Testo 174T (погрешность измерения температуры $\pm 0,5^\circ\text{C}$);
4. Для измерения температуры поверхности верхнего барабана котла и поверхностей ПЛИ-панели был использован тепловизор Fluke TIS20+ (погрешность оборудования составляла $\pm 2\%$).

На рис. 3 представлено условное разделение поверхностей панели ПЛИ для измерения осреднённой температуры.

В рамках исследования проводились следующие мероприятия:

- установка ПЛИ-панели в верхнюю рабочую зону и установка вентилятора (YWL4E-200QD) в нижней рабочей зоне;

- прокладка полимерного воздуховода;
- установка самозаписывающих логгеров данных и тепловизора;
- установка измерителя полного давления в воздуховоде перед ПЛИ-панелью;
- измерение скорости истечения воздуха после ПЛИ-панели.

Измерение теплотехнических параметров проводилось после одного часа и 30 минут работы лучисто-конвективной панели (панели ПЛИ) в области верхнего барабана котельного агрегата.

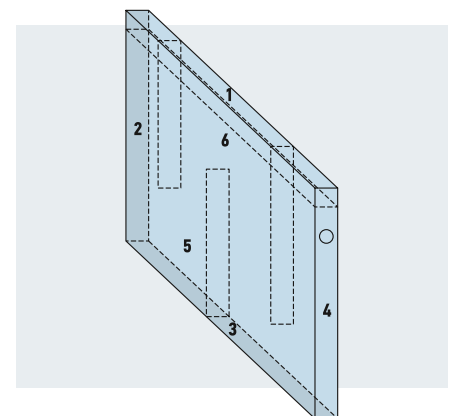


Рис. 3. Принципиальная схема панели ПЛИ с обозначениями поверхностей измерения температуры (1–6 — поверхности панели ПЛИ)

Экспериментальные данные (аэродинамические характеристики панели ПЛИ)

табл. 2

Место измерения	Расход воздуха L , м³/ч	Скорость воздуха v , м/с	Давление, Па		
			$P_{\text{дин}}$	$P_{\text{ст}}$	$P_{\text{сум}}$
Перед ПЛИ панелью	636,20	10,00	58,00	168,00	226,00
На выходе из щели (верхняя щель)	107,11	3,04	5,51	—	5,51
На выходе из щели (нижняя щель)	83,90	2,38	3,38	—	3,38
Сумма на выходе из двух щелей	191,01	—	—	—	—



Фото 2. Фотография с места установки лучисто-конвективной панели в котельной (рабочая зона обслуживания у верхнего барабана котельного агрегата; вид Б: А — равномерно расположенные контрольные точки измерения скорости истечения воздуха из панели ПЛИ)



Фото 3. Фотография с места установки вентилятора в рабочую зону в помещении котельной, в которой изначально наблюдались высокие значения температуры воздуха (нижняя рабочая зона: 1 — центробежный вентилятор; 2 — полимерный воздухопровод длиной 8 м)

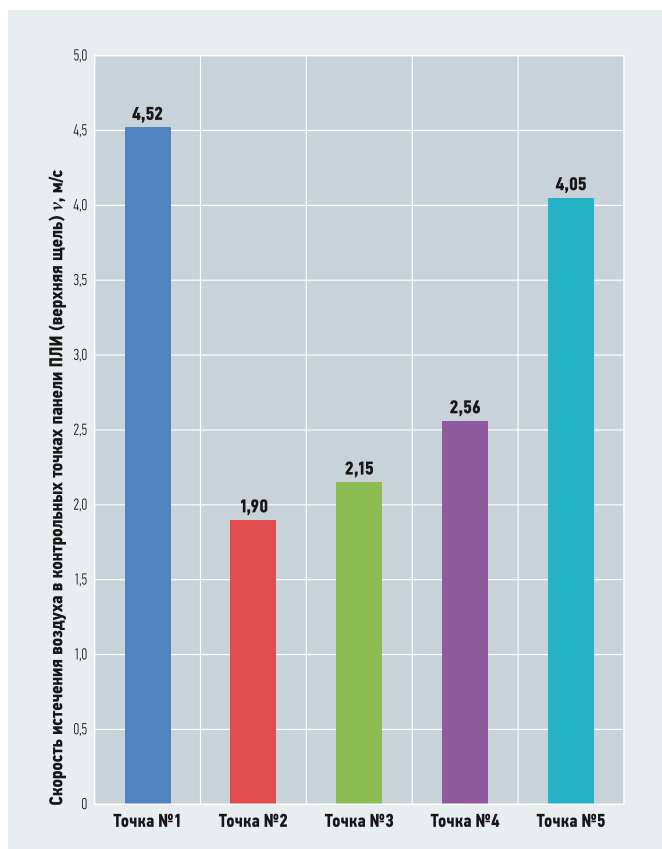


Рис. 4. Распределение скоростей истечения воздуха в контрольных точках панели ПЛИ (верхняя щель)

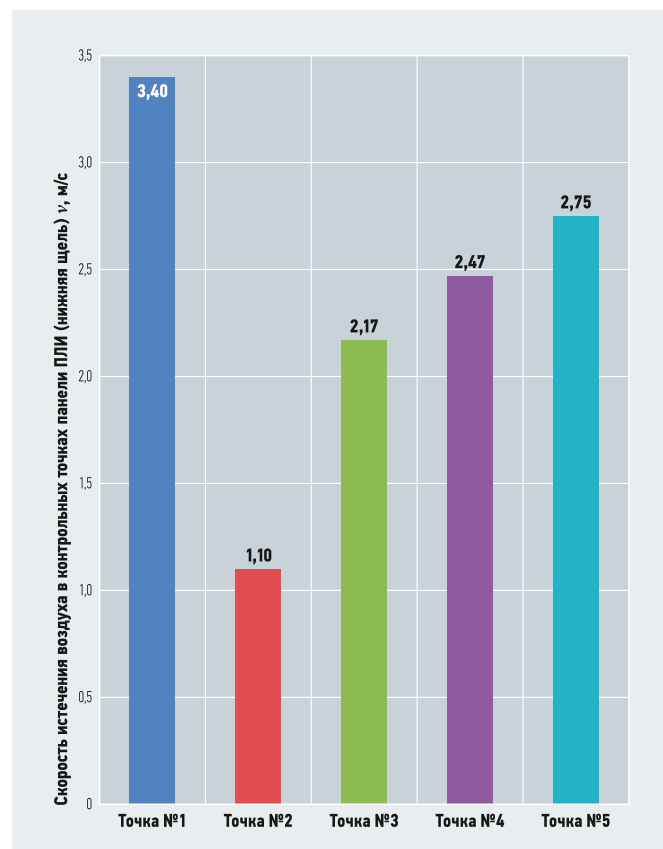


Рис. 5. Распределение скоростей истечения воздуха в контрольных точках панели ПЛИ (нижняя щель)

Результаты

В рамках исследования были получены экспериментальные данные теплотехнических характеристик поверхностей теплообмена, панели ПЛИ, локальных температур воздуха в различных зонах машинного зала производственной котельной. Следует отметить, что в ходе исследования было обнаружено, что прекращение изменения температуры поверхностей панели ПЛИ наступило после одного часа работы устройства.

В табл. 1 и 2 представлены результаты обработки данных измерений, выполненных в исследовании.

На рис. 4 и 5 представлены данные скоростей истечения воздуха из щелей в контрольных точках.

Выводы

В ходе исследования было отмечено улучшение температурного режима локальной зоны обслуживания задвижек над верхним барабаном котельного агрегата. При работе устройства «панель ПЛИ» удалось добиться стабильного снижения температуры воздуха в среднем на 3,3°C (на расстоянии 0,6 м от панели ПЛИ в зоне действия струи) по сравнению с изначальным состоянием. Наблюдается сильное отличие температуры первой из поверхностей (поверхность №6 по рис. 3) панели ПЛИ относительно остальных,

которое составило в среднем более 10°C. Для дальнейшего совершенствования конструкции панели ПЛИ рекомендуется исследовать возможность изменения размеров щелевого отверстия и рассмотреть вариант изменения материала конструкции устройства. ●

Благодарности

Авторы выражают благодарность главному энергетик Антону Выдрину, санитарно-техническому персоналу ОП «Останкино-Коровино» за помощь в транспортировании элементов устройства, а также кафедре ЭГТС НИУ «МЭИ» за предоставленное измерительное оборудование.

- Батурин В.В., Кучерук В.В. Вентиляция машиностроительных заводов. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машигиз, 1954. 483 с.
- Шепелева И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. — М.: Стройиздат, 1978. 144 с.
- Малышева Е.А. Гигиенические вопросы радиационного теплообмена человека с окружающей средой (радиационное охлаждение): монография. — М.: Медгиз, 1963. 244 с.
- Ощеп С.А. К теории расчётов систем лучистого отопления и вентиляции, 1940. 56 с.
- Киссин М.И. Расчёт нагревательных панелей при лучистом отоплении // Вопросы отопления и вентиляции: труды ЦНИИПС. Сб. №1. — М.: Стройиздат, 1951. С. 5–13.
- Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учебник для вузов. 3-е изд. — СПб.: АВОК «Северо-Запад», 2006. 287 с.
- Патент СССР №255524. МПК F24f 13/06. Панель ПЛИ / В.И. Прохоров. Заяв. и патентообл.: В.И. Прохоров. №837847/29–14. Заявл.: 17.05.1963; опублик.: 28.11.1972.
- Патент СССР №522378. МПК F24f 13/06. Панель ПЛИ / В.И. Прохоров, О.Н. Щельцына, О.Е. Песков, Л.Г. Маляренко. Заяв. и патентообл.: ЦНИИпромзданий; НИТИ. №1980291/06. Заявл.: 27.12.1973; опублик.: 25.07.1976.
- Патент СССР №678259. МПК F24f 13/06. Панель ПЛИ / В.И. Прохоров, Л.Г. Маляренко, А.Л. Наумов [и др.]. Заяв. и патентообл.: ЦНИИпромзданий. №2593713. Заявл.: 23.03.1978; опублик.: 05.08.1979.
- Наумов А.Л. Радиационно-конвективное охлаждение кабин постов управления в горячих цехах: дисс. канд. техн. наук по спец. 05.23.03. — М.: ЦНИИпромзданий, 1979. 188 с.
- Прохоров В.И., Разаков М.А. Моделирование тепловых режимов охлаждающих панелей в канализационных насосных станциях // Вестник МГСУ, 2021. Т. 16. №10. С. 1378–1387.
- Rymarov A.G., Agafonova V.V. The personalized supply ventilation system design in the office space. Proc. of the International Scientific Conference on Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development (CATPID-2019). October 1–5, 2019. Kislovodsk, Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. Issue 5. Art. 055030.
- Rymarov A., Havanov P., Titkov D. Formation of local temperature regime in the room: Personal ventilation system. Proc. of the XXIV International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021). April 22–24, 2021. Moscow, Russia. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 263. Art. 04026.
- Ilin E.A., Grimitlin A.M. Clean-room class D air distributor performance evaluation: Case study of RTC Polisan. Proc. of the International Scientific and Practical Conference on "Engineering, Construction and Infrastructure Solutions for Innovative Medicine Facilities" (EC-SF-2021). May 19–21, 2021. St. Petersburg, Russia. In: Proceedings of ECSF-2021. Series: Lecture Notes in Civil Engineering. Springer Nature. Cham, Switzerland. 2023. Pp. 111–122.

References — see page 78.

Совершенствование отопительно-вентиляционных систем коррекцией процессов регулирования

Рецензия эксперта на статью получена
08.04.2026 [The expert review of the article
was received on April 8, 2026]

Отопительно-вентиляционные системы (ОВС) в последнее время получили широкое распространение для обеспечения теплового режима зданий и сооружений [1–3]. ОВС также называют системами воздушного отопления.

ОВС являются современными системами отопления помещений, в которых роль теплоносителя выполняет воздух, в отличие от традиционных систем радиаторного отопления, где теплоносителем является жидкость. Малая тепловая инерционность ОВС обеспечивает такие основные преимущества воздушного отопления, как быстрый прогрев помещений, равномерное распределение тепла без холодных зон, а также возможность зонирования теплового режима и индивидуальной регулировки температуры в отдельных помещениях. В тёплый период года ОВС могут осуществлять кондиционирование воздуха.

Дальнейшее расширение использования отопительно-вентиляционных систем в современных условиях требует повышения их эффективности. Важным резервом повышения эффективности ОВС является сокращение потребляемой мощности за счёт снижения потерь энергии, связанных с процессами регулирования аэротермодинамических характеристик системы. Это может быть достигнуто разработкой систем автоматического управления (САУ), обеспечивающих улучшение показателей качества регулирования ОВС на основе алгоритмов и методов оптимального управления [2, 4].

В качестве примера на рис. 1а показана функциональная схема САУ воздушным отоплением на базе системы приточной вентиляции с калорифером и регулятором температуры (РТ). Заданный темпе-

ратурный режим в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения контролируется датчиком температуры (ДТ).

Задача САУ — устойчиво поддерживать заданное значение регулируемой величины в зависимости от внешних воздействий или изменять её по определённому закону. Кроме устойчивости, каждая САУ должна обеспечивать определённые качественные показатели процесса регулирования [4, 5]. Качество процесса регулирования обычно оценивается по переходной характеристике $h(t)$. Переходная характеристика системы отражает процесс изменения регулируемой переменной во времени при строго определённой величине возмущающих $f(t)$ или задающих воздействий $g(t)$. Для изучения переходной характеристики применяют ступенчатое воздействие.

Основными показателями качества регулирования САУ являются: установившаяся ошибка; время переходного процесса (время регулирования); перерегулирование; колебательность процесса [5, 6]. На практике часто требования к качеству работы САУ задаются не в виде величин отдельных показателей качества, а в виде характера реализации оптимального режима регулирования. Наиболее распространёнными являются три вида таких процессов: аperiodический; с 20%-м перерегулированием; с минимальным интегральным показателем качества.

Рассматривая системы ОВС как объект автоматического управления, в общем случае в качестве управляющего сигнала следует принимать изменение тепловой мощности, в частных случаях этим параметром может быть температура теплоносителя или его расход, температура или расход приточного воздуха и т.п.

УДК 697. Научная специальность: 2.1.3.

Совершенствование отопительно-вентиляционных систем коррекцией процессов регулирования

Владимир Ильич Соколов, д.т.н., профессор; Оксана Александровна Малыгина, к.т.н., доцент, Луганский государственный университет имени Владимира Даля (ЛГУ, г. Луганск)

Работа посвящена вопросу повышения качества регулирования отопительно-вентиляционных систем за счёт повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования. Предложено введение в систему интегрального регулятора температуры приточного (рабочей) зоне обслуживаемого помещения. Получена передаточная функция системы, установлены выражения для определения её параметров, а также предложена методика расчёта переходной характеристики. Сделан вывод о возможности повышения качества регулирования отопительно-вентиляционных систем за счёт повышения быстродействия и отсутствия ошибки регулирования путём использования интегрального регулятора температуры приточного воздуха и гибкой обратной связи по температуре в рабочей зоне.

Ключевые слова: отопительно-вентиляционная система, переходной процесс, качество регулирования, интегрирующий регулятор, гибкая обратная связь.

UDC 697. Scientific specialty number: 2.1.3.

Improvement of heating-ventilating systems by correcting regulation processes

Vladimir I. Sokolov, Doctor of Technical Sciences, Professor; Oksana A. Malygina, PhD (Engineering), Associate Professor, Lugansk State University named after Vladimir Dal (LSU, Lugansk)

The article discusses improving the quality of regulation of heating and ventilation systems by increasing the speed of response while maintaining a permissible overshoot and avoiding control errors. To achieve this, the article proposes the introduction of an integral regulator for the supply air temperature, as well as a flexible temperature feedback in the significant (working) area of the serviced room. The article presents a structural diagram of an automatic air heating control system with an integral regulator and flexible feedback. The article defines the transfer function of the system as a second-order element, establishes expressions for determining its parameters, and proposes a method for calculating the transient response. The results show that the integral controller's time constant has a greater impact on the duration of the transient process, while the flexible feedback time constant affects the system's oscillation. The research was funded by the Russian Science Foundation Grant No. 26-19-00006.

Key words: heating-ventilating system, transition process, regulation quality, integral controller, flexible feedback.

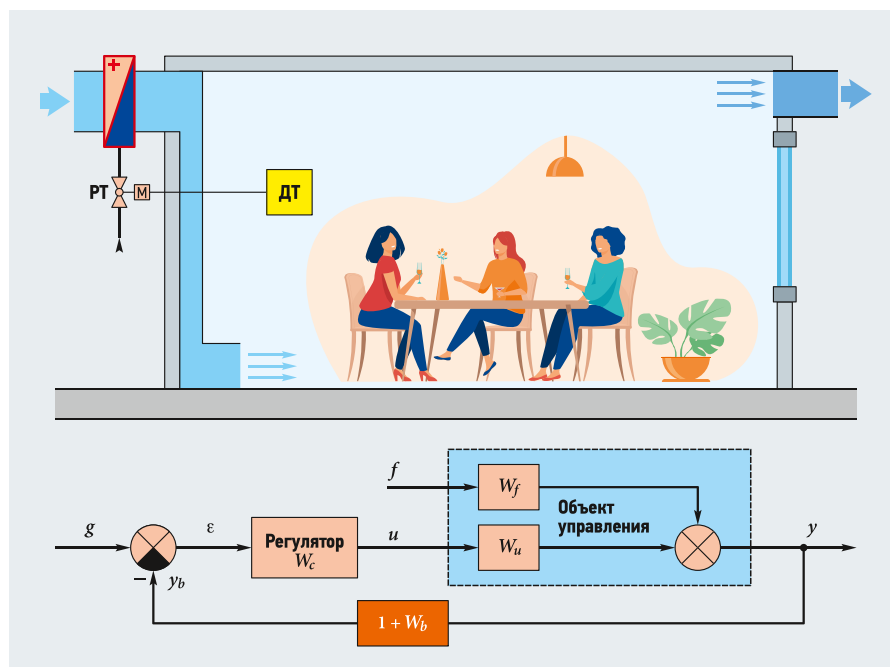


Рис. 1. САУ воздушным отоплением (а — функциональная схема, б — структурная схема)

Обычно в качестве регулируемой переменной рассматривается температура в значимой (рабочей) зоне помещения. Несмотря на сложность математического описания рабочих процессов в ОВС, они имеют общие черты [6, 7]. Данные системы инерционны и являются объектами с саморегулированием, то есть регулируемая переменная стабилизируется на некотором значении. Переходные процессы в них имеют не колебательный вид и характерное запаздывание.

Несмотря на известные подходы к идентификации математических моделей ОВС и методы повышения качества регулирования САУ, в настоящее время отсутствуют единые подходы к выбору для ОВС корректирующих звеньев и регуляторов, а также методики оценки оптимальных параметров их настройки.

Целью работы является исследование возможности повышения качества регулирования ОВС использованием интегрального регулятора и гибкой обратной связи, а также оценка рекомендуемых параметров настройки корректирующих звеньев.

При математическом описании САУ воздушным отоплением вполне уместным является применение методов с использованием передаточных функций, что позволяет представить взаимосвязь входных сигналов и выходных параметров составляющих элементов, отдельных частей и системы в целом.

Рассмотрим автоматическую ОВС как одномерную систему, имеющую объект управления с одной выходной величиной y . Считаем, что САУ воспринимает одно задающее воздействие x и одно возмущающее воздействие f . Тогда САУ воздушным отоплением с типовым регулятором можно представить обобщённой структурной

схемой согласно рис. 1. Здесь обозначены: g — задающее воздействие (уставка); y — выходная (регулируемая) величина (переменная); ϵ — ошибка управления, $\epsilon = g - y$; f — возмущающее воздействие (возмущение); u — управляющее воздействие (сигнал управления); W_u — передаточная функция объекта управления по сигналу управления; W_f — передаточная функция объекта управления по возмущению; W_c — передаточная функция регулятора. В общем случае линия обратной связи может содержать дополнительное корректирующее звено с передаточной функцией W_b .

Проведём исследование возможности повышения качества регулирования ОВС с постоянным расходом и переменной температурой приточного воздуха. Для использования аналитических методов при оценке качества регулирования системы выполним некоторые упрощения и примем определённые допущения. Приближенно считаем объект управления (обслуживаемое помещение) теплоёмкостью с сосредоточенными параметрами с постоянной плотностью воздуха. Также принимаем допущение о линейной зависимости теплотерьер через ограждающие конструкции от разницы температуры в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения и температуры наружного воздуха.

Для получения передаточной функции объекта управления W_u по сигналу управления рассматриваем ОВС без учёта возмущающих воздействий, на основании чего можно записать следующее дифференциальное уравнение:

$$c\rho V = c\rho L(\theta_{\text{sup}} - \theta) - \frac{\theta - \theta_{\text{out}}}{R_e}, \quad (1)$$

где c и ρ — теплоёмкость и плотность воздуха, соответственно; V — объём помещения; L и θ_{sup} — расход и температура приточного воздуха; R_e — эквивалентное термическое сопротивление ограждающих конструкций, которое можно оценить согласно [7, 8]; θ и θ_{out} — температура в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения и наружного воздуха.

В условно стационарном режиме, когда $d\theta/dt = 0$, а температура приточного воздуха θ_{sup} и температура в рабочей зоне θ , принимают значения $\theta_{0\text{sup}}$ и θ_0 , соответственно, из уравнения (1) получаем следующее выражение:

$$0 = c\rho L(\theta_{0\text{sup}} - \theta_0) - \frac{\theta_0 - \theta_{\text{out}}}{R_e}. \quad (2)$$

Введём в рассмотрение отклонение температуры приточного воздуха

$$\Delta\theta_{\text{sup}} = \theta_{\text{sup}} - \theta_{0\text{sup}}$$

и отклонение температуры в рабочей зоне $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ от их значений в условно стационарном режиме, когда данные переменные сохраняют относительно постоянные значения в течение достаточно длинного промежутка времени. Выразим переменные θ_{sup} и θ через их отклонения $\Delta\theta_{\text{sup}}$ и $\Delta\theta$ и подставим в (1). Из полученного выражения исключим уравнение (2) и разделим на $c\rho L$.

Далее имеем:

$$\frac{V}{L} \frac{d\Delta\theta}{dt} = \Delta\theta_{0\text{sup}} - \Delta\theta - \frac{1}{c\rho L R_e} \Delta\theta. \quad (3)$$

Нетрудно заметить, что величина L/V есть кратность воздухообмена K_V [2, 4], но в единицах измерения $[1/c]$, поэтому $V/L = 1/K_V$. В выражении (3) введём безразмерный коэффициент $a_t = 1/(c\rho L R_e)$, учитывающий тепловые потери. Используя подходы теории автоматического управления, введём в рассмотрение постоянную времени $T_0 = V/L = 1/K_V$.

Выполнив преобразование Лапласа [7, 17] для уравнения (3), с учётом принятых обозначений получим:

$$T_0 s \Delta\theta(s) + (1 + a_t) \Delta\theta(s) = \Delta\theta_{\text{sup}}, \quad (4)$$

где s — переменная Лапласа.

На основании (4) получаем передаточную функцию объекта управления $W_u(s)$ по сигналу управления:

$$W_u(s) = \frac{\Delta\theta(s)}{\Delta\theta_{\text{sup}}(s)} = \frac{1}{T_0 s + 1 + a_t}. \quad (5)$$

Переходная функция для данной передаточной функции при нулевых начальных условиях для отклонений переменных имеет вид:

$$h(t) = \frac{1}{1 + a_t} \left[1 - e^{-\frac{(1 + a_t)t}{T_0}} \right]. \quad (6)$$

Переходные характеристики для объекта управления, рассчитанные согласно (9), представлены на рис. 2. Результаты расчёта переходных процессов убедительно показывают, что объекты управления (обслуживаемые помещения) ОВС являются существенно инерционными системами, имеющими нелинейные статические характеристики, что требует разработки САУ, способной обеспечить необходимые показатели качества регулирования.

Для исследования возможности повышения качества регулирования ОВС с постоянным расходом и переменной температурой приточного воздуха выделим в схеме САУ на рис. 2 контур регулирования температуры в рабочей зоне по управляющему воздействию, то есть без рассмотрения возмущений, как показано на рис. 3б.

Здесь в качестве задающего воздействия (уставки) g показано заданное изменение температуры в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения $\Delta\theta_{\text{set}}$, вместо выходной регулируемой величины у отклонение температуры в рабочей зоне $\Delta\theta$, управляющее воздействие есть отклонение температуры приточного воздуха $\Delta\theta_{\text{sup}}$, а ошибка управления теперь $\varepsilon = \Delta\theta_{\text{set}} - \Delta\theta_b$, где $\Delta\theta_b$ — сигнал обратной связи.

В САУ воздушным отоплением нашли применение различные нелинейные и линейные регуляторы, в том числе отмеченные выше типовые, а именно пропорциональные (П), интегральные (И), пропорционально-интегральные (ПИ), а также пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД). Путём выбора коэффициента передачи П-регулятора можно существенно уменьшить установившуюся ошибку регулирования, однако её полное устранение не представляется возможным даже теоретически. Статическую ошибку, возникающую при регулировании, можно исключить, если использовать И-регулятор. Постоянная интегрирования в И-регуляторе равна времени, в течение которого с момента поступления на вход регулятора постоянного сигнала сигнал на выходе регулятора достигнет значения, равного значению входного сигнала.

Устраняя статическую ошибку, интегральный регулятор, однако, ухудшает качество переходного процесса за счёт появления существенной колебательности процесса регулирования. Поэтому на практике применяют комбинированные ПИ-регуляторы. ПИ-регулятор оказывает воздействие на объект управления пропорционально отклонению и интегралу от отклонения регулируемой величины.

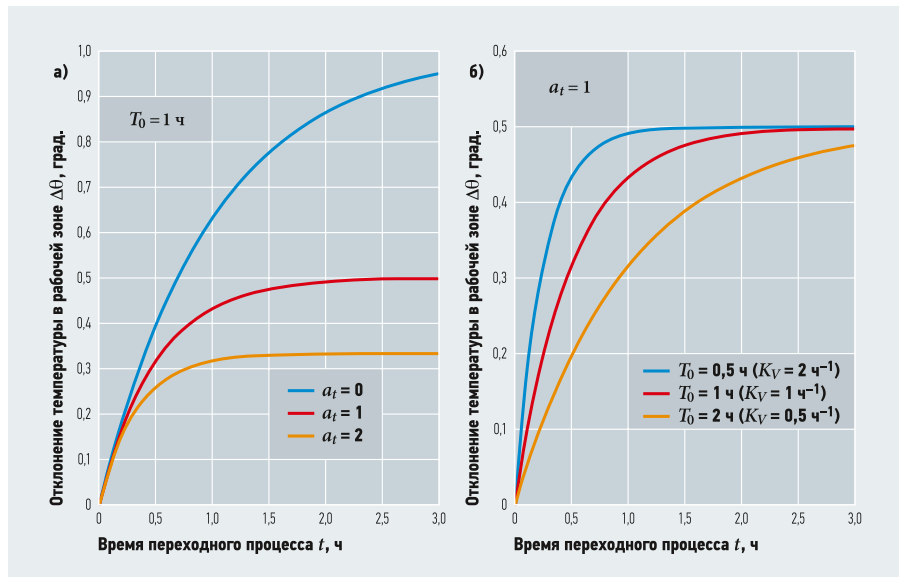


Рис. 2. Переходные процессы в отопительно-вентиляционной системе

П- и ПИ-регуляторы не могут упреждать ожидаемое отклонение регулируемой величины, реагируя только на уже имеющееся отклонение. Возникает необходимость в регуляторе, который вырабатывал бы дополнительное регулирующее воздействие, пропорциональное скорости отклонения регулируемой величины от заданного значения. Такое регулирующее воздействие используется в дифференциальных и ПИД-регуляторах. ПИД-регуляторы воздействуют на объект пропорционально отклонению ε регулируемой величины, интегралу от этого отклонения и скорости изменения регулируемой величины.

По возможностям ПИД-регуляторы являются универсальными. Используя их, можно получить любой закон регулирования. При скачкообразном изменении регулируемой величины ПИД-регулятор в начальный момент времени оказывает мгновенное бесконечно большое воздействие на объект регулирования, затем величина воздействия резко падает до значения, определяемого пропорциональной составляющей, после чего постепенно на-

чинает оказывать влияние интегральная составляющая регулятора.

Следует обратить внимание, что теоретические законы регулирования типовых регуляторов не всегда могут быть реализованы на практике техническими устройствами. Это обусловлено, в первую очередь, ограниченной мощностью воздушонагревательных устройств, которые не смогут обеспечить формирование необходимой величины управляющего сигнала $\Delta\theta_{\text{sup}}$, которая может значительно превосходить заданное значение требуемого изменения температуры. Так, дифференцирующее звено при скачкообразном заданном изменении регулируемой величины теоретически должно оказывать мгновенное бесконечно большое воздействие на объект регулирования, то есть $\Delta\theta_{\text{sup}} \rightarrow \infty$. Кроме того, быстроедействие технических устройств автоматики ОВС во многих случаях не позволит отработать изменение во времени управляющего сигнала. В этой связи в настоящее время отсутствуют чёткие рекомендации по заданию параметров настройки типовых регуляторов для САУ воздушным отоплением.

Учитывая вышесказанное, можно предложить следующий подход для повышения качества регулирования ОВС. Принимая во внимание, что пропорциональная составляющая вносит статическую погрешность, а дифференцирующая составляющая не всегда может быть технически реализована, то следует их исключить в канале управления. Поскольку регулируемая величина не изменяется скачкообразно, то разумным является перенос дифференцирующей составляющей в линию обратной связи, что в теории автоматического управления принято называть гибкой обратной связью (ГОС) [4, 5]. Тогда в канале управления следует использовать И-регулятор, а вносимая им колебательность будет демпфироваться ГОС.

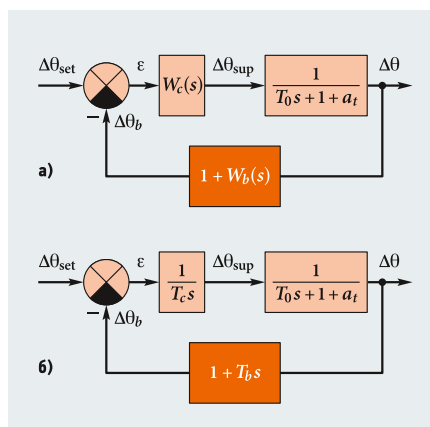


Рис. 3. Структурная схема САУ (а — с контуром регулирования по управляющему воздействию; б — с интегральным регулятором и гибкой обратной связью)

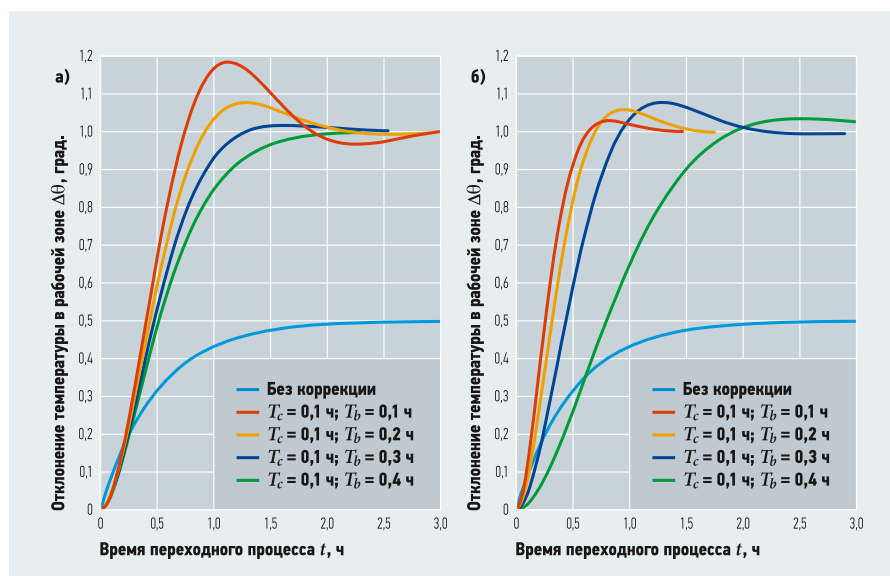


Рис. 4. Переходные процессы в САУ (а — при изменении постоянной времени ГОС; б — при изменении постоянной времени интегрального регулятора)

Тогда имеем:

$$W_c(s) = \frac{1}{T_c s}; W_b(s) = T_b s, \quad (7)$$

где T_c — постоянная времени И-регулятора; T_b — постоянная времени ГОС.

Таким образом, структурная схема САУ воздушным отоплением будет иметь вид, представленный на рис. 36.

Согласно структурной схеме, получаем передаточную функцию САУ воздушным отоплением по каналу управления:

$$W(s) = \frac{1}{T_c T_0 s^2 + (T_c + T_c a_t + T_b) s + 1}. \quad (8)$$

Проведены исследования по влиянию параметров настройки интегрального регулятора и ГОС-связи на качество регулирования САУ воздушным отоплением. На рис. 4а показаны результаты расчёта переходного процесса при различных значениях постоянной времени T_b ГОС для фиксированного значения постоянной времени T_c интегрального регулятора. На рис. 4б приведены результаты расчёта переходного процесса при различных значениях постоянной времени T_c интегрального регулятора для фиксированного значения постоянной времени T_b ГОС. Расчёты проводились для значений постоянной времени объекта управления $T_0 = 1$ ч и безразмерного коэффициента, учитывающего теплопотери, $a_t = 1$.

Отметим некоторые полученные результаты. Время переходного процесса в системе без регулятора и корректирующего звена при условии входа в $\pm 5\%$ зону от устранившегося значения составляет $t_{п.п} = 1,5$ ч. Согласно рис. 4а, при $T_c = 0,1$ ч и $T_b = 0,3$ ч время переходного процесса $t_{п.п} = 1,06$ ч, при этом максимальная величина перерегулирования равна $\Delta_{\max} = 1,73\%$. Согласно рис. 4б, при $T_c = 0,03$ ч и $T_b = 0,2$ ч время переходного

процесса $t_{п.п} = 0,54$ ч, при этом максимальная величина перерегулирования — $\Delta_{\max} = 2,82\%$. Представленные результаты показывают, что постоянная времени интегрального регулятора в большей степени влияет на длительность переходного процесса, а постоянная времени ГОС — на колебательность системы.

Выполненные исследования убедительно показывают возможность повышения качества регулирования ОВС за счёт повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования путём использования интегрального регулятора температуры приточного воздуха и гибкой обратной связи по температуре в рабочей зоне обслуживаемого помещения. Также отметим, что достижение того или иного результата по улучшению качества регулирования в реальной системе необходимо оценивать с точки зрения её технических возможностей, в частности, по максимально допустимой температуре нагрева приточного воздуха.

Таким образом, работа посвящена вопросу повышения качества регулирования ОВС за счёт повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования. С этой целью в системе предложено введение интегрального регулятора температуры приточного воздуха, а также дополнительного корректирующего звена в виде гибкой обратной связи по температуре в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения.

Для проведения исследований по влиянию параметров настройки интегрального регулятора и гибкой обратной связи ОВС как объект автоматического управления упрощённо представлена в виде апериодического звена первого порядка. В рассмотрение введена посто-

янная времени, определяемая кратностью воздухообмена, и безразмерный коэффициент, учитывающий теплопотери по эквивалентному термическому сопротивлению ограждающих конструкций. Представлена структурная схема САУ воздушным отоплением с интегральным регулятором и гибкой обратной связью. Получена передаточная функция системы как звена второго порядка, установлены выражения для определения её параметров, а также предложена методика расчёта переходной характеристики.

Проведены исследования и представлены результаты оценки влияния параметров настройки интегрального регулятора и гибкой обратной связи на качество регулирования САУ воздушным отоплением. Полученные результаты показывают, что постоянная времени интегрального регулятора в большей степени влияет на длительность переходного процесса, а постоянная времени гибкой обратной связи — на колебательность системы.

Выполненные исследования позволили сделать вывод о возможности повышения качества регулирования отопительно-вентиляционных систем за счёт повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования путём использования интегрального регулятора температуры приточного воздуха и гибкой обратной связи по температуре в рабочей зоне обслуживаемого помещения. ●

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 26-19-00006.

1. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства. — СПб: Политехника, 2007. 423 с.
2. Howell R.H. Principles of heating ventilating and air conditioning. ASHRAE. Atlanta, Georgia, U.S. 2017. 594 p.
3. Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. — М.: Изд-во «АСВ», 2001. 564 с.
4. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern control systems. Developing problem-solving skills through integrated design and analysis. 13th edition. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, U.S. 2016. 1032 p.
5. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под. ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. — М.: Изд-во МГТУ, 2004. 654 с.
6. Соколов В.И., Черникова И.Д., Салуквадзе Г.В. Идентификация отопительно-вентиляционных систем как объектов автоматического управления // Вестник евразийской науки, 2024. Т. 16. №2. 13 с.
7. Соколов В.И., Малыгина О.А. Экспертная оценка экономической эффективности теплоизоляционных материалов в ограждающих конструкциях // Промышленное и гражданское строительство, 2025. №10. С. 48–54.
8. Малыгина О.А. Разработка математических моделей определения тепло-влажностного режима ограждающих конструкций зданий при нестационарном тепловом потоке // Современные проблемы гражданской защиты, 2024. №3. С. 93–104.

References — see page 78.



Анализ российского рынка сплит-систем на основе макроэкономических факторов

Анализ российского рынка сплит-систем и его сравнение с автомобильным рынком показывает интересную зависимость. Если в период с 2010 по 2018 годы динамика их продаж в России была близка, то начиная с 2019 года наблюдается довольно значительное расхождение (более чем в два раза). Почему так происходит, и какой один из ключевых факторов недооценён в рыночных обзорах, попробуем разобраться в этой статье.

При анализе российского рынка сплит-систем традиционно применяется один критерий — количество проданных единиц в год. Эта величина используется и в открытых отчётах агентства «Литвинчук Маркетинг» и Ассоциации предприятий индустрии климата (АПИК), и в международной статистике Ассоциации исследований и разработок в области инженерных систем зданий (BSRIA) и аналитического агентства JARN. Из неё делаются выводы о росте продаж техники, состоянии экономики и эффективности маркетинговых кампаний.

Однако сравнение с другим ёмким потребительским рынком длительного пользования — рынком новых легковых автомобилей — показывает, что одна и та же экономическая среда генерирует две принципиально разные траектории.

На рис. 1 видны три разных этапа:

1. До 2014 года оба рынка ведут себя сходно: оба прошли посткризисное восстановление 2010–2012 годов. Автомобильный рынок достиг пика в 2,93 млн шт. в 2012 году, сплит-системы — рекордные

3,1 млн шт. в 2011-м на фоне последствий аномальной жары 2010 года.

2. 2014–2016 годы — первый общий шок. Обвал курса рубля и санкции бьют по обеим отраслям, но автомобили падают глубже — 40% в 2015 году. Кондиционеры теряют около 24%.

3. После 2022 года — расхождение. Авторынок упал на 59% в 2022 году до 687 тыс. шт. и к 2024-му восстановился лишь до 1,57 млн шт. (на 46% ниже пика 2014 года). Сплит-системы, напротив, в 2024 году показывают исторический максимум продаж — 4,1 млн шт.

Сравнение российского рынка сплит-систем с другим ёмким потребительским рынком длительного пользования — рынком новых легковых автомобилей — показывает, что одна и та же экономическая среда генерирует две принципиально разные траектории.

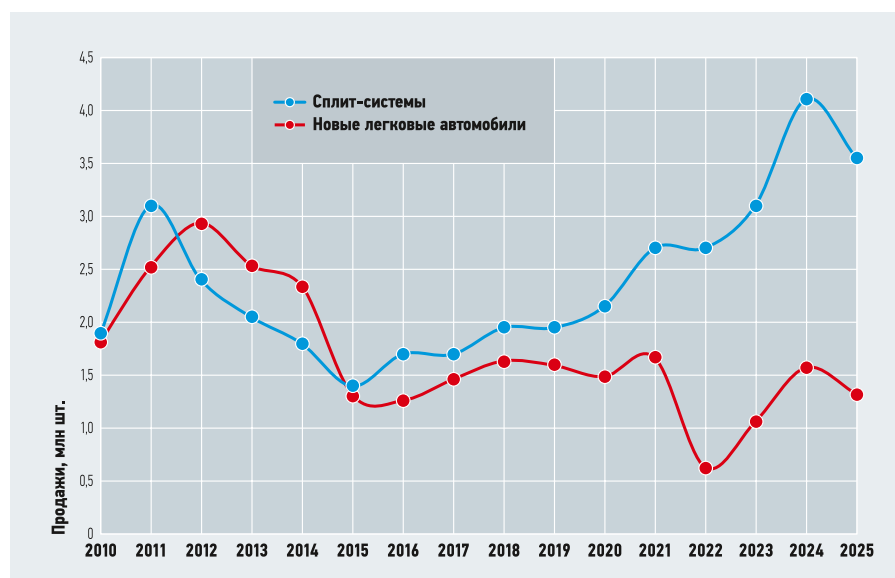


Рис. 1. Динамика российского рынка сплит-систем и рынка новых легковых автомобилей

Возникает естественный вопрос: чем объясняется столь разная реакция двух рынков на один и тот же макроэкономический контекст? Для начала попробуем определить, какие же факторы в принципе влияют на продажи сплит-систем.

1. Погода (климат). Без сомнения, продажи кондиционеров привязаны к температуре наружного воздуха. Достаточно вспомнить, что работа монтажников кондиционеров очень сильно подвержена сезонности. Летом в жару одна бригада ставит до трёх-четырёх сплит-систем в день на разных объектах. Зимой же они часто вынуждены устраивать себе многомесячный отпуск или переквалифицироваться на другое направление, например, монтаж систем вентиляции или окон. Но в глобальном контексте погода может серьёзно повлиять только в конкретный год. Например, рекордная жара 2010 года резко увеличила продажи кондиционеров в 2010 и 2011 годах, но уже в 2012-м рынок вернулся к нормальным значениям. Поэтому многолетний тренд роста продаж кондиционеров с 2018 по 2024 годы погода объяснить никак не может.

2. Объём замены оборудования. Конечно, этот фактор влияет на увеличение продаж сплит-систем. Но дело в том, что автомобили, как и кондиционеры, также выходят из строя, и им тоже нужна замена. Однако их динамика продаж падает начиная с 2018 года несмотря на необходимость замены, а у кондиционеров растёт. Следовательно, этот фактор опять не является ключевым.

3. Доходы населения. По данным Росстата, в долларовом выражении ежемесячный среднедушевой доход достигает максимума около \$ 800 в 2013 году и далее

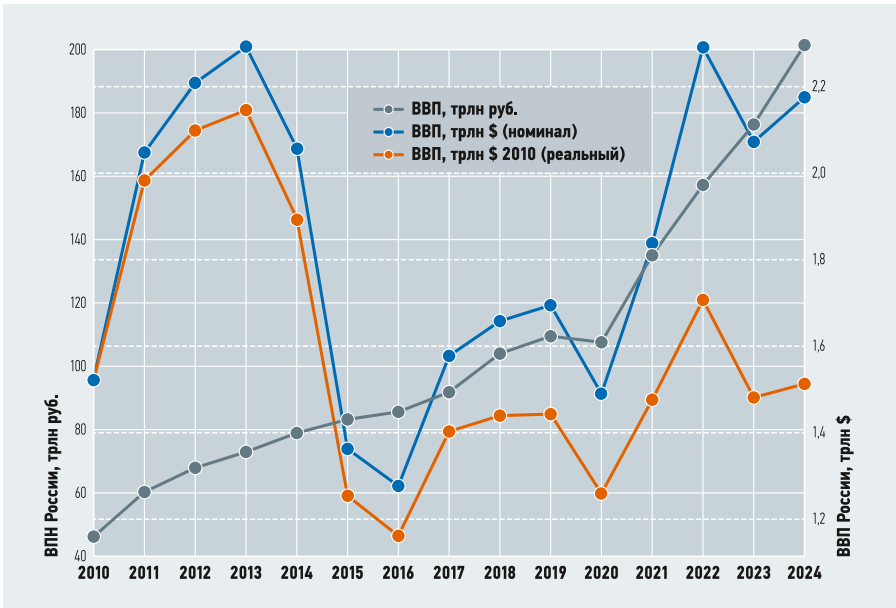


Рис. 2. ВВП России в трёх измерениях

находится ниже этого уровня. В 2024 году он равен \$682. Следовательно, ростом доходов населения мы не можем объяснить увеличение продаж систем кондиционирования в 2018–2024 годах.

4. Объём строительства. Действительно, чем больше строится жилых зданий, тем больше потенциальной площади для установки кондиционеров. В 2015 году в РФ было введено около 85,3 млн м² жилья. В 2024-м — уже 107,4 млн м². Рост, без сомнения, есть, но не в два раза, а всего лишь на 25 %. То есть этим фактором тоже объяснить двукратное увеличение продаж сплит-систем нельзя.

Очевидно, что имеется ещё один (скрытый) фактор, значительно влияющий на продажи сплит-систем, который раньше по какой-то причине не учитывался. Давайте попробуем вычислить этот фактор

исходя из макроэкономических показателей экономики РФ. Источниками информации нам послужат публикации [1–17].

Макроэкономический фон:
ВВП России в трёх измерениях

Ключевая особенность периода 2010–2024 годов — высокая нестабильность курса рубля и темпов инфляции. Из-за этого в публичных дискуссиях разные авторы оперируют разными «версиями» ВВП и зачастую делают противоположные выводы об одном и том же факте. Для корректной интерпретации нужны три ряда данных одновременно — в рублях, в долларах, в долларах с учётом их инфляции (табл. 1, рис. 2).

Какие выводы мы можем сделать из табл. 1 и рис. 2:

1. В рублях ВВП растёт практически непрерывно — с 46 трлн руб. в 2010 году до 201 трлн руб. в 2024-м (в 4,3 раза). Этот рост в значительной мере «съеден» накопленной инфляцией — за 2010–2024 годы она составила примерно 2,86 раза по индексу потребительских цен (ИПЦ) Федеральной службы государственной статистики (Росстат).

2. В номинальных долларах ВВП волатилен. Локальный максимум \$2,29 трлн в 2013 году сменяется падением до \$1,28 трлн в 2016-м (–44 % за три года). После восстановления к \$2,29 трлн в 2022 году (на фоне дорогих углеводородов и крепкого рубля) — снова падение до \$2,07–2,17 трлн в 2023–2024 годах.

3. В реальных долларах 2010 года видна стагнация. ВВП достигает \$2,15 трлн в 2013-м — это локальный пик за весь период. В 2024-м реальный ВВП составляет \$1,51 трлн, что на 1 % ниже уровня 2010 года и на 30 % ниже пика 2013-го.

ВВП России в трёх измерениях, 2010–2024 годы

табл. 1

Год	ВВП, трлн руб.	Курс руб/\$ (среднегодовой)	ВВП, млрд \$ (номинальный)	Инфляция в РФ, %	Индекс потребительских цен (CPI) в США (2010 = 1,00)	ВВП, млрд \$ (реальный)
2010	46,3	30,4	1525	8,8	1,000	1525
2011	60,1	29,4	2046	6,1	1,032	1983
2012	68,1	31,1	2208	6,6	1,053	2097
2013	73,0	31,8	2292	6,5	1,068	2146
2014	79,0	38,4	2059	11,4	1,086	1897
2015	83,1	61,0	1364	12,9	1,087	1254
2016	85,6	67,0	1277	5,4	1,101	1160
2017	91,8	58,4	1574	2,5	1,124	1400
2018	103,9	62,7	1657	4,3	1,152	1439
2019	109,6	64,7	1693	3,1	1,172	1444
2020	107,7	72,2	1493	4,9	1,187	1258
2021	134,7	73,7	1829	8,4	1,243	1472
2022	156,9	68,6	2292	11,9	1,342	1708
2023	176,4	85,3	2072	7,4	1,397	1482
2024	201,2	92,6	2174	9,5	1,439	1511

Источники: Росстат, Всемирный банк (NY.GDP.MKTP.CN, NY.GDP.MKTP.CD, SP.POP.TOTL); ЦБ РФ (среднегодовой курс); BLS / U.S. Inflation Calculator (CPI США). Реальный ВВП в долларах 2010 года = ВВП номинальный USD / индекс CPI США (2010 = 1,000). 2024 год — предварительная оценка.

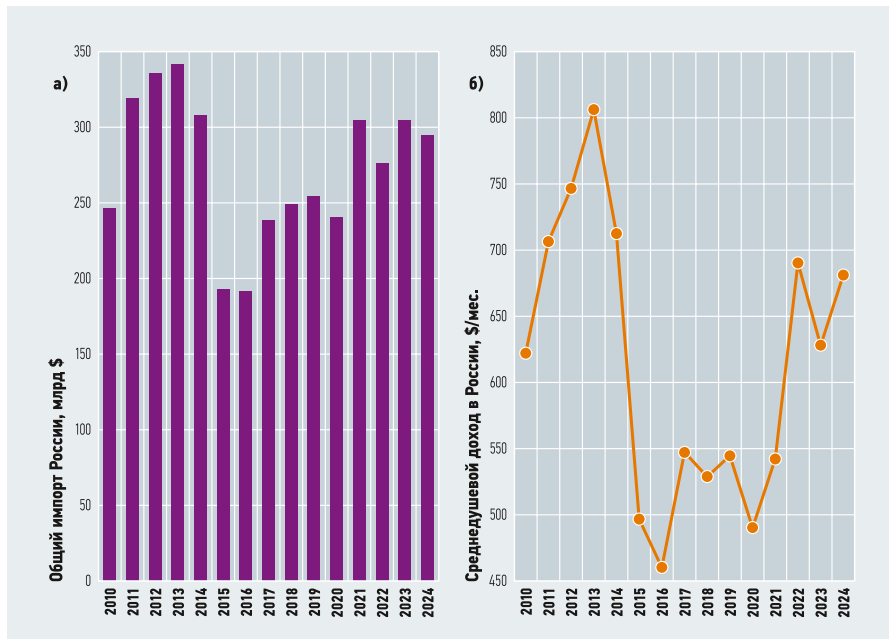


Рис. 3. Общий товарный импорт (а) и среднедушевой денежный доход в России (б)

Этот результат — фундаментальное ограничение для любого анализа потребительских рынков. Российская экономика в «реальных долларах» за 14 лет не выросла. Поэтому ожидать, что какой-либо потребительский рынок (включая сплит-системы) будет в реальном денежном выражении расти в разы, — экономически некорректно.

При этом рынок сплит-систем в штуках за тот же период вырос с 1,9 до 4,2 млн шт. — на 118%. Это означает, что речь идёт о замещении более дорогих товаров более дешёвыми (что мы и проверим далее), или растущий спрос на охлаждение оплачивается потребителем за счёт сокращения каких-то других потребительских расходов.

Импорт в Россию и место сплит-систем в нём

Для причастных к продажам сплит-систем в России абсолютной аксиомой является то, что стоимость кондиционеров определяется в долларах. Тот факт, что в счёте конечному заказчику фигурируют рубли, не должен создавать иллюзии, что цена кондиционера не привязана к доллару. Сплит-системы в России — исключительно импортный товар. Поэтому динамика рынка сплит-систем тесно связана с общим российским импортом (рис. 3а) и с относительно невысокой ценой китайского импорта.

Импорт прошёл за 14 лет ту же траекторию, что и ВВП в номинальных долларах: пик \$ 341 млрд в 2013 году, падение до \$ 191 млрд в 2016-м (–44%), новое восстановление до \$ 304 млрд в 2021-м с падением и стабилизацией около \$ 290–300 млрд в 2023–2024 годах.

Доля Китая в этом импорте за то же время выросла кардинально — с 17% в 2010 году до 39% в 2024-м. По специализированным товарным группам (включая ТН ВЭД 8415 «Кондиционеры воздуха») доля Китая ещё выше: фактически 98–99% всех бытовых сплит-систем 2023–2024 годов были произведены на китайских заводах, в том числе под российскими маркетинговыми OEM-брендами.

Импорт кондиционеров до 2021 года колебался в диапазоне \$ 0,65–1,8 млрд в год. Пик 2011 года — \$ 1,79 млрд — связан с той же «жарой 2010 года» и последующим всплеском замены. В 2022 году Россия прекратила публикацию данных в UN Comtrade, поэтому открытые ряды импорта 2022–2024 годов отсутствуют, и оценка стоимостного объёма рынка должна выполняться расчётным путём.

Среднедушевой денежный доход в России

табл. 2

Год	Доход, руб/мес.	Курс руб/\$	Доход, \$/мес.	Рост/снижение к 2010, %
2010	18 958	30,4	624	100
2011	20 780	29,4	707	113
2012	23 221	31,1	747	120
2013	25 684	31,8	806	129
2014	27 412	38,4	714	114
2015	30 254	61,0	496	79
2016	30 865	67,0	461	74
2017	31 897	58,4	547	88
2018	33 178	62,7	529	85
2019	35 247	64,7	544	87
2020	35 361	72,2	490	79
2021	39 934	73,7	542	87
2022	47 386	68,6	691	111
2023	53 579	85,3	629	101
2024	58 000 (63 000)	92,6	626 (680)	100

Источник: Росстат, ЦБ РФ.

Среднедушевой доход в долларах: фундаментальная предпосылка цены

Оценивать среднедушевой доход населения России можно в разной валюте: рублях, долларах, евро, юанях и т.д. Нам, по сути, важна только динамика этого процесса, а не единицы измерения. Но доллар намного менее волатилен, чем рубль, поэтому в долларах давать оценку удобнее.

Есть мнение, что для продаж кондиционеров надо учитывать среднюю зарплату, а не среднедушевой доход. Средняя и медианная заработные платы в РФ с 2010 года демонстрируют стабильный номинальный рост, при этом средняя зарплата традиционно заметно превышает медианную. По официальным данным Росстата, средняя зарплата выросла с 20 952 руб. в 2010 году до более чем 100 тыс. руб. в 2025-м. Как правило, среднедушевой доход заметно ниже средней зарплаты. Это объясняется тем, что в расчёте дохода учитываются иждивенцы (дети, пенсионеры), а заработные платы фактически распределяются на всю семью.

Мы считаем, что использовать среднедушевой доход более правильно, поскольку кондиционеры покупают на некоторые «избыточные» деньги, которые остаются после обязательных расходов на коммунальные услуги и питание всех членов семьи, а не только на одного работающего.

Среднедушевой денежный доход по Росстату в долларовом выражении (по среднегодовому курсу ЦБ РФ) приведён в табл. 2.

Пик ежемесячного долларового дохода — \$ 806 в 2013 году, минимум — \$ 461 в 2016 году. К 2024-му показатель только вернулся к уровню 2010-го. Если же привести его к долларам 2010 года с учётом инфляции в США (см. CPI в табл. 1),

❖ Распределение сплит-систем по мощности

табл. 3

Мощность сплит-систем, BTU	Доли продаж сплит-систем, %															
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
7000 и ниже	32	32	32	33	33	34	36	36	37	38	38	35	37	37	41	39
9000	27	27	26	25	25	26	26	26	26	26	25	25	25	26	28	27
12 000	21	21	20	19	19	20	21	20	20	20	19	19	19	19	19	20
18 000	6	6	6	6	6	4	5	5	5	5	5	6	5	5	4	5
24 000	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
30 000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2
36 000	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
45 000	2	2	3	3	3	4	2	2	1	1	2	3	2	2	1	1
54 000 и выше	2	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3	3	2	1	1
Средняя производительность, BTU	13 310	13 310	13 790	14 190	14 190	13 780	12 300	12 720	12 340	12 110	12 650	13 610	13 120	12 670	11 060	11 370

Источник: «Литвинчук Маркетинг».

то долларовый доход 2024 года составит \$626/1,439 = \$435 в месяц в ценах 2010 года — это на 30 % ниже уровня 2010-го и на 46 % ниже пика 2013 года.

Этот ряд — естественная «потребительская планка», под которую должна была бы подгоняться структура продаж сплит-систем: при долгосрочном снижении реального долларового дохода логично ожидать структурного смещения к более дешёвым моделям.

Расчёт средней стоимости одного кондиционера

Гипотеза, предлагаемая в этой статье, состоит в том, что используемый в рынке сплит-систем критерий (штуки) не является характеристикой объёма рынка. Он характеризует только физический оборот, тогда как экономический объём — произведение количества на цену единицы — ведёт себя принципиально иначе.

Чтобы проверить гипотезу, необходимо построить ряд средневзвешенной цены сплит-системы по годам и пересчитать рынок в денежном выражении.

Расчёт построен по принципу декомпозиции: средняя цена единицы — это взвешенное среднее цен по сегментам, где веска определяется макроструктурой рынка. Используются четыре переменные: средняя производительность, доля доро-

гих и недорогих брендов, доля инверторного привода, стоимость монтажа.

1. Средняя производительность (BTU/час). До 2014 года на российский рынок поставлялись преимущественно модели 9000–12 000 BTU; сегмент 7000 BTU был узким. Кризисы 2014–2016 и 2022–2024 годов сместили структуру в сторону 7000–9000 BTU; средневзвешенная мощность сплит-систем с 14 190 BTU (2013 год) опустилась до 11 060 BTU (2024 год). Если первоначально кондиционер устанавливался в офисных помещениях, где большая насыщенность электронным оборудованием требовала большей

производительности кондиционера, то в дальнейшем всё чаще и чаще сплит-системы ставились для комфорта в жилых помещениях. Поэтому доля кондиционеров с минимальной производительностью 7000 BTU (2,1 кВт) постоянно росла (табл. 3).

2. Доля Японии и Кореи (премиум-сегмент: Daikin, Mitsubishi Electric, Panasonic, Fujitsu, LG, Samsung и т.д.). По данным АПИК, в 2003 году их совокупная доля была около 86 %, к 2013 году упала до 32 %, в 2021-м составила около 8 %. После марта 2022 года японские и корейские бренды объявили о приостановке поставок в Российскую Федерацию; параллельный импорт оценивается как менее 2 % бытового сегмента. Рынок России фактически полностью перешёл на более дешёвые китайские бренды и российские OEM, собранные на китайских заводах. Это ещё один фактор, снижающий стоимость некоего среднего кондиционера в России (табл. 4).

Я помню, как в далёком 1998 году самый дешёвый кондиционер сплит-системы 7000 BTU стоил \$1200 в розницу. И сегодня, в 2026-м, судя по сайтам маркетплейсов, стоимость такой же по мощности сплит-системы начинается с \$120. Кондиционер стал дешевле в десять раз (!) и перестал быть неким элитарным прибором для домашнего комфорта.

Предлагается следующая гипотеза: используемый при оценке рынка сплит-систем критерий (штуки) не является характеристикой объёма рынка. Он характеризует только физический оборот, тогда как экономический объём рынка ведёт себя принципиально иначе. Для проверки гипотезы необходимо построить ряд средневзвешенной цены сплит-системы по годам и пересчитать рынок в денежном выражении

❖ Средняя розничная стоимость сплит-системы 9000 BTU (анализ прайсов поставщиков)

табл. 4

Стоимость сплит 9000 BTU	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Стоимость ON/OFF (Япония), \$	757	917	1147	981	981	820	690	710	0	0	0	0	0	0	0	0
Стоимость инвертора (Япония), \$	1011	1112	1288	1094	1062	957	840	860	870	860	790	550	800	1100	1000	950
Стоимость ON/OFF (Китай, OEM), \$	515	552,6	642	593	593	510	460	490	510	495	430	384	452	347	348	289
Стоимость инвертора (Китай, OEM), \$	784	873	878	900	900	840	780	850	840	790	680	572	643,2	469	558	429
Доля Китай, %	48	56	67	68	67	76	80	82	84	85	88	92	95	99	99	99
Доля инверторов, %	7	9	12	14	18	15	17	14	18	20	20	23	21	24	30	28
Средняя цена, \$	659	737	833	752	765	627	555	575	503	497	441	403	476	375	410	328

Примечания: начиная с 2018 года ON-OFF-модели японскими производителями практически перестали продаваться в России; взлёт цен в 2022 году обусловлен перестройкой логистических цепочек.

:: Расчёт средней розничной цены одной сплит-системы (модельная оценка), 2026 год

табл. 5

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Доля Китай, %	48	56	67	68	67	76	80	82	84	85	88	92	95	99	99	99
Доля инверторов, %	7	9	12	14	18	15	17	14	18	20	20	23	21	24	30	28
Средняя цена (9000 BTU), \$	659	737	833	752	765	627	555	575	503	497	441	403	476	375	410	328
Средняя производи- тельность, BTU	13 310	13 310	13 790	14 190	14 190	13 780	12 300	12 720	12 340	12 110	12 650	13 610	13 120	12 670	11 060	11 370
Фактор снижения цены за 1 кВт	1,08	1,08	1,08	1,09	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,08	1,08	1,07	1,06	1,06
Средняя цена кондиционера, \$	903	1009	1182	1088	1106	889	708	759	645	625	580	565	642	494	475	391
Стоимость монтажа и материалов, \$	329	408	322	283	260	180	164	206	207	216	208	244	292	258	270	263
Стоимость монтажа к оборудованию, %	36	40	27	26	23	20	23	27	32	35	36	43	45	52	57	67
Стоимость с монтажом, \$	1232	1418	1504	1371	1366	1069	873	965	852	841	788	809	934	751	745	654

Примечание: цена 1 кВт холода на более мощных моделях обходится дешевле, чем на референсной модели 9000 BTU, поэтому мы ввели корректирующий фактор.

3. Доля инверторов. Публичных годовых рядов нет, но качественное мнение таково: в 2010 году инверторы — нишевая премиум-технология (7%), далее — растущий сегмент, в 2023–2024 годах их доля достигает 30%. В Китае стандарт энергоэффективности GB 21455–2019 фактически вытеснил ON/OFF-модели; инверторные платформы стали базовыми в дешёвом OEM-сегменте. В 2024 году в КНР доля инверторных сплит-систем в продажах составила 92%.

4. Монтаж. Сплит-система требует обязательного монтажа, поэтому для конечного заказчика стоимость монтажа автоматически плюсуется к конечной стоимости кондиционера. Средняя стоимость стандартного монтажа кондиционера мощностью 7000–12 000 BTU (до 3,5 кВт) с учётом расходных материалов в РФ за 15 лет выросла с 8–10 тыс. до 20–25 тыс. руб. Основной скачок цен произошёл в последние годы из-за удорожания расходных материалов (особенно медных труб), инфляции и ажиотажного спроса в сезоны аномальной жары.

Стоимость монтажа сплит-системы в период 2010–2019 годов

В начале 2010-х годов установка бытовой сплит-системы считалась относительно доступной услугой. В 2011–2013 годах базовый монтаж с материалами обходился в среднем 8–12 тыс. руб. в зависимости от сложности и региона. На протяжении последующих нескольких лет цены росли плавно, оставаясь в пределах 10–15 тыс. руб. до конца десятилетия, что было связано с высокой конкуренцией на рынке климатических услуг.

Динамика цен с 2020 по 2026 годы

С 2020 года начался более заметный рост стоимости услуг климатических компаний. К 2023–2024 годам цена стандартной

установки модели на 12 000 BTU достигла 16–19 тыс. руб. В 2025 году на фоне жаркого лета и дефицита специалистов произошёл резкий скачок: стоимость монтажных работ поднялась на 20–30%, достигнув в среднем 25 тыс. руб. В 2026-м цены стабилизировались на этом высоком уровне, варьируясь от 20 тыс. до 25 тыс. руб. в зависимости от ценовой политики подрядчика.

Следует пояснить термин «средняя цена сплит-системы». В данном случае имеется в виду именно розничная цена, то есть цена, которую платит конечный заказчик. Так сложилось, что в России принято в прайсах поставщиков систем кондиционирования указывать рекомендованную розничную цену. Существует также «дилерская цена», то есть цена, по которой дилер покупает кондиционер у дистрибьютора

В 2023 году наступил ещё один интересный этап на климатическом рынке РФ. Стоимость монтажа сплит-системы (работа плюс материалы) впервые превысила среднюю стоимость сплит-системы. То есть теперь заказчик отдаёт за монтаж больше, чем за покупку самой сплит-системы, особенно если это касается дешёвых моделей. В 2025 году средняя стоимость монтажа составляла 67% от стоимости средней сплит-системы. К слову, в Европе такая ситуация сложилась уже давно. Можно купить недорогую сплит-систему за €500, но монтаж её будет стоить от €2000. Это объясняется сложной системой сертификации монтажников для работы с F-газами и высокой оплатой труда

в целом. Все четыре переменные (средняя производительность, вытеснение японских брендов, доля инверторов, стоимость монтажа) по годам сведены в табл. 5.

Следует объяснить термин «средняя цена сплит-системы». В данном случае имеется в виду именно розничная цена, то есть цена, которую платит конечный заказчик. Так сложилось, что в РФ принято в прайсах поставщиков систем кондиционирования указывать рекомендованную розничную цену. Существует также «дилерская цена», то есть цена, по которой дилер покупает кондиционер у дистрибьютора. Разница между розничной ценой и дилерской является, по сути, заработком дилера. Сегодня она составляет от 30 до 45% от розничной цены. Однако для конечного заказчика дилер часто делает дополнительную скидку с розницы, особенно если есть ценовое давление со стороны конкурентов. В расчёте мы приняли дополнительную скидку от розничной цены в размере 10–20%.

Что ещё повлияло на стоимость сплит-систем в меньшую сторону?

В последние годы большое влияние на розничную цену стали оказывать маркетплейсы. Цепочка «китайский завод → импортёр → дистрибьютор → дилер → монтажник» сократилась до «китайский завод → OEM-импортёр → маркетплейс → покупатель + отдельно нанятый монтажник». Wildberries и Ozon вместе занимают около 76% рынка электронной коммерции (e-commerce) РФ, их объём на 2024 год составляет примерно 10,6 трлн руб. Бытовая техника — одна из ключевых категорий. Этот фактор удешевляет сплит-систему независимо от мощности и технологической сложности. Возможно, именно он, а не «технологическая дефляция OEM» даёт основной вклад в падение средней цены в 2020–2024 годах.

Поколенческий переход

В чём отличия нового поколения? Не на уровне ценностей и психотипов (это уже банально), а в части потребительского поведения, которое критично для рынка климатической техники:

1. Кондиционер — не «премиальная техника», а «коммунальная база». Для X-поколения кондиционер в 2005–2010 годах — это «предмет статуса», его покупка — событие, обсуждаемое с друзьями. Для Y/Z-покупателя 2024 года кондиционер — такая же базовая бытовая позиция, как стиральная машина или микроволновка. Вопрос не «купить или нет», а «какой именно».

2. Маркетплейс как нативный канал. 48 % зумеров и 41 % миллениалов предпочитают онлайн-шопинг (NielsenIQ, e-rep-er). Поколение X в 2010 году покупало кондиционер в специализированном магазине после консультации с менеджером; поколение Y в 2024-м покупает на Wildberries по фильтру «9000 BTU + инвертор + до 35 тыс. руб.» с доставкой через два дня. Это не просто другой канал — это другая логика принятия решения: сравнение характеристик и отзывов вместо консультации.

3. Меньше маржи на эмоциях бренда. Y/Z-покупатель не платит +30 % за «японский бренд», если в отзывах написано, что другой бренд «работает так же».

4. Рассрочка/BNPL как нативная модель оплаты. В 2010 году покупка кондиционера в кредит — несчастный случай (8–12 % продаж по кредитам, по разным оценкам). В 2024-м через рассрочки и BNPL проходит существенная доля бытовой техники в e-commerce — точные цифры по сплит-системам открыто не публикуются, но сегмент явно стал базовым.

5. «Качество» = «надёжность по отзывам», а не «бренд». По исследованию международной технологической и аналитической компании NielsenIQ, для зумеров «качество» — главный критерий выбора (важнее цены), но определяется оно через отзывы и рейтинг, а не через премиальность бренда. Это структурно меняет рынок: «дешёвый OEM с 4,7 звезды» побеждает «премиум-бренд с 4,3 звезды», даже если технически премиум лучше.

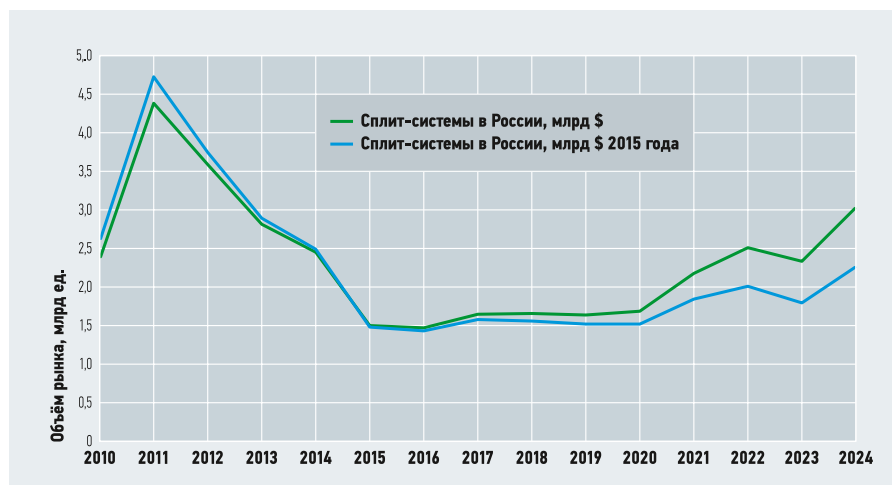


Рис. 4. Российский розничный рынок сплит-систем: стоимостной объём рынка в номинальных долларах и в долларах 2015 года

Что показывает табл. 5? В 2010 году средняя сплит-система в розницу стоила в РФ \$903 (с монтажом и материалами — \$1232). В период 2014–2024 годов шло устойчивое снижение — благодаря трём одновременным процессам: а) уход потребителя из премиум-брендов в китайский OEM-сегмент, б) удешевление самого китайского OEM-сегмента, в) уменьшение средней мощности устанавливаемых моделей. К 2025 году средняя цена опустилась до \$391 (с монтажом \$654) — минимума за весь период (–56 % к 2010 году в номинале). Если перевести её в реальные доллары 2010 года (поделив на CPI США), получится \$391/1,439 = \$272 в ценах 2010-го, то есть в реальных деньгах сегодняшний средний кондиционер примерно втрое дешевле кондиционера 2010 года.

Это и есть главная скрытая закономерность рынка: при росте проникновения техники сама техника в реальных деньгах становится в разы доступнее. Эта закономерность не уникальна для России — то же самое наблюдалось в Китае 2010-х и в Индии в 2015–2024 годах, но на рынках развитых стран (Япония, ЕС) кривая в реальных деньгах относительно стабильна. Российская Федерация следует развивающемуся паттерну.

6. Рынок в долларах: главный результат. Перемножая объём продаж в штуках на среднюю цену единицы, получаем оценку рынка в долларах текущего года. Поделив

на CPI США (2010 = 1,000), получим оценку в реальных долларах 2010 года (табл. 6, ключевой график показан на рис. 4).

Главный результат расчёта

1. Продажи в 2010 году оцениваются приблизительно в \$2,341 млрд.

2. Пик 2011 года — \$4,395 млрд (рекорд за весь период; вызван жарой 2010 года + посткризисный отложенный спрос).

3. Минимум 2016 года составляет около \$1,483 млрд (на 36 % ниже 2010 года и на 66 % ниже пика 2011-го). Смотрим снова на табл. 2. Именно в 2016 году был минимальный среднедушевой доход в России.

4. В 2025 году — около \$2,321 млрд (фактически равен 2010 году и на 47 % ниже пика 2011-го).

То есть объём российского рынка сплит-систем в долларах за 14 лет не вырос, а в штуках увеличился на 118 %. Рынок в период с 2014 по 2025 годы в реальном измерении (с учётом инфляции доллара) оказался меньше уровня 2010-го. Косвенная проверка через данные UN Comtrade: импорт по группе ТН ВЭД 8415 в 2011 году — около \$1,79 млрд (CIF). Наш расчётный розничный рынок в 2011-м составляет \$4,39 млрд. Соотношение «розница/импорт CIF» составляет около 1,9. Для рынка «с пошлиной + НДС + дистрибьюторской цепочкой + монтажом» ожидаемое соотношение — 2,5–3,0. Цифры примерно соответствуют этой косвенной проверке.

Российский розничный рынок сплит-систем, 2010–2025 годы (расчёт)

табл. 6

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Рынок, тыс. шт.	1900	3100	2400	2050	1800	1400	1700	1700	1950	1950	2150	2700	2700	3100	4100	3550
Средняя цена с монтажом, \$	1232	1418	1504	1371	1366	1069	873	965	852	841	788	809	934	751	745	654
Рынок сплит-систем в России, млн \$	2341	4395	3610	2810	2458	1497	1483	1640	1662	1640	1693	2184	2522	2330	3055	2321
Рынок сплит-систем в России, млн \$ 2015 года	2551	4717	3758	2876	2478	1497	1453	1573	1564	1509	1537	1852	2009	1794	2286	1692

На рис. 5 наглядно видны две траектории. Объём в штуках (голубая линия) растёт почти вертикально с 2021 года, а рынок в реальных долларах (красная линия) едва возвращается на уровень 2010-го — так выглядит расхождение «физического» и «экономического» измерений рынка. Синяя линия (реальный ВВП РФ) показывает третью важную деталь: рынок сплит-систем в реальных деньгах отслеживает динамику ВВП в реальных долларах теснее, чем динамику собственных продаж в штуках. Это подтверждает гипотезу: первичен макроэкономический ограничитель, физический объём — производное.

Сильный всплеск динамики продаж сплит-систем в 2010–2011 годах объясняется аномально жарким 2010 годом и отложенным спросом после кризиса 2009-го. Некая флуктуация 2024-го также может объясняться погодой. В целом очевидно, что реальный ВВП, величина импорта в долларах и продажи сплит-систем в долларах «танцуют» рядом друг с другом.

Рентабельность климатического бизнеса

Я думаю, что в контексте изменения средней цены сплит-системы за 15 лет интересно определить, как изменилась рентабельность российских оптовых компаний. Рентабельность при продаже кондиционера зависит, во-первых, от разницы между ценой покупки и продажи (валовая прибыль). Во-вторых, от затрат. Мы посчитаем именно операционную рентабельность, то есть вычтем из валовой прибыли затраты на доставку и на склад, как основные затраты при оптовой торговле. Сделаем ещё одно уточнение: мы будем рассматривать региональную оптовую компанию как независимый филиал центрального дистрибьютора.

Валовая прибыль, или разница между закупками сплит-систем в Москве и продажами дилерской компании в регионе. Оптовые продажи кондиционеров всегда имели относительно небольшую величину рентабельности. В отличие от дилерских компаний, чья рентабельность могла колебаться от 15 до 50 % в зависимости от объекта (бывало и 200 %, но это уже исключения), рентабельность оптовых компаний всегда лежала в диапазоне 8–25 % (табл. 7).

Транспортные расходы. Как изменились затраты на доставку одного среднего кондиционера за рассматриваемый период 2010–2025 годов. Без сомнения, в рублях эти затраты выросли. Но мы уже пришли к мнению, что лучше рассматривать эти величины в более стабильной валюте, поэтому рассчитаем доставку одной средней

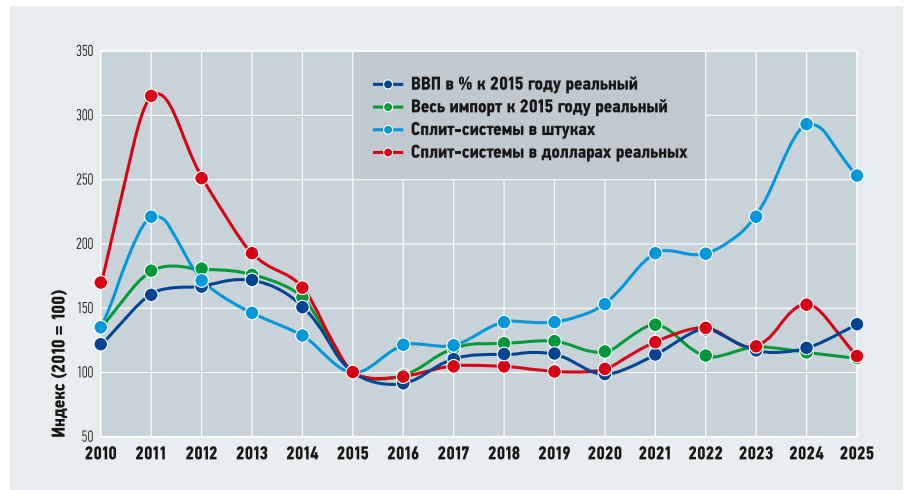


Рис. 5. Сводный индекс: объём в штуках, рынок в реальных долларах и ВВП Российской Федерации в реальных долларах (2015 год = 100)

сплит-системы (9000 BTU) из Москвы в условную Пермь. В 2010 году доставка одной сплит-системы в составе сборного груза (так дешевле) обходилась примерно в 420 руб. (\$ 13,86). Доставку до терминала транспортной компании обычно осуществляет поставщик. Мы оплачивали доставку до терминала города назначения, страхование груза и доставку документов. Доставка в рассматриваемый период постоянно росла в рублях, но происходили колебания в долларах (табл. 7). Сегодня стоимость доставки в 2025 году составила около 1230 руб. (\$ 14,32). В долларах практически не изменилась. Но нам важно понять, какую долю от прибыли при продаже сплит-системы отнимает доставка. В начале нашего рассматриваемого периода стоимость доставки занимала 2 % для японских сплит-систем, 4 % для недорогих китайских, в среднем 3 %. Сегодня стоимость доставки уверенно перешагнула 5 % от дилерской стоимости кондиционера и находится в диапазоне 5–8 %.

Затраты на склад неизбежны при оптовой торговле сплит-системами. Если когда-то схема продажи «с колёс» работала (когда клиент готов был оплатить и ждать неделю доставку), то сегодня заказчики, особенно в сезон, покупают только кондиционеры в наличии. С другой стороны, совсем не обязательно загружать склад сплит-системами на весь год продаж. Обычно формируют некий минимум и при сокращении запасов на

складе ниже этой цифры дозаказывают в Москве. Поэтому как нечто среднее можем взять срок нахождения одной сплит-системы на региональном складе в течение одного месяца. Зимой, конечно, получается больше, зато летом, как правило, за одну-две недели кондиционер уходит клиенту. Судя по данным табл. 7, стоимость хранения одного комплекта сплит-системы на региональном складе обходится в среднем 0,5–1,2 % от её стоимости.

Операционная рентабельность (то есть без налогообложения и затрат на персонал) оптового регионального склада сплит-систем в 2010 году составляла около 20 % при продажах сплит-систем. Далее под воздействием многих факторов она снижалась и в 2025-м находится около 8 %. Это произошло главным образом из-за снижения цены сплит-систем, когда прибыльность снижалась вместе с ценой, а затраты на доставку и хранение оставались на прежнем уровне. Реальная рентабельность будет ниже за счёт налогов, затрат на персонал и т.д.

Прогнозы

Как мы уже определили выше, продажи сплит-систем в России будут следовать тренду изменения общей экономической ситуации. Если ВВП России в реальных деньгах (с учётом инфляции) будет показывать рост, значит будут расти и продажи сплит-систем.

Цена одной сплит-системы уже давно «пробила дно» — самая дешёвая модель на маркетплейсе стоит \$ 120, и дальше падать уже некуда. Соответственно, потенциал роста в штуках за счёт низкой цены исчерпан. Исходя из постепенного ухода ON/OFF-моделей и их замещения более дорогими инверторами, мы будем наблюдать обратный процесс — увеличение цены среднего кондиционера. Если параллельно мы не увидим роста экономики в стране, значит весь рынок в штуках начнёт падать.

Рентабельность при продаже кондиционера зависит от разницы между ценой покупки и продажи (валовая прибыль) и от затрат. Мы посчитаем именно операционную рентабельность, то есть вычтем из валовой прибыли затраты на доставку и на склад

Расчёт рентабельности оптовой продажи регионального склада на один комплект сплит-системы 9000 BTU в 2010–2025 годах

табл. 7

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Средняя розничная цена (9000 BTU), \$	659	737	833	752	765	627	555	575	503	497	441	403	476	375	410	328
Цена продажи дилеру, \$	462	516	583	527	535	439	388	402	352	348	309	282	333	263	287	262
Валовая прибыль оптовой компании, \$	106	119	134	121	118	88	62	64	56	56	46	42	50	39	43	39
Валовая прибыль, %	23	23	23	23	22	20	16	16	16	16	15	15	15	15	15	15
Стоимость доставки, руб. / \$	420 / 13,83	450 / 15,31	500 / 16,08	510 / 16,01	550 / 14,29	650 / 10,66	680 / 10,15	710 / 12,17	740 / 11,79	750 / 11,59	820 / 11,36	830 / 11,27	980 / 14,30	1050 / 12,31	1150 / 12,42	1230 / 14,72
Стоимость доставки, % от дилерской цены	3,0	3,0	2,8	3,0	2,7	2,4	2,6	3,0	3,3	3,3	3,7	4,0	4,3	4,7	4,3	5,6
Стоимость хранения (месяц), руб.	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
Стоимость хранения (месяц), \$	3,29	3,74	3,86	4,08	3,64	2,46	2,39	2,91	2,87	2,94	2,77	2,85	3,21	2,70	2,59	2,99
Итого затраты, \$	17,12	19,05	19,94	20,09	17,93	13,11	12,54	15,08	14,66	14,52	14,13	14,12	17,51	15,01	15,01	17,72
Итого затраты, %	3,71	3,69	3,42	3,82	3,35	2,99	3,23	3,75	4,16	4,18	4,57	5,00	5,26	5,71	5,23	6,76
Операционная рентабельность, %	19,29	19,31	19,58	19,18	18,65	17,01	12,77	12,25	11,84	11,82	10,43	10,00	9,74	9,29	9,77	8,24

Основные выводы

1. Метрика «штуки» — неполная. При оценке рынка по количеству проданных единиц мы получаем картину уверенного роста: с 1,9 млн до 4,1 млн шт. за 14 лет (+115%). При оценке в долларах — стагнация на уровне \$2,3 млрд с глубоким провалом в 2014–2020 годах. Эти две картины описывают один и тот же рынок. Использование только первой — методическая неточность.

2. Средняя цена единицы — главный недооценённый фактор. За 15 лет средневзвешенная цена сплит-системы врозницу с монтажом в России упала с \$1232 до \$654 (–47%). Это произошло за счёт многих параллельных процессов: ухода потребителя в китайский OEM-сегмент, технологической дефляции самого этого сегмента, и снижения средней удельной мощности сплит-системы, изменения психологии покупателя и т.д.

3. Уход японских и корейских брендов в 2022 году структурно мало повлиял на средний чек. К 2021 году JP/KR занимали примерно 7% рынка RAC; их уход подтянул среднюю цену незначительно. Главным ценовым драйвером 2022-го оказалась не структура брендов, а логистика и инверторный сдвиг. Хотя в 2010-м японские и корейские бренды занимали весомые 52% рынка.

4. Рынок отслеживает реальный валовой внутренний продукт (ВВП), а не штуки. Динамика рынка в реальных долларах коррелирует с реальным ВВП РФ в долларах 2010 года сильнее, чем с какой-либо погодной или демографической переменной. Это означает, что для прогноза рынка на один-два года вперёд макроэкономический сценарий (курс рубля, инфляция в США, динамика реального ВВП) важнее погодного.

5. Сравнение рынка сплит-систем с автомобильным рынком корректно, однако оно работает только если оба рынка измеряются одинаково. Авторынок в штуках в 2024 году на 46% ниже пика 2012-го; в рублях достиг рекорда; в реальных долларах сокращается синхронно с ВВП. Сплит-системы в штуках в 2024 году на 118% выше 2010-го; в рублях — рекорд; в реальных долларах — на уровне 2010 года и значительно ниже пика в 2011-м. Разная физическая динамика — следствие разной природы товара (массовый недорогой импорт vs. сложная техника с длинной цепочкой создания стоимости), но экономическая динамика на самом деле сходна.

6. Практическое следствие для отрасли. При планировании производства, импорта и маркетинговых бюджетов опираться следует на ряд в реальных долларах (или в номинальных долларах) — не в штуках. Иначе ошибка в оценке потенциала, ём-

кости и эффективности маркетинга может достигнуть двукратной величины.

7. Рентабельность климатического бизнеса при продаже сплит-систем за 15 лет упала примерно в 2,5 раза. Это произошло из-за сохранившихся затрат на транспортировку и хранение товара, но значительно уменьшившейся валовой прибыли при продаже одного кондиционера. Поэтому основную прибыль климатическим компаниям приносят сегодня продажи «тяжёлого» оборудования, то есть системы VRF, чиллеры, прецизионные кондиционеры, ККБ. Политика бронирования объектов и поддержания региональных дилеров способствует сохранению рентабельности. Хотя в последние годы и в этом сегменте участились случаи прямой продажи оборудования заказчику по самой низкой цене, что без сомнения «сломает» рынок и стратегически приведёт к ухудшению ситуации для всех участников.

1. «Литвинчук Маркетинг»: российский рынок кондиционеров RAC/PAC [Электр. текст]. Новость журнала СОК от 01.03.2021. Режим доступа: c-o-k.ru. Дата обращения: 14.05.2026.
2. Литвинчук Г.Г. Российский рынок кондиционеров. Что дальше? // АВОК, 2022. № 4. С. 48–50.
3. Всемирный банк. ВВП, текущие цены (долл. США) (NY.GDP.MKTP.CD) [Электр. текст]. World Development Indicators. Режим доступа: data.worldbank.org. Дата обращения: 10.05.2026.
4. История курса доллара к рублю: статистика [Электр. текст]. Ruxpert. Режим доступа: ruxpert.ru. Дата обращения: 12.05.2026.
5. Официальная инфляция в России на сегодня и по годам [Электр. текст]. GOGOV от 17.05.2026. Режим доступа: gogov.ru. Дата обращения: 13.05.2026.
6. Consumer Price Index and annual percent changes from 1913 to 2008 [Электр. текст]. US Inflation Calculator. Режим доступа: usinflationcalculator.com. Дата обращения: 13.05.2026.
7. Среднедушевые денежные доходы населения в РФ по годам и по регионам [Электр. текст]. Infotables: справочные таблицы. Режим доступа: infotables.ru. Дата обращения: 11.05.2026.
8. Russian AC Market Trends [Электр. текст]. АПИК. Режим доступа: apic.ru. Дата обращения: 15.05.2026.

9. Литвинчук Г.Г. Перспективы российского рынка RAC/PAC в 2013 году // Мир климата, 2013. № 77.
10. Литвинчук Г.Г. 2018 — самый предсказуемый год // Мир климата, 2019. № 113.
11. Кузин Д. О перспективах рынка кондиционеров в РФ в 2025 году [Электр. текст]. АПИК. Режим доступа: apic.ru. Дата обращения: 14.05.2026.
12. Литвинчук Г.Г. Состояние российского рынка HVAC. Перспективы импортозамещения // Журнал СОК, 2017. № 5. С. 70–73.
13. Российский рынок кондиционеров в 2022 году [Электр. текст]. Новость журнала СОК от 14.12.2022. Режим доступа: c-o-k.ru. Дата обращения: 14.05.2026.
14. Рынок кондиционеров в России: итоги 2025 и прогноз 2026 // Журнал СОК, 2026. № 1. С. 84–88.
15. Экспорт товаров группы 8415 [Электр. текст]. Россия: импорт и экспорт. TrendEconomy. Режим доступа: trendeconomy.ru. Дата обращения: 12.05.2026.
16. Импорт товаров Россией [Электр. текст]. Российские реформы в цифрах и фактах, 2008–2024 / И.Г. Калабеков. Режим доступа: ref.ru. Дата обращения: 15.05.2026.
17. Kluge J. Russia-China Economic Relations. Moscow's Road to Economic Dependence [Электр. текст]. SWP Berlin от 24.05.2024. Режим доступа: swp-berlin.org. Дата обращения: 16.05.2026.



Вентиляция жилых помеще- ний. Сравнение актуальных нор- мативных требо- ваний в России и в Германии

Ранее на страницах нашего журнала мы уже обра- щали внимание на тему сравнения систем отопле- ния жилых зданий в России и в Германии. Сегодня я бы хотел углубиться именно в системы вентиляции с точки зрения минимально требуе- мых условий воздухооб- мена. Мы не будем рассма- тривать элитные жилые комплексы, где применя- ется всё: от приточно-вытяж- ных систем с рекуперацией до систем кондиционирова- ния. Нам интересно сравнить классическое массовое типо- вое жильё.

Автор: [С.В. БРУХ](#), технический редактор [журнала СОК](#)

Но для начала зададим один вопрос: а что изменилось в наших квартирах за послед- ние 30 лет? Одно из главных улучшений жилья последних трёх десятилетий — массовая замена деревянных оконных рам на пластиковые ПВХ-конструкции. Без сомнения, новые окна обладают мно- гими преимуществами. Но одновремен- но они стали одной из причин главной санитарно-гигиенической проблемы со- временного городского жилья, то есть ухудшения вентиляции. Казалось бы, па- радокс: люди устанавливают новые окна, чтобы было теплее и тише, а в итоге полу- чают запотевшие стёкла, плесень в углах и хроническую духоту. Но никакого па- радокса здесь нет — есть закономерность, которую строительная нормативная база России [1–12] долгое время предпочитала не замечать.

Дело в том, что естественная венти- ляция, которая была заложена в констру- ктив советских многоквартирных домов, изначально предусматривала поступ- ление свежего воздуха через неплотно- сти деревянных оконных рам. Это была не ошибка проектировщиков — это был осознанный расчёт. Деревянная рама в закрытом положении пропускала от 30 до 50 м³/ч воздуха на квартиру. Именно этот неорганизованный, но стабильный приток обеспечивал работу вытяжных шахт: воздух поступал снизу — через окна, двигался по квартире, насыщаясь влагой и углекислым газом от жильцов, после чего уходил в вытяжные каналы на кухне и в санузел под действием разности плотностей тёплого и холодного воздуха. Система работала, пусть и примитивно.

После установки ПВХ-окон с много- камерными стеклопакетами этот приток полностью прекращается. Современное ПВХ-окно в закрытом положении имеет воздухопроницаемость, близкую к нулю, по ГОСТ 26602.2–99 — это класс А или даже выше. Инфильтрации через такое окно практически нет. Вытяжные шахты перестают работать — им просто неот- куда взять воздух. А если жильцы ещё и ставят металлические двери без зазоров

под полотном, то квартира превращается в герметичный бункер.

По данным Российского союза произ- водителей оконного профиля, в России ежегодно устанавливается **более 40 млн м²** оконных ПВХ-блоков. Запомним эту ци- фру. Это означает, что каждый год сот- ни тысяч квартир лишаются последнего механизма приточного воздухообмена, не получая взамен ничего. Проблема не в самих ПВХ-окнах — они действительно лучше держат тепло и снижают уличный шум. Проблема в том, что при их установ- ке никто не задумывается о необходимо- сти организовать альтернативный приток свежего воздуха. А нормативная база, как мы увидим далее, лишь частично отвеча- ет на этот вызов.

Главная санитарно-гигиеническая проблема современного городского жилья — ухудшение вентиляции. Казалось бы, люди устанавливают новые окна, чтобы было теплее и тише, а в итоге получают запотевшие стёкла, плесень в углах и хроническую духоту. Это зако- номерное следствие нарушения режима вентиляции

Рассмотрим, что именно говорят нор- мативные документы двух стран о возду- хообмене в жилых помещениях. Сравне- ние получается весьма показательным — и не всегда в пользу российских норм.

Российская нормативная база

Основным документом в области venti- ляции жилых зданий в России является СП 60.13330.2020 «Отопление, венти- ляция и кондиционирование воздуха» — актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Дополнительно действуют ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и об- щественные. Параметры микроклимата в помещениях» и СП 54.13330.2022 «Зда- ния жилые многоквартирные».

Согласно СП 60.13330.2020, нормируемый расход наружного воздуха в жилых помещениях составляет:

- **30 м³/ч на одного человека** — при наличии открываемых окон и естественного проветривания;
- **60 м³/ч на одного человека** — при отсутствии открываемых окон (при полностью герметичной оболочке);
- **3 м³/ч на 1 м² площади помещения** — дополнительная составляющая на «фоновое» разбавление загрязнений.

Для вытяжки из «мокрых» зон и кухонь нормы: кухня с газовой плитой — не менее 60 м³/ч (при двух конфорках), 75 м³/ч при трёх конфорках, 90 м³/ч при четырёх конфорках и более; совмещённый санузел или ванная комната — 25 м³/ч (каждый).

ГОСТ 30494–2011 (табл. 4) классифицирует воздух по концентрации углекислого газа (CO₂) сверх его обычного уровня в атмосферном воздухе (0,04 % или ровно 400 ppm) на классы: высокое качество — не более 400 ppm, среднее — 400–600 ppm, допустимое — 600–1000 ppm сверх фона. По температурному режиму: оптимальная температура в жилых комнатах зимой составляет +20...+22 °С, допустимый диапазон — от +18 до +24 °С.

На практике российские нормы достаточно лояльны к естественной вентиляции: документы предполагают, что она «работает по умолчанию» при наличии открываемых окон. Вопрос о том, что происходит, когда эти окна закрыты на зиму или заменены на герметичные ПВХ-блоки, в нормах трактуется неоднозначно.

Немецкая нормативная база

Германия располагает значительно более детализированной нормативной базой для жилой вентиляции. Ключевыми документами являются:

1. DIN EN 16798-1:2019 “Energetische Bewertung von Gebäuden — Eingangspara-



meter für das Raumklima” [Энергетическая оценка зданий. Входные параметры для климата в помещении] — немецкая адаптация европейского стандарта EN 16798. Документ вводит четыре категории качества воздуха (Kategorie I–IV): от высшей (I) до минимально допустимой (IV).

2. DIN 1946-6:2019 “Raumluftechnik — Lüftung von Wohnungen” [Технологии обеспечения качества воздуха в помещениях. Вентиляция жилых помещений] — «библия» жилой вентиляции в Германии (Wohnungslüftung). Стандарт определяет четыре ступени работы системы:

- **Grundlüftung** (базовое проветривание) — минимальный режим, обеспечивающий защиту конструкций от влаги (кратность примерно 0,3–0,4 ч⁻¹);
- **Reduzierter Betrieb** (сниженный режим) — для периодов минимального присутствия людей;
- **Nennlüftung** (номинальное проветривание) — основной расчётный режим при нормальном числе жильцов;
- **Intensivlüftung** (интенсивное проветривание) — для эпизодического удаления концентрированных загрязнений.

По DIN EN 16798-1, категория II (рекомендуемая для жилья) предусматривает расход 7 л/с (25,2 м³/ч) на человека плюс 0,7 л/с (2,52 м³/ч) на 1 м² площади. Для категории I (наивысшее качество) — 10 л/с (36 м³/ч) на человека.

Для квартиры 80 м² с тремя жильцами по категории II расход составит:

$$Q = 3 \times 25,2 + 80 \times 2,52 = 75,6 + 201,6 = 277,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Это весьма значительный поток воздуха, который не может быть обеспечен простым открытием форточки.

Требования к концентрации CO₂ в немецких нормах для жилых помещений заданы по категориям: категория I — не более 380 ppm сверх фонового уровня, категория II — 550 ppm сверх фона (категория II рекомендована для жилья). Российский ГОСТ 30494–2011 для высшего класса требует не более 400 ppm, но допускает и низший класс до 1000 ppm сверх фона. Принципиальная разница не столько в самих цифрах, сколько в том, что в Германии целевая категория обязательна для массового жилья, тогда как в России высший класс в типовом строительстве фактически не обеспечивается.

«Закон об энергосбережении...» GEG 2023 фактически обязывает новые здания стандарта KfW 40 оснащать вентиляцией с рекуперацией тепла (Wärmerückgewinnung) с КПД не менее 75 %.

Как видно из табл. 1, нормативные требования двух стран на первый взгляд сопоставимы по удельным расходам воздуха. Принципиальное различие — в подходе к организации воздухообмена и в требованиях к качеству воздуха по CO₂.

Какую систему вентиляции можно применить в новом жилом доме? Давайте рассмотрим все основные варианты — от простейших до наиболее технически совершенных (табл. 2).

❖ Сравнение нормативных требований к воздухообмену в жилых помещениях

табл. 1

Параметр	СП 60.13330 (РФ)	DIN 1946-6 / EN 16798-1 (DE)	Примечание
Расход на одного человека (основной режим)	30 м³/ч	25,2 м³/ч (7 л/с, категория II)	При наличии открываемых окон
Расход на одного человека (без открываемых окон)	60 м³/ч	36 м³/ч (10 л/с, категория I)	В РФ — механическая вентиляция
Расход на 1 м² площади	3,0 м³/ч на 1 м²	2,52 м³/ч на 1 м² (категория II)	—
Вытяжка на кухне (газовая плита)	60–90 м³/ч	45–60 м³/ч	DE — по типу и мощности плиты
Вытяжка в санузле / ванной	25 м³/ч каждый	15–25 м³/ч	—
Макс. концентрация CO₂ (нормир.)	400 / 600 / 1000 ppm (по классам)	550 / 800 ppm (категории I/II)	Сопоставимо по классам; разница — в обязательности
Мин. кратность воздухообмена, ч⁻¹	0,35–0,50	0,40 (Grundlüftung)	—
Рекуперация тепла	Не нормируется	КПД ≥ 75 % (KfW 40, GEG 2023)	В DE обязательна для нового жилья

А. Естественная вентиляция

Принцип работы гравитационной вентиляции основан на физическом явлении конвекции: тёплый воздух внутри помещения легче холодного наружного, поэтому он поднимается и создаёт избыточное давление в верхней части здания. Этот перепад давления и заставляет воздух двигаться из помещений по вертикальным вытяжным каналам в атмосферу. Скорость движения зависит от разницы температур (чем холоднее на улице, тем лучше тяга) и от высоты вентиляционной шахты.

В России естественная вентиляция применяется в подавляющем большинстве многоквартирных домов — по экспертным оценкам, около 90% жилого фонда советской и постсоветской постройки оснащено именно такой системой. Схема стандартна: вытяжные каналы из кухни и санузлов объединяются в общую вентиляционную шахту, которая выходит на кровлю. Приток воздуха — через неплотности оконных рам и межквартирных дверей.

Почему эта схема не работает с ПВХ-окнами, мы уже разобрали выше. Добавим техническую деталь: у естественной вентиляции есть ещё один существенный недостаток — она работает неустойчиво. В летнее время, когда разница температур между улицей и квартирой минимальна или отрицательна (улица теплее), тяга в шахтах исчезает или даже меняет направление. Необходимо отметить, что расчётная температура наружного воздуха для систем естественной вентиляции составляет +5°C. Это означает, что при более высокой температуре, например, +15°C, воздухообмен будет в разы меньше расчётного. Если температура на

Сравнение систем вентиляции жилых помещений

табл. 2

Тип системы	КПД рекуператора, %	Применение в РФ	Применение в DE	Инвестиции, €/м²	Примечание
Естественная гравитационная вентиляция	—	Массовое (МКД)	Только реконструкция	< 5	Не работает с ПВХ-окнами
Механическая вытяжная с клапанами	—	Распространено	Допустима ($n_{50} \leq 3,0$)	10–20	Нет рекуперации, прямые теплопотери
ПВУ с пластинчатым рекуператором	60–75	Бизнес-класс	Массово (стандарт)	40–80	КПД зависит от Δt
ПВУ с роторным рекуператором	70–92	Премиум ЖК	Офисные здания	50–80	Рекуперация тепла и влаги
Децентрализованная ПВУ (поквартирная)	70–85	Редко	Широко распространено	20–40	Каждая квартира — отдельный агрегат

улице выше, чем температура в помещении, то вытяжная естественная вентиляция «волшебным образом» превращается в приточную и начинает работать наоборот, выдавливая все запахи из туалетов и кухонь в жилые комнаты.

В Германии естественная вентиляция в новом жилищном строительстве практически не применяется — она допускается только при реконструкции исторических зданий и при условии достаточной воздухопроницаемости ограждающих конструкций.

У естественной вентиляции есть существенный недостаток — она работает неустойчиво. В летнее время, когда разница температур между улицей и квартирой минимальна или отрицательна (улица теплее), тяга в шахтах исчезает или даже меняет направление. Необходимо отметить, что расчётная температура наружного воздуха для систем естественной вентиляции составляет +5°C

Б. Механическая вытяжная вентиляция с естественным притоком

Это наиболее распространённое решение при модернизации вентиляции в российских МКД. Вытяжные каналы оснащаются осевыми или центробежными вентиляторами (либо центральным крышным вентилятором), обеспечивающими стабильную тягу вне зависимости от погоды. Приток воздуха при этом обеспечивается через приточные клапаны — либо встроенные в оконный профиль (КПВ), либо настенные щелевые клапаны типа Aereco. Такие клапаны обеспечивают приток 15–30 м³/ч каждый без какого-либо электрического привода — за счёт разрежения, создаваемого вытяжным вентилятором.

В Германии аналогичная схема называется *Abluftanlage*. По DIN 1946-6:2019 она допустима только при условии, что воздухопроницаемость ограждающих конструкций по результатам теста на герметичность здания методом Blower-Door-Test составляет не более $n_{50} \leq 3,0$ ч⁻¹. Это принципиальное требование: система работает только тогда, когда здание «не дышит» бесконтрольно, но всё-таки достаточно проницаемо для управляемого притока через клапаны.

В. Приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла (ПВУ)

Это наиболее технически совершенное и при этом единственное по-настоящему энергоэффективное решение. Система ПВУ обеспечивает одновременно управляемый приток наружного воздуха и вытяжку отработанного, при этом передавая тепло от тёплого вытяжного воздуха холодному приточному через теплообменник-рекуператор (*Wärmerückgewinnung*). Два основных типа рекуператоров:

- **пластинчатый рекуператор** (КПД от 60 до 75%) — конструктивно прост, не требует обслуживания движущихся частей, не передаёт влагу между потоками, массово применяется в Германии;
- **роторный рекуператор** (КПД от 70 до 92%) — передаёт не только тепло, но и влагу (энтальпийный обмен), что актуально для сухих зим.



Рассчитаем, что происходит с температурой воздуха при прохождении через рекуператор с КПД, равным 80 %. Формула расчёта температуры приточного воздуха после рекуператора:

$$t_2 = t_1 + \eta(t_{\text{вн}} - t_1),$$

где t_1 — температура наружного воздуха, °C; $t_{\text{вн}}$ — температура внутреннего (вытяжного) воздуха, °C; η — КПД рекуператора; t_2 — температура приточного воздуха после рекуператора.

Пример: наружный воздух $t_1 = -20^\circ\text{C}$, температура в квартире $t_{\text{вн}} = +22^\circ\text{C}$, КПД рекуператора равно $\eta = 0,80$:

$$t_2 = -20 + 0,80 \times [22 - (-20)] = -20 + 33,6 = +13,6^\circ\text{C}.$$

При -20°C на улице на вход калорифера дополнительного нагрева поступает уже не -20°C , а $+13,6^\circ\text{C}$. Потребность в тепловой мощности сокращается кратно. В стандарте для домов KfW 40 (GEG 2023) требуется КПД рекуперации не ниже 75 % именно по этой причине — рекуперация становится частью тепловой оболочки здания.

В России ПВУ с рекуперацией применяется преимущественно в жилых комплексах бизнес- и премиум-класса. В массовом МКД-сегменте это решение пока остаётся экзотикой — несмотря на то, что климат большинства российских городов делает рекуперацию экономически оправданной значительно сильнее, чем в Германии.

Рассмотрим примеры и посчитаем воздухообмен для типичной квартиры по российским и немецким нормам.

Пример 1. Типовая российская квартира площадью 65 м^2 , две спальни, три жителя (СП 60.13330.2020).

Приток (жилые комнаты):

три жителя $\times 30 \text{ м}^3/\text{ч} = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при наличии открываемых окон).

Вытяжка:

- кухня (газовая плита, две конфорки) — $60 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- санузел совмещённый — $25 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- ванная — $25 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- **итого вытяжка — $110 \text{ м}^3/\text{ч}$.**

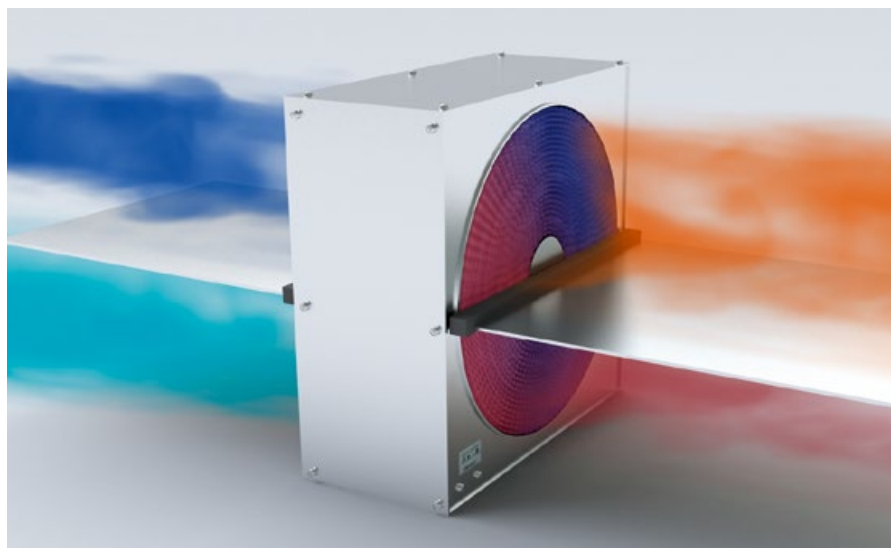
Дисбаланс составляет $-20 \text{ м}^3/\text{ч}$. По замыслу нормы, этот дисбаланс должен восполняться инфильтрацией через неплотности — через деревянные рамы, зазоры под дверями. Что происходит при ПВХ-окнах и металлических дверях? Вытяжка не работает: нет притока — нет и движущегося потока воздуха.

При этом три человека в квартире выдыхают CO_2 со скоростью примерно $12\text{--}18 \text{ л/ч}$ каждый, суммарно — около 50 л/ч . Через два-три часа в закрытой спальне концентрация CO_2 превысит 2500 ppm .

:: Расчётный воздухообмен квартиры (65 м^2 , три человека) по разным нормам

табл. 3

Помещение/режим	СП 60.13330 (РФ), $\text{м}^3/\text{ч}$	DIN 1946-6 Nennlüftung (DE), $\text{м}^3/\text{ч}$	Grundlüftung (DE), $\text{м}^3/\text{ч}$
Жилые комнаты (приток)	90	75	25–30
Кухня (вытяжка)	60	45	15
Санузел/ванная (вытяжка)	25 + 25 = 50	25	10
Итого приток	90	75	25–30
Итого вытяжка	110	70	25
Кратность n ($V = 169 \text{ м}^3$), ч^{-1}	0,65	0,44	0,30
Рекуперация тепла	Нет (норма не требует)	Да (КПД $\geq 75\%$, KfW 40)	Да



:: Схема работы роторного рекуператора

Это уровень, при котором у людей снижается концентрация внимания. Вы можете представить себе такую ситуацию? К сожалению, миллионы россиян живут именно в ней — каждую ночь.

Пример 2. Аналогичная квартира в Германии площадью 65 м^2 , три жителя (DIN 1946-6:2019).

Режим Nennlüftung (номинальный): приток в жилые комнаты составляет $3 \times 25 \text{ м}^3/\text{ч} = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$; вытяжка из кухни — $45 \text{ м}^3/\text{ч}$; вытяжка из санузла — $25 \text{ м}^3/\text{ч}$; **итого вытяжка — $70 \text{ м}^3/\text{ч}$.**

Режим Grundlüftung (базовый, при длительном отсутствии жильцов):

$$Q = 0,3 V_{\text{квартиры}} = 0,3 \times (65 \text{ м}^2 \times 2,6 \text{ м}) = 0,3 \times 169 \text{ м}^3 \approx 51 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Этот режим обеспечивает защиту конструкций от накопления влаги, даже когда квартира пуста.

Расчёт теплопотерь на нагрев вентиляционного воздуха. Для ситуации без рекуперации при расходе $L = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$ и перепаде температур $\Delta t = 22 - (-20) = 42^\circ\text{C}$:

$$Q = \frac{\rho c_p L \Delta t}{3600} = \frac{1,2 \times 1,006 \times 110 \times 42}{3600} \approx 1,55 \text{ кВт}.$$

С рекуператором, имеющим КПД, равный $\eta = 0,80$:

$$Q_{\text{ост}} = 1,55 \times (1 - 0,80) = 0,31 \text{ кВт} — \text{в пять раз меньше!}$$

Для отопительного периода Москвы (около 5000 градусо-часов) разница в потреблении тепловой энергии составит:

$$\Delta E = (1,55 - 0,31) \times 5000 = 1,24 \times 5000 = 6200 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}.$$

Это более $6 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$ тепловой энергии в год, которые можно сэкономить только за счёт рекуперации в одной квартире 65 м^2 . Реальная практическая экономия с учётом неравномерности режима — $600\text{--}900 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$. Расчётный воздухообмен квартиры представлен в табл. 3.

Энергоэффективность вентиляции: цифры, которые говорят сами за себя

Когда я в первый раз увидел данные о тепловом балансе немецкого дома стандарта «пассивный дом» (Passivhaus), меня поразило одно число: доля вентиляционных теплопотерь в общем тепловом балансе такого дома составляет $30\text{--}40\%$. Это кажется много, пока не понимаешь контекст. В жилом доме с тройным остеклением, вентилируемым фасадом и 30-сантиметровым утеплением стен трансмиссионные теплопотери снижены настолько, что вентиляция выходит на первое место. Вот почему в Германии рекуперация тепла — не опция, а обязательный элемент конструктива.

В российских МКД картина другая: трансмиссионные теплопотери через стены, перекрытия и окна значительно выше, и вентиляция занимает лишь 20–25% теплового баланса. Но это не значит, что ей можно пренебречь: 20–25% от большого числа — это тоже большое число.

Вполне логично предположить, что именно здесь кроется ключевое различие в философии нормирования. Немецкий стандарт Passivhaus предусматривает годовое потребление тепла на отопление не более 15 кВт·ч/(м²·год). Для сравнения: российский МКД панельной серии, построенный до 2000 года, потребляет 80–120 кВт·ч/(м²·год). Разница — в шесть-восемь раз.

Новый немецкий GEG 2023 устанавливает предельное значение годовой потребности в первичной энергии для нового жилья: Jahres-Primärenergiebedarf ≤ 55 кВт·ч/(м²·год) — с учётом отопления, вентиляции, ГВС и охлаждения. Достичь этого значения без вентиляции с рекуперацией практически невозможно.



В России ГОСТ Р 54862–2011 и СТО НП «АВОК» 2.1–2008 рекомендуют применение рекуперации при расходе вентиляционного воздуха свыше 1000 м³/ч — то есть фактически только для систем с централизованной обработкой воздуха в крупных зданиях. Для индивидуальных квартирных ПВУ с расходом 100–200 м³/ч рекуперация российскими нормами лишь «допускается», но не обязывается.

Россия фактически идёт по «азиатскому» пути — пути дешёвого строительства с высокими эксплуатационными расходами. Для самой большой по площади

Сравнение потребления первичной энергии и доли вентиляции для МКД

табл. 4

Показатель	МКД РФ (до 2010 года)	МКД РФ (после 2020 года)	KfW 55 (DE)	Passivhaus (DE)
Годовое потребление тепла, кВт·ч/(м²·год)	80–120	50–80	30–45	≤ 15
Доля вентиляции в тепловых потерях, %	15–25	20–30	30–40	35–45
Наличие рекуперации	Нет (исключения)	Частично (бизнес-класс)	Обязательно	Обязательно (η ≥ 80 %)
Первичная энергия (суммарно), кВт·ч/(м²·год)	150–250	100–150	55–80	≤ 55

страны в мире, с суровым климатом и гигантским жилым фондом, нуждающимся в реновации, это совсем не оптимальный выбор.

Сравнение потребления первичной энергии и доли вентиляции для многоквартирных домов представлено в табл. 4.

Конкретные примеры жилых комплексов

Давайте рассмотрим не образцово-показательные элитные проекты, а самое обычное новое жильё — то, что строится сегодня в России и Германии в массовом сегменте, где нормативные требования

2023 годы. Проект полностью соответствует требованиям СП 60.13330.2020 в части минимально необходимого. Система вентиляции — естественная вытяжная через вертикальные каналы-шахты. Воздухообмен в кухне расчётный — 60 м³/ч, в санузле — 25 м³/ч. На бумаге всё в порядке.

Но вот что происходит на практике. Оконный блок ПВХ герметичен: инфильтрация через притвор — менее 1–2 м³/ч. Поступления наружного воздуха, достаточного для создания тяги в вытяжных каналах, нет. Я обратил внимание на характерную жалобу жильцов подобных домов, которую легко найти на профильных форумах: «Открываю окно на проветривание — тяга в вентиляционной решётке есть. Закрываю — пропадает». Это классическая картина: система работает исключительно за счёт неорганизованной инфильтрации, которую ПВХ-окна фактически исключают. В результате в зимний период, когда жильцы держат окна закрытыми, концентрация CO₂ в спальне к утру достигает 1800–2500 ppm — в два-три раза выше допустимого по ГОСТ 30494–2011. Приточные клапаны в оконных профилях проектом не предусмотрены — застройщики экономят 800–1500 руб. на каждую квартиру. Стеновые клапаны в документации также отсутствуют. Зимой в квартирах — конденсат на откосах, жалобы на запах сырости, появление плесени в углах. Это не случайность — это закономерный результат нормирования, которое формально выполнено, но фактически не работает.

выполняются ровно в той мере, в которой они обязательны, не более. Именно на таких примерах лучше всего видно, где пролегает реальная граница между двумя подходами к нормированию.

Россия — типовой монолитно-каркасный МКД эконо-класса (на примере ЖК «Пехра», Балашиха, ГС «Гранель»)

ЖК «Пехра» — типичный представитель массовой новостройки ближайшего Подмосковья: монолитный каркас, панельное заполнение, серийные ПВХ-окна с однокамерным стеклопакетом, сдача — 2022–

Германия — типовой многоквартирный дом стандарта KfW 55 / GEG 2023 (Mehrfamilienhaus, Nordrhein-Westfalen)

С 1 января 2023 года в Германии вступил в полную силу Gebäudeenergiegesetz (GEG 2023): весь новый жилой фонд обязан соответствовать уровню KfW 55 как минимальному стандарту. Это — не премиальный класс, а самый обычный многоквартирный дом. Рассмотрим типовой проект Mehrfamilienhaus одной из жилищных управляющих компаний (Wohnungsbaugesellschaft) земли Северный Рейн — Вестфалия, сданный в 2023 году.

По требованиям DIN 1946-6:2019 застройщик обязан разработать «концепцию вентиляции» (Lüftungskonzept) ещё на стадии проектирования. Это не просто справочный расчёт: Lüftungskonzept определяет тип системы, режимы работы и минимальные расходы воздуха для каждой квартиры. В типовом доме KfW 55 применяется одна из двух схем: либо централизованная механическая вытяжная с организованным притоком через клапаны (Abluftsystem mit Außenluftdurchlässen), либо поквартирные децентрализованные рекуператоры начального уровня с КПД, равным 70–75 % (dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung).

Последний вариант стал де-факто стандартом для малоэтажных секций, поскольку при коэффициенте теплопередачи оболочки здания $U \leq 0,20$ Вт/(м²·К) и герметичности $n_{50} \leq 1,5$ ч⁻¹ (требование KfW 55) естественная вентиляция физически неработоспособна.

Что принципиально отличает даже самый простой немецкий вариант от российского аналога? Во-первых, Grundlüftung: даже при отсутствии жильцов система

поддерживает расход 0,3 ч⁻¹ — это защита конструкций от влаги, предотвращение плесени. Во-вторых, режим Nennlüftung запускается автоматически по таймеру или CO₂-датчику — концентрация CO₂ в спальне к утру не превышает 900–1000 ppm. Немного, скажете вы — на уровне российской нормы. Но это при том, что речь идёт о минимальном обязательном стандарте, а не о добровольном выборе застройщика. В-третьих, годовое потребление тепловой энергии в таком доме составляет 40–55 кВт·ч/(м²·год), что вдвое ниже типового российского МКД.

Разрыв в нормативной логике поражает. Российский застройщик формально выполнил все требования — и получил разрешение на ввод в эксплуатацию. Немецкий застройщик тоже выполнил свои требования — и жильцы дышат нормальным воздухом даже зимой при закрытых окнах

Когда я сравниваю два этих вполне обычных, ничем не примечательных дома, меня поражает не разрыв в технологиях — он не так велик. Меня поражает разрыв в нормативной логике. Российский застройщик формально выполнил все требования и получил разрешение на ввод в эксплуатацию. Немецкий застройщик тоже выполнил свои требования — и жильцы дышат нормальным воздухом даже зимой при закрытых окнах. Это и есть практическое следствие разницы в нормировании.

Практические рекомендации Для проектировщиков МКД в России

Во-первых, уже сейчас в рамках действующих норм (СП 60.13330.2020) при проектировании новых жилых домов не запрещается закладывать механическую приточно-вытяжную вентиляцию с рекуперацией во всех классах жилья — не только в премиальном. Стоимость системы ПВУ окупается за пять-восемь лет за счёт экономии тепловой энергии при московских ценах на теплоносители.

Во-вторых, при проектировании естественной вентиляции в новом МКД необходимо предусматривать приточные клапаны в оконных блоках или стеновые приточные клапаны — это требование фактически вытекает из логики норм, хотя и не всегда прямо прописано в СП 60.13330.

В-третьих, применение автоматических датчиков углекислого газа для управления воздухообменом следует рассматривать как стандартную опцию: стоимость одного CO₂-датчика составляет от 3000 до 8000 руб., а его наличие в спальне кардинально меняет качество ночного воздуха.

Для жителей с уже установленными ПВХ-окнами

На практике наилучшим решением является установка настенных приточных клапанов — устройств, монтируемых в отверстие диаметром 60–120 мм в наружной стене. Один клапан обеспечивает 20–40 м³/ч при разрежении, создаваемом вытяжной шахтой. Стоимость клапана с монтажом — 5–15 тыс. руб. Это минимально необходимое решение.

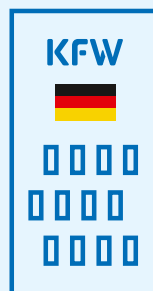
Более эффективный вариант — децентрализованный рекуператор (настенный или оконный). Такие устройства работают в реверсивном режиме: 70 секунд нагнетают наружный воздух, накапливая тепло в керамическом теплообменнике, затем 70 секунд выдувают внутренний воздух, отдавая тепло керамике. КПД устройства — 70–85 %. Стоимость одного рекуператора — 20–60 тыс. руб.

Что такое KfW в Германии. Справка

KfW 40 и KfW 55 — это классы энергоэффективности зданий в ФРГ, связанные с программами финансирования государственного банка Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Они описывают, насколько мало первичной энергии здание потребляет по сравнению с эталонным домом, построенным по действующим требованиям немецкого закона об энергоэффективности зданий. Дом класса KfW 55 должен потреблять не более 55 % первичной энергии от уровня референсного здания, а KfW 40 — не более 40 %. Чем меньше число в обозначении, тем выше энергоэффективность и, как правило, тем более жёсткие требования предъявлены к теплоизоляции ограждающих конструкций, качеству окон, герметичности оболочки и использованию ВИЭ. Эти стандарты лежат в основе государственной поддержки строительства и модернизации жилья, так как позволяют прогнозируемо снижать энергопотребление на отопление, ГВС и вентиляцию по сравнению с минимально допустимыми нормативами.

Стандарты KfW не задают жёстко фиксированные толщины или конкретные конструкции, как российские СП/СНиП, но предъявляют довольно строгие интегральные требования к зданию в целом. Эти требования включают: очень низкие удельные теплотери через оболочку, качественную теплоизоляцию наружных ограждений, кровлю с ещё более мощной теплоизоляцией, утеплённые цоколь и перекрытие по грунту, высокоэффективные окна (минимум тройное остекление, тёплые дистанционные рамки, тёплый профиль, низкий U-фактор), герметичность и отсутствие паразитной инфильтрации, высокая воздухопроницаемость оболочки (подтверждаемая тестом Blower-Door), критичны заделка стыков, проходов инженерных систем, примыкания окон и дверей. Также стандарты KfW рассматривают здание как систему «тёплая оболочка + эффективная вентиляция с рекуперацией + источники тепла на базе ВИЭ», что подразумевает соответствующие инженерные решения, а к ограждающим конструкциям предъявляется ещё и требование «равномерности» качества, то есть нельзя сделать, например, «суперутеплённые» стены и «слабую» кровлю, поскольку расчётный баланс должен выдерживаться по всему контуру.

P.S. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) — немецкий государственный банк развития и поощрения (промоушен-банк), созданный в 1948 году для финансирования послевоенного восстановления экономики Германии. KfW организован как учреждение публичного права: 80 % принадлежит федеральному правительству ФРГ, 20 % — федеральным землям.



Рекомендации по техническому обслуживанию

1. Чистить решётки вытяжных каналов не реже одного раза в год.
2. Менять фильтры в приточных клапанах и ПВУ по регламенту производителя (обычно раз в 6–12 месяцев).
3. Проверять тягу в вентиляционных каналах бумажным листом или анемометром раз в год.
4. При наличии ПВУ — проводить сервисное обслуживание рекуператора и дренажной системы согласно инструкции.

Выводы

Подводя итог проведённому сравнительному анализу, сформулируем основные выводы:

1. Массовое распространение ПВХ-окон фундаментально изменило условия работы вентиляции в российских квартирах. Естественная вентиляция, рассчитанная на инфильтрацию через деревянные рамы (30–50 м³/ч), перестала функцио-

Чек-лист при выборе системы вентиляции для новой квартиры:

1. Уточнить тип системы вентиляции у застройщика: естественная, механическая, вытяжная, ПВУ с рекуперацией.
2. Узнать класс фильтрации приточного воздуха (минимально достаточный для города — F7).
3. Проверить наличие датчиков контроля углекислого газа в помещениях (особенно важно для спален).
4. Уточнить, предусмотрены ли приточные воздушные клапаны в оконных блоках или стенах.
5. Запросить проектную документацию на вентиляцию (раздел «Отопление и вентиляция») и убедиться в соответствии расходов воздуха нормам СП 60.13330.2020.
6. Проверить наличие сервисного доступа к фильтрам (они требуют замены каждые 6–12 месяцев).



нировать — при этом нормативная база и практика проектирования не успели адекватно среагировать на этот вызов.

2. Нормативные требования России и Германии по удельным расходам воздуха в целом сопоставимы (30 м³/ч на человека в РФ против 25,2 м³/ч по категории II в DE), однако принципиально различаются по подходу к организации воздухообмена: немецкие нормы (DIN 1946-6:2019) детально регламентируют четыре режима работы системы, требования к воздухопроницаемости оболочки и обязывают к рекуперации при герметичном строительстве.
3. Требования по концентрации углекислого газа в России и Германии сопоставимы по уровню, но различаются по обязательности их соблюдения: DIN EN 16798-1 (категория II) — 550 ppm сверх фона про-

тив 400 ppm (высший класс) и 1000 ppm (низший класс) по ГОСТ 30494–2011. Российский высший класс формально даже строже, но в массовом строительстве не обеспечивается; немецкая же целевая категория обязательна. Это отражает принципиальную разницу в нормировании в двух странах: «не навредить» (РФ) против «обеспечить комфорт» (Германия).

4. Рекуперация тепла при вентиляции экономически оправдана для большинства климатических зон России более, чем для Германии. Расчёт показывает: КПД рекуперации 80% при расчётной температуре –20 °С обеспечивает подогрев приточного воздуха с –20 до +13,6 °С, снижая тепловую нагрузку на подогрев воздуха в пять раз. Годовая экономия — 600–900 кВт·ч на квартиру 65 м².

5. Разрыв в энергоэффективности жилья России и Германии огромен: немецкий Passivhaus — 14–15 кВт·ч/(м²·год) тепловой энергии, российский МКД — 80–120 кВт·ч/(м²·год). Вентиляция с рекуперацией — один из ключевых инструментов сокращения этого разрыва, и он уже доступен технически и экономически.

6. На уровне нормативной базы России необходимы изменения: следует ввести обязательные требования к приточным клапанам при применении ПВХ-окон, установить требования к рекуперации для жилых зданий в климатических районах с расчётной температурой ниже –10 °С, ужесточить нормы по CO₂. Опыт немецкого законодательного пути — от DIN 1946-6 к GEG 2023 — показывает, что такой переход реален и приносит измеримые результаты, как для комфорта жильцов, так и для энергетической системы страны в целом. ●

1. ГОСТ 26602.2–99. Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости / Дата введ.: 01.01.2000.
2. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализ. ред. СНиП 41-01-2003 (с Попр., с Изм. №1–4) / Дата введ.: 01.07.2021.
3. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Попр., с Изм. №1) / Дата введ.: 01.01.2013.
4. СП 54.13330.2022. Здания жилые многоквартирные [СНиП 31-01–2003] (с Изм. №1, 2) / Дата введ.: 14.06.2022.
5. DIN 1946-6:2019-12. Raumlufttechnik — Lüftung von Wohnungen [Технологии обеспечения качества воздуха в помещениях — вентиляция жилых помещений]. Deutsches Institut für Normung (DIN). Berlin, Germany. 2019.
6. DIN EN 16798-1:2019-10. Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden [Энергетическая оценка зданий. Вентиляция зданий]. Deutsches Institut für Normung (DIN). Berlin, Germany. 2019.
7. EN 16798: Energy performance of buildings — Ventilation for buildings [Энергоэффективность зданий — Вентиляция для зданий]. Comité Européen de Normalisation (CEN). Brussels, Belgium. 2019.
8. Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz, GEG 2023) [Закон об энергосбережении и использовании возобновляемых источников энергии для производства тепла и холода в зданиях]. Gebäudeenergiegesetz vom 8 August 2020 [Закон ФРГ от 08.08.2020]. Bundesgesetzblatt der Bundesrepublik Deutschland (BGBl). Teil I, S. 1728 [Федеральный вестник законов ФРГ. Ч. I, стр. 1728]. Das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9 Januar 2026 (BGBl 2026. Teil I, Nr. 4) [С изм., внесёнными ст. 3 Закона от 09.01.2026 (Федеральный вестник законов ФРГ 2026. Ч. I, №4)].
9. СТО НП «АВОК» 2.1–2008. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. — М.: АВОК-Пресс, 2008.
10. ГОСТ Р 54862–2011. Энергетическая эффективность зданий. Методы расчёта тепловых потерь с учётом вентиляции / Дата введ.: 01.05.2012.
11. Feist W. Passivhaus Projektierungs-Paket (PHPP). Passivhaus Institut. Darmstadt, Germany. 2020.
12. Брух С.В. Реконструкция инженерных систем существующих жилых зданий в Германии // Журнал СОК. 2022. №7. С. 38–42.
13. Брух С.В. Инженерные системы современных жилых зданий в Германии // Журнал СОК. 2021. №11. С. 56–59.
14. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Физматлит, 2003. 272 с.



HVAC TECHNOLOGIES



ЕС-ДВИГАТЕЛИ



СЕНСОРНЫЙ
ПУЛЬТ



РОТОРНЫЙ
РЕГЕНЕРАТОР



УРОВЕНЬ
ШУМА 32 дБА



ЛЕГКОСЪЕМНЫЕ
ПАНЕЛИ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ
РТС-НАГРЕВАТЕЛЬ



ТОЛЩИНА
310 ММ



КПД 89%

SHUFT UNIMAX-R 500

НОВИНКА

ТОНКАЯ СВЕРХТИХАЯ
ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНАЯ
УСТАНОВКА ПОДВЕСНОГО
ТИПА ДЛЯ КВАРТИР

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Свежий воздух без компромиссов: новые приточно- вытяжные установки SHUFT UniMAX для квартиры и частного дома

Наилучшим решением на данный момент является компактная приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла, и сегодня она перестаёт быть привилегией элитного сегмента. Бренд SHUFT холдинга «Русклимат» выпустил новую линейку компактных приточно-вытяжных установок (ПВУ) UniMAX для вентиляции жилых, административных и небольших коммерческих помещений. SHUFT — крупнейший системный поставщик и интегратор инженерных решений для ключевых отраслей промышленности России, статусных объектов и национальных проектов. Ежегодно собственный производственный комплекс площадью 40 тыс. м² выпускает более 1,5 млн единиц продукции. Решениям SHUFT доверяют ключевые объекты страны — крупнейшие промышленные комплексы, предприятия атомной отрасли, а также ведущие научно-образовательные центры России, включая МГУ и РАН.

Новая линейка приточно-вытяжных установок SHUFT UniMAX

Линейка UniMAX охватывает два конструктивных семейства, различающихся типом утилизатора тепла: установки с пластинчатым рекуператором (UniMAX-P) и с роторным регенератором (UniMAX-R). Тип утилизатора тепла выбирается в зависимости от требуемой эффективности, стоимости, габаритных параметров и других показателей оборудования.

Установки могут отличаться исполнением: подвесные, настенные, напольные. Это даёт больше свободы при размещении оборудования на объекте, учитывая его специфику. Напольные и настенные модели удобны для

технических помещений, подвесные — для размещения под потолочным пространством. Важной задачей также является выбор способа нагрева воздуха в зимний период. Обычно применяют электрический либо водяной нагрев. В квартире чаще всего есть только электричество, а в загородном доме, при наличии котельной, стараются нагревать воздух с помощью теплоносителя — так дешевле и требуется меньше электроэнергии. Оба варианта обогрева доступны на установках UniMAX.

Все установки комплектуются современными энергоэффективными двигателями с электронной коммутацией обмоток (ЕС-двигатели). Они имеют повышенный ресурс работы (до 40 тыс. часов), высокую энергоэффективность, низкий уровень шума, возможность плавного запуска и регулировки производительности.

Специально для жилья выпущено две дополнительных серии установок с роторным регенератором и электрическим нагревом: настенная UniMAX-R 300 VE-EC и подвесная UniMAX-R 500 CE-EC. Оптимизирована производительность, состав и габаритные размеры.

Все серии UniMAX получили новую встроенную систему автоматики на базе контроллера АТБ-2100, а также пульт управления нового поколения АТБ-2400 с цветным ёмкостным сенсорным экраном. Благодаря штатному Wi-Fi и протоколу Modbus RTU установкой можно управлять через мобильное приложение, а также интегрировать её в системы «умного дома» и диспетчеризации. Автоматика поддерживает подключение и координацию дополнительного оборудования: охладителей, увлажнителей и других устройств.

За последние тридцать лет городское жильё стало теплее и тише, но дышать в нём легче не стало. Массовая замена деревянных окон на герметичные ПВХ-конструкции практически свела к нулю неорганизованный приток наружного воздуха через неплотности рам, за счёт которого работала естественная вытяжная вентиляция типовых домов. Результат знаком каждому: запотевшие стёкла, духота, повышенная влажность и плесень в углах. Системное решение этой проблемы одно — принудительная вентиляция.



❖ Приточно-вытяжная установка SHUFT UniMAX-R 500 CE-EC подвесного типа с пластинчатым рекуператором (сверху) и напольная приточно-вытяжная установка SHUFT UniMAX-R 300 VE-EC с роторным регенератором



❖ Интеграция в дизайн-проект: невидимые линейные диффузоры в потолке

Система обеспечивает точную регулировку температуры и расхода воздуха, включая раздельное управление приточным и вытяжным вентиляторами (от 30 до 100%). Доступны составление недельного расписания и использование режимов энергосбережения. Приточный и вытяжной воздух очищаются комбинацией встроенных фильтров, защищающих как помещение, так и теплообменник. Сигнал на замену подаётся автоматически по таймеру или датчику загрязнения. Корпус установки выполнен из оцинкованной стали с инновационным двухслойным виброзвукоизоляционным материалом внутри, который обеспечивает практически бесшумную работу установок.

Роторный регенератор: эффективность и комфорт

Главная особенность серии UniMAX-R — роторный регенератор. В отличие от пластинчатого теплообменника, где потоки воздуха разделены стенками и обмениваются только теплотой, медленно вращающийся ротор переносит между вытяжным и приточным каналами не только тепло, но и часть влаги, что предотвращает образование конденсата, установка не требует дренажной системы. Для жилья это важно: зимой такая установка не так сильно пересушивает воздух, поэтому при необходимости достаточно увлажнителя меньшей

производительности. КПД роторных регенераторов достигает 85–89% — заметно выше, чем у пластинчатых рекуператоров. Дополнительный плюс — устойчивость к обмерзанию: роторный регенератор менее склонен к образованию наледи при низких наружных температурах, что важно для российского климата. Установки с пластинчатым рекуператором UniMAX-P с КПД до 75% остаются востребованным решением там, где нужен более бюджетный вариант и возврат влаги не принципиален.

Основные технические характеристики новых ПВУ SHUFT UniMAX приведены в табл. 1.

Применение в квартире

Для квартиры ключевые требования — компактность, уровень шума, энергоэффективность и простота интеграции. Им отвечают подвесные модели UniMAX-P 450/850 CE-EC и роторные UniMAX-R 300 VE-EC и UniMAX-R 500 CE-EC. Плоский корпус подвесной установки высотой от 275 мм упирается под потолок в коридоре, санузле либо в нишу хозяйственного шкафа.

Производительности 300–500 м³/ч достаточно для квартиры на две-четыре комнаты. Раздельная плавная регулировка приточного и вытяжного вентиляторов в диапазоне 30–100% позволяет точно сбалансировать систему и снизить расход в ночном режиме.

Применение в частном доме (ИЖС)

В индивидуальном доме установку обычно размещают в техническом помещении, котельной или в мансарде. Здесь удобнее использовать напольно-настенные модели с вертикальным выбросом воздуха: они рассчитаны на обслуживание всего дома и развивают достаточный свободный напор для разветвлённой сети воздухопроводов. Производительности 300–500 м³/ч хватает для дома площадью от 100 до 200 м². Встроенный нагреватель подогревает приточный воздух до комфортной температуры даже в сильный мороз, а дренажный поддон с патрубком (в версии с пластинчатым рекуператором) отводит конденсат.

Интеграция в дизайн-проект

Современный заказчик не готов мириться с видимым инженерным оборудованием. Новинки SHUFT проектировались с расчётом на скрытый монтаж. Сама установка прячется под потолочным пространством или в нише шкафа, а воздух подаётся через дизайнерские воздухо-распределители — невидимые щелевые диффузоры, которые сливаются с плоскостью потолка. Низкий уровень шума — до 42 дБ(А) — обеспечивается современными ЕС-двигателями и качественной звукоизоляцией корпуса, поэтому работу установки не будет слышно ни в гостиной, ни в спальне. Компактные габариты и небольшая высота подвесных моделей дают архитектору свободу: вентиляция вписывается в проект, не «съедая» высоту помещения и не нарушая чистоту интерьера.

Выводы

Новая линейка компактных приточно-вытяжных вентиляционных установок SHUFT серии UniMAX с утилизацией тепла является идеальным решением для жилья различного типа — от небольших квартир до просторных частных домов. В модельном ряду представлены установки с различной комплектацией, что позволяет адаптировать оборудование под любые требования объекта. По сравнению с прямоточными приточными и вытяжными системами установки UniMAX значительно снижают затраты на подогрев воздуха в зимний период за счёт встроенного утилизатора тепла. Качественная звукоизоляция корпуса и применение современных электродвигателей обеспечивают низкий уровень шума от оборудования, что позволяет наслаждаться свежим воздухом в тишине. Вентиляционные установки UniMAX оснащены современной системой автоматики с возможностью управления через мобильное приложение, по Wi-Fi и подключения к «умному дому». Штатный сенсорный пульт управления позволяет пользователю легко настроить комфортные параметры микроклимата и задать работу оборудования по расписанию.

SHUFT UniMAX — готовое решение для вентиляции квартиры и частного дома. ●

❖ Основные технические характеристики новинок SHUFT UniMAX

табл. 1

Модель	Утилизатор тепла (КПД)	Расход, м³/ч	Нагреватель, кВт	Питание, фаз / В / Гц	Шум, дБ(А)	Габариты (д × ш × г), мм
UniMAX-P 450 VE-EC	Пластинчатый (до 75%)	450	ТЭН 3,0 (+ 1,2 предв.)	1 / 230 / 50	≈ 49	900 × 855 × 355
UniMAX-P 850 VE-EC	Пластинчатый (до 75%)	850	ТЭН 3,0 (+ 1,2 предв.)	1 / 230 / 50	≈ 59	950 × 900 × 465
UniMAX-P 450 CE-EC	Пластинчатый (до 75%)	450	ТЭН 2,0 (+ 1,2 предв.)	1 / 230 / 50	≈ 50	1050 × 675 × 275
UniMAX-P 850 CE-EC	Пластинчатый (до 75%)	850	ТЭН 3,0 (+ 1,5 предв.)	1 / 230 / 50	≈ 58	1280 × 825 × 320
UniMAX-R 300 VE-EC	Роторный (до 89%)	300	ТЭН 1,5	1 / 230 / 50	≈ 42	800 × 590 × 475
UniMAX-R 450 VE-EC	Роторный (до 85%)	450	ТЭН 1,5	1 / 230 / 50	≈ 49	1000 × 900 × 560
UniMAX-R 500 CE-EC	Роторный (до 89%)	500	РТС 2,0	1 / 230 / 50	≈ 45	1120 × 740 × 350
UniMAX-R 850 VE-EC	Роторный (до 85%)	850	ТЭН 2,0	1 / 230 / 50	≈ 55	1350 × 1200 × 710



Влияние параметров информационных потоков и типов вычислительных нагрузок на энергоэффективность систем обеспечения микроклимата ЦОД

Рецензия эксперта на статью получена
21.05.2026 [The expert review of the article
was received on May 21, 2026]

Обеспечение требуемого уровня качества данных, таких как достоверность, целостность, актуальность и доступность, в условиях динамически изменяющихся неоднородных рабочих нагрузок, оказывающих разное влияние на информационно-технологическое оборудование (ИТО), является одной из первоочередных задач эксплуатации центров обработки данных (ЦОД) [1].

Под рабочей (вычислительной) нагрузкой на ИТО в контексте ЦОД принято понимать определённую совокупность задач, запросов и процессов, выполняющихся в информационно-технологическом оборудовании в течение определённого промежутка времени [2]. Данная совокупность состоит из неоднородных, разнообразных вычислительных операций, таких как обработка данных, моделирование, хранение, передача информации и т.д. [3].

Ежегодно создаются новые виды и модели информационных технологий, обработка, вычисление и хранение которых являются энергозатратными процессами.

В связи с этим наблюдается ужесточение требований к инженерной инфраструктуре ЦОД, которая должна обеспечивать не только высокую производительность и надёжность работы ИТО, но и поддерживать рекомендуемый уровень энергоэффективности климатических систем жизнеобеспечения [4]. На рис. 1 показана шкала развития разнородных типов нагрузки на ИТО [5–8].

Сохраняющиеся тенденции развития, использования цифровых технологий, включающие экспоненциальный рост криптовалютных операций и масштабное международное внедрение систем ИИ, детерминируют значительное увеличение энергопотребления ЦОД [9].

Согласно прогнозам Международного энергетического агентства (IEA), приведённым в отчёте «Энергетика и искусственный интеллект» [10], динамика глобального энергопотребления центров обработки данных характеризуется существенной сценарной вариативностью, обусловленной неопределённостью темпов

УДК 697.148. Научная специальность: 2.1.3.

Влияние параметров информационных потоков и типов вычислительных нагрузок информационно-технологического оборудования на энергоэффективность систем обеспечения микроклимата центров обработки данных

Артём Александрович Носовец, аспирант, Национальный исследовательский университет ИТМО (Университет ИТМО); **Игорь Олегович Роголь**, аспирант, Университет ИТМО; **Андрей Алексеевич Никитин**, к.т.н., доцент, ОЦ «Энергоэффективные инженерные системы» Университета ИТМО; **Сергей Сергеевич Муравейников**, к.т.н., Университет ИТМО

Центры обработки данных (ЦОД) являются базовыми элементами цифровой инфраструктуры, обеспечивающими хранение, обработку и передачу значительных объемов информации. С ростом требований, предъявляемых к уровню энергоэффективности ЦОД, и ежегодным масштабированием разнородных типов информационных нагрузок возникает необходимость в анализе взаимосвязи между видами обрабатываемых данных, их качественными характеристиками и энергопотреблением информационно-технологического оборудования (ИТО). Установлена взаимосвязь между типом нагрузки ИТО, показателями качества обрабатываемых данных, энергопотреблением и тепловыделением ИТО. Предложен подход к динамической адаптации систем жизнеобеспечения ЦОД, основанный на определении информационной энтропии как количественного показателя обрабатываемых данных, и интегрального показателя их качества, что позволит оптимизировать распределение ресурсов и улучшить тепловой баланс ЦОД.

Ключевые слова: ЦОД, энергоэффективность, энергопотребление ИТО, коэффициент использования энергии, качественные характеристики, классификация типов информационных нагрузок.

UDC 697.148. Scientific specialty number: 2.1.3.

Impact of information flow parameters and types of computational workloads of information technology equipment on the energy efficiency of data center climate control systems

Artem A. Nosovets, postgraduate student, ITMO National Research University (ITMO University, Moscow); **Igor O. Rogal**, postgraduate student, ITMO University; **Andrey A. Nikitin**, PhD (Engineering), Associate Professor, "Energy Efficient Engineering Systems" Educational Center at ITMO University; **Sergey S. Muraveynikov**, PhD (Engineering), ITMO University

Data processing centers (data centers) are the basic elements of the digital infrastructure that ensure the storage, processing and transmission of significant amounts of information. With increasing demands on the energy efficiency of data centers and the annual scaling of heterogeneous types of information loads, it becomes necessary to analyze the relationship between the types of data being processed, their qualitative characteristics, and the energy consumption of information technology equipment. The relationship between the type of load of information technology equipment, indicators of the quality of processed data, energy consumption and heat dissipation of information technology equipment has been established. An approach to the dynamic adaptation of data center life support systems is proposed, based on the definition of information entropy as a quantitative indicator of the processed data and an integral indicator of their quality, which will optimize resource allocation and improve the thermal balance of the data center.

Key words: data processing centers, energy efficiency, energy consumption of IT equipment, energy utilization factor, qualitative characteristics, classification of information load types.



Рис. 1. Временная шкала развития типов нагрузки на ИТО в период с 2000 по 2024 годы [5–8]

внедрения технологий искусственного интеллекта, динамики повышения энергоэффективности климатических систем жизнеобеспечения ЦОД и инфраструктурных ограничений. Согласно траектории развития спроса на мировое энергопотребление ЦОД, по сценарию Lift-OFF к 2035 году значительно превысит показатели 2022 года, составившие примерно 460 ТВт·ч, пройдя отметку в 1700 ТВт·ч и достигнув 4,4% мирового спроса на электроэнергию.

При этом исследования показывают, что приблизительно 40% от общего среднего энергопотребления центров обработки данных приходится на системы кондиционирования воздуха (СКВ) [11].

Существуют различные методы повышения энергоэффективности центров обработки данных: использование «свободного охлаждения» (free cooling), консолидация серверов и технологии виртуализации, линейаризованное управление

нагрузкой на вычислительную технику и систем охлаждения, интеграция возобновляемых источников энергии и систем рекуперации бросового тепла.

Первый подход предполагает использование более холодной естественной среды (наружный воздух, вода из водоемов или грунта) для охлаждения информационного технологического оборудования, вместо энергоёмких компрессорных чиллеров, при этом система автоматически переключается между режимами free cooling и «традиционного» механического охлаждения в зависимости от температуры наружной среды [12].

Второй метод предполагает размещение нескольких виртуальных машин на меньшем количестве физического оборудования при помощи технологий виртуализации, с целью отключения простаивающего серверного оборудования и повышения коэффициента полезного использования ИТО [13].

В третьем случае предлагается использование адаптивных алгоритмов управления и оптимизационных моделей для уменьшения потребления электроэнергии на системы охлаждения, в зависимости от рабочих нагрузок и температурных условий в режиме реального времени [14].

Способы повышения энергоэффективности центров обработки: использование «свободного охлаждения» (free cooling), консолидация серверов и технологии виртуализации, линейаризованное управление нагрузкой на вычислительную технику и систем охлаждения, интеграция ВИЭ и систем рекуперации бросового тепла

Четвёртое направление предлагает интеграцию гибридной системы электропитания с включением возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ) и использование систем возврата тепла, выделяемого в ходе функционирования ИТО, например, посредством теплового насоса [15].

Изложенные выше методы фокусируются на повышении эффективности отдельных компонентов и процессов, не учитывая разнородность типов нагрузки на ИТО, их динамический профиль и качество обрабатываемых данных. Целью данной работы является анализ качественных характеристик обрабатываемой информации с учётом разнородных типов нагрузки, оказывающих дифференцированное влияние на производительность и энергоэффективность информационно-технологического оборудования и климатических систем жизнеобеспечения.

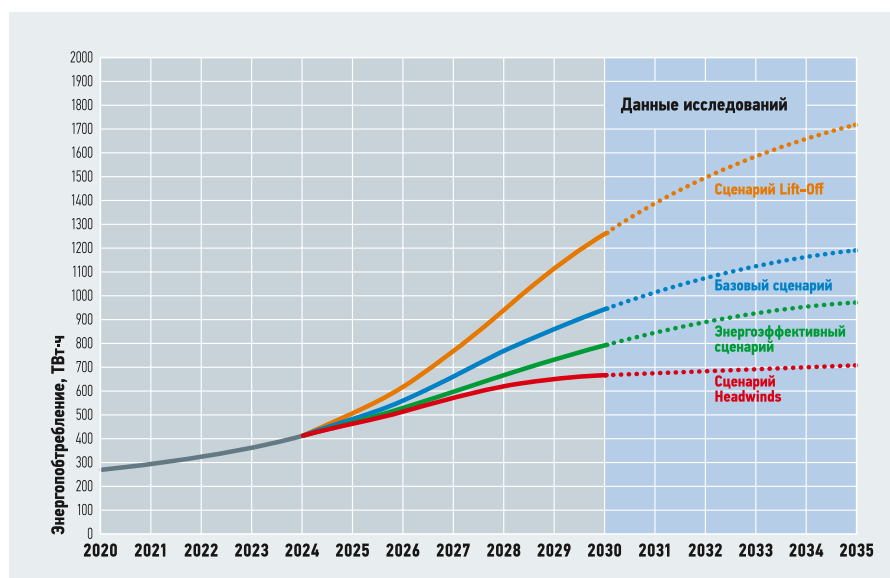


Рис. 2. Глобальное энергопотребление центров обработки данных (в разбивке по степени чувствительности) с 2020 по 2035 годы [10]

:: Классификация вычислительных нагрузок по доминирующему типу вычислительных операций и нагрузки

табл. 1

№	Тип вычислительной нагрузки	Доминирующий тип вычислительной операции	Лимитирующий аппаратный ресурс	Основные характеристики	Пример
1	CPU-intensive	Арифметико-логические операции, операции управления потоком выполнения, последовательная и многопоточная обработка инструкций	Система центральных процессоров	Производительность определяется тактовой частотой, количеством ядер, микроархитектурой процессора, эффективностью распараллеливания и использованием векторных инструкций	Компиляция программного кода, криптографические вычисления, численное моделирование, символьные вычисления, обработка транзакций
2	GPU-intensive	Матрично-векторные, тензорные и иные высоко параллельные операции	Система графических процессоров или специализированных ускорителей	Характеризуются высокой степенью параллелизма, значительной нагрузкой CUDA (тензорных ядер), зависимостью от пропускной способности видеопамати и эффективности специализированных библиотек	Обучение нейронных сетей, инференс моделей ИИ, обработка изображений и видео, задачи линейной алгебры большого масштаба, моделирование на ускорителях
3	Memory-bound	Операции чтения, записи и перемещения данных между уровнями памяти, частые обращения к RAM и cache-памяти	Подсистемы оперативной памяти и кэш-памяти	Производительность ограничивается пропускной способностью памяти, латентностью доступа к данным и эффективностью локальности данных	Обработка больших массивов данных, графовые алгоритмы, аналитические задачи с нерегулярным доступом к памяти, сортировка и поиск в крупных структурах данных
4	I/O-intensive	Операции чтения и записи данных на устройства хранения, обращения к файловой системе и внешним накопителям	Подсистемы ввода-вывода и хранения данных	Существенная часть времени расходуется на операции обмена с накопителями. Критично IOPS, пропускная способность интерфейсов и задержки доступа	Резервное копирование, архивирование, файловый обмен, журналирование, работа с базами данных, обработка больших файловых массивов
5	Network-bound	Операции передачи данных между вычислительными узлами, сетевые запросы и обмен сообщениями	Сетевая инфраструктура и сетевые интерфейсы	Производительность определяется пропускной способностью канала, сетевой задержкой, числом сетевых взаимодействий и эффективностью протоколов передачи данных	Распределённые вычисления, микросервисные приложения, облачные сервисы, удалённое хранение данных, потоковая передача информации, межузловая синхронизация

* Составлено авторами на основе обобщения подходов к профилированию вычислительных нагрузок и идентификации лимитирующих аппаратных ресурсов.

Классификация типов нагрузок информационно-технологического оборудования

Для комплексного анализа взаимосвязи энергопотребления с последующим тепловыделением ИТО, в зависимости от обрабатываемых вычислительных задач, необходимо классифицировать типы вычислительных нагрузок по нескольким базовым критериям:

1. Доминирующий тип вычислительной операции, под которым следует понимать класс элементарных или составных операций, преобладающих в структуре вычислительного процесса и определяющих характер использования аппаратных ресурсов вычислительной системы. Именно данный тип операций в наибольшей степени влияет на производительность, энергопотребление и связанное с ним тепловыделение оборудования.

2. Доминирующий тип вычислительной нагрузки, под которым, в свою очередь, следует понимать определённый профиль функционирования вычислительной системы, при котором насыщение определённого аппаратного ресурса наступает раньше других и именно этот ресурс становится лимитирующим фактором, задающим предельные значения быстродействия, времени отклика, пропускной способности, энергопотребления и тепловыделения.

Таким образом, доминирующий тип вычислительной операции характеризует преобладающий вид выполняемых действий, тогда как доминирующий тип нагрузки отражает, какой именно ресурс системы оказывается критическим при

реализации данного вычислительного процесса. Классификация по доминирующему типу вычислительной операции и соответствующему доминирующему типу нагрузки может быть представлена в виде табл. 1 [16].

В действующих вычислительных системах отдельная задача может последовательно переходить из одного класса в другой, в зависимости от стадии выполнения, что требует учёта динамического характера профиля нагрузки при анализе энергопотребления и тепловых режимов [17].

С точки зрения временной динамики вычислительные операции и нагрузки различаются по характеру изменения интенсивности во времени, что служит основополагающим фактором для анализа нестационарного энергопотребления и прогнозирования тепловых режимов систем микроклимата ЦОД.

По временной динамике вычислительные нагрузки целесообразно подразделять на стационарные, импульсные, периодические и стохастические:

1. Стационарные нагрузки характеризуются относительно стабильным уровнем потребления вычислительных ресурсов во времени и, как правило, соответствуют сервисам с равномерным трафиком и предсказуемым режимом функционирования.

2. Импульсные нагрузки отличаются наличием кратковременных, но выраженных пиков активности, которые приводят к резкому увеличению энергопотребления и локальным тепловым скачкам.

3. Периодические нагрузки проявляются в виде регулярно повторяющихся циклов активности, формируемых суточными,

недельными или иными временными интервалами, что характерно, в частности, для систем бизнес-аналитики, пакетной обработки данных и регламентных вычислений.

4. Стохастические нагрузки характеризуются случайным и трудно прогнозируемым изменением интенсивности во времени, что типично для облачных сред, публичных цифровых сервисов и многопользовательских распределённых платформ.

По степени приоритетности вычислительные нагрузки подразделяются на критические, приоритетные, фоновые и тестовые:

1. Критические нагрузки (latency-critical) включают процессы, для которых нарушение временных параметров выполнения, снижение доступности или потеря данных являются недопустимыми, поскольку могут привести к отказу ключевых сервисов, нарушению устойчивости функционирования системы или существенным эксплуатационным потерям.

2. Приоритетные нагрузки (best-effort/batch) охватывают задачи, имеющие высокую практическую значимость и требующие главным образом выделения вычислительных ресурсов, однако допускающие ограниченное снижение производительности без перехода системы в критическое состояние.

3. Фоновые нагрузки (production/non-production) представляют собой процессы, выполнение которых не требует немедленной обработки и может осуществляться с пониженным приоритетом, без существенного влияния на функционирование основных сервисов.

4. Тестовые нагрузки (*development/test workloads*) связаны с задачами проверки, отладки, моделирования и экспериментальной оценки программно-аппаратных средств и, как правило, реализуются в целях контроля работоспособности, верификации характеристик или анализа устойчивости системы.

По степени параллелизма вычислительные нагрузки подразделяются на последовательные, многопоточные и массово-параллельные, что позволяет оценить характер распределения вычислений между доступными аппаратными ресурсами и потенциал масштабирования вычислительного процесса. Данная классификация представлена в табл. 2.

По энергетическому профилю вычислительные нагрузки можно классифицировать на линейные, нелинейные и термоинерционные, что позволит учитывать характер зависимости потребляемой мощности и теплового отклика оборудования от уровня (кластера) и динамики вычислительной активности:

1. Линейные нагрузки характеризуются приблизительно пропорциональной зависимостью энергопотребления от уровня вычислительной загрузки. При увеличении интенсивности обработки данных потребляемая электрическая мощность возрастает относительно равномерно, без выраженных скачков и пороговых эффектов. Нагрузки данного типа удобны для прогнозирования, поскольку их энергетический профиль допускает сравнительно простую аппроксимацию линейными моделями.

2. Нелинейные нагрузки характеризуются непропорциональным изменением энергопотребления при росте вычислительной активности. Для них типично наличие участков ускоренного увеличения потребляемой мощности, связанных с переходом оборудования в иные режимы функционирования, изменением тактовой частоты, напряжения питания, степени загрузки вычислительных компонентов или активацией дополнительных аппаратных ресурсов. Вследствие этого даже умеренное увеличение нагрузки может сопровождаться существенно более значительным ростом энергопотребления и тепловыделения.

3. Термоинерционные нагрузки характеризуются тем, что тепловой отклик вычислительного оборудования запаздывает относительно изменения вычислительной нагрузки и потребляемой мощности. В данном случае рост или снижение температуры элементов системы происходит не мгновенно, а с определённой временной задержкой, обусловленной тепловой

❖ Классификация вычислительных нагрузок на ИТО по степени параллелизма

табл. 2

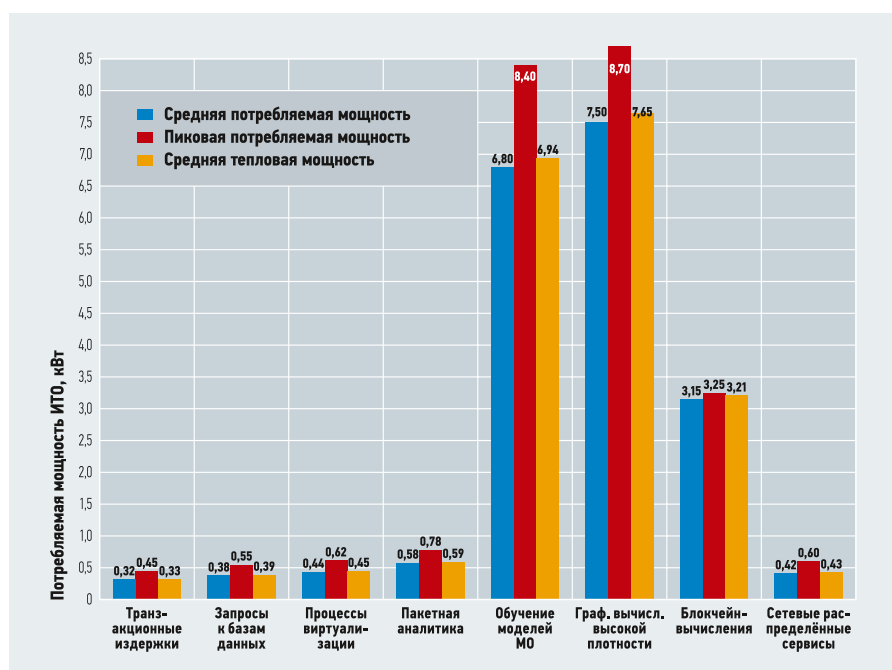
Тип вычислительной нагрузки	Характеристика выполняемого процесса	Пример процессов
Последовательный	Низкий уровень параллелизма, при котором вычислительный процесс реализуется преимущественно в виде последовательно выполняемых операций	Элементарные алгоритмы последовательной обработки, однопоточные служебные процессы, отдельные транзакционные операции
Многопоточный	Выполнение задач в виде нескольких параллельно исполняемых потоков, распределяемых между ядрами центрального процессора	Серверные приложения, параллельная обработка данных на системах CPU, многопоточные вычислительные библиотеки
Массово-параллельный	Высокий уровень параллелизма, при котором вычислительный процесс распределяется между большим числом одновременно работающих потоков или вычислительных элементов	Обучение нейронных сетей, обработка графики, моделирование на системах GPU, высокопроизводительные кластерные вычисления

ёмкостью материалов, конструктивными особенностями оборудования и инерционностью систем охлаждения. Учёт данного типа нагрузок является базисным при анализе нестационарных режимов работы ЦОД, поскольку мгновенные изменения энергопотребления не всегда непосредственно отражаются в текущем тепловом состоянии оборудования.

Необходимо сделать акцент на том, что в действующих вычислительных системах энергетический профиль нагрузки может сочетать признаки нескольких классов, вследствие чего его идентификация требует учёта как электрических, так и тепловых параметров оборудования. Следует подчеркнуть существенную вариабельность энергопотребления ИТО и последующие тепловыделения в зависимости от типа или класса вычислительной нагрузки.

Согласно актуальным исследованиям [18–21], наиболее энергоёмкими вычислительными операциями является глубокое машинное обучение (Deep Learning, DL)

нейронных сетей на ускорителях класса NVIDIA H100, нормированное энергопотребление которых составляет порядка 0,018–0,024 Вт на CUDA-ядро в энергоэффективной области режимов и до 0,041 Вт на CUDA-ядро в верхней границе рабочего power budget. Для криптографических вычислений класса SHA-256, применяемых в вычислительных задачах майнинга, по данным многоканальной FPGA-реализации, характерны значения порядка 0,031–0,042 Вт на одно SHA-256 core. В свою очередь, для задач обработки статических изображений при выполнении инференса на GPU класса NVIDIA RTX 3070 нормированное энергопотребление составляет порядка 0,006–0,009 Вт на CUDA-ядро на ResNet-50 и MobileNetV2, в зависимости от программного стека и размера пакета, как демонстрируют исследования [18, 22, 23]. Следовательно, можно констатировать наличие зависимости потребления энергии с последующим тепловыделением от вида нагрузки на ИТО (рис. 3).



❖ Рис. 3. Сравнительная диаграмма среднего энергопотребления и средней тепловой мощности ИТО для различных классов вычислительных нагрузок

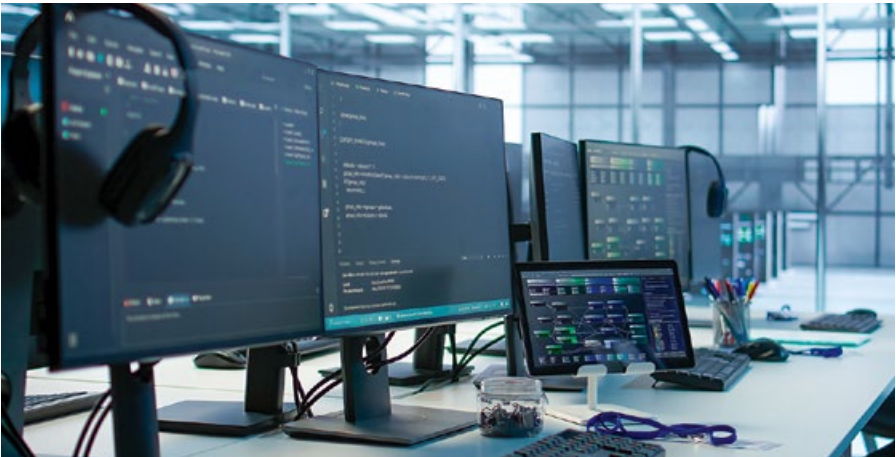
Приведённые значения носят демонстрационный характер и предназначены для сравнительного анализа энергетического и теплового профиля различных типов вычислительных нагрузок при использовании репрезентативных аппаратных платформ, указанных в табл. 3.

С целью обеспечения методологической определённости предлагается классифицировать вычислительные нагрузки по тепловыделению, основываясь на величине и временной структуре теплового потока, формируемого ИТО в процессе обработки вычислительных задач.

:: Репрезентативные аппаратные платформы для сравнительного анализа энергетического и теплового профиля типов вычислительных нагрузок

табл. 3

№	Тип вычислительной нагрузки	Репрезентативная аппаратная платформа
1	Транзакционные нагрузки	2-socket CPU server
2	Запросы к базам данных	2-socket CPU server + NVMe
3	Виртуализация	2-socket hypervisor host
4	Пакетная аналитика	2-socket scale-out analytics node
5	Обучение моделей машинного обучения	8×H100 GPU node
6	GPU-вычисления высокой плотности	8×H100 GPU node
7	PoW-блокчейн-вычисления	1 ASIC mining rig
8	Сетевые распределённые сервисы	2-socket microservice host



В отличие от указанных выше классификаций, опирающихся на тип вычислительных операций или характер использования аппаратных ресурсов, данный подход ориентирован на тепловой эффект от вычислительной нагрузки, как на непосредственно ключевой параметр для анализа энергетической эффективности и управления климатическими системами жизнеобеспечения ЦОД. В качестве классификационных признаков целесообразно использовать среднюю тепловую мощность, пиковую тепловую мощность, локальную плотность тепловыделения, скорость изменения температуры во времени, а также наличие или отсутствие выраженных тепловых циклов.

С учётом указанных классификационных признаков вычислительные нагрузки предлагается подразделять на низкотепловыделяющие, умеренно тепловыделяющие, высокотепловыделяющие, пиково-теповыделяющие и термоциклические:

1. Низкотепловыделяющими предлагается считать нагрузки, при которых формируемая тепловая мощность остаётся на сравнительно низком уровне, не приводит к существенному отклонению температурных параметров оборудования от стационарного режима и не вызывает образования локальных зон перегрева. Для данного класса характерны малые значе-

ния средней и пиковой тепловой мощности, а также низкая скорость изменения температуры во времени. К данному типу могут быть отнесены фоновые служебные процессы, задачи мониторинга, малонагруженные прикладные сервисы и иные режимы, при которых тепловое воздействие на инженерную инфраструктуру ЦОД является незначительным.

2. Умеренно тепловыделяющими предлагается считать нагрузки, для которых характерен устойчивый средний уровень тепловыделения без резких температурных скачков и без быстрого достижения критических температурных ограничений. В условиях данного режима тепловое состояние ИТО изменяется ожидаемо и может быть описано в рамках квазистационарного приближения. К указанному классу можно относить типовые серверные приложения, транзакционные системы, регулярную пакетную обработку и иные вычислительные процессы, формирующие стабильный и управляемый тепловой профиль.

3. Высокотепловыделяющими предлагается считать нагрузки, характеризующиеся значительной средней тепловой мощностью, высокой плотностью тепловыделения и устойчивой тенденцией к росту температуры вычислительных компонентов при продолжительном функциониро-

вании. Для данного класса ожидаемо приближение к температурным ограничениям оборудования, увеличение нагрузки на подсистемы охлаждения и повышение вероятности перехода вычислительных узлов в режимы температурного ограничения производительности. К этому типу относятся высокопроизводительные вычисления, интенсивные задачи CPU и GPU, функционирование моделей машинного обучения, масштабные матричные вычисления и иные режимы, сопровождающиеся длительным высоким тепловыделением.

4. Пиково-теповыделяющими предлагается считать нагрузки, для которых определяющим признаком является кратковременно-динамичное, но существенное увеличение тепловой мощности, сопровождающееся высокой скоростью роста температуры и возможным формированием локальных точек тепловых перегрузок. В отличие от высокотепловыделяющих нагрузок, в этом случае критическое значение имеет не столько средний уровень тепловыделения, сколько наличие выраженных кратковременных тепловых максимумов. Такой тип нагрузки в контексте управления трафиком Quality of Service (QoS) характерен для burst-сценариев, кратковременных фаз интенсивной обработки данных, резких всплесков пользовательской активности и иных переходных режимов, при которых тепловой отклик системы имеет ярко выраженный нестационарный характер.

5. Термоциклическими предлагается считать нагрузки, вызывающие повторяющееся чередование фаз нагрева и охлаждения оборудования вследствие периодического или нерегулярного изменения интенсивности вычислений. Существенным признаком данного класса является не только величина тепловыделения, но и сам факт многократного повторения температурных циклов, способных оказывать влияние на эксплуатационные характеристики аппаратных компонентов.

К этому классу могут быть отнесены периодические аналитические задачи, регламентные вычисления, волнообразные облачные нагрузки и иные сценарии, при которых температурный режим оборудования изменяется циклически.

Вышеописанная классификация вычислительных нагрузок на ИТО по уровню тепловыделения носит аналитико-теоретический характер и используется в настоящем исследовании для установления взаимосвязи между профилем вычислительной нагрузки, тепловым состоянием информационно-технологического оборудования и режимами функционирования систем обеспечения параметров микроклимата ЦОД. При этом классы, основанные на уровне тепловыделения оборудования, и классы, базирующиеся на его временных характеристиках, имеют возможность частично пересекаться и образовывать определённые комбинированные категории.

Качество обрабатываемых данных ИТО, метрики энергоэффективности

Текущие исследования [24, 25] демонстрируют, что энергопотребление ИТО обуславливается не только типом вычислительной нагрузки, но и качеством обрабатываемых данных, показывая весомую корреляцию между качеством данных и энергетическими затратами. Наличие шумов, дублирующихся и устаревших, некорректных форматов и иных дефектов данных приводит к росту вычислительных затрат на их очистку и преобразование, увеличивает интенсивность операций хранения и ввода-вывода, а также может повышать сетевые издержки вследствие повторной передачи данных.

Согласно рекомендациям Google Cloud, указанным в отчёте по устойчивой архитектуре [24], решения, связанные с качеством, объёмом и размещением данных, способны существенно влиять на энергопотребление цифровой инфраструктуры. При этом низкокачественные, дублирующиеся и устаревшие данные не только занимают избыточные ресурсы хранения, но и приводят к дополнительному энергопотреблению при их последующем использовании в аналитике и обучении моделей искусственного интеллекта. В обзорах по энергоэффективной инженерии данных также отмечается [25], что вычислительно ёмкие операции очистки и преобразования данных, избыточные трансформации, неэффективные форматы хранения, повторные чтения с диска и чрезмерные операции ввода-вывода относятся к числу основных источников роста энергозатрат в пайплайнах обработки данных.

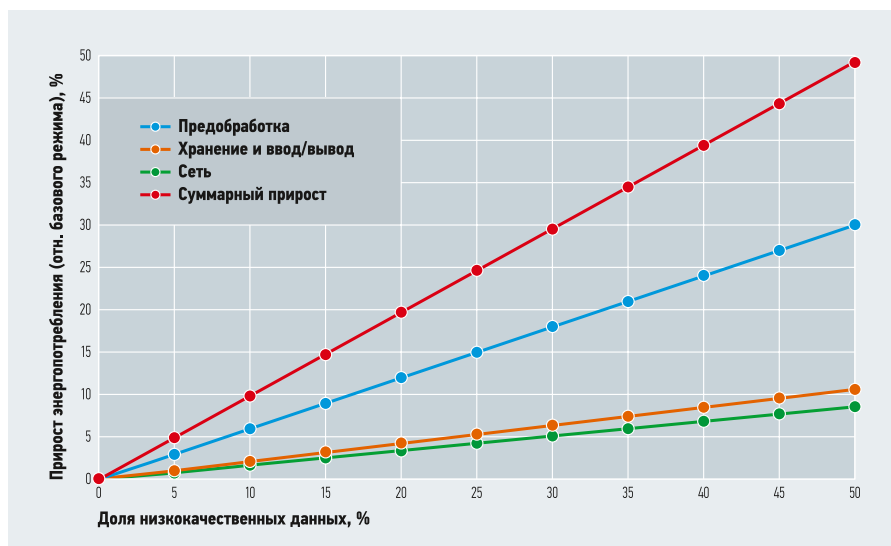


Рис. 4. Зависимость относительного прироста энергопотребления вычислительной системы от доли низкокачественных данных при выполнении различных операций

Кроме того, в сетевых системах потери пакетов и необходимость повторной передачи данных сопровождаются дополнительными энергетическими затратами, а их величина определяется параметрами трафика, характеристиками передачи и архитектурой вычислительной среды ИТО [26, 27].

На основании вышеизложенного на рис. 4 представлен график, иллюстрирующий зависимость относительного прироста энергопотребления от доли низкокачественных данных с разделным учётом вклада дополнительной предобработки, хранения и операций ввода-вывода, а также сетевой передачи.

Построение зависимостей выполнено методом линейной интерполяции между значением энергопотребления в режиме холостого хода и экспериментально-исследовательском режиме, зафиксированном опорными значениями. Для компо-

нентов предобработки использована прокси-оценка порядка 30 %, полученная на основании данных [28], где уменьшение доли обучающих данных сопровождалось снижением энергопотребления примерно на 20–41 % в зависимости от аппаратной конфигурации и режима обучения.

Суммарная зависимость представляет собой аддитивную агрегацию указанных компонентов, данная агрегация не является результатом единого натурного эксперимента и не учитывает потенциальные нелинейные эффекты взаимодействия компонентов.

Следовательно, качество информации в контексте функционирования центров обработки данных представляет собой многомерную метрику, связанную с надёжностью процессов обработки, передачи и хранения данных, влияющей в том числе на энергетический и, как следствие, тепловой баланс дата-центров.





В прикладной литературе качество данных и информации обычно характеризуется определёнными атрибутивными понятиями, такими как точность, полнота, своевременность, согласованность, контекстуальность и интерпретируемость [29]. Вместе с тем в рамках концепции [30] используется иная совокупность измерений, таких как информационные качества, включающие разрешающую способность данных, структуру данных, интеграцию данных, временную релевантность, экстраполируемость, хронологическую согласованность данных и цели, гранулярность, формализацию конструкта и коммуникацию. Параметр гранулярности может включать в себя многоуровневую детализацию данных об энергетических показателях: общую потребляемую мощность стойки, энергопотребление каждого сервера, энергетические затраты каждого компонента сервера (CPU, RAM, системы хранения и т.д.).

Использование взвешенной аддитивной свёртки предполагает сопоставимость и предварительную нормировку частных атрибутивных показателей качества, а также допускает частичную компенсацию снижения одних параметров качества повышением других.

На данный момент в качестве ключевого (общепринятого) метрического инструмента для оценки эффективности оптимизации энергопотребления ЦОД используется коэффициент Power Usage Effectiveness (PUE), отражающий отношение общей потребляемой энергии к энергопотреблению ИТ-оборудования [31].

В дополнение к PUE существует обратный показатель Data Center Infrastructure Efficiency (DCIE), определяемый как отношение энергопотребления ИТО к общему потреблению энергии дата-центра [31]. Данный параметр упоминается в международных экологических стандартах, например, в международной рейтинговой

системе «зелёного» строительства Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) [31], и применяется для оценки эффективности функционирования систем охлаждения.

Для проведения более детального анализа эффективности систем охлаждения на уровне отдельных серверных стоек используется Rack Cooling Index (RCI), имеющий две метрики оценивания — по максимальной (HI) и минимальной (LO) температурам, определяемых по следующим формулам [32]:

$$RCI_{(HI)} = \left(1 - \frac{t_{\max} - t_{\text{rec}}}{t_{\max} - t_{\text{sup}}} \right) \times 100 \% ; \quad (1)$$

$$RCI_{(LO)} = \left(1 - \frac{t_{\max} - t_{\text{rec}}}{t_{\max} - t_{\text{sup}}} \right) \times 100 \% , \quad (2)$$

где $t_{\max}$ и $t_{\min}$ — максимально и минимально допустимые температуры согласно паспортным данным, °C; t_{rec} — фактическая температура на входе в стойку, °C; t_{sup} — температура подаваемого холодного воздуха, °C.

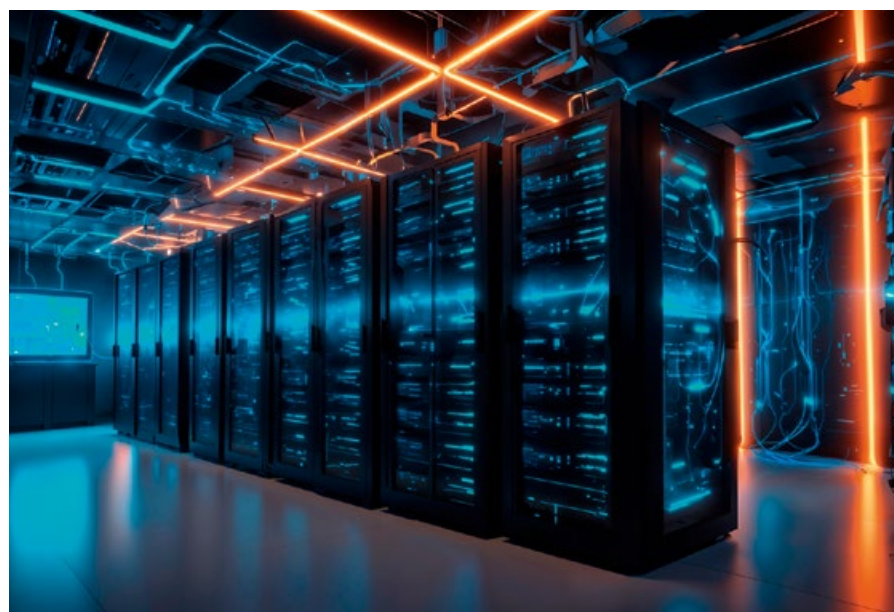
Выявленная взаимосвязь между типами информационных нагрузок, качественными характеристиками обрабатываемой информации и энергопотреблением ИТО формирует методологическую основу для построения подхода, в рамках которого информационная энтропия рассматривается как количественная мера состояния и структуры обрабатываемых данных [33], а качество информации — как совокупность расчётных показателей её релевантности и пригодности для последующей обработки.

Теоретическим основанием данного подхода выступает энтропия Клода Элвуда Шеннона [33], выражаемая формулой:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2(P_i), \quad (3)$$

где $H(x)$ — энтропия системы; P_i — вероятность i -го события или символа; n — число возможных событий.

Энтропия Шеннона характеризует степень неопределённости, структурной неоднородности и вариативности информационного потока. В условиях функционирования ЦОД увеличение энтропии обрабатываемых данных может быть интерпретировано как признак возрастания информационной сложности, сопровождающейся расширением множества возможных состояний системы и, как следствие, увеличением объёма операций сортировки, фильтрации, декодирования, преобразования, верификации, передачи и повторной обработки данных. Это приводит к росту загрузки вычислительных ядер, подсистем памяти, хранения и сете-





вого взаимодействия, что обуславливает увеличение потребляемой электрической мощности ИТО. Поскольку в установившемся режиме потребляемая электроэнергия в конечном счёте рассеивается в форме тепла, рост вычислительной ак-

тивности, связанный с обработкой более энтропийно насыщенных и менее качественных данных, закономерно сопровождается увеличением тепловыделения и усилением нагрузки на системы обеспечения параметров микроклимата ЦОД.

Дополнительное теоретическое обоснование указанной связи обеспечивается принципом Рольфа Ландауэра [34], в соответствии с которым логически необратимые операции обработки информации, прежде всего стирание и перезапись данных, обладают фундаментально обусловленной энергетической ценой.

Следовательно, информационная энтропия и интегральные показатели качества данных могут быть использованы в качестве расчётных предикторов изменения вычислительной активности, энергопотребления ИТО и связанного с ним теплового потока. Это создаёт методологическую основу для формирования подхода, заключающегося в динамической адаптации систем жизнеобеспечения ЦОД к изменяющимся параметрам информационных потоков, обеспечивая снижение энергопотребления за счёт более рационального распределения вычислительных ресурсов, сокращения избыточной обработки данных и повышения эффективности управления тепловым режимом ЦОД, исключая точки локального перегрева или переохлаждения. ●

1. Wang R.Y., Strong D.M. Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*. 1996. Vol. 12. Issue 4. Pp. 5–34.
2. Moore J., Chase J., Farkas K., Ranganathan P. Data center workload monitoring, analysis, and emulation. Eighth Workshop on Computer Architecture Evaluation using Commercial Workloads (CAECW-2005). February 2005. Pp. 1–8.
3. Versluis L., Cetin M., Greeven C., Laursen K., Podareanu D., Codreanu V., Uta A., Iosup A. A holistic analysis of datacenter operations: Resource usage, energy, and workload characterization — extended technical report. *arXiv* (preprint). Sub. on July 5, 2021. No. 2107. Art. 11832.
4. Гаджиев Г. Инструменты энергоэффективности ЦОД // Век качества. 2012. №1–2. С. 62–66.
5. Masanet E., Shehabi A., Lei N., Smith S.J., Koomey J. Re-calibrating global data center energy-use estimates. *Science*. 2020. Vol. 367. Issue 6481. Pp. 984–986.
6. Shehabi A., Smith S.J., Sartor D.A., Brown R.E., Herrlin M., Koomey J.G., Masanet E., Horner N., Azevedo I.L., Lintner W. United States data center energy usage report 2026. Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Berkeley, CA, USA. 2016. 76 p.
7. Shehabi A., Smith S.J. Data center growth in the United States: Decoupling the demand for services from electricity use. *Environmental Research Letters*. 2018. Vol. 13. Issue 12. Art. 124030.
8. Koomey J.G. Worldwide electricity used in data centers. *Environmental research letters*. 2008. Vol. 3. Issue 3. Art. 034008.
9. Andrae A.S.G. Projecting the chiaroscuro of the electricity use of communication and computing from 2018 to 2030. *ResearchGate* (preprint). 2019. 22 p.
10. Electricity 2024. Analysis and forecast to 2026. International Energy Agency (IEA). Paris, France. January 2024. 170 p.
11. Jamal H.M., Chaudhry T.M., Tahir U., Rustam F., Hur S., Ashraf I. Hotspot-aware workload scheduling and server placement for heterogeneous cloud data centers. *MDPI Energies*. 2022. Vol. 15. Issue 7. Art. 2541.
12. Zhang Y., Wei Zh., Zhang M. Free cooling technologies for data centers: energy saving mechanism and applications. *Energy Procedia*. 2017. Vol. 143. Pp. 410–415.
13. Varasteh A., Goudarzi M. Server consolidation techniques in virtualized data centers: A survey. *IEEE Systems Journal*. 2015. Vol. 11. Issue 2. Pp. 772–783.
14. Rostami S., Down D.G., Karakostas G. Linearized data center workload and cooling management. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2024. Vol. 22. Pp. 3502–3514.
15. Zhou Ch., Hu Y., Liu R., Liu Y., Wang M., Luo H., Tian Zh. Energy performance study of a data center combined cooling system integrated with heat storage and waste heat recovery system. *MDPI Buildings*. 2025. Vol. 15. Issue 3. Art. 326.
16. Beloglazov A. Energy-efficient management of virtual machines in data centers for cloud computing. PhD thesis. The Department of Computing and Information Systems, University of Melbourne. Melbourne, Australia. February 27, 2013. 235 p.
17. ASHRAE TC 9.9. Thermal guidelines for data processing environments. Fifth Edition. ASHRAE. Atlanta Georgia, USA. 2021.
18. Mayr M., Wind S., Schröder L., Hager G., Köstler H., Wellein G. AI application benchmarking: Power-aware performance analysis for vision and language models. *arXiv* (preprint). Sub. on March 17, 2026. 12 p.
19. Latif I., Newkirk A.C., Carbone M.R., Munir A., Lin Y., Koomey J., Yu Xi, Dong Zh. Empirical measurements of AI training power demand on a GPU-accelerated node. *arXiv* (preprint). Sub. on December 11, 2024. 7 p.
20. Santos Jr. C.E.B., da Silva L.M.D., Torquato M.F., Silva S.N., Fernandes M.A.C. Secure Hash Algorithm 256 (SHA-256) hardware proposal for IoT devices in the blockchain context. *MDPI Sensors*. 2024. Vol. 24. Issue 12. Art. 3908.
21. Fong L.Y., Sadiq Sh., Ab Rahman Ab Al-H., Zabidi M.M.A., Syafiq M.U. Power-Efficient ASIC Implementation of Double SHA-256 for Proof of Work Mining. *Elektrika — Journal of Electrical Engineering*. 2025. Vol. 24. Issue 1. Pp. 41–46.
22. Alizadeh N., Castor F. Green AI: A preliminary empirical study on energy consumption in DL models across different runtime infrastructures. *Proc. of the IEEE/ACM 3rd International Conference on AI Engineering-Software Engineering for AI (CAIN-2024)*. 2024. Pp. 134–139.
23. NVIDIA Hopper architecture in-depth. NVIDIA Developer: Technical Blog. Web-source: developer.nvidia.com. Access date: March 12, 2026.
24. The energy cost of bad data in cloud systems. Technical Report (2023). Google Cloud. Web-source: cloud.google.com. Access date: March 25, 2026.
25. Arul K. Energy-efficient data engineering practices for big data workloads in cloud infrastructure. *Journal of Current Science Research and Review*. 2023. Vol. 1. Issue 3. Pp. 158–178.
26. Ju M., Kim H., Kim S. Network delay-aware energy management for mobile systems. *Proc. of the 2016 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE-2016)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 2016. Pp. 157–162.
27. Maudet S., Andrieux G., Chevillon R., Douris J.-F. Refined node energy consumption modeling in a LoRa-WAN network. *MDPI Sensors*. 2021. Vol. 21. Art. 6398.
28. Ariyanti S., Suryanegara M., Arifin A.S., Nurwidya A.I., Hayati N. Trade-off between energy consumption and three configuration parameters in artificial intelligence (AI) training: Lessons for environmental policy. *MDPI Sustainability*. 2025. Vol. 17. Issue 12. Art. 5359.
29. Wand Y., Wang R.Y. Anchoring data quality dimensions in ontological foundations. *Communications of the Association for Computing Machinery (ACM)*. 1996. Vol. 39. Issue 11. Pp. 86–95.
30. Kenett R.S., Shmueli G. On information quality. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*. 2014. Vol. 177. Issue 1. Pp. 3–38.
31. ISO/IEC 30134-2:2016 Revised. Information technology — Data centers — Key performance indicators — Part 2: Power usage effectiveness (PUE). International Electrotechnical Commission (IEC); International Organization for Standardization (ISO). Geneva, Switzerland. April 2016. 25 p.
32. LEED v4.1. U.S. Green Building Council. Washington, DC, USA. Web-source: usgbc.org. Access date: March 23, 2026.
33. Носовец А.А., Никитин А.А. Информационная энтропия как инструмент повышения энергоэффективности центров обработки данных / Инженерия сегодня. Проблемы, тенденции, перспективы: Мат. Всерос. науч.-практ. интернет-конф. (12.02.2025, Донецк). — Донецк: ДОННУЭТ, 2025. С. 63–67.
34. Bérut A., Arakelyan A., Petrosyan A., Ciliberto S., Dillenschneider R., Lutz E. Experimental verification of Landauer's principle linking information and thermodynamics. *Nature Publishing Group*. 2012. Vol. 483. Issue 7388. Pp. 187–189.

References — see page 78.

Влияние стак-эффекта на систему противодымной вентиляции в многоэтажных жилых зданиях

Рецензия эксперта на статью получена
29.04.2026 [The expert review of the article
was received on April 29, 2026]

С увеличением этажности зданий значительно изменились подходы к организации путей эвакуации и обусловленных ими объёмно-планировочных решений. Значительная часть пользователей здания в России живёт в многоэтажных и высотных зданиях различных планировок.

Год постройки в рамках данного исследования имеет определяющую роль, поскольку с интенсивностью развития строительства значительно ужесточались требования к архитектурно-строительным решениям, общим показателям герметичности элементов здания и мероприятиям по защите здания от негативного влияния стак-эффекта. За последние 20 лет почти все строящиеся объекты жилого, общественного и административного назначения оснащены системами противодымной вентиляции. Как следствие, на объектах организованы защищаемые объёмы и помещения, разработаны пути эвакуации, использованы эвакуационные двери в противопожарном и дымогазонепроницаемом исполнении, а входные группы, подземные и надземные этажи здания оборудованы тамбурами для дополнительного шлюзования.

Работа систем противодымной вентиляции непосредственно зависит от разработанного решения по поддержанию требуемых рабочих параметров. Одним из основных аспектов, влияющих на надёжность работы систем, является напорная характеристика вентилятора. При подборе оборудования выполняется аэродинамический расчёт вентиляционной сети и суммируется с расчётным значением гидростатического давления при образовании стак-эффекта. Данная величина

может существенно меняться в зависимости от высоты здания и, как следствие, определять рабочую точку при подборе вентилятора. Рассмотрим подбор вентилятора приточной противодымной вентиляции на типовое значение расчётного расхода для вентиляционной сети на 500 Па без учёта стак-эффекта и на ту же сеть с учётом образованного стак-эффекта на 200 Па (рис. 1).

За последние 20 лет почти все строящиеся объекты жилого, общественного и административного назначения оснащены системами противодымной вентиляции. Как следствие, на объектах организованы защищаемые объёмы и помещения, разработаны пути эвакуации, использованы эвакуационные двери в противопожарном и дымогазонепроницаемом исполнении, а входные группы, подземные и надземные этажи здания оборудованы тамбурами для дополнительного шлюзования

На представленном примере видна разница по производительности одного и того же вентилятора, который преодолевает аэродинамическое сопротивление сети с учётом стак-эффекта и без него. Разница в расходе составляет более 5000 м³/ч, что может негативно повлиять на режим эвакуации людей и создать недопустимый перепад давления на эвакуационной двери (более 150 Па).

УДК 697.922. Научная специальность: 2.1.3.

Влияние стак-эффекта на противодымную систему вентиляции в многоэтажных жилых зданиях

Алексей Владимирович Бусахин, к.т.н., доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), председатель правления НП «ИСЗС-Монтаж», эксперт ТК 465, ТК 400, ТК061; **Георгий Андреевич Савенко**, преподаватель, НИУ МГСУ, инженер ООО «ППФ АК» (г. Москва), аттестованный специалист НП «АВОК» и «НО-ПРИЗ»; **Игорь Витальевич Залавский**, бакалавр, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, НИУ МГСУ, инженер ООО «D2Design»

Работа систем противодымной вентиляции — один из самых сложных и малоизученных разделов вентиляции. Основная проблема заключается в том, что невозможно с высокой долей точности спрогнозировать развитие пожара для случайного здания, этажа и помещения. Это приводит к необходимости рассмотрения рабочих параметров в условиях максимальной неблагоприятной сценария развития пожара. Одним из факторов, учитываемых при проектировании систем противодымной защиты, в частности, подачи воздуха в защищаемый объём незадымляемой лестничной клетки, является нивелирование негативного влияния стак-эффекта. Попробуем разобраться, насколько сильное влияние оказывает стак-эффект при современных планировках зданий.

Ключевые слова: пожар, противодымная вентиляция, система приточной противодымной вентиляции, стак-эффект, эффект тяги, жилой дом, многоэтажный дом, тамбур-шлюз.

UDC 697.922. Scientific specialty number: 2.1.3.

Methods for optimizing air supply schemes to the protected volume of a stairwell

Alexey V. Busakhin, PhD (Engineering), Associate Professor, NRU MGSU, Chairman of the Management Board of "Engineering Systems of Buildings and Structures" Non-profit Partnership (NP "ISZS-Montazh"), expert of Technical Committees No. 465, No. 400, No. 061; **Georgiy A. Savenko**, lecturer, NRU MGSU, an engineer, "Design and Production Company "AK", LLC ("PPF AK", Moscow), certified specialist of "Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics" Non-government Public Organization (NP "AVOK") and National Association of Prospectors and Designers (NOPRIZ); **Igor V. Zalavsky**, 3rd year Bachelor's degree student, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, NRU MGSU, engineer, "D2Design", LLC

The operation of smoke ventilation systems is one of the most complex and poorly studied sections of ventilation. The main challenge is that it is impossible to accurately predict the development of a fire for an arbitrary building, floor, or room. This leads to the need to consider the operating parameters under the most unfavorable fire scenario. One of the factors taken into account in the design of smoke protection systems, particularly the supply of air to the protected volume of a non-smoking stairwell, is the mitigation of the negative effects of the stack effect. Let's try to understand how much of an impact the stack effect has on modern layouts.

Key words: fire, smoke control ventilation, supply smoke control ventilation system, stack effect, thrust effect, residential building, multi-storey building, vestibule-gate-way.

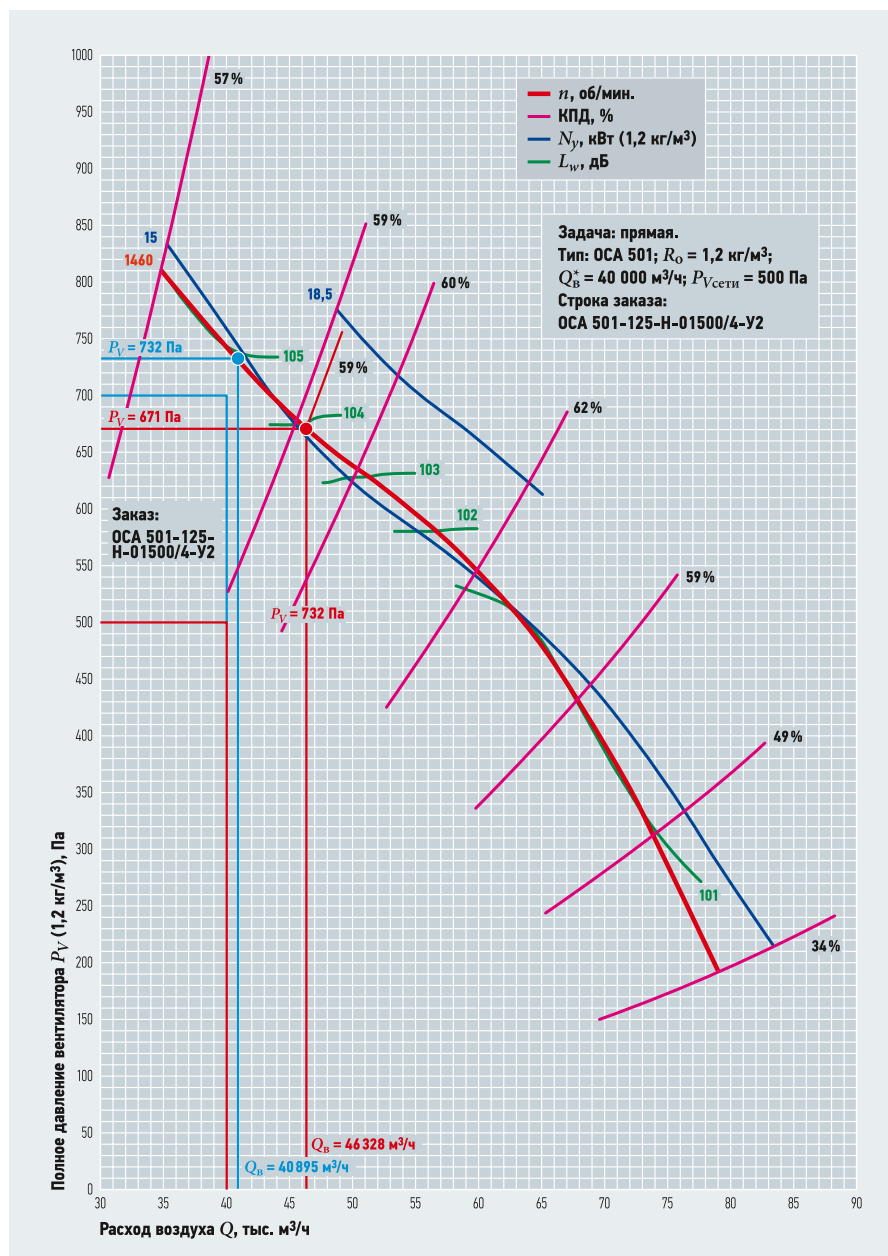


Рис. 1. Подбор вентилятора приточной противодымной вентиляции

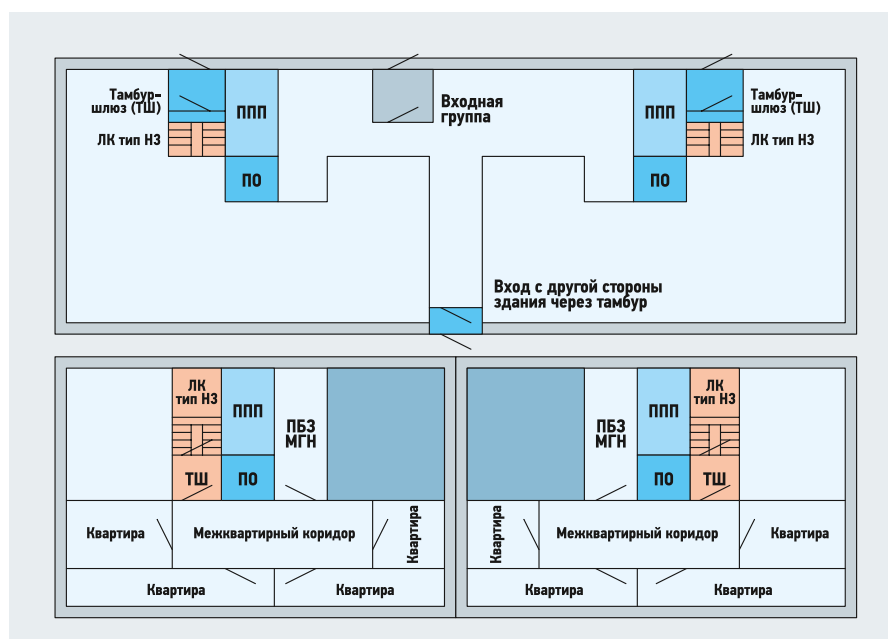


Рис. 2. Принципиальная планировка первого и типового этажа объекта 2021 года

В качестве объекта исследования рассматривается высотный многофункциональный жилой дом (по адресу: г. Москва, ул. Красная сосна, д. 3) 2021 года постройки, объемно-планировочные решения которого представлены на рис. 2.

На типовом этаже лестничная клетка обособлена тамбур-шлюзом от межквартирного коридора, через который непосредственно эвакуируются жильцы в случае пожара. Из объема лестницы — выход непосредственно на улицу. Тамбур для отсечения улицы и первого этажа присутствует.

Необходимо выполнить теоретический расчет ожидаемого влияния стак-эффекта на перепад давления первого и второго этажей здания, провести серию натурных испытаний в условиях работающей системы отопления при наружной температуре +5 °С. Полученные данные позволят оценить степень сходимости методологических подходов с условиями реальных измерений и провести анализ влияния стак-эффекта на распределение давления внутри зданий.

Теоретическая часть исследования базируется на основных методологических подходах по определению перепадов давления внутри здания на различных отметках в зависимости от образованного гидростатического и ветрового давления.

Методика №1

Для определения расчетного перепада давления [Па] на i -м этаже здания по методике №1 используется формула:

$$\Delta p_1 = (\rho_i - \rho_0)g(h_i - h_{\text{нпл}}), \quad (1)$$

где ρ_i — плотность наружного воздуха при различных температурах, кг/м³; ρ_0 — плотность внутреннего воздуха при температуре +20 °С, кг/м³; g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; h_i — высота i -го этажа уровня планировочной отметки, м; $h_{\text{нпл}}$ — высота линии нейтральной плоскости в здании.

Методика №2

Для определения расчетного перепада давления [Па] на i -м этаже здания по методике №2 используется формула:

$$\Delta p_2 = (\rho_i - \rho_0)gh, \quad (2)$$

где h — высота от уровня планировочной отметки до уровня расположения оборудования систем противодымной вентиляции здания, м. В данной методике мы считаем разность давлений от первого этажа до уровня линии нейтральной плоскости, а в верхней оставшейся части здания принимаем значения нижней части с противоположным знаком.

Методика №3

Для определения расчётного перепада давления [Па] на i -м этаже здания по методике №3 используется формула:

$$\Delta p_3 = 0,043(t_0 - t_i)(h_i - h_{\text{нпл}}), \quad (3)$$

где 0,043 (Па/К)/м — удельный перепад давления по высоте здания; t_0 и t_i — температуры внутреннего и наружного воздуха, соответственно, °С.

Практическая часть исследования производится на основе замеров при помощи многофункционального измерительного прибора testo 435. Для рассматриваемого объекта исследуемыми параметрами являются расход воздуха при последовательно открытых дверях тамбур-шлюза из лестничной клетки и наружной двери из тамбура, а также перепады давления на эвакуационных дверях.

Порядок измерений:

- расчётные этажи 2, 10, 15, 22;
- на первом этаже дверь из лестничной клетки в тамбур закрыта, дверь из тамбура на улицу закрыта, измеряется перепад давления на типовом этаже из межквартирного коридора в тамбур-шлюз;
- на первом этаже дверь из лестничной клетки в тамбур закрыта, дверь из тамбура на улицу закрыта, измеряется перепад давления на типовом этаже из тамбур-шлюза в лестничную клетку (при открытой двери из коридора в тамбур-шлюз);
- на первом этаже дверь из лестничной клетки в тамбур открыта, дверь из тамбура на улицу открыта, измеряется перепад давления на типовом этаже из межквартирного коридора в тамбур-шлюз;

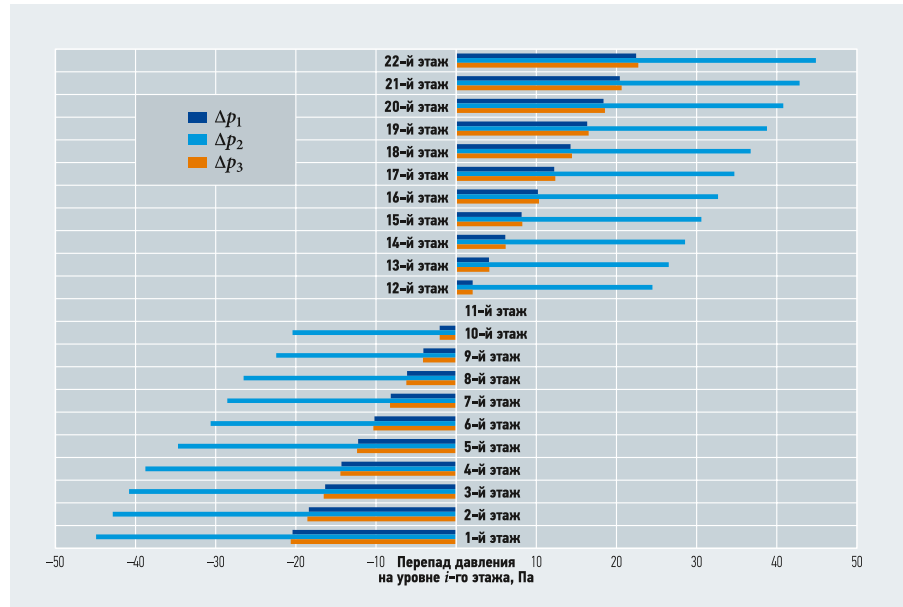


Рис. 3. Формирование стак-эффекта в исследуемых зданиях

- на первом этаже дверь из лестничной клетки в тамбур открыта, дверь из тамбура на улицу открыта, измеряется перепад давления на типовом этаже из тамбур-шлюза в лестничную клетку (при открытой двери из коридора в тамбур-шлюз);
- на первом этаже дверь из лестничной клетки в тамбур открыта, дверь из тамбура на улицу открыта, измеряется расход воздуха в живом сечении дверного проёма по шести точкам, принимается среднее арифметическое значение.

График ожидаемого перепада давления по разным методикам на этажах представлен на рис. 3. Результаты исследования приведены в табл. 1 и 2.

На основе результатов выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Для определения стак-эффекта наилучшей методикой оказалась методика №1.
2. Объёмно-планировочные решения и герметичность здания современной застройки несущественно подвержены влиянию стак-эффекта при работе систем противодымной вентиляции.
3. Учитывая сходимость теоретических расчётов и практических значений, можно сделать вывод о том, что если расчёт будет осуществляться для регионов РФ для холодного периода с отрицательными температурами, то разность давлений из-за стак-эффекта окажется в допустимом диапазоне и не будет значительно влиять на работу систем противодымной вентиляции. ●

Сводные эмпирические данные для объекта 2021 года

табл. 1

№	Размерность	Измеренный стак-эффект объекта 2021 года при $t_{\text{нар}} = +5^\circ\text{C}$				Разница между теоретическими и практическими значениями для ЛК, %		
		Двери на улицу закрыты		Двери на улицу открыты		Δp_1	Δp_2	Δp_3
		ТШ	ЛК	ТШ	ЛК	ЛК	ЛК	ЛК
22	Па	0	-2,5	6	4	17,82	8,91	17,62
15	Па	-1	-1	4	6	73,51	19,60	72,67
10	Па	-1	-1	2	8	-392,03	-39,20	-387,60
2	Па	0	0	1	10	-54,45	-23,34	-53,83
1	Па	-	-	14	14	-68,60	-31,18	-67,83

Сводные эмпирические данные для объекта 2021 года

табл. 2

№	Размерность	Измеренный стак-эффект объекта 2021 года при $t_{\text{нар}} = +5^\circ\text{C}$				Разница между теоретическими и практическими значениями для ЛК, Па		
		Двери на улицу закрыты		Двери на улицу открыты		Δp_1	Δp_2	Δp_3
		ТШ	ЛК	ТШ	ЛК	ЛК	ЛК	ЛК
22	Па	0	-2,5	6	4	18,45	40,89	18,70
15	Па	-1	-1	4	6	2,16	24,61	2,26
10	Па	-1	-1	2	8	10,04	28,41	10,06
2	Па	0	0	1	10	28,37	52,85	28,58
1	Па	-	-	14	14	34,41	58,89	34,64
Среднее отклонение, Па						18,68	41,13	18,85

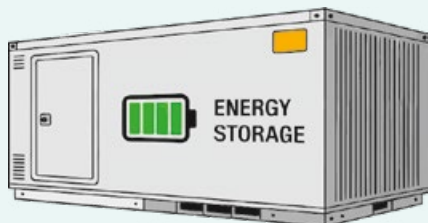
1. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (с Изм. №1-3) / Дата введ.: 19.09.2020.
2. СП 253.1325800.2016. Инженерные системы высотных зданий (с Изм. №1-3) / Дата введ.: 04.02.2017.
3. Бусахин А.В., Савенко Г.А. Разработка способов повышения безопасности при работе систем противодымной вентиляции // АВОК, 2023. №2. С. 26-29.
4. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с Изм. №1-3) / Дата введ.: 25.02.2013.
5. Бусахин А.В., Савенко Г.А. Проектируем решения: организация сброса избыточного давления // АВОК, 2025. №3. С. 30-35.
6. ГОСТ Р 53300-2009. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приёмо-сдаточных и периодических испытаний (с Попр., с Изм. №1) / Дата введ.: 01.01.2010.
7. Бусахин А.В., Колубков А.Н., Савенко Г.А. Противодымная вентиляция многоквартирных жилых и общественных зданий: учебник. — М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2025. 200 с.
8. Р НП «АВОК» 5.5.1-2023. Системы противодымной вентиляции жилых и общественных зданий / А.Н. Колубков, Ю.А. Табунщиков, В.М. Есин [и др.]. — М.: НП «АВОК», 2023. 168 с.
9. Расчётное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: методические рекомендации к СП 7.13130.2013 / И.И. Ильминский, Д.В. Беляев, П.А. Вислогузов, Б.Б. Колчев. — М.: ФГБУ «ВНИИПО МЧС России», 2013. 58 с.
10. Денисихина Д.М., Самолётов М.В. Эффект тяги: от движущей силы естественной вентиляции к головной боли высотных зданий // АВОК, 2013. №8. С. 28-33.

References — see page 79.



Европа ввела в эксплуатацию рекордные объёмы СНЭ в 2025 году

Европейская ассоциация солнечной энергетики SolarPower Europe опубликовала доклад о рынке аккумуляторных систем накопления энергии в Европе в 2025 году.



Согласно документу, в 2025 году европейский рынок СНЭ продолжил свой рекордный рост, ввод в эксплуатацию новых накопителей составил 36 ГВт·ч. Лидером стала Германия с долей 18%, за ней следуют Великобритания и Италия с 14% каждая. Общая ёмкость накопителей-батарей в Европе впервые превысила 100 ГВт·ч. Для сравнения — Китай в 2025 году ввёл в эксплуа-

тацию 66,43 ГВт / 189,48 ГВт·ч новых систем накопления энергии (без учёта ГАЭС). В США в прошлом году ввод СНЭ составил около 58 ГВт·ч. В 2025 году европейский рынок вырос на 48% в годовом исчислении, вступив в новую фазу, обусловленную масштабным внедрением крупномасштабных СНЭ (ранее основными движителями рынка были бытовые накопители).

По прогнозу, европейский рынок СНЭ будет расти и дальше. В 2026 году объёмы превысят 50 ГВт·ч, а к 2030-му он вырастет до 138 ГВт·ч, что в четыре раза больше, чем в 2025-м. В странах ЕС-27 общий парк аккумуляторных батарей вырастет более чем в шесть раз и к концу десятилетия достигнет примерно 470 ГВт·ч. ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

По информации Национального управления энергетики Китая (NEA), количество точек зарядки электромобилей («зарядных пистолетов») в КНР по итогам мая 2026 года составило 22,497 млн, что на 44,9% больше, чем годом ранее. Рубеж в 20 млн точек зарядки КНР преодолела в декабре 2025 года. Согласно данным национальной платформы мониторинга зарядных станций, по состоянию на конец мая количество общественных точек зарядки составило 4,951 млн, увеличившись на 25,9% в годовом исчислении, а их общая номинальная мощность достигла 242 ГВт. То есть средняя мощность одной точки составляет примерно 48,89 кВт, и этот показатель постоянно увеличивается. Количество частных зарядных устройств выросло на 51,4% и достигло 17,546 млн. Согласно плану развития автомобильной промышленности КНР, доля электромобилей (NEV) в продажах/производстве превысит 85% к 2040 году. При этом на долю электромобилей без ДВС придётся 80% общих продаж электромобилей. В мае 2026 года доля легковых электромобилей в продажах составила 62,9%.

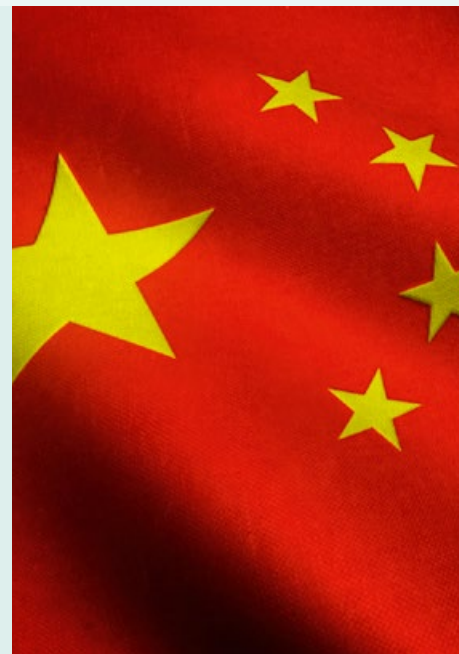
Установленная мощность электроэнергетики Китая превысила 4000 ГВт

Согласно информации Национального управления энергетики Китая (NEA), за первые пять месяцев 2026 года в КНР было введено в эксплуатацию 124,73 ГВт мощностей электроэнергетики, и её установленная мощность по итогам мая впервые превысила 4000 ГВт, составив 4007,45 ГВт (+11% за год).

Рубеж в 3000 ГВт был преодолен в апреле 2024 года. Ввод мощностей солнечной энергетики за январь — май 2026-го составил 59,59 ГВт, а ветровой 25,05 ГВт. Темпы развития солнечной энергетики замедлились по сравнению с невероятными объёмами последних двух лет. Так, в прошлом году пророст за январь — май составил 197,85 ГВт, а в 2024 году 79,15 ГВт. В 2025 году Китай ввёл в эксплуатацию рекордные 400 ГВт мощностей солнечной и ветровой энергетики. Установленная мощность солнечной энергетики в конце мая 2026 года составила 1261,72 ГВт (+16,3% в годовом исчислении), а ветровой 664,27 ГВт (+17%). В сумме это 1926 ГВт или 48% установленной мощности китайской энергосистемы.

Мощности тепловой генерации растут довольно быстро — за первые пять месяцев текущего года было добавлено 32,38 ГВт. Мощности атомной энергетики выросли за январь — май на 3,62 ГВт, а гидроэнергетики — на 4,09 ГВт.

Китайская ассоциация фотоэлектрической промышленности (CPIA) прогнозирует, что в 2026 году ввод мощностей солнечной энергетики в Китае составит от 180 до 240 ГВт, что намного меньше, чем в 2025 году (315 ГВт). Замедление темпов объясняется тем, что «рынок занимает выжидательную позицию» из-за новых правил управления распределённой генерацией и действия механизма рыночного ценообразования для проектов солнечной и ветровой энергетики.



В сентябре председатель КНР Си Цзиньпин заявил, что Китай увеличит мощности солнечной и ветровой энергетики до 3600 ГВт к 2035 году. Для достижения этой цели требуется вводить ежегодно в среднем примерно 180 ГВт, то есть намного меньше, чем Китай строил в последние годы. ●

Водородная экономика в мире развивается медленнее, чем прогнозировалось

Международное энергетическое агентство (IEA) выпустило очередной доклад о развитии водородной экономики в мире **Global Hydrogen Review 2026**.



Мировое потребление водорода превысило 100 млн тонн в 2025 году, что обусловлено ростом в традиционных секторах. Почти половина потребления пришлось на промышленность и нефтепереработку. Потребность в водороде в новых областях применения растёт, однако «водород-

ная» политика не позволяет устранить основные барьеры: высокие затраты, неопределённость спроса, отсутствие инфраструктуры. Производство «водорода с низким уровнем выбросов» (low-emissions hydrogen, «синий» и «зелёный» H_2), выросло на 20 % в 2025 году и достигло почти 1 млн тонн. Ожидается, что доля низкоуглеродного водорода впервые превысит 1 % мирового производства. Сектор низкоуглеродного водорода достиг впечатляющих успехов с 2020 года, и ожидается, что рост ускорится во второй половине этого десятилетия, отмечает IEA. В соответствии с планом развития энергетики EC REPowerEU, Европа собиралась к 2030 году производить 10 млн тонн «зелёного» водорода в год и ещё 10 млн тонн импортировать, потребляя 20 млн тонн в год. ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

В Китае представлен «Отчёт об управлении затратами по проектам возобновляемых источников энергии в 2025 году», подготовленный китайским государственным институтом China Renewable Energy Engineering Institute (CREEI). Это весьма полезная информация, дающая ориентиры затрат, к которым следует стремиться. Опубликованы данные о затратах на строительство ГЭС, ГАЭС ветровых, фотоэлектрических и солнечных тепловых электростанций, а также систем накопления энергии. Средние капитальные затраты в солнечной фотоэлектрической энергетике составили 3200 юаней (¥) на 1 кВт, что на 7,2 % меньше, чем годом ранее (примерно 34 тыс. руб. на 1 кВт). Цены на ветротурбинное оборудование в 2025 году: наземные ветроэнергетические установки — 1200–1600 ¥/кВт (без башни), морские ветроэнергетические установки — 2950–3300 ¥/кВт (с башней). Средние капитальные затраты в наземной ветроэнергетике составили 4100 ¥/кВт (примерно 43,5 тыс. руб.), что на 2,4 % меньше, чем в предыдущем году.

Китай начал эксплуатацию первого в мире подводного дата-центра с питанием от офшорной ВЭС

В Китайской Народной Республике начали эксплуатацию первого в мире подводного дата-центра, получающего электропитание непосредственно от морской ВЭС. Демонстрационный проект подводного дата-центра Shanghai Lingang официально вступил в эксплуатацию в водах у восточного побережья Шанхая в 10 км от берега.

Это второй подводный дата-центр в КНР. Первый был ранее открыт в провинции Хайнань. Особенностью подводного ЦОД 2.0 является «прямое подключение» к объекту генерации на основе ВИЭ. Такая модель — офшорное размещение, использование ВИЭ и ориентированная на искусственный интеллект цифровая инфраструктура — рассматривается китайскими властями как потенциальный шаблон для вычислительных систем следующего поколения. Мощность ЦОД составляет 24 МВт (первый этап 2,3 МВт). Всего установлено 192 шкафа и более 2000 серверов. В основе проекта морская платформа высотой 32 м и массой 1950 тонн. Серверы размещаются в цилиндрической конструкции непосредственно под водой. «Основной инновацией» является, как отмечено выше, «прямое подключение» к объектам морской ветроэнергетики. Дата-центр обслуживает офшорная ВЭС мощностью 200 МВт. Электроэнергия, вырабатываемая офшорными ветряными турбинами, передаётся непосредственно в ЦОД через подводные композитные кабели. Новый подводный центр обработки данных использует морскую воду в качестве естественного источника охлаждения с помощью медного теплообменника, что снижает потребление электроэнергии на 22,8 %,



полностью исключает потребление пресной воды и сокращает использование земельных ресурсов более чем на 90 %. Вспомогательная береговая станция занимает площадь всего 200 м². Проект является не только инженерным прорывом, но и изменяет парадигмы в отношениях между вычислительной мощностью, энергией и географическим пространством в Китае, заявляя отраслевые эксперты. Бум искусственного интеллекта в Китае стимулирует быстрый рост спроса на вычислительную инфраструктуру. Шанхай стал одним из ведущих центров ИИ в Китае, где работают разработчики крупных ИИ-моделей и программного обеспечения, биотехнологические компании, финтех-группы и передовые предприятия отрасли, где миллисекунды могут влиять на коммерческую эффективность. Поэтому близость ЦОД к пользователям имеет значение. ●



В Саудовской Аравии построена крупнейшая ВЭС мощностью 600 МВт

В 2024 году по результатам конкурсного отбора в Саудовской Аравии был установлен рекордно низкий по мировым меркам (на то время) тариф на ветровую электроэнергию — 1,56558 цента США за 1 кВт·ч.

Речь шла о ветропарке Аль-Гат (Al Ghat) мощностью 600 МВт, который должен был введён в эксплуатацию в 2026 году. Сейчас все 80 турбин на ВЭС Аль-Гат установлены и подключены к сети. Электростанцию, которая стала крупнейшей в королевстве на нынешний день, построила китайская компания SEPCO III Electric Power Construction, дочернее предприятие Powerchina. На объекте установлены ветряные турбины мощностью 7,7 МВт (локализованные ветрогенераторы китайской компании Windey). В Саудовской Аравии сегодня реализуются более крупные проекты ветроэнергетики. Например, китайский производитель ветряных турбин Mingyang заключил контракт с Emirates Utility Development на поставку ветрогенераторов для ветровой электростанции «Давадми» (Dawadmi) мощностью 1500 МВт. Правительство страны планирует довести долю ВИЭ в выработке электроэнергии до 50 % к 2030 году. ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

По итогам 2025 года установленная мощность мировой офшорной ветроэнергетики достигла 92,5 ГВт. Это 7,1 % всех мировых мощностей ветроэнергетики. В 2025 года ввод составил 9,3 ГВт, из которых 6,6 ГВт построил Китай, а около 2 ГВт Европа. До сегодняшнего дня сектор развивался умеренными темпами, но с нынешнего года всё должно измениться. В отчёте прогнозируется ввод в эксплуатацию более 327 ГВт новых морских ветроэнергетических мощностей в течение следующего десятилетия (2026–2035 годы), в результате чего мощность морской ветроэнергетики к концу 2035 года достигнет 420 ГВт. В настоящее время по всему миру ведётся строительство объектов офшорной ветроэнергетики общей мощностью более 50 ГВт, и ещё 25 ГВт за пределами КНР ожидают начала строительства. Прогнозируется, что в текущем году ввод мощностей офшорных ВЭС удвоится по сравнению с 2025 годом и составит более 18 ГВт. Годовые объёмы утроятся к 2031 году и превысят 50 ГВт к 2035 году. Крупнейшим игроком рынка является и останется Китай, который обогнал Великобританию в 2021 году.

Ввод мощностей солнечной энергетики в мире составил 664 ГВт в 2025 году — SolarPower Europe

Европейская ассоциация солнечной энергетики SolarPower Europe (SPE) опубликовала доклад о развитии отрасли в мире в 2025 году с прогнозом на 2026–2030 годы.

Согласно документу, в прошлом году в мире были введены в эксплуатацию рекордные мощности солнечной энергетики — 664 ГВт (постоянного тока). Это примерно соответствует недавней оценке IEA PVPS, согласно которой ввод солнечных мощностей составил 608–698 ГВт (постоянного тока). Годовой темп роста составил 12%, что намного меньше, чем в предыдущие годы, но масштабы колоссальные, которые лет пять назад вряд ли кто-то мог предсказать, на таких объёмах не приходится ожидать стабильно выдающихся темпов роста. Китай ввёл в эксплуатацию 382 ГВт, то есть 57 % мирового рынка. В 2025 году солнечная энергетика продолжала доминировать в секторе возобновляемых источников энергии, на её долю пришлось 77 % всех новых мощностей ВИЭ, введённых во всем мире. Выработка «солнечной» электроэнергии достигла 2778 ТВт·ч, что позволило обеспечить примерно 9 % мирового потребления электроэнергии. Быстрые темпы роста также привели к тому, что в начале 2026 года общая установленная мощность солнечной энергетики превысила 3 ТВт. Хотя долгосрочные перспективы сектора остаются позитивными, в отчёте прогнозируется временное сокращение объёмов новых вводов в 2026 году. В соответствии с центральным сценарием SolarPower Europe ожидается, что мировые объёмы ввода новых солнечных электростанций сократятся на 8 % и составят около 612 ГВт. Если такое произойдёт, это станет первым сокращением годового ввода мощностей солнечной энергетики за более чем два десятилетия.

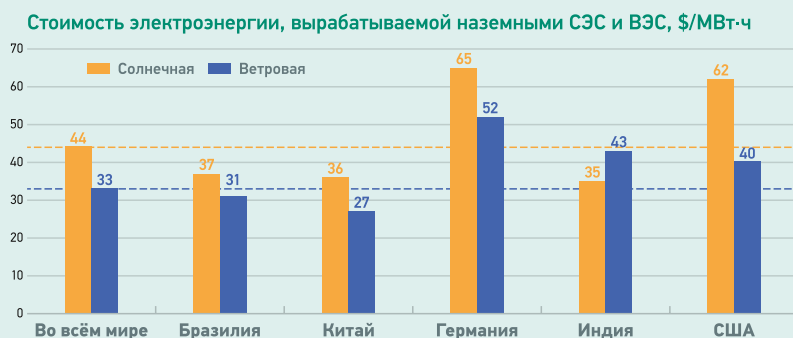


Китайская ассоциация фотоэлектрической промышленности (CPIA) прогнозирует, что в 2026 году ввод мощностей солнечной энергетики в Китайской Народной Республике составит от 180 до 240 ГВт (переменного тока), что намного меньше, чем в 2025 году (315 ГВт).

Несмотря на кратковременное замедление темпов роста, авторы отчёта с большим оптимизмом смотрят на будущее солнечной энергетики. По их прогнозу, к 2030 году ежегодный объём солнечных установок в мире достигнет примерно 864 ГВт (в центральном сценарии), а общая установленная мощность, как ожидается, вырастет до 6,6 ТВт. При более оптимистичном сценарии, предполагающем более высокие темпы роста, к концу десятилетия мировая солнечная мощность может достичь 7,6 ТВт. ●

Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в мире в 2025 году

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) опубликовало очередной выпуск своего ежегодного доклада «Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2025 году». Как известно, солнечная и ветровая энергетика производят самую дешёвую электроэнергию во многих регионах мира и намного превосходят другие технологии генерации по ежегодным объёмам привлекаемых инвестиций и вводимых мощностей.



Более 90 % новых мощностей ВИЭ, введённых в эксплуатацию в 2025 году, способны вырабатывать электроэнергию дешевле, чем новые генерирующие объекты, работающие на основе ископаемого топлива, подчёркивает IRENA. В 2025-м среднемировая стоимость (LCOE) единицы электроэнергии солнечной генерации осталась на уровне 2024 года — 44 \$/МВт·ч, в то время как стоимость ветровой электроэнергии снизилась до 33 \$/МВт·ч (наземные объекты), а в морской ветроэнергетике до 78 \$/МВт·ч. В то же время LCOE гидроэнергетики, геотермальной и солнечной тепловой энергетики выросла до 62, 89 и 115 \$/МВт·ч, соответственно. Согласно данным IRENA, в 2025 году ВИЭ помогли избежать примерно \$480 млрд расходов на ископаемое топливо и около 8,4 гигатонны выбросов CO₂, подтверждая их роль не только как самой дешёвой новой энергии, но и в качестве столпа энергетической безопасности, экономической стабильности и климатической устойчивости.

Отмечается большой региональный разброс капитальных затрат и стоимости. Например, в Китае капитальные затраты (совокупные инвестиционные расходы) на строительство фотоэлектрических станций составляют 553 \$/кВт, а в США — 1180 \$/кВт. LCOE солнечной генерации в Китае составляет 36 \$/кВт·ч, в Индии — 35 (средневзвешенные значения), в США — 62 \$/кВт·ч и т.д. Средневзвешенные капитальные затраты в солнечной энергетике в 2025 году составили всего 667 \$/кВт, тогда как в 2020-м они составляли 1069 \$/кВт. Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) составил 16,5 % (средневзвешенный показатель для проектов, введённых в эксплуатацию в 2025 году). Анализ IRENA предполагает, что глобальные средневзвешенные капитальные затраты солнечной фотоэлектрической генерации могут снизиться с 667 \$/кВт в 2025 году до 407 к 2030-му, прежде чем достичь 351 \$/кВт к 2035 году. А в Китае капитальные затраты снизятся с 533 \$/кВт в 2025 году до 298 в 2035-м. Согласно китайским источникам, средний CAPEX фотоэлектрической энергетики в стране равнялся 3200 юаней/кВт (около 471 \$/кВт). В наземной ветроэнергетике средневзвешенный глобальный показатель капитальных затрат существенно снизился по сравнению с прошлым годом и составил 976 \$/кВт. А вот в офшорной ветроэнергетике CAPEX даже немного вырос до 2931 \$/кВт. Существенное снижение удельных капитальных затрат в наземной ветроэнергетике обусловлено увеличением веса Китая в общем объёме вводимых в мире мощностей, где средневзвешенные капитальные затраты составили в прошлом году всего 789 \$/кВт. КИУМ в наземной ветроэнергетике составил 36 % в среднем по миру. ●



Иран планирует построить 15 ГВт распределённой солнечной генерации

Согласно сообщениям, опубликованным Информационным агентством Исламской Республики (IRNA), Организация по ВИЭ и энергоэффективности Ирана (SATBA) представила правительству предложение по программе развёртывания 15 ГВт небольших солнечных электростанций в домашнем, коммерческом и сельскохозяйственном секторах.

Генеральный директор SATBA Мохсен Тарзталаб сообщил информационному агентству, что для быстрой установки небольших солнечных электростанций необходимо осуществлять как внутреннее производство, так и импорт оборудования. Он также сказал, что правительству было представлено предложение об увеличении финансовых ресурсов для развёртывания домашних солнечных установок. SATBA поставила цель по подготовке 200 тыс. специалистов в области ВИЭ в течение следующих пяти лет.

Иран поставил цель достичь 12 ГВт мощности возобновляемых источников энергии к концу текущего года и планирует достичь её несмотря на сложности с поставками. «В последние месяцы из-за транспортных ограничений и проблем часть оборудования не попала в страну вовремя, но сейчас оборудование импортируется по суше, по железной дороге, морю и по воздуху, и мы надеемся, что эта задержка будет компенсирована в ближайшие месяцы», — сказал Мохсен Тарзталаб. Он добавил, что в прошлом году мощность ВИЭ составляла всего 4,3–4,5 ГВт. Иран давно анонсировал масштабные планы по развитию возобновляемой энергетики и хотел построить 5 ГВт мощностей ВИЭ уже к 2021 году. Однако, как это порой случается, планы реализуются медленнее, чем хотелось бы.

Напомним, что в декабре 2021 года в Иране открыли первую фабрику по производству солнечных элементов. ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

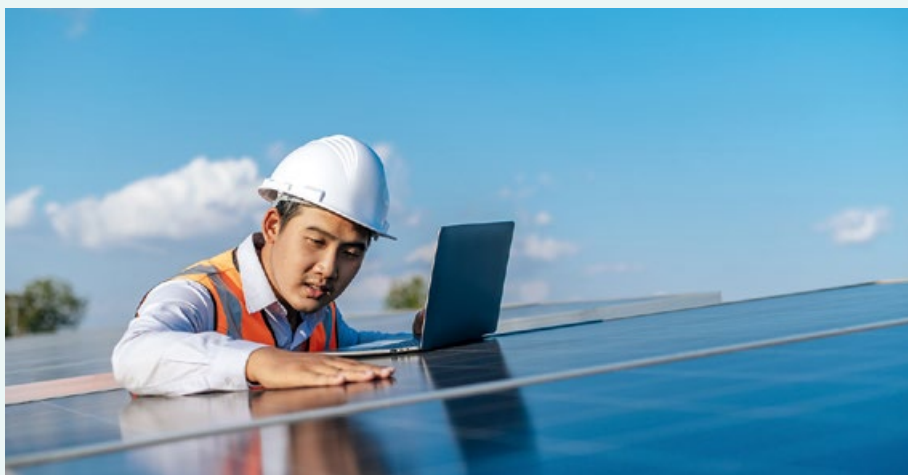
Согласно отчёту Всемирного совета по ветроэнергетике (GWEC), мощность морской ветроэнергетики в мире в течение следующего десятилетия увеличится в четыре раза и достигнет 420 ГВт к концу 2035 года. По итогам 2025 года установленная мощность мировой офшорной ветроэнергетики достигла 92,5 ГВт. Это 7,1 % всех мировых мощностей ветроэнергетики. В 2025 года ввод составил 9,3 ГВт, из которых 6,6 ГВт построил Китай, а около 2 ГВт Европа. В отчёте прогнозируется ввод в эксплуатацию более 327 ГВт новых морских ветроэнергетических мощностей в течение следующего десятилетия (2026–2035 годы), в результате чего мощность морской ветроэнергетики к концу 2035 года достигнет 420 ГВт. В настоящее время по всему миру ведётся строительство объектов офшорной ветроэнергетики общей мощностью более 50 ГВт, и ещё 25 ГВт за пределами Китайской Народной Республики ожидают начала строительства.

Потребление нефти в Китае снизится на 4,9 % в 2026 году — PetroChina

Потребление нефти в Китае, как ожидается, снизится в 2026 году на фоне перехода к новым источникам энергии и высоких цен на нефть из-за войны с Ираном.

Согласно «Отчёту о развитии рынка нефти, газа и новых источников энергии в Китае (2026)», подготовленному Институтом планирования и проектирования нефтегазовой корпорации PetroChina (CPPEI), в 2026 году потребление нефти в КНР снизится на 4,9 % по сравнению с 2025 годом и составит 753 млн тонн. CPPEI считает, что потребление нефти достигло «пикового уровня» и к 2030 году снизится примерно до 700 млн тонн. Годовое потребление нефтепродуктов в 2025 году составило 346 млн тонн, снизившись на 3,5 % в годовом исчислении. Ожидается, что оно упадёт до 281 млн тонн в 2030 году. В 2025 году средние оптовые цены на отечественный бензин 92 и дизельное топливо в КНР упали на 7,82 и 8,5 % в годовом исчислении, соответственно. Темпы роста потребления природного газа в 2025 году замедлились. Потребление составило 434,3 млрд м³, увеличившись на 1,9 % в годовом исчислении. При этом внутренняя добыча выросла на 5,9 %, составив 263,9 млрд м³. По прогнозу, потребление газа вырастет на 1,3–2,5 % в 2026 году, достигнув 440–445 млрд м³, а к 2030 году спрос увеличится до 530–550 млрд м³.

Солнечная генерация электрической энергии в Азии впервые обошла газовую генерацию по выработке



Согласно новому анализу Carbon Brief, в Азии солнечная энергетика впервые обошла газовую генерацию по выработке и стала третьим по величине производителем электроэнергии на континенте после угольной и гидроэнергетики.

Благодаря быстрому росту солнечной энергетики в таких странах, как Китай, Индия и Пакистан, её годовая выработка увеличилась почти в четыре раза с 2020 года. Несмотря на ожидания «взрывного роста» выработки газовых электростанций в регионе, производство застопорилось из-за перебоев в поставках, относительно высоких цен на газ и роста ВИЭ. Напротив, солнечная энергетика росла чрезвычайно быстро

и за рассматриваемый период выработала около 1727 ТВт·ч по сравнению с 1711 ТВт·ч, произведённых на основе газа. Напомним, что в апреле солнечные и ветровые электростанции в мире впервые выработали больше электричества за месяц, чем газовые. По нашей экспертной оценке, солнце и ветер совместно могут обойти газ в годовом производстве электроэнергии в мире уже в 2027 году.

Экспансия солнечной энергетики в Азии в значительной степени обусловлена Китаем, на который приходится почти 75 % роста солнечной выработки в регионе с 2020 года. По итогам 2025-го установленная мощность солнечной энергетики КНР превысила 1200 ГВт. Китай также простимулировал рост солнечной энергетики в других азиатских странах, являясь основным поставщиком оборудования и компонентов. В то же время азиатские страны столкнулись с рядом проблем в расширении газовых электростанций. Большинство из этих стран зависят от импортного сжиженного природного газа (СПГ). Около 81 ГВт запланированной газовой мощности в Азии были отменены в 2022 и 2023 годах на фоне перебоев в поставках СПГ и скачков цен. Глобальная нехватка газовых турбин также задержала планы по строительству новых газовых электростанций во Вьетнаме и на Филиппинах.

В то же время в Азии выработка газовых ТЭС выросла только на скромные 6 % за тот же период. Существующие газовые электростанции часто работают с низким КПД, выполняя, в основном или исключительно, балансирующие функции в энергосистеме (например, в Китае и Индии). Поэтому нет ничего удивительного, что солнце обошло газ по выработке. КНР и Индия — два крупнейших производителя электроэнергии в Азии, в которых солнечная генерация производит больше электроэнергии, чем газовая.



Об утилизации тепловых отходов

Статья посвящена систематизации и анализу тепловых отходов (вторичных энергетических ресурсов) промышленных предприятий, а также обзору современных методов их утилизации. Приведена подробная классификация источников тепловых отходов по типу теплоносителя и происхождению. Рассмотрены основные направления утилизации тепловых отходов в зависимости от эксергетического потенциала источника. Сделан вывод, что комплексная утилизация тепловых отходов позволяет снизить потребление первичных энергоносителей на 15–30 % и является стратегической мерой для повышения энергоэффективности и декарбонизации промышленности.

Авторы: Н.П. КРАСНОВА, старший преподаватель; Ю.И. РАХИМОВА, к.п.н., доцент; А.С. ГОРШЕНИН, к.т.н., доцент, кафедра «Промышленная теплоэнергетика» (ПТ), Самарский государственный технический университет (СамГТУ, г. Самара)

Под тепловыми отходами (или вторичными энергетическими ресурсами) понимается физическое тепло газов, жидкостей, твёрдых тел и излучение, которые образуются в технологических агрегатах, но не используются далее по прямому назначению и рассеиваются в окружающей среде. Основная причина их возникновения — термодинамическое несовершенство современных промышленных процессов, при котором значительная доля подведённой энергии (иногда до 70–80 %) неизбежно переходит в тепловую форму и теряется.

Основные источники образования тепловых отходов (вторичных энергетических ресурсов) в промышленности

Для целей анализа и последующей утилизации все источники тепловых отходов можно классифицировать по типу теплоносителя и происхождению.

1. Тепловые отходы с уходящими и дымовыми газами. Это самый масштабный источник потерь, дающий, по разным оценкам, от 50 до 60 %, а на некоторых производствах до 70 % общего объёма тепловых отходов. Температура газов может варьироваться от 100 до 1000 °С, что определяет потенциал их использования. К таким источникам относятся:

- печи всех типов: металлургические (доменные, мартеновские, конвертеры, нагревательные колодцы прокатных станов), обжиговые (цементные вращающиеся печи, кирпичные туннельные печи), термические и кузнечные;
- котельные установки и котлы-утилизаторы: физическое тепло уходящих газов за паровыми и водогрейными котлами, а также сами котлы-утилизаторы, работающие на вторичных газах (доменный, конвертерный);
- сушильные установки: камеры и барабаны для сушки древесины, сельхозпродуктов, например, зерна и семян, а также текстиля, керамических заготовок, распылительные сушилки в химической промышленности;

- газотурбинные установки (ГТУ) и двигатели внутреннего сгорания (ДВС): высокотемпературные (400–600 °С) выхлопные газы газоперекачивающих агрегатов, когенерационных установок и крупных судовых/стационарных ДВС.

2. Тепловые отходы с продуктами производства и технологическими отходами. Здесь тепло накоплено в массе самого материала, который после высокотемпературной обработки необходимо охладить для дальнейшей транспортировки или складирования. Потери этой категории

Физическое тепло газов, жидкостей, твёрдых тел и излучение, которые образуются в технологических агрегатах, но не используются далее по прямому назначению, всё это — следствие термодинамического несовершенства современных промышленных процессов, при котором значительная доля подведённой энергии неизбежно переходит в тепловую форму и теряется. Всё это — тепловые отходы

часто недооцениваются, хотя они обладают высоким потенциалом (особенно на начальном этапе охлаждения). Примеры:

- охлаждение металлопродукции (слитков, слэбов, заготовок, сортового проката, листа, а также коксующегося угля после сухого тушения);
- охлаждение клинкера в цементной промышленности (на колосниковых или вращающихся холодильниках);
- охлаждение шлаков в чёрной и цветной металлургии (доменных, сталеплавильных, ферросплавных);
- охлаждение стекломассы и готовых стеклоизделий (на отжиге, формовке);
- тепло, уносимое с химическими продуктами после экзотермических реакций (например, при производстве серной кислоты или аммиака).



3. Тепловые отходы с охлаждающими средами (вода, воздух, масло, рассол).

Это тепло, которое специально отводится для поддержания безопасного теплового режима оборудования, предотвращения перегрева и разрушения материалов. По объёму эти потери могут быть колоссальными, но их температурный потенциал обычно невысок (30–90 °С для воды и до 150 °С для масла). Они включают в себя:

- системы охлаждения технологического оборудования: конвертеров (испарительное охлаждение), дуговых электропечей, мощных компрессоров, холодильных машин, экструдеров и реакторов;
- конденсаторы паровых турбин на ТЭЦ и промышленных ТЭЦ — огромное по массе низкопотенциальное тепло (обычно 25–40 °С), которое сбрасывается в градирни или водоёмы;
- системы охлаждения в химической и нефтеперерабатывающей промышленности: кожухотрубные теплообменники для отвода тепла от реакторов, ректификационных колонн, кипятильников;
- охлаждение подшипников, уплотнений и гидравлических систем (через масляные и водяные контуры).

4. Тепловые отходы излучением с горячих поверхностей оборудования. Потери за счёт конвекции и инфракрасного излучения от наружных стенок агрегатов и трубопроводов, не имеющих эффективной тепловой изоляции. Хотя доля каждого отдельного источника невелика, суммарно по цеху или заводу они могут достигать 10–15 % всех теплопотерь. Примеры тепловых отходов:

- наружные стенки нагревательных печей, паровых котлов, коксовых батарей;
- поверхности теплоотдающих трубопроводов, горячих резервуаров (битумо- и мазутохранилищ);

- фланцевые соединения, арматура, участки трубопроводов с повреждённой изоляцией;

- корпуса электролизёров и ванн для расплавленных солей.

5. Тепловые отходы со сточными водами.

Нагрев сбрасываемых жидких стоков происходит в результате прямого контакта горячими продуктами, конденсации пара или использования воды в качестве хладагента. Эта категория часто игнорируется из-за низкой температуры (30–60 °С), однако суммарный энергopotенциал крупных промышленных стоков весьма значителен. Источники отходов такого типа:

- промывочные и барометрические воды в химической, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности (например, при промывке целлюлозы или сахара);
- сточные воды от мойки оборудования, тары, технологических линий на пищевых, фармацевтических и химических предприятиях;
- воды охлаждения компрессоров и вакуум-насосов с прямоточным водоснабжением;
- конденсат и продувочные воды паровых систем, которые сбрасываются в канализацию без охлаждения.

Основные направления утилизации тепловых отходов (вторичных энергетических ресурсов)

Выбор конкретной схемы утилизации тепловых отходов определяется эксергетическим потенциалом источника, температурным уровнем теплоносителя [высокопотенциальные (> 300 °С), среднепотенциальные (100–300 °С), низкопотенциальные (< 100 °С)], его агрегатным состоянием, степенью запылённости и коррозионной активностью, а также требуемым видом конечной энергии.

Рекуперация представляет собой наиболее прямой метод возврата тепла, при котором физическое тепло отходящих газов через стенку рекуператора (трубчатого, пластинчатого, керамического или регенеративного с насадкой) передаётся дутьевому воздуху или газообразному топливу, подаваемому в рабочие печи. Применение рекуперативных воздухоподогревателей позволяет снизить удельный расход условного топлива на нагрев металла, стекломассы или клинкера на 10–25 %, при этом температура подогрева воздуха может достигать 300–600 °С, а в керамических рекуператорах — до 900–1200 °С. Эффективность рекуперации характеризуется коэффициентом теплопередачи и степенью регенерации, однако ограничивается запылённостью тракта и низкой коррозионной стойкостью металлических поверхностей при температурах ниже точки росы.

Утилизация в котлах-утилизаторах заключается в выработке насыщенного или перегретого пара, а также горячей воды за счёт охлаждения дымовых газов, отходящих от газотурбинных установок, технологических печей, конвертеров или двигателей внутреннего сгорания. Конструктивно котлы-утилизаторы выполняются как водотрубные, жаротрубные или с принудительной циркуляцией, часто с промежуточным теплоносителем (например, органическим высокотемпературным теплоносителем). Давление вырабатываемого пара варьируется от 0,3–0,5 МПа для отопительных нужд до 4–10 МПа и выше для последующей работы паровой турбины. Коэффициент утилизации тепла (отношение тепла, переданного рабочему телу, к теплу, внесённому газами) обычно составляет 0,7–0,85.

Выработка электроэнергии из тепловых отходов осуществляется с помощью термодинамических циклов, включающих паротурбинные установки, органический цикл Ренкина (ORC) и, в отдельных случаях, газотурбинные схемы. Паротурбинная генерация применяется при наличии котла-утилизатора с высокими параметрами пара (давление от 3–4 МПа, температура 400–500 °С) и характеризуется электрическим КПД конверсии тепла в электричество на уровне 20–35 %.

Для средне- и низкопотенциальных источников (90–300 °С) используется органический цикл Ренкина, где вместо воды в качестве рабочего тела применяются легкокипящие органические вещества (силиконовые масла, пентан, изобутан, хладагенты R245fa и др.), кипящие при более низких температурах. Электрический КПД ORC-установок составляет 8–18 %

в зависимости от температуры источника и свойств рабочего тела, а единичная мощность варьируется от десятков киловатт до 5–10 МВт. В ряде случаев возможна реализация газотурбинного цикла с внешним подводом тепла, однако из-за высоких требований к чистоте и температуре рабочего газа (не менее 600–800 °С) этот метод на практике встречается реже.

Использование тепловых насосов позволяет трансформировать низкопотенциальное тепло охлаждающих вод, сточных вод, вентиляционных выбросов или оборотной воды (с температурой 20–60 °С) в тепло более высокого температурного уровня (60–90 °С и выше) за счёт подвода внешней работы (электроэнергии или тепла более высокого потенциала в абсорбционных машинах). Парокомпрессионные тепловые насосы характеризуются коэффициентом преобразования (COP) от 3,0 до 5,0 для диапазона подъёма температуры 30–50 °С (на каждый 1 кВт затраченной электроэнергии приходится 3–5 кВт полезного тепла). Абсорбционные тепловые насосы приводятся в действие тепловой энергией (например, паром или горячей водой с температурой 100–200 °С) и позволяют одновременно повышать потенциал низкопотенциального тепла и вырабатывать охлаждение. Коэффициент использования первичной энергии для абсорбционных машин может достигать 1,5–1,8.

Прямое использование тепловых отходов без преобразования рода энергии является наименее капиталоемким способом утилизации и включает такие процессы, как сушка дисперсных и кусковых материалов (древесины, зерна, минеральных добавок, угля) за счёт физического тепла уходящих газов после их частичной очистки и дожигания, отопление производственных и вспомогательных помещений, теплиц и животноводческих ферм с помощью горячей воды от систем охлаждения оборудования или от котлоутилизаторов низкого давления, предварительный подогрев питательной воды паровых котлов, а также подогрев приточного воздуха в системах принудительной вентиляции с использованием пластинчатых или роторных рекуператоров. В металлургии и стекольной промышленности широко применяется прямой подогрев технологических ванн и миксеров за счёт излучения от горячих поверхностей.

Комплексная утилизация тепловых отходов на основе комбинации перечисленных методов позволяет снизить потребление первичных энергоносителей на промышленном предприятии на 15–30 % и сократить выбросы парниковых газов в CO₂-эквиваленте.

Наиболее короткие сроки окупаемости (один-три года) характерны для рекуперации и котлоутилизаторов на высокотемпературных источниках, тогда как ORC-установки и тепловые насосы окупаются за три-семь лет при условии высокой годовой загрузки и благоприятной ценовой конъюнктуры на энергоносители.

Экологический и экономический эффект утилизации тепловых отходов

Утилизация тепловых отходов в промышленности даёт значительный и взаимосвязанный экологический и экономический эффект, создавая синергию между рентабельностью предприятия и снижением нагрузки на окружающую среду.

С экономической точки зрения, ключевым результатом является прямое снижение затрат на энергию. Использование утилизированного тепла для выработки пара, горячей воды или даже электроэнергии позволяет заместить покупные энергоносители — природный газ, уголь или электроэнергию из сети, что напрямую сокращает затраты предприятия.

Утилизация тепловых отходов представляет собой стратегическую меру, которая одновременно повышает экономическую эффективность производства и способствует выполнению экологических обязательств. Растущие цены на энергию, ужесточение экологического законодательства и запросы общества на устойчивое развитие делают инвестиции в такие технологии экономически обоснованными

Это повышает энергетическую независимость и устойчивость производства к колебаниям тарифов. Кроме того, полезное использование тепла, которое раньше просто рассеивалось, может снизить нагрузку и эксплуатационные расходы на системы охлаждения. Хотя внедрение утилизационных установок требует капитальных вложений, современные проекты, такие как котлы-утилизаторы или тепловые насосы, часто окупаются за два-семь лет за счёт экономии.

Дополнительными преимуществами могут стать сокращение экологических платежей и повышение конкурентоспособности продукции за счёт снижения её энергоёмкости.

Экологический эффект не менее важен и носит как локальный, так и глобальный

характер. На глобальном уровне главный вклад — это существенное снижение выбросов парниковых газов, прежде всего CO₂, поскольку утилизация тепловых отходов позволяет сэкономить ископаемое топливо, которое в противном случае пришлось бы сжечь. Таким образом, это прямой путь к декарбонизации промышленности. На локальном уровне снижается тепловое загрязнение водоёмов за счёт уменьшения сброса нагретых сточных вод, что помогает сохранить их экологический баланс. Также сокращаются выбросы других загрязняющих веществ — оксидов серы, азота и твёрдых частиц, что улучшает качество воздуха вокруг предприятия. Дополнительным позитивным следствием является экономия свежей воды за счёт её повторного использования в замкнутых циклах и сохранение невозобновляемых природных ресурсов.

Таким образом, утилизация тепловых отходов представляет собой стратегическую меру, которая одновременно повышает экономическую эффективность производства и способствует выполнению экологических обязательств. Растущие цены на энергию, ужесточение экологического законодательства и запросы общества на устойчивое развитие делают инвестиции в такие технологии не только экологически ответственными, но и экономически обоснованными.

Внедрение утилизационных технологий является важным направлением устойчивого развития промышленности, способствующим рациональному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия на экологию. ●

1. Глазов В.С. Направления повышения эффективности высокотемпературных теплотехнологических установок // Промышленная энергетика, 2025. №6. С. 29–36.
2. Гафуров А.М., Осипов Б.М., Гафуров Н.М., Гатина Р.З. Способ утилизации тепловых вторичных энергоресурсов промышленных предприятий для выработки электроэнергии // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2016. №11–12. С. 36–42.
3. Очков В.Ф. Сохранение и развитие тепловых электростанций или n-генерация // Энергосбережение и водоподготовка, 2017. №1. С. 50–61.
4. Марченко А.В., Шарапов В.И. Технологии регенерации низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов на теплогенерирующих установках // Труды Академэнерго, 2011. №1. С. 64–80.
5. Зайченко В.М. Энергетическая утилизация отходов — приоритетное направление создания энергоэффективной экономики // Энергия: экономика, техника, экология, 2018. №5. С. 2–6.
6. Мурсалиев А.О. Энергетическая утилизация как драйвер роста в циркулярной экономике // Дискуссия, 2022. №3. С. 6–14.
7. Chen W., Huang Z., Chua K.J. Sustainable energy recovery from thermal processes: A review. Energy, Sustainability and Society. 2022. Vol. 12. Issue 46. 25 p.
8. Turek V., Kilkovský B., Daxner J., Babička Fialová D., Jegla Z. Industrial waste heat utilization in the European Union — An engineering-centric review. Energies. 2024. Vol. 17. Issue 9. Art. 2084.

К юбилею Григория Валентиновича Томарова

В 2026 году исполняется 70 лет Григорию Валентиновичу Томарову — доктору технических наук, профессору, лауреату Государственной премии РФ в области науки и техники, генеральному директору ООО «Геотерм-М». Его научная биография — пример редкого сочетания фундаментальной школы тепломеханики и практико-ориентированной инженерной деятельности, результатом которой стали как новые представления о закономерностях эрозионно-коррозионных процессов в энергетическом оборудовании, так и реализованные в стране крупные энергетические проекты.

В 1980 году Г.В. Томаров окончил энергомашиностроительный факультет Московского энергетического института (МЭИ) по специальности «Турбиностроение». В 1980–1983 годах работал во Всесоюзном научно-исследовательском институте атомного машиностроения (ВНИИАМ) в отделе энергетической арматуры. Этот период стал важным этапом погружения в проблематику надёжности и ресурса оборудования, работающего в сложных термогидравлических условиях.

В 1986 году Г.В. Томаров защитил кандидатскую диссертацию «Основные закономерности эрозионно-коррозионного изнашивания металла элементов паровых турбоустановок во влажном паре». С 1986 по 2015 годы преподавал в МГОУ на кафедре «Теплоэнергетические установки», пройдя путь от ассистента до профессора. Крупный массив исследований Г.В. Томарова связан с гидродинамикой двухфазных потоков и физико-химическими процессами эрозии-коррозии металлов энергетического оборудования ТЭС, АЭС и геотермальных электростанций. Важной особенностью этих работ стала опора на эксперимент и натурные исследования, которые выполнялись на экспериментальных стендах МЭИ, на ряде отечественных АЭС и ТЭС, а также на зарубежных объектах, включая АЭС им. Бруно Лойшнера (Грейфсвальд, Германия) и энергетические объекты Сербии. В 2003 году Григорий Валентинович защитил докторскую диссертацию «Повышение надёжности и эксплуатационного ресурса энергетического оборудования, работающего в двухфазных и многокомпонентных потоках».

Значительное место в деятельности Г.В. Томарова занимает геотермальная энергетика. В 1992–2003 годах принимал активное участие в исследованиях и разработке оборудования геотермальных электрических и тепловых станций в рамках государственной научно-технической программы Минобрнауки РФ «Экологически чистая энергетика». Проходил стажировки по тематике «Возобновляемые источники энергии» в 1997 году в США (программа деловых стажировок SABIT), по программе International Summer School on Direct Application of Geothermal Energy в 1993 году (г. Банско, Болгария), в 2001 году (г. Бад Урах, Германия).

В 1995–2006 годах Г.В. Томаров возглавлял ЗАО «Геотерм-ЭМ», выполнявшее функции московской группы управления геотермальными проектами по созданию Верхне-Мутновской ГеоЭС (установленная мощность — 12 МВт) и Мутновской ГеоЭС (установленная мощность — 50 МВт) на Камчатке — ключевых объектов отечественной геотермальной электрогенерации, реализованных в формате международной проектной деятельности.

В 2003 году Григорий Валентинович был удостоен звания лауреата Государственной премии Российской Федерации в области на-



✦ Григорий Валентинович Томаров

уки и техники — за фундаментальные исследования в области геотермальной энергетики и создание на их основе геотермальных электрических станций. Ранее, в 2002 году, за заслуги в развитии единой энергетической системы России Г.В. Томарову было присвоено звание «Заслуженный работник РАО «ЕЭС России».

В 2008–2018 годах Г.В. Томаров выступал руководителем и ответственным исполнителем работ по контрактам с профильными федеральными ведомствами, связанным с разработкой технологий и оборудования геотермальных энергоустановок бинарного и комбинированного циклов, включая решения по системам перегрева на основе водородно-кислородных парогенераторов.

С 2007 года по настоящее время является руководителем и исполнителем научно-технических работ, выполняемых ООО «Геотерм-М» по заданию АО «Концерн Росэнергоатом», на шести атомных электростанциях, том числе на Балаковской, Калининской, Ростовской, Нововоронежской, Кольской и Белоярской, по проблеме эрозии-коррозии трубопроводов и оборудования энергоблоков АЭС с реакторными установками ВВЭР-1000, ВВЭР-440 и БН-600.

Г.В. Томаров является членом учёных советов МЭИ, членом Комитета по использованию ВИЭ РосНИИО, членом редколлегий журналов «Вестник МЭИ», «Новое в российской электроэнергетике», экспертом Российского научного фонда (РНФ), Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и экспертом Инноцентра «Сколково».

По состоянию на 1 января 2026 года Григорий Валентинович издал 15 монографий и учебных пособий, опубликовал более 200 статей, получил 14 свидетельств на полезную модель. Отдельной вехой стала вышедшая в 2015 году монография по геотермальной энергетике, изданная Г.В. Томаровым совместно с А.И. Никольским, В.Н. Семёновым и А.А. Шипковым. Это уникальное для России исследование, охватывающее отечественный и международный опыт и включающее развёрнутые материалы по современным технологиям и оборудованию геотермальных станций. ●

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

[Investigation of the thermal characteristics of a radiant-convective panel under operating conditions in an operating boiler house. Pp. 32–35.](#)

Gennady A. Balashov, Electrical Engineer, "Ostankino-Korovino" separate division (SD) of "Ostankino" Meat Processing Plant ("OMPP", JSC); **Sergey V. Kotov**, Chief Engineer of "Ostankino-Korovino" SD, "OMPP", JSC; **Mukhammet A. Razakov**, Engineer, "Environmental Safety and Energy Efficiency of Building Engineering Equipment" Laboratory, Scientific Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Civil Engineering Sciences ("NIISF RAASN"), Senior Lecturer, the "Energy and Hydraulic Engineering Structures" Department, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI")

- V.V. Baturin, V.V. Kucheruk. *Ventilyatsiya mashinostroitel'nykh zavodov* [Ventilation of machine-building plants]. 2nd edition., rev. and exp. Moscow. Mashgiz [State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature of the USSR]. 1954. 483 p. [In Russian]
- I.A. Shepeleva. *Aerodinamika vozdukhnykh potokov v pomeshchenii* [Aerodynamics of air flows in a room]. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Strojizdat" Publishers)]. 1978. 144 p. [In Russian]
- E.A. Malysheva. *Gigienicheskie voprosy radiatsionnogo teploobmena cheloveka s okruzhayushchei sredoy (radiatsionnoe okhlazhdenie): monografiya* [Hygienic issues of radiative heat exchange between humans and the environment (radiative cooling): A monograph]. Moscow. Medgiz [State Medical Publishing House of the People's Commissariat of Health of the RSFSR]. 1963. 244 p. [In Russian]
- S.A. Otsep. *K teorii raschetov sistem luchistogo otopeniya* [On the theory of calculations of radiant heating systems]. Moscow. NITO teplosnabzheniya, otopeniya i ventilyatsii [All-Union Scientific Engineering and Technical Society of Heat Supply, Heating and Ventilation of the USSR]. 1940. 56 p. [In Russian]
- M.I. Kissin. *Raschet nagrevatel'nykh panelei pri luchistom otopenii* [Calculation of heating panels for radiant heating]. *Voprosy otopeniya i ventilyatsii: trudy TsNIIPS. Sb. №1* [Heating and Ventilation Issues: Proc. of the Central Research Institute of Building Structures of the USSR. Coll. vol. No. 1]. Moscow. Strojizdat [Publishing House of Literature on the Construction and Architecture ("Strojizdat" Publishers)]. 1951. Pp. 5–13. [In Russian]
- V.N. Bogoslovsky. *Stroitel'naya teplofizika (teplofizicheskie osnovy otopeniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukh): ucheb. dlya vuzov* [Construction thermal physics (Thermophysical fundamentals of heating, ventilation and air conditioning): A textbook for universities]. 3rd edition. St. Petersburg. AVOK "Severo-Zapad" [Publishing House of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics of the north-west part of Russia ("ABOK North-West")]. 2006. 287 p. [In Russian]
- Patent of the USSR No. 255524. IPC F24f 13/06. *Panel' PLI* [Ceiling radiant panel]. V.I. Prokhorov. Patent holder: V.I. Prokhorov. No. 837847/29–14. Decl.: May 17, 1963; publ. November 28, 1972. [In Russian]
- Patent SSSR No. 522378. IPC F24f 13/06. *Panel' PLI* [Ceiling radiant panel]. V.I. Prokhorov, O.N. Shchel'syna, O.E. Peskov, L.G. Malyarenko. Patent holder: TsNIIpromzdanij [Central Research and Design-Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures of the State Construction Committee of the USSR]; NITI [State Union Research Tractor Institute of the USSR]. No. 1980291/06. Decl.: December 27, 1973; publ.: July 25, 1976. [In Russian]
- Patent SSSR No. 678259. IPC F24f 13/06. *Panel' PLI* [Ceiling radiant panel]. V.I. Prokhorov, L.G. Malyarenko, A.L. Naumov [et al.]. Patent holder: TsNIIpromzdanij [Central Research and Design-Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures of the State Construction Committee of the USSR]. No. 2593713. Decl.: March 23, 1978; publ.: August 5, 1979. [In Russian]
- A.L. Naumov. *Radiatsionno-konvektivnoe okhlazhdenie kabin postov upravleniya v goryachikh tsekhakh* [Radiation-convective cooling of control cabins in hot shops]. *Diss. kand. tekhn. nauk po spets. 05.23.03* [PhD dissertation in specialty No. 05.23.03]. Moscow. TsNII-promzdanij [Central Research and Design-Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures of the State Construction Committee of the USSR]. 1979. 188 p. [In Russian]
- V.I. Prokhorov, M.A. Razakov. *Modelirovanie teplovykh rezhimov okhlazhdayushchikh panelei v kanalizatsionnykh nasosnykh stantsiyakh* [Modeling of thermal conditions of cooling panels in sewage pumping stations]. *Vestnik MGSU* [Vestnik MGSU. Monthly Journal on Construction and Architecture (Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering)]. 2021. Vol. 16. No. 10. Pp. 1378–1387. [In Russian]
- A.G. Rymarov, V.V. Agafonova. The personalized supply ventilation system design in the office space. Proc. of the International Scientific Conference on Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development (CATPID-2019). October 1–5, 2019. Kislovodsk, Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. Issue 5. Art. 05030.
- A. Rymarov, P. Havanov, D. Titkov. Formation of local temperature regime in the room: Personal ventilation system. Proc. of the XXIV International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021). April 22–24, 2021. Moscow, Russia. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 263. Art. 04026.
- E.A. Ilin, A.M. Grititlin. Clean-room class D air distributor performance evaluation: Case study of RTC Polisan. Proc. of the International Scientific and Practical Conference on "Engineering, Construction and Infrastructure Solutions for Innovative Medicine Facilities" (ECSF-2021). May 19–21, 2021, St. Petersburg, Russia. In: Proc. of ECSF-2021. Series: Lecture Notes in Civil Engineering. Springer Nature. Cham, Switzerland. 2023. Pp. 111–122.

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

[Improvement of heating-ventilating systems by correcting regulation processes. Pp. 36–39.](#)

Vladimir I. Sokolov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Oksana A. Malygina**, PhD (Engineering), Associate Professor, Lugansk State University named after Vladimir Dal (LSU, Lugansk)

- V.M. Svistunov, N.K. Pushnyakov. *Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukh ob'ektov agropromyshlennogo kompleksa i zhilishchno-kommunal'nogo khozayajstva* [Heating, ventilation, and air conditioning of agricultural and housing and communal service facilities]. St. Petersburg. Politekhnik [“Polytechnic” Publishing House]. 2007. 423 p. [In Russian]
- R.H. Howell. Principles of heating ventilating and air conditioning. 8th edition. ASHRAE. Atlanta, Georgia, U.S. 2017. 594 p.
- E.A. Shtokman. *Ventilyatsiya, konditsionirovanie i ochistka vozdukh na predpriyatiyakh pishchevoj promyshlennosti* [Air conditioning, and air purification at food industry enterprises]. Moscow. Izd-vo "ASV" [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2001. 564 p. [In Russian]
- R.S. Dorf, R.H. Bishop. Modern control systems. Developing problem-solving skills through integrated design and analysis. 13th edition. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, U.S. 2016. 1032 p.
- Metody klassicheskoy i sovremennoy teorii avtomaticheskogo upravleniya. T. 1: Matematicheskie modeli, dinamicheskie kharakteristiki i analiz sistem avtomaticheskogo upravleniya* [Methods of classical and modern automatic control theory. Vol. 1. Mathematical models, dynamic characteristics, and analysis of automatic control systems]. Edited by K.A. Pupkova, N.D. Egupova. Moscow. Izd-vo MGTU [Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University]. 2004. 654 p. [In Russian]
- V.I. Sokolov, I.D. Chernikova, G.V. Salukvadze. *Identifikatsiya otopitel'no-ventilyatsionnykh sistem kak ob'ektov avtomaticheskogo upravleniya* [Identification of heating and ventilation systems as automatic control objects]. *Vestnik evraziyskoy nauki* [Eurasian Scientific Journal]. 2024. Vol. 16. No. 2. 13 p. [In Russian]
- V.I. Sokolov, O.A. Malygina. *Ekspertnaya otsenka ekonomicheskoy effektivnosti teploizolyatsionnykh materialov v ograzhdayushchikh konstruktivnykh* [Expert Assessment of the Economic Efficiency of Thermal Insulation Materials in Building Enclosing Structures]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [“Industrial and Civil Engineering” Magazine]. 2025. No. 10. Pp. 48–54. [In Russian]
- O.A. Malygina. *Razrabotka matematicheskikh modelej opredeleniya teplo-vlazhnostnogo rezhima ograzhdayushchikh konstruktivnykh zdaniy pri nestatsionarnom teplovom potoke* [Development of Mathematical Models for Determining the Heat and Humidity Conditions of Building Enclosing Structures with Non-Stationary Heat Flow]. *Sovremennyye problemy grazhdanskoy zashchity* [“Modern Problems of Civil Defense” Magazine]. 2024. No. 3. Pp. 93–104. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

[Impact of information flow parameters and types of computational workloads of information technology equipment on the energy efficiency of data center climate control systems. Pp. 58–65.](#)

Artem A. Nosovets, postgraduate student, ITMO National Research University (ITMO University, Moscow); **Igor O. Rogal**, postgraduate student, ITMO University; **Andrey A. Nikitin**, PhD (Engineering), Associate Professor, "Energy Efficient Engineering Systems" Educational Center at ITMO University; **Sergey S. Muraveynikov**, PhD (Engineering), ITMO University

- R.Y. Wang, D.M. Strong. Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*. 1996. Vol. 12. Issue 4. Pp. 5–34.
- J. Moore, J. Chase, K. Farkas, P. Ranganathan. Data center workload monitoring, analysis, and emulation. Eighth Workshop on Computer Architecture Evaluation using Commercial Workloads (CAECW-2005). February 2005. Pp. 1–8.
- L. Versluis, M. Cetin, C. Greeven, K. Laursen, D. Podareanu, V. Codreanu, A. Uta, A. Iosup. A holistic analysis of datacenter operations: Resource usage, energy, and workload characterization — extended technical report. arXiv (preprint) on July 5, 2021. No. 2107. Art. 11832.
- G. Gadzhiev. *Instrumenty energoeffektivnosti TsODA* [Tools for data center energy efficiency]. *Vek kachestva* [“Century of Quality” Magazine]. 2012. No. 1–2. Pp. 62–66. [In Russian]
- E. Masanet, A. Shehabi, N. Lei, S.J. Smith, J. Koomey. Recalibrating global data center energy-use estimates. *Science*. 2020. Vol. 367. Issue 6481. Pp. 984–986.
- A. Shehabi, S.J. Smith, D.A. Sartor, R.E. Brown, M. Herrlin, J.G. Koomey, E. Masanet, N. Horner, I.L. Azevedo, W. Lintner. United States data center energy usage report 2026. Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Berkeley, CA, USA. 2016. 76 p.
- A. Shehabi, S.J. Smith. Data center growth in the United States: Decoupling the demand for services from electricity use. *Environmental Research Letters*. 2018. Vol. 13. Issue 12.
- J.G. Koomey. Worldwide electricity used in data centers. *Environmental research letters*. 2008. Vol. 3. Issue 3. Art. 034008.
- A.S.G. Andrae. Projecting the chiaroscuro of the electricity use of communication and computing from 2018 to 2030. ResearchGate (preprint). 2019. 22 p.
- Electricity 2024. Analysis and forecast to 2026. International Energy Agency (IEA). Paris, France. January 2024. 170 p.
- H.M. Jamal, T.M. Chaudhry, U. Tahir, F. Rustam, S. Hur, I. Ashraf. Hotspot-aware workload scheduling and server placement for heterogeneous cloud data centers. *MDPI Energies*. 2022. Vol. 15. Issue 7. Art. 2541.

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

12. Y. Zhang, Zh. Wei, M. Zhang. Free cooling technologies for data centers: energy saving mechanism and applications. *Energy Procedia*. 2017. Vol. 143. Pp. 410–415.
13. A. Varasteh, M. Goudarzi. Server consolidation techniques in virtualized data centers: A survey. *IEEE Systems Journal*. 2015. Vol. 11. Issue 2. Pp. 772–783.
14. S. Rostami, D.G. Down, G. Karakostas. Linearized data center workload and cooling management. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2024. Vol. 22. Pp. 3502–3514.
15. Ch. Zhou, Y. Hu, R. Liu, Y. Liu, M. Wang, H. Luo, Zh. Tian. Energy performance study of a data center combined cooling system integrated with heat storage and waste heat recovery system. *MDPI Buildings*. 2025. Vol. 15. Issue 3. Art. 326.
16. A. Beloglazov. Energy-efficient management of virtual machines in data centers for cloud computing. PhD thesis. The Department of Computing and Information Systems, University of Melbourne. Melbourne, Australia. February 27, 2013. 235 p.
17. ASHRAE TC 9.9. Thermal guidelines for data processing environments. Fifth Edition. ASHRAE. Atlanta Georgia, USA. 2021.
18. M. Mayr, S. Wind, L. Schröder, G. Hager, H. Köstler, G. Wellein. AI application benchmarking: Power-aware performance analysis for vision and language models. *arXiv* (preprint). Sub. on March 17, 2026. 12 p.
19. I. Latif, A.C. Newkirk, M.R. Carbone, A. Munir, Y. Lin, J. Koomey, Xi Yu, Zh. Dong. Empirical measurements of AI training power demand on a GPU-accelerated node. *arXiv* (preprint). Sub. on December 11, 2024. 7 p.
20. C.E.B. Santos Jr., L.M.D. da Silva, M.F. Torquato, S.N. Silva, M.A.C. Fernandes. SHA-256 hardware proposal for IoT devices in the blockchain context. *MDPI Sensors*. 2024. Vol. 24. Issue 12. Art. 3908.
21. L.Y. Fong, Sh. Sadiq, Ab Al-H. Ab Rahman, M.M.A. Zabidi, M.U. Syafiq. Power-Efficient ASIC Implementation of Double SHA-256 for Proof of Work Mining. *Elektrika — Journal of Electrical Engineering*. 2025. Vol. 24. Issue 1. Pp. 41–46.
22. N. Alizadeh, F. Castor. Green AI: A preliminary empirical study on energy consumption in dl models across different runtime infrastructures. *Proc. of the IEEE/ACM 3rd International Conference on AI Engineering-Software Engineering for AI (CAIN-2024)*. 2024. Pp. 134–139.
23. NVIDIA Hopper architecture in-depth. NVIDIA Developer: Technical Blog. Web-source: developer.nvidia.com. Access date: March 12, 2026.
24. The energy cost of bad data in cloud systems. Technical Report (2023). Google Cloud. Web-source: cloud.google.com. Access date: March 25, 2026.
25. K. Arul. Energy-efficient data engineering practices for big data workloads in cloud infrastructure. *Journal of Current Science Research and Review*. 2023. Vol. 1. Issue 3. Pp. 158–178.
26. M. Ju, H. Kim, S. Kim. Network delay-aware energy management for mobile systems. *Proc. of the 2016 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE-2016)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 2016. Pp. 157–162.
27. S. Maudet, G. Andrieux, R. Chevillon, J.-F. Diouris. Refined node energy consumption modeling in a LoRaWAN network. *MDPI Sensors*. 2021. Vol. 21. Art. 6398.
28. S. Ariyanti, M. Suryanegara, A.S. Arifin, A.I. Nurwidya, N. Hayati. Trade-off between energy consumption and three configuration parameters in artificial intelligence (AI) training: Lessons for environmental policy. *MDPI Sustainability*. 2025. Vol. 17. Issue 12. Art. 5359.
29. Y. Wand, R.Y. Wang. Anchoring data quality dimensions in ontological foundations. *Communications of the Association for Computing Machinery (ACM)*. 1996. Vol. 39. Issue 11. Pp. 86–95.
30. R.S. Kenett, G. Shmueli. On information quality. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*. 2014. Vol. 177. Issue 1. Pp. 3–38.

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

31. ISO/IEC 30134-2:2016 Revised. Information technology — Data centers — Key performance indicators — Part 2: Power usage effectiveness (PUE). International Electrotechnical Commission (IEC); International Organization for Standardization (ISO). Geneva, Switzerland. April 2016. 25 p.
32. LEED v4.1. U.S. Green Building Council. Washington, DC, USA. Web-source: usgbc.org. Access date: March 3, 2026.
33. A.A. Nosovets, A.A. Nikitin. *Informatsionnaya entropiya kak instrument povysheniya energoeffektivnosti tsentrov obrabotki dannykh* [Information entropy as a tool for improving the energy efficiency of data processing centers]. *Inzheneriya segodnya. Problemy, tendentsii, perspektivy: Mat. Vseross. nauch.-prakt. internet-konf. (12.02.2025, Donetsk)* [Engineering today. Problems, trends, prospects: Proc. of the All-Russian scientific and practical internet conference]. February 12, 2025. Donetsk. *DONNUET* [Donetsk National University of Economics and Trade named after M. Tugan-Baranovsky]. 2025. Pp. 63–67. [In Russian]
34. A. Bérut, A. Arakelyan, A. Petrosyan, S. Ciliberto, R. Dillenschneider, E. Lutz. Experimental verification of Landauer's principle linking information and thermodynamics. *Nature Publishing Group*. 2012. Vol. 483. Issue 7388. Pp. 187–189.

Methods for optimizing air supply schemes to the protected volume of a stairwell. Pp. 66–68.

Alexey V. Busakhin, PhD (Engineering), Associate Professor, NRU MGSU, Chairman of the Management Board of "Engineering Systems of Buildings and Structures" Non-profit Partnership (NP "ISZS-Montazh"), expert of Technical Committees No. 465, No. 400, No. 061; **Georgy A. Savenko**, lecturer, NRU MGSU, an engineer, "Design and Production Company "AK", LLC ("PPF AK", Moscow), certified specialist of "Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics" Non-government Public Organization (NP "AVOK") and National Association of Prospectors and Designers (NOPRIZ); **Igor V. Zalavsky**, 3rd year Bachelor's degree student, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, NRU MGSU, engineer, "D2Design", LLC

1. SP 1.13130.2020 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 1.13130.2020]. *Sistemy protivopozharnoy zashchity. Evakuatsionnye puti i vykhody (s Izm. No. 1–3)* [Fire protection systems. Evacuation routes and exits (with Amendments No. 1–3)]. Date of impl.: September 19, 2020. [In Russian]
2. SP 253.1325800.2016 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 253.1325800.2016]. *Inzhenernye sistemy vysoznykh zdaniy (s Izm. No. 1–3)* [Engineering systems of high-rise buildings (with Amendments No. 1–3)]. Date of impl.: February 4, 2017. [In Russian]
3. A.V. Busakhin, G.A. Savenko. *Razrabotka sposobov povysheniya bezopasnosti pri rabote sistem protivodymnoy ventilyatsii* [Development of methods for improving safety during operation of smoke ventilation systems]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (ABOK)]. 2023. No. 2. Pp. 26–29. [In Russian]
4. SP 7.13130.2013 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 7.13130.2013]. *Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie. Trebovaniya pozhar-noy bezopasnosti (s Izm. No. 1–3)* [Heating, ventilation, and air conditioning. Fire safety requirements (with Amendments No. 1–3)]. Date of impl.: February 25, 2013. [In Russian]
5. A.V. Busakhin, G.A. Savenko. *Proektiruem resheniya: organizatsiya sbrosa izbytochnogo davleniya* [Designing solutions: Organizing excess pressure relief]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (ABOK)]. 2025. No. 3. Pp. 30–35. [In Russian]
6. GOST R 53300–2009 [The State Industry Standard of Russia No. 53300–2009]. *Protivodymnaya zashchita zdaniy i sooruzheniy. Metody priemo-sdatocnykh i periodicheskikh ispytaniy (s Popr. s Izm. No. 1)* [Smoke protection of buildings and structures. Methods of acceptance and periodic tests (with Correction, with Amendment No. 1)]. Date of impl.: January 1, 2010. [In Russian]
7. A.V. Busakhin, A.N. Kolubkov, G.A. Savenko. *Protivodymnaya ventilyatsiya mnogokvartirnykh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy: uchebnik* [Smoke ventilation of multi-apartment residential and public buildings: A textbook]. Moscow. *Izd-vo MISI-MGSU* [MISI-MGSU Publishing House]. 2025. 200 p. [In Russian]
8. A.N. Kolubkov, Yu.A. Tabunshchikov, V.M. Esin et al. R NP "AVOK" 5.5.1–2023 [Methodological recommendations of "Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics" Non-government Public Organization No. 5.5.1–2023]. *Sistemy protivodymnoy ventilyatsii zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Smoke ventilation systems of residential and public buildings]. Moscow. NP "AVOK" [Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics]. 2023. 168 p. [In Russian]
9. I.I. Ilminsky, D.V. Belyaev, P.A. Visloguzov, B.B. Kolchev. *Raschetnoe opredelenie osnovnykh parametrov protivodymnoy ventilyatsii zdaniy: metodicheskie rekomendatsii k SP 7.13130.2013* [Calculation of the main parameters of smoke ventilation of buildings: Methodological recommendations to the Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 7.13130.2013]. Moscow. *FGBU VNIPO MChS Rossii* [Federal State Budgetary Establishment "All-Russian Research Institute for Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters"]. 2013. 58 p. [In Russian]
10. D.M. Denisikhina, M.V. Samoletov. *Effekt tyagi: ot dvizhushchey sily estestvennoy ventilyatsii k golovnoy boli vysoznykh zdaniy* [The draft effect: From the driving force of natural ventilation to the headache of high-rise buildings]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (ABOK)]. 2013. No. 8. Pp. 28–33. [In Russian]





ЭКВАТЭК

20-я международная выставка технологий и оборудования для коммунальной и промышленной водоподготовки, водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод, инженерных систем и насосного оборудования



8-10 сентября 2026



Москва, Крокус Экспо

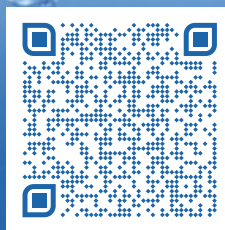
ВПЕРВЫЕ



EcwaTech
Connect

**Программа личных переговоров
с ведущими производителями
и поставщиками /бесплатно для закупщиков/**

подробнее



В экспозиции

- технологии и оборудование для горячего и холодного водоснабжения и водоотведения
- насосы и арматура
- приборы учета, автоматизация
- искусственный интеллект
- автономные системы и цифровые платформы

посетить
выставку
бесплатно



ecwatech.ru

Организатор



ООО «ЭВР» | Реклама

5 ЛЕТ **AIRVent**



**5-я Международная выставка оборудования,
технологий и услуг для вентиляции, кондиционирования
и холодоснабжения**

1–4.02.2027 | **Москва
Крокус Экспо**



9 666
посетителей

* по итогам выставки AIRVent 2026



213
участников



74%
участников нашли
НОВЫХ КЛИЕНТОВ



Забронируйте стенд

airventmoscow.ru

Одновременно и на одной площадке
с крупнейшей в России выставкой комплексных
инженерных решений для отопления,
водоснабжения, канализации и бассейнов



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЁР



ОРГАНИЗАТОР
ORGANISER

РЕКЛАМА



LUNDA

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

38

городов

59

филиалов

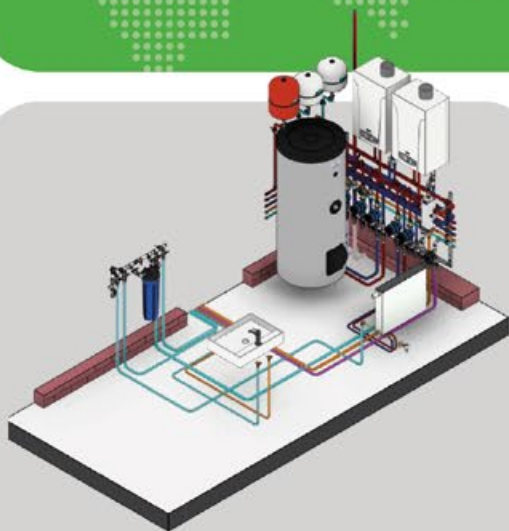
400+

партнеров

19

лет на рынке

БОЛЕЕ 34 500 SKU В НАЛИЧИИ НА СКЛАДЕ



КОМПЛЕКТАЦИЯ
ОБЪЕКТОВ ЛЮБОЙ
СЛОЖНОСТИ

ДОСТАВКА
ПО ВСЕЙ РОССИИ



АРЕНДА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ИНСТРУМЕНТА

ПРОГРАММА ЛОЯЛЬНОСТИ ДЛЯ КЛИЕНТОВ

- Особые условия и скидки в личном кабинете
- Начисление бонусов с каждой покупки
- Оплата товаров бонусами

