

16

Доочистка
воды обратным
осмосом



20

История
водоснабжения
в России



28

Рынок
циркуляционных
насосов



52

Объём
продаж
кондиционеров

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ И КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



РЕКЛАМА

Серии до 1,5 МВт



thermexenergy.ru

ЧИЛЛЕРЫ • ПРЕЦИЗИОННЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ • КОМПРЕССОРНО-КОНДЕНСАТОРНЫЕ БЛОКИ

ВОЗДУШНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ • СУХИЕ ГРАДИРНИ • ГИДРОМОДУЛИ • ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Решения с холодным интеллектом

Сделано в России

- ВОДОПОДГОТОВКА
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ВОДООТВЕДЕНИЕ
- ВОДООЧИСТКА

www.hms.ru

АО «ГИДРОМАШСЕРВИС» –
объединённая торговая
компания Группы ГМС
Россия, 125252, Москва,
ул. Авиаконструктора Микояна, 12
Тел.: +7 (495) 664 81 71



DeLiium (ДеЛиум)

Насосы двустороннего входа
Подача: до **10 000 м³/ч**



Boosta (Буста)

Вертикальные
многоступенчатые насосы
Подача: до **160 м³/ч**



Kordis (Кордис)

Консольно-
моноблочные насосы
Подача: до **2 000 м³/ч**

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**

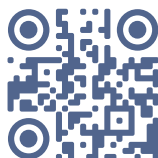
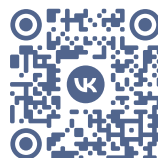
ООО «Климат Прибор» —
официальный дистрибьютор
продукции Testo в России

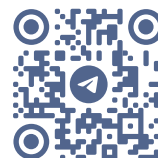
Приборы для настройки
систем ОВиК в наличии
на складе в Москве

Официальная гарантия 1 год
Сервис, поддержка

www.testo-ru.ru



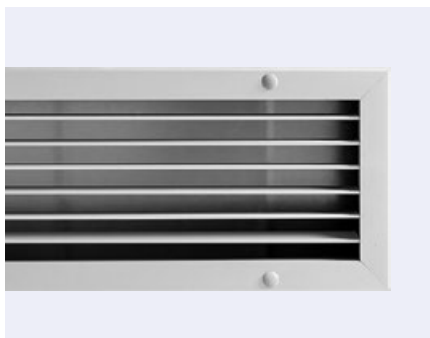

www.c-o-k.ru

vk.com/journal_cok

max.ru/id7736213025

t.me/sok_ru


От чего зависят продажи кондиционеров? Сеанс экономической магии с разоблачением

Что определяет продажи кондиционеров: ВВП, доходы или климат, жара, новостройки и замена старой техники? Разберём ошибочные рыночные корреляции, сравним Россию с Канадой и другими странами и объясним, почему в ближайшие годы спрос будет зависеть прежде всего от строительства жилья, насыщения рынка, возраста установленного парка.

52



Приточно-вытяжные установки с утилизатором тепла: как подобрать?

Утилизация тепла вытяжного воздуха стала стандартом современной вентиляции. Разбираем устройства, эффективность, преимущества и ограничения пластинчатых, роторных, мембранных, гликолевых и реверсивных решений. Обзор российского рынка и практический гид по подбору ПВУ: расход воздуха, КПД, фильтрация, шум, компоновка, автоматизация и требования сводов правил.

46



Циркуляционные насосы для систем отопления. Как перестроился рынок РФ

Российский рынок циркуляционных насосов за несколько лет пережил радикальные изменения, в том числе смену лидеров: доля Grundfos и Wilo упала до 1,5%, 96% продаж заняла продукция из КНР. На фоне рекордных продаж 2023 года рынок в 2024-м просел, а средняя цена насоса снизилась втрое. Рынок продаёт больше насосов за меньшие деньги. Кто и что покупает сегодня?

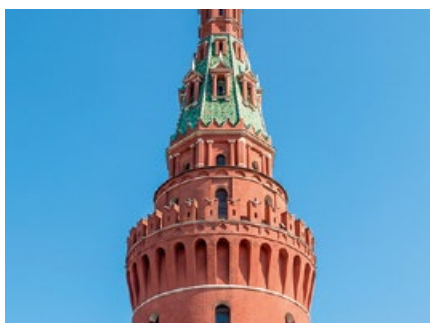
28



Бытовая система доочистки воды на основе обратного осмоса

Разбираем бытовые системы доочистки воды на основе обратного осмоса: почему водопроводная вода ухудшается в изношенных сетях, чем зернистые фильтры ограничены по производительности и когда они неэффективны. Объясняем принцип обратного осмоса, степень удаления солей и примесей, слабые места мембраны и необходимость предочистки, сравниваем затраты с бутилированной водой.

16



От деревянной трубы до цифрового водоканала: история водоснабжения

История централизованного водоснабжения России — путь длиной почти девять веков: от самотёчных деревянных труб Новгорода и кремлёвской «водовоздной» машины до городских водоводов, паровых насосных станций и первых крупных станций водоподготовки с обработкой воды хлором, озоном и ультрафиолетом. Вспоминаем ключевые вехи, кризисы и технологии — к выставке «ЭКВАТЭК».

20



Особенности напольных газовых котлов Kiturami TGB HiFin

Напольные газовые котлы Kiturami TGB HiFin сочетают компактные размеры, высокую заводскую готовность и эффективный теплообмен. Турбоциклонная горелка, встроенное ГВС, гибкие варианты монтажа, современное управление и развитая система безопасности делают серию практичным решением для отопления и горячего водоснабжения частного дома без компромиссов.

36

Учредитель и издатель

ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
(адрес: 143007, МО, г.о. Одинцовский, г. Одинцово,
ул. Молодёжная, д. 48, помещ. 16, офис 10)

Редакционная коллегия

Председатель:

С. Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ РАН

Сопредседатели:

А. С. Сигов, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МИРЭА

Ю. Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. РАН, д.т.н., проф.

Секция «Сантехника»

В. А. Орлов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Е. В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Ж. М. Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Секция «Отопление и ГВС»

М. В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «ННГАСУ»

А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П. О. Сухого

П. И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ (Республика Беларусь)

А. В. Разуваев, д.т.н., доцент, проф., БИТИ НИЯУ «МИФИ»

С. В. Гужов, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

С. В. Брух, технический редактор

М. В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «ННГАСУ»

Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»

Г. М. Позин, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СПбГГТУ»

Секция «Энергосбережение»

В. Ф. Матюхин*, д.т.н., проф., Центр МИРЭА

О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ВГТУ»

С. К. Шерязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ЮУрГАУ»

А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П. О. Сухого

Секция «Энергетические системы и комплексы»

В. В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СПбГПУ»

П. П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА

В. А. Бузузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «КубГАУ»

М. Г. Тягунов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П. О. Сухого

В. Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф»

С. В. Грибков, д.т.н., акад. РИА, уч. секр. Комитета Виз РосСНИО

И. А. Султангузин, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

А. В. Федюхин, к.т.н., доцент, ИЭВТ ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

В. А. Карасевич, к.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ)

* Руководитель секции.

Адрес редакции: 143007, МО, г.о. Одинцовский,
г. Одинцово, ул. Молодёжная, д. 48, помещ. 16, офис 10

Тел./факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: media@mediatechnology.ru

По вопросам рекламы: advert@mediatechnology.ru

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

Подписной индекс: П1895.

Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и с обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

Адрес в Интернете
www.c-o-k.ru

Подписка
Индекс: П1895

Отпечатано в типографии

«Тверской Печатный Двор» (адрес: 170518, Тверская обл.,
Калининский р-н, с. Никольское, д. 26)

Тираж 10 500 экз. Цена свободная.

Выпуск № 295 (07/2026). Дата выхода: 20.08.2026.

С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.

ISSN 1682-3524

Новости

4

Премия Aquaflame 2026

МХ «Краб» от компании «Мир Хомутов»: быстросъёмный хомут
для аварийного ремонта трубопроводов

10

Премия AIRVent 2026

Чиллеры Thermex Energy TMR: энергоэффективное холодоснабжение
для объектов с непрерывной нагрузкой

11

Интервью

Экосистема AIRVent: как компаниям климатического рынка работать
с клиентами и партнёрами круглый год

12

Сантехника и водоснабжение

Скважинный насос ECO RUS — стабильное водоснабжение
вопреки нестабильному напряжению

14

Бытовая система доочистки воды на основе обратного осмоса

16

От деревянной трубы до цифрового водоканала: история
инженерного водоснабжения в России

20

Новости мирового рынка тепловых насосов

24

Отопление и ГВС

Циркуляционные насосы для систем отопления. Как перестроился
российский рынок

28

«БДР Термия Рус» — 25 лет в России. И это только начало!

34

Компактность без компромиссов: особенности напольных
котлов Kiturami TGB HiFin

36

Новая серия котлов GEFFEN 7.1

38

«Теплоконтурный радиатор» как стабилизатор температуры

40

Новый газовый котёл Thermex Jump: доступные технологии
для массового рынка

45

Кондиционирование и вентиляция

Приточно-вытяжные установки с утилизатором тепла.

Обзор рынка и гид по подбору

46

От чего зависят продажи кондиционеров? Сеанс экономической
магии с разоблачением

52

SHUFT SMACO V3: инженерные решения нового поколения
модульных чиллеров

58

ТИМ-проектирование

Перспективы применения систем ИИ при проектировании зданий

60

Новости возобновляемой энергетики

62

Энергосбережение и ВИЭ

Моделирование и исследование в ПО Aspen Plus установки
для электрохимического получения водорода

68

Определение выработки определённой обеспеченности ветроустановки
с учётом повторяемости мощности на этапе проектирования станции

77

References

80

Grundfos

Насосы Grundfos Alpha GO получили German Design Award 2026

Линейка циркуляционных насосов Grundfos Alpha GO отмечена наградой German Design Award 2026 в категории «Выдающийся промышленный дизайн — энергетика». Премия была вручена в феврале 2026 года на выставке Ambiente во Франкфурте; всего на конкурс подали более 3900 заявок из 57 стран.



Линейка Alpha GO, выведенная на рынок в 2025 году, включает две модели — Alpha1 GO и Alpha2 GO. Приставка GO указывает на приложение Grundfos GO, которое стало основным инструментом настройки, диагностики, обновления прошивки и подбора насоса на замену: приложение идентифицирует установленный насос по шильдику и переносит на новый его заводские настройки.

Насосы выпускаются в типоразмерах Ду15, 25 и 32 с номинальным напором 4, 6 и 8 м у Alpha1 GO и 4, 6, 7,5 и 9 м у Alpha2 GO. Именно универсальность жюри отметило особо: типоразмеры Alpha2 GO xx-75 и Alpha1 GO xx-80 перекрывают большинство автономных циркуляционных насосов и около 70% встроенных котловых насосов Grundfos, поэтому для большинства замен монтажнику достаточно возить с собой две модели. Заявленное снижение энергопотребления по сравнению с заменяемым оборудованием — до 55%.

Обе модели имеют защиту от «сухого» хода и заклинивания, самоудаление воздуха. Alpha2 GO дополнительно предлагает пошаговый помощник Guided Setup с отчетом по e-mail, улучшенную AutoAdapt, журналы аварий и событий, гидравлическую балансировку средствами насоса и обновление прошивки через приложение.

LUNDA

Новая точка на карте LUNDA: открыт филиал в Пятигорске



LUNDA продолжает планомерно расширять географию присутствия — на этот раз новый филиал открыт в Пятигорске, в самом сердце Кавказских Минеральных Вод. Регион издавна славится своей целебной водой, а компания специализируется на оборудовании для инженерных систем, в которых вода является одним из ключевых элементов. Как отмечают в компании, получилось идеальное, почти символическое сочетание.

Новый офис уже приступил к полноценной работе: осуществляются отгрузки и оперативные доставки по всем городам Кавказских Минеральных Вод, а также республикам Северо-Кавказского федерального округа. Для местных монтажников и строительных организаций это означает более короткие сроки поставок и прямой доступ к складским запасам. Заказы от 2000 руб. доставляются бесплатно (условия доставки зависят от удаленности адреса). Для тех, кто предпочитает забирать продукцию самостоятельно, доступен самовывоз.

Складской комплекс филиала занимает площадь 255 м². В ближайшее время здесь будет представлено около 2000 наиболее востребованных позиций для монтажа инженерных систем. Ассортимент сформирован с учётом специфики региона и актуальных потребностей местного рынка, что позволит закрывать большинство задач прямо с полки.

Клиентам филиала также доступен полный перечень сервисов, уже знакомых партнёрам компании в других регионах:

- профессиональный подбор оборудования — помощь в расчёте и комплектации объектов любой сложности;
- аренда инструмента — возможность взять необходимое оснащение на время выполнения заказа;
- упрощённый возврат товара — без лишних бюрократических процедур;
- обучающие мероприятия для монтажников — семинары и мастер-классы по современным технологиям монтажа;
- подключение к программе лояльности — дополнительные привилегии для постоянных клиентов;
- регулярные акции и распродажи — специальные предложения на ходовые позиции.

Адрес: Ставропольский край, г. Пятигорск, Кисловодское шоссе, д. 35, стр. 1.

Режим работы: по будням с 9:00 до 18:00.

По всем вопросам обращайтесь по телефону: **+7 (8793) 35-20-00**.

В компании подчёркивают, что открытие филиала в Пятигорске — это очередной шаг в стратегии максимальной близости к клиенту и ещё одно подтверждение серьёзных намерений по развитию на юге России.

Источник: LUNDA

Кондиционирование

Токио – лидер по интенсивности использования кондиционеров

Токио стал городом с самым интенсивным использованием кондиционеров: около 30% его жителей держат технику включённой круглосуточно. Такие данные приводит Daikin по итогам опроса владельцев кондиционеров в 12 городах мира. Исследование проходило семь дней в мае — июне 2026 года, в каждом городе опросили по 100 человек в возрасте 20–60 лет: Токио, Шанхай, Бангкок, Дели, Дубай, Стамбул, Париж, Мадрид, Лагос, Сан-Паулу, Нью-Йорк и Хьюстон.

По средней продолжительности работы кондиционера в самый жаркий период лидирует Токио — 14 часов 12 минут в сутки, далее Хью-

стон (14 ч 2 мин), Дубай (12 ч 56 мин), Шанхай (11 ч 56 мин) и Нью-Йорк (11 ч 36 мин). Японская столица лидирует и по мерам энергосбережения: 65% респондентов выставляют более высокую температуру. По данным опроса Daikin 2024 года, средняя уставка в Токио составляла +26,2°C при среднемировом показателе +23,6°C.

Потепление за последние пять лет отметили 86,5% жителей 12 городов, физический дискомфорт из-за жары — 89,9%, рост времени работы кондиционера — 84,1%. Сильнее всего изменения ощущают в Бангкоке (97%), Токио и Дели (по 94%).

Stiebel Eltron

Stiebel Eltron отмечает 50 лет производства тепловых насосов



Stiebel Eltron отмечает полувековой юбилей работы с тепловыми насосами — за это время технология прошла путь от нишевого решения до одной из ключевых в европейском энергопереходе.

Сам принцип известен с начала XX века, а первая крупная теплонасосная установка заработала в 1938 году в ратуше Цюриха — она была предназначена для теплоснабжения и прослужила несколько десятилетий.

Для Stiebel Eltron отсчёт начался в 1973 году, когда руководитель конструкторского бюро Ханс-Юрген Конке услышал доклад о тепловых насосах на конференции Союза немецких инженеров (VDI). После трёх лет разработки, в 1976 году, первый тепловой насос вошёл в каталог компании.

Ранние воздушные и водяные машины были сплит-системами с вентилятором и испарителем во внешней блоке, имели мощность до 20 кВт, температуру подачи до 60°C и давали около 2 кВт тепла на 1 кВт электроэнергии. *«Пятьдесят лет назад тепловой насос уже выдавал вполне достойную тепловую мощность, — отмечает генеральный директор немецкого подразделения Stiebel Eltron Буркхард Макс. — Но разница с сегодняшними приборами огромна».* Современная платформа WPL-A охватывает диапазон 5–17 кВт, поднимает температуру подачи до +75°C и вырабатывает 4–5 кВт тепла на 1 кВт электроэнергии — эффективность выросла более чем вдвое. Аппараты стали компактнее и тише, работают на природном хладагенте R290 (пропан), а простую логику «включено/выключено» сменило инверторное регулирование под текущую потребность в тепле.

Хладагенты

Франция разрешает пропан в высотных зданиях, Испания просит отсрочку по фторхладагентам

Приказом Министерства внутренних дел Франции от 13 июля 2026 года изменена статья GH 37 регламента пожарной безопасности для высотных зданий (Immeubles de Grande Hauteur, IGH). Электрические системы кондиционирования и тепловые насосы на горючих хладагентах, включая пропан R290, теперь разрешены в таких зданиях при соблюдении условий: маркировка CE, герметично закрытый холодильный контур, соответствие требованиям пожарной безопасности (статьи CH 35, CH 44, CH 45) и заправка не более 300 г хладагента на прибор для сильногорючих составов класса A3. Документ опубликован в Journal officiel 17 июля и вступил в силу 18 июля 2026 года.

Испанская ассоциация дистрибьюторов, магазинов самообслуживания и супермаркетов (ASEDAS), объединяющая крупнейших операторов продуктовой розницы Испании (по собственным данным — около 75% рынка, порядка 19 250 магазинов и 260 тыс. сотрудников), обратилась с просьбой пересмотреть



сроки Регламента ЕС по F-газам (2024/573), то есть перенести переходный период с 2030 на 2032 год. По оценке ассоциации, адаптация холодильных систем супермаркетов потребует свыше €2,5 млрд инвестиций, а отрасль уже испытывает дефицит около 10 тыс. квалифицированных техников: спрос на монтажные и сервисные работы вырос на 30%, тогда как штат специализированных компаний — лишь на 5–10%.

De Dietrich

Virtuens MCA («Виртуэнс МЦА»): флагманский настенный конденсационный котёл

Компания «БДР Термия Рус» вывела на российский рынок настенный конденсационный котёл De Dietrich Virtuens MCA («Ди Дитриш Виртуэнс МЦА») — флагманскую модель, сменившую серию Evodens AMC («Эводэнс АМЦ»).



Линейка котлов включает одноконтурные модели мощностью 15, 24 и 32 кВт для подключения к бойлеру косвенного нагрева, а также Virtuens MCA («Виртуэнс МЦА») 24/29 MI с функцией приготовления горячей воды в проток.

Модуляция от 10 до 100%. Автоматическая настройка по газу адаптирует горелку к составу и давлению газа, включая работу на пропане. Основной теплообменник — из нержавеющей стали, с однопроходной самоочищающейся спиралью, что снижает риск накипи и затраты на обслуживание; гидравлическая группа — латунная, рама поставляется с запорными и сливными кранами и системой автоматической подпитки.

Панель управления Diematic Evolution («Диэматик Эволюшн») поддерживает дистанционный мониторинг через смартфон, цифровую связь с модулирующим насосом и самодиагностику; класс энергоэффективности системы — А+.

Котёл управляет нагревом бассейна, двумя погодозависимыми контурами отопления и ГВС, при необходимости — третьим смешительным контуром через плату AD249.

Предусмотрено каскадирование нескольких котлов для резервирования и адаптации к нагрузке.

MDV

MDV – бренд №1 на рынке VRF в России по итогам 2025 года

По данным аналитического отчёта маркетингового агентства «Литвинчук Маркетинг», VRF-системы бренда MDV (Midea) заняли первое место на российском рынке, как по выручке, так и по числу проданного оборудования.



Российский рынок VRF в 2025 году вырос примерно на 25% в штуках. Около 20% рынка (порядка 7500 наружных блоков) пришлось на компрессорно-конденсаторные блоки (ККБ) — они на 30–40% дешевле полноценных VRF-комплектов. Москва остаётся крупнейшим региональным рынком; заметный рост показал юг России — за счёт применения VRF как ККБ и строительства жилья с вентилируемыми фасадами.

По прогнозу аналитиков, к 2035 году потребность в VRF-системах вырастет до 50 тыс. наружных блоков в год (против 34,1 тыс. по итогам 2025 года).

Данные распространены дистрибьютором бренда в России — ГК «АЯК».

Одной строкой

Во Фрязине (Московская область) достраивают завод по производству холодильной техники и теплообменного оборудования. Проект реализует компания «ВЕЗА», объём инвестиций — 900 млн руб. Как сообщил Главгосстройнадзор Московской области, строительная готовность объекта составляет 40%, ввод в эксплуатацию запланирован на третий квартал 2026 года. Площадь трёхэтажного производственного комплекса превысит 12 тыс. м². Здесь организуют полный цикл — от изготовления деталей до сборки и упаковки. Завод сможет серийно выпускать промышленную продукцию для систем охлаждения и вентиляции. После запуска предприятие создаст в округе 300 рабочих мест. Проект был анонсирован в 2021 году.

Kermi

Kermi представила квартирную станцию x-net Wohnungsstation Pro E с полностью электронным управлением

Kermi Raumklima (Платтинг, Германия) представила новую версию квартирной станции отопления и ГВС x-net Wohnungsstation Pro E с полностью электронной системой регулирования на контроллере x-net.

Горячая вода готовится по проточному принципу через пластинчатый теплообменник из нержавеющей стали, без накопительного бака — при соблюдении «правила трёх литров» это позволяет отказаться от проверки на легионеллу. Линейка доступна в четырёх типоразмерах теплообменников — 37, 45, 55 и 75 кВт (75 кВт — новый, ранее в линейке было только три ступени мощности); максимальный расход горячей воды — 25,2 л/мин. Оба контура (отопления и ГВС) управляются шаговыми двигателями вместо механической регулировки. Контур смешанного отопления поддерживает три режима: по погодной кривой, по эталонному помещению или на фиксированную уставку.



Приложение x-center обеспечивает пошаговую пусконаладку, отображение параметров в реальном времени, а через Modbus и веб-портал x-center — удалённый мониторинг и управление. В опциях — летний байпас, регуляторы перепада давления, гаситель гидродаров, циркуляционный комплект и набор для прямого подключения радиаторов.

Tacanova

Tacanova переосмысливает работу насосов для тёплых полов: меньше дросселирования, больше эффективности



Компания Tacanova представила новый принцип регулирования циркуляционных насосов TacoFlow3 Surface для систем напольного отопления — вместо трёх фиксированных ступеней перепада давления (2,5, 3,5 и 4,5 м) насос теперь поддерживает плавную бесступенчатую настройку постоянного перепада давления прямо на корпусе.

Монтажник задаёт нужное значение перепада давления и сразу видит результирующий расход в реальном времени на каждом балансировочном клапане TopMeter. Это позволяет точно подстроить работу насоса под самый протяжённый контур системы, не за-

вышая давление «про запас», как это происходит при использовании стандартных фиксированных ступеней.

При ступенчатом регулировании избыточное давление приходится гасить дросселированием на балансировочных клапанах отдельных контуров — это создаёт дополнительные потери энергии и риск возникновения шума в системе. Плавная настройка перепада давления исключает эти потери: по данным производителя, новый принцип регулирования позволяет сэкономить до 40% энергии на циркуляцию.

Продакт-менеджер Tacanova Димосфенис Ризос сравнил принцип работы насоса с манерой вождения автомобиля: «Если мы едем слишком быстро, сначала отпускаем газ, прежде чем нажать на тормоз. Именно так работает TacoFlow3 Surface — мы больше не жмём одновременно на газ и на тормоз».

Tacanova Group AG — швейцарский производитель оборудования для гидравлической балансировки, циркуляционных насосов, систем напольного отопления и приготовления ГВС со штаб-квартирой в Цюрихе. Компания работает на рынке с 1961 года, сертифицирована по стандартам ISO 9001 и ISO 14001.



LUNDA

В Москве прошёл День Монтажника

15 июля в Москве, на площадке «Яблоневый сад» (Apple Hill) на Крылатской улице, прошёл День Монтажника. Мероприятие было организовано компанией LUNDA совместно с её партнёрами — производителями и поставщиками оборудования для монтажа и обслуживания инженерных систем.

Выставка собрала большое количество посетителей: монтажников, проектировщиков, инженеров и представителей отраслевых организаций. Производители представили на стендах новинки по отоплению, водоснабжению и вентиляции, провели мастер-классы и поделились практическими навыками по подбору и монтажу оборудования.

Гостей ждали конкурсы с призами, подарки от партнёров и живое общение с коллегами по рынку. Для гостей мероприятия компания LUNDA совместно с производителями подготовила специальные предложения по уникальным ценам, действующим как в день выставки, так и в течение нескольких дней после её завершения.

Профессионалы высоко оценили этот формат: он позволяет напрямую обсудить с производителями технические детали проектов и оперативно получить ответы на свои вопросы в комфортной деловой атмосфере.

LUNDA системно проводит выставки во всех регионах своего присутствия, собирая на одной площадке производителей и клиентов компании. День Монтажника уже стал одним из самых востребованных отраслевых событий в формате прямого диалога между поставщиками оборудования, профессиональными монтажниками и монтажными организациями.



ПАО «МОЭК»

МОЭК внедряет собственный течеискатель «Филин-95»

ПАО «МОЭК» приступило к опытно-промышленной эксплуатации корреляционного течеискателя «Филин-95», разработанного по собственной программе НИОКР. Комплекс из диагностического блока и двух датчиков обслуживается одним специалистом и определяет место разгерметизации подземного трубопровода с точностью до 0,1 м на глубине до 5 м. Это повышает оперативность ремонта и сокращает объём раскопок и затраты на последующее благоустройство.



Прибор анализирует звуковые волны, возникающие при утечке. В алгоритмах и аппаратной части учтён многолетний опыт диагностики столичных теплосетей, проложенных в насыщенной коммуникациями подземной инфраструктуре Москвы.

Название выбрали по итогам конкурса среди сотрудников компании и студентов профильных вузов: «Филин» отсылает к острому слуху птицы и созвучно английскому *feeling* — «чувствующий», а цифра 95 указывает на год 95-летия системы теплоснабжения Москвы.

Одной строкой

:: До конца 2026 года «Росатом» запустит в Московской области гигафабрику по производству литийонных батарей для электротранспорта. Об этом ТАСС сообщил директор бизнес-направления «Электромобильность» компании «ТВЭЛ» Александр Бухвалов. Подмосковное предприятие станет второй гигафабрикой госкорпорации: первая введена в опытно-промышленную эксплуатацию в декабре 2025 года в городе Неман Калининградской области. Мощность каждой позволит выпускать до 50 тыс. тяговых аккумуляторов в год — для электробусов, электромобилей, речных электросудов, трамваев и средств индивидуальной мобильности. Запуск двух заводов закроет потребности российского рынка и экспортных проектов «Росатома» в системах накопления энергии.

Законодательство

В России можно будет устанавливать солнечные панели в МКД

С 1 сентября в России снимается запрет на микрогенерацию в многоквартирных домах. Вступает в силу Федеральный закон от 26 июня 2026 года № 208-ФЗ, который снимает прямой запрет на использование объектов микрогенерации (небольших солнечных панелей, ветрогенераторов и аналогичных установок, вырабатывающих электроэнергию для собственных нужд) в многоквартирных домах. Второе ключевое изменение касается предельного объёма выдачи электроэнергии в сеть: ранее закон жёстко ограничивал его 15 кВт, теперь эту величину будет устанавливать правительство отдельными постановлениями. По оценке «Российской газеты», новый лимит может вырасти до 150 кВт. Доход от продажи излишков электроэнергии в сеть при этом освобождён от налога.



Закон даёт жителям принципиальную возможность разместить оборудование на доме, но пока не готов сам механизм: крыша и фасад относятся к общему имуществу дома, и правительству ещё предстоит определить, в каких случаях и в каком порядке там можно устанавливать такие системы, а также как будут вестись расчёты за электроэнергию. Инициатива выросла из регионального пилота: законопроект внесла Башкирия, оттачиваясь от опыта дома «Гелиос Smart House» в Уфе — 26-этажной новостройки с кровельной солнечной станцией мощностью 150 кВт. При этом эксперты не ждут взрывного роста числа частных генераторов. Доля возобновляемой энергетики в энергобалансе России пока не превышает 1,2%, а стоимость системы для отдельной квартиры или дома оценивается в 1–3 млн руб. — с учётом климатических ограничений и сложной процедуры техприсоединения закон, по мнению опрошенных «Российской газетой» специалистов, скорее расширит число экономически оправданных сценариев использования микрогенерации, чем вызовет массовую установку панелей.



Группа «Теплолюкс» открыла новую производственную площадку

Группа «Теплолюкс» инвестировала более 2 млрд руб. в развитие российского производства инженерных систем и открыла новую производственную площадку, ставшую одним из крупнейших инвестиционных проектов компании последних лет. На заводе будут выпускаться системы защиты от протечек NEPTUN, электрические тёплые полы TeploLux и другие инженерные решения для дома. Новое предприятие позволит компании увеличить объёмы производства, повысить эффективность процессов и расширить возможности для развития российских технологичных решений в сфере комфорта и безопасности жилья. В церемонии открытия новой производственной площадки Группы «Теплолюкс» приняли участие генеральный директор Группы «Теплолюкс» Сергей Лебедев, заместитель главы городского округа Мытищи Алексей Воробьёв, а также депутат Московской областной думы, олимпийский чемпион по лыжным гонкам Александр Легков. Новая производственная площадка площадью почти 10 тыс. м² стала крупнейшей инвестицией в индустрии за последние несколько лет. Предприятие организовано в едином логистическом контуре, а программа разви-

тия предусматривает дальнейшую автоматизацию и роботизацию процессов. План модернизации предприятия рассчитан до 2031 года. Новый завод стал не только производственной, но и кадровой инвестицией компании. Штатное расписание предусматривает порядка 250 рабочих мест. Для сотрудников внедрена комплексная программа обучения работе на новом оборудовании. «Запуск новой площадки стал ответом на устойчивый рост рынка инженерных решений для дома. По данным компании, спрос на системы защиты от протечек и электрические тёплые полы ежегодно увеличивается в среднем на 10–20 процентов. Новая площадка позволит нам значительно нарастить объёмы производства, повысить эффективность процессов и раскрыть потенциал автоматизации производственных и логистических операций. В планах у компании поддержание экспортной доли на уровне около 10 процентов, а ожидаемый рост выручки по итогам 2026 года составит не менее 15 процентов, — пять миллиардов рублей без НДС», — сообщил генеральный директор компании «Теплолюкс» Сергей Лебедев.



UNIPUMP

Компания UNIPUMP расширила ассортимент поверхностных насосов бытового назначения

Насосы UNIPUMP серии SmartFlow — новое поколение бытовых повысительных насосов с частотным регулированием. Они разработаны для автоматического поддержания стабильного давления в системах водоснабжения квартир и загородных домов.

В насосы серии SmartFlow встроена интеллектуальная система управления с частотным преобразователем: получая данные от датчика давления, она сама меняет скорость вращения двигателя в зависимости от расхода воды. Автоматика SmartFlow берёт на себя комплексную защиту оборудования от «сухого хода», проблем с электричеством, перегрева и блокировки ротора.

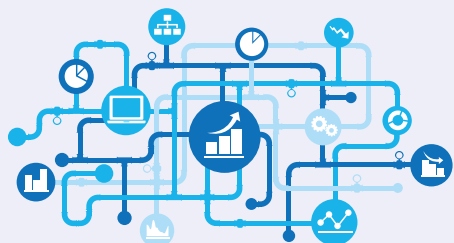
Насосы серии SmartFlow имеют высокую энергоэффективность, работают практически бесшумно, имеют модуль Bluetooth для управления через мобильное приложение.

Основные характеристики: мощность от 0,1 до 0,9 кВт, напор до 35–65 м, подача до 4,2–6 м³/ч, температура жидкости до +70 °С.



Законодательство

Минэкономразвития вводит статус «технологических лидеров»



Минэкономразвития России подготовило проект постановления, вводящий новую категорию компаний — «технологические лидеры». Документ разработан по поручению президента и опубликован для общественного обсуждения на портале regulation.gov.ru (проект № 168806).

В перечень приоритетных видов деятельности для получения статуса включены энергетика и водоснабжение — наряду с сельским хозяйством, добычей полезных ископаемых, обрабатывающей промышленностью, образованием, здравоохранением, информационными технологиями (ИТ) и связью.

Для получения статуса компания должна: состоять в Реестре малых технологических компаний (МТК); иметь долю государства в уставном капитале не более 25%; показать выручку за предшествующий год в диапазоне от 4 до 40 млрд руб.; вести деятельность по основному ОКВЭД из установленного перечня. Сопровождение возьмут на себя АНО «Центр поддержки инжиниринга и инноваций» и профильный фонд развития, статус будет подтверждаться записью в реестре Минэкономразвития. Согласно пояснительной записке, инициатива призвана поддержать выросшие из малого бизнеса компании на пути к статусу «единорога» — компании с оценкой свыше \$1 млрд.

Для отрасли ОВиК это значит, что претендовать на статус смогут российские производители котельного, теплонасосного, вентиляционного оборудования и систем водоснабжения — при условии, что компания уже состоит в Реестре МТК и укладывается в критерии по выручке и доле государства. Статус даёт приоритетный доступ к господдержке и сопровождение при подаче заявок на субсидии и гранты, что может ускорить финансирование локализации производства и НИОКР в сегменте, где сейчас активно идёт импортозамещение.

LG Electronics

CDU производства LG прошёл валидацию NVIDIA для ИИ-дата-центров

LG Electronics получила сертификат соответствия своего блока распределения теплоносителя (Coolant Distribution Unit, CDU) мощностью 600 кВт требованиям NVIDIA к инфраструктуре AI Factory. Компания становится официальным партнёром NVIDIA по системам охлаждения для дата-центров с высокой плотностью тепловыделения.



Блок распределения теплоносителя — ключевой элемент контура прямого жидкостного охлаждения процессоров (direct-to-chip, DTC). Он принимает холод от чиллерной установки и распределяет теплоноситель по холодным пластинам, установленным непосредственно на кристаллах ускорителей, поддерживая заданные параметры температуры и расхода. Оборудование проверялось более чем по 100 техническим критериям, разработанным для стандартизации холодопроизводительности, надёжности и отказоустойчивости систем охлаждения ИИ-фабрик. Испытания проводились на собственной площадке комплексной валидации LG chip-to-chiller в Пхёнхэне (Республика Корея).

Заявленная точность поддержания температуры теплоносителя — $\pm 0,25$ °С, что принципиально для нагрузок, характерных для дата-центров, обслуживающих работу ИИ-моделей. CDU оснащён технологией виртуальных датчиков: расчётные параметры контура вычисляются на основе показаний физических измерителей, что обеспечивает мониторинг в реальном времени и раннее обнаружение утечек теплоносителя. Управление контуром реализуется через фирменную платформу Data Centre Cooling Control Manager (DCCM), обеспечивающую предиктивное регулирование и централизованный мониторинг.

Как сообщает LG, аналогичную валидацию NVIDIA последовательно пройдут CDU большей мощности — типоразмеры 1; 2,5 и 4 МВт.

МХ «Краб» от компании «Мир Хомутов»: быстросъёмный хомут для аварийного ремонта трубопроводов

Премия Aquaflame Awards, которую ITE Group проводит совместно с журналом СОК в рамках одноимённой выставки, ежегодно отмечает продукты и решения, вносящие значимый вклад в развитие индустрии водоснабжения, отопления и сантехники. Награды «За простоту и удобство решения» в 2026 году удостоен ремонтный быстросъёмный хомут МХ «Краб» из оцинкованной стали, разработанный компанией «Мир Хомутов». Жюри премии Aquaflame Awards отметило инженерное решение, которое позволяет устранить протечку на трубопроводе за считанные секунды, в том числе в труднодоступных местах.

Авария на системе водоснабжения или отопления требует максимально быстрого решения. Классический ремонтный хомут приходится сначала полностью развинтить, установить на пробоину и снова затянуть болты. Даже в доступном месте это занимает время и сопровождается риском потерять крепёж, а на трубах, расположенных на высоте или в стеснённых условиях, монтаж превращается в отдельную задачу.

Сама конструкция «Краб» известна ремонтникам много лет и давно доказала надёжность и простоту. В «Мире Хомутов» её усовершенствовали, сделав разъёмной: теперь для установки не нужно полностью выкручивать винты — достаточно ослабить их, освободить за-



цепы и разобрать хомут, а затем в обратном порядке завести зацепы в пазы и дотянуть крепёж. Монтаж ускорился в несколько раз, что быстро оценили специалисты, устраняющие течи в бытовых и промышленных трубопроводах. Основные элементы выполнены из стали с цинковым покрытием: корпус толщиной 1 мм и усиленный крепёжный мост толщиной 2 мм, фиксация — оцинкованными болтами М6 или М8.

Встроенный уплотнитель позволяет эксплуатировать хомут в диапазоне температур от -50 до $+110^{\circ}\text{C}$. Толщина уплотнительной прокладки зависит от типоразмера: 3 мм для диаметров $\frac{1}{2}$ "–3" и 5 мм для $3\frac{1}{2}$ "–6"; при необходимости хомуты изготавливают под индивидуальный диаметр трубы.

Заявленные характеристики подтверждены серией из 40 натурных испытаний на трубах диаметром от 20 до 60 мм при давлении от 10 до 15 бар. Критерием служила безотказная работа в течение 480 часов, отказом считалась любая протечка в месте герметизации. Ни на одном образце течи зафиксировано не было — вероятность безотказной работы составила 100%. При этом время монтажа сократилось до 25–45 секунд против 60–95 у прежней конструкции.

Производитель гарантирует работоспособность хомута не менее года; на практике при благоприятных условиях эксплуатации срок службы существенно выше, а реальный ресурс ограничивают агрессивная среда и солевые отложения. Ремонтный быстросъёмный хомут МХ «Краб» соответствует требованиям ГОСТ и DIN и защищён патентом на полезную модель RU235141 U1 (дата регистрации — 23 июня 2025 года).

Награда Aquaflame Awards стала признанием того, что востребованность инженерного решения определяется не сложностью, а скоростью и удобством его применения в реальных условиях монтажа. ●



Монтаж ремонтного хомута МХ «Краб» на действующем трубопроводе

Чиллеры Thermex Energy TMR: энергоэффективное холодоснабжение для объектов с непрерывной нагрузкой

Премия AIRVent — отраслевая премия, которую компания ITE Group проводит совместно с журналом СОК в рамках одноимённой международной выставки. Она отмечает решения, задающие технологическую планку отрасли. Лауреатом 2026 года в номинации «Продукт года. Энергоэффективность» стал моноблочный чиллер Thermex Energy TMR производства компании «Термекс Энерджи» — российского производителя промышленного холодильного и климатического оборудования, входящего в структуру корпорации «Термекс».

Чиллеры серии TMR разработаны для надёжной работы в российском климате на центрах обработки данных, высокотехнологичных производствах и других объектах с высокими требованиями к эффективности, точности поддержания параметров и отказоустойчивости. Линейка включает 28 моделей холодопроизводительностью от 180 до 1400 кВт. Серийная сборка и комплексное тестирование в климатической камере проводятся на заводе компании в Ленинградской области.

Энергоэффективность базовой комплектации обеспечивает комплекс технологических, конструктивных и программных решений. Винтовые компрессоры с плавным регулированием производительности подстраиваются под фактическую нагрузку, удерживают температуру хладагента на выходе с точностью до 0,1 °C и исключают характерное для ступенчатых схем переохлаждение контура, а экономайзеры дополнительно повышают эффективность на 5–7 %. Высокоэффективные микроканальные конденсаторы с высокой теплоотдачей позволяют применять вентиляторы меньшей мощности, а ЕС-вентиляторы с плавной регулировкой частоты вращения точно поддерживают температуру кон-



Чиллеры Thermex Energy TMR со встроенным фрикулингом на объекте

денсации при низком уровне шума и работают до –40 °C. Работой машины управляет контроллер с программным обеспечением собственной разработки, которое позволяет полностью раскрыть потенциал холодильной установки. Энергоэффективное исполнение для круглогодичной эксплуатации дополнительно включает функцию плавающей температуры конденсации и встроенную систему свободного охлаждения (фрикулинг). При понижении температуры наружного воздуха контроллер снижает давление конденсации: уменьшение температуры конденсации на 1 °C сокращает энергопотребление компрессоров до 2,5 %.

Микроканальные теплообменники фрикулинга с низким аэродинамическим и гидравлическим сопротивлением снижают энергопотребление вентиляторов и позволяют применять насо-

сы меньшей мощности. В российском климате чиллер серии TMR может до пяти месяцев в году работать с полностью отключёнными компрессорами и ещё до двух — в смешанном режиме, что кратно увеличивает их ресурс. Эффект подтверждён расчётом компании на базе реализованного в Центральном федеральном округе объекта: сезонный холодильный коэффициент (SEER) энергоэффективного исполнения превышает 6,0, годовое энергопотребление сокращается почти вдвое относительно чиллера того же типоразмера в стандартном исполнении, а совокупная стоимость владения за пять лет — более чем на треть. При этом вложения в энергоэффективные опции окупаются уже в первый год эксплуатации.

Отмеченный жюри результат даёт не отдельная технология, а их сочетание и работа под общим алгоритмом управления. Для ответственных объектов это смещает предмет сравнения: оборудование оценивают по совокупной стоимости владения, а не только по цене поставки. Именно такие проекты и отбирает AIRVent Award. Для производителей и поставщиков премия — это возможность представить свои разработки профессиональному жюри и отраслевому сообществу, подтвердить состоятельность инженерных решений независимой оценкой и укрепить позиции на рынке. За датами приёма заявок на новый сезон, условиями участия и номинациями можно следить на сайте Премии AIRVent. ●



Экосистема AIRVent: как компаниям климатического рынка работать с клиентами и партнёрами круглый год

Выставка AIRVent сейчас — это уже целая отраслевая экосистема. Какие новые возможности появляются для продвижения оборудования, поиска заказчиков и развития деловых связей? Об этом рассказала директор выставок Aquaflame и AIRVent Ольга Егорова.

❖ Ольга, здравствуйте! За четыре года AIRVent перестал быть просто выставкой и перешёл в формат экосистемы. Что это означает на практике для компаний климатического рынка?

— Здравствуйте! Современный мир довольно изменчив и ежедневно выдвигает новые требования. Сегодня становится уже недостаточно просто успешно провести выставку. Компаниям важно не только ярко заявить о себе несколько дней в году, но и регулярно взаимодействовать с рынком, поддерживать интерес к своим решениям и оставаться в поле зрения потенциальных заказчиков.

Именно поэтому AIRVent перешёл в формат экосистемы. Мы объединяем инструменты, которые помогают компаниям работать с профессиональной аудиторией на протяжении всего года, а не только во время проведения выставки.

Ядром экосистемы остаётся выставка AIRVent — крупнейшая по количеству участников и посетителей климатическая выставка в России. Вокруг неё выстроены другие элементы: деловая программа, отраслевая премия AIRVent, онлайн-сообщество Aquaflame Connect и новый отраслевой фестиваль «А-Фест».

Экосистема помогает компаниям чаще встречаться со своей целевой аудиторией в разных форматах и на разных этапах, что увеличивает число касаний. А чем больше качественных точек взаимодействия возникает между компаниями и рынком, тем выше вероятность новых проектов, партнёрств и продаж.



❖ Ольга Егорова, директор крупнейших в РФ инженерных выставок Aquaflame и AIRVent

❖ Получается, выставка остаётся главным элементом экосистемы?

— Безусловно. Именно выставка остаётся местом, где происходят личные встречи, знакомство с новым оборудованием, обсуждение проектов и принятие многих бизнес-решений.

Но сегодня путь клиента редко начинается и заканчивается на выставочном стенде. Кто-то сначала узнаёт о компании из экспертной статьи, кто-то посещает конференцию, кто-то общается с коллегами в профессиональном сообществе или приходит на отраслевое мероприятие.

Поэтому мы стремимся создать для участников не одно событие, а непрерывную систему взаимодействия с профес-



❖ Демонстрация оборудования на стенде Dantex, выставка AIRVent 2026

сиональным сообществом в течение всего года. Такой подход позволяет компаниям эффективнее использовать участие в выставке и получать более долгосрочный результат.

❖ Расскажите подробнее о премии AIRVent и отраслевом фестивале «А-Фест».

— В 2026 году премия AIRVent впервые прошла в рамках выставки и вызвала большой интерес. Её задача — отмечать действительно сильные продукты, технологии и инженерные решения, которые способствуют развитию климатического рынка. Для компаний участие в премии — это возможность получить профессиональное признание и дополнительное внимание со стороны заказчиков, проектировщиков и отраслевого сообщества.

Ещё одним новым элементом экосистемы станет отраслевой фестиваль «А-Фест», который впервые пройдёт 8 сентября 2026 года. Это профессиональный фестиваль для проектировщиков и монтажников инженерных систем, где практическое обучение, знакомство с новыми технологиями и живое общение с производителями объединены в одном мероприятии. Мы видим, что отрасли нужны разные форматы общения. Если выставка — это масштабное событие для всей индустрии, то «А-Фест» станет более камерной профессиональной площадкой.

Главная особенность фестиваля — узкоспециализированная аудитория. В центре внимания будут монтажники и проектировщики инженерных систем — специалисты, которые ежедневно работают с оборудованием и зачастую напрямую влияют на выбор технических решений. Для производителей это возможность показать оборудование в действии и обсудить практические вопросы эксплуатации и монтажа в менее формальной атмосфере.

❖ Деловая программа тоже является частью экосистемы?

— Начнём с того, что деловая программа изначально была неотъемлемой частью выставки. Сейчас она является одним из элементов экосистемы. Кроме того, производители и поставщики оборудования могут стать партнёрами или организаторами отдельных конференций и сессий. Это возможность не просто рассказать о своей продукции, а продемонстрировать экспертную позицию компании, обсудить актуальные отраслевые вопросы и стать частью профессиональной дискуссии. Выступить там, где экспертиза будет востребована профессиональным сообществом.



❖ Деловая программа AIRVent 2026

При этом для нас принципиально важно, чтобы деловая программа оставалась максимально полезной для аудитории. Поэтому её подготовка всегда начинается с анализа запросов рынка. Мы собираем обратную связь, изучаем наиболее актуальные темы и только после этого формируем программу мероприятий.

❖ Вы упомянули онлайн-сообщество Aquaflame Connect как важную часть экосистемы. В чём его основные преимущества?

— Aquaflame Connect позволяет продолжать профессиональное общение в течение всего года. Это площадка, которая работает круглосуточно и объединяет участников рынка независимо от их региона.

Компании могут публиковать новости, статьи, рассказывать о новых продуктах и реализованных проектах, общаться с потенциальными заказчиками и партнёрами, проводить видеовстречи, обсуждать технические вопросы и обмениваться опытом.

Для специалистов это удобный источник отраслевой информации и профессионального общения. Для компаний — возможность регулярно присутствовать в информационном поле отрасли и поддерживать контакт со своей целевой аудиторией в течение всего года.

❖ Как компании начать использовать возможности экосистемы AIRVent?

— Всё зависит от задач бизнеса. Если компания хочет постоянно быть в профессиональном информационном простран-

стве, можно присоединиться к сообществу Aquaflame Connect. Если основная цель — представить оборудование максимально широкой аудитории и провести личные переговоры, логичным шагом станет участие в выставке AIRVent 2027.

Для компаний, которым важно подчеркнуть экспертность, подойдут деловая программа и премия AIRVent. А тем, кто хочет напрямую пообщаться с монтажниками и проектировщиками в более неформальной атмосфере, будет интересен фестиваль «А-Фест».

При этом наибольший эффект достигается тогда, когда компания использует сразу несколько инструментов. Они дополняют друг друга и помогают выстраивать системную работу с рынком: поддерживать интерес к бренду, укреплять деловые связи и находить новые возможности для развития бизнеса.

❖ Ольга, спасибо за интервью! ●

В 2027 году выставка AIRVent состоится в пятый раз с 1 по 4 февраля в Москве, в Международном выставочном центре «Крокус Экспо». Подробнее об экосистеме AIRVent можно узнать на официальном сайте выставки (см. QR-код).



САНТЕХНИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Скважинный насос ECO RUS — стабильное водоснабжение вопреки нестабильному напряжению

Владельцы загородных домов всё чаще сталкиваются с ситуацией: электричество на участке есть, но вода в кране пропадает. Причина кроется в качестве электроснабжения. Местные трансформаторные подстанции часто не справляются с растущим потреблением, из-за чего в «часы пик» напряжение в сети регулярно падает ниже нормы. Обычный погружной насос в таких условиях работает «на износ»: чтобы компенсировать нехватку напряжения, двигатель потребляет больше тока. Итог закономерен — обмотка перегревается, насос выходит из строя, а дом остаётся без водоснабжения. Именно этот вызов стал отправной точкой для инженеров UNIPUMP при разработке погружных скважинных насосов.

Больше, чем сборка: производство полного цикла

Главное преимущество скважинных насосов серии ECO RUS — это полноценный производственный цикл на территории России. Разработка каждой модели велась с учётом специфики эксплуатации в отечественных инженерных системах и особенностей электросетей. Мы создали современную производственную базу, которая позволяет самостоятельно выпускать электродвигатели для бытовых погружных насосов. Процесс локализован на мощностях «Бавленского электро-механического завода» — предприятия с более чем 80-летней историей, где глубокий инженерный опыт дополнен актуальными технологическими решениями.

Сегодня наше производство включает в себя полный комплекс операций: от высокоточной металлообработки и изготовления компонентов на автоматизированных линиях до сборки и финального тестирования готовых изделий. Такой подход позволяет нам не зависеть от сторонних поставщиков и контролировать качество оборудования «из первых рук».

Один из ключевых приоритетов — жёсткая система контроля. Каждый двигатель проходит двойное тестирование:

- проверка качества заливки ротора;
- проверка обмотки статора на тест-машине.

На финальном этапе, после полной сборки, каждый скважинный насос проходит гидравлические испытания на соответствие заявленным напорно-расходным характеристикам. Только после успешного прохождения всех тестов оборудование отправляется к потребителю. Это гарантия того, что вы получаете надёжный и проверенный продукт.

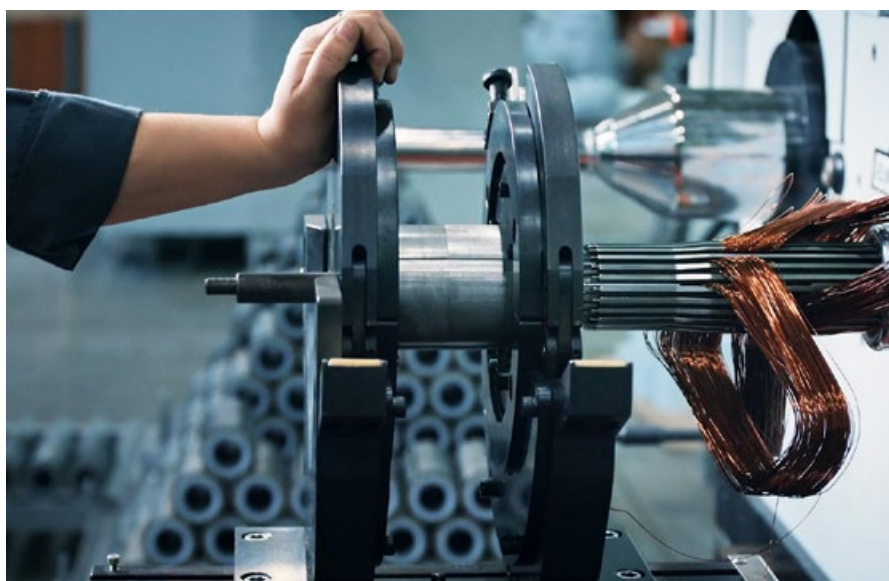


❖❖ Скважинные насосы серии ECO RUS

Почему паспортный КПД — ещё не гарантия стабильности?

Технические характеристики большинства скважинных насосов, которые производители указывают в каталогах, рассчитаны для эталонных режимов работы при стабильном напряжении 220–230 В. Но что происходит на практике?

При пониженном напряжении в сети электродвигатель теряет пусковой момент и не может развить необходимый крутящий момент под нагрузкой. В результате ухудшается работа гидравлической системы, снижается производительность и КПД. Оборудование, рассчитанное на узкий допуск по напряжению ($\pm 10\%$), при значениях ниже 200 В может перейти в режим токовой перегрузки. Это приводит к перегреву обмоток, выходу насоса из строя и, как следствие, дорогостоящему ремонту.



❖❖ Производство скважинных насосов UNIPUMP на «Бавленском электро-механическом заводе»

Технологический запас прочности ECO RUS

При разработке серии ECO RUS инженеры UNIPUMP сделали ставку на комплексный запас прочности всего агрегата, а не только его электрической части. Такой подход стал определяющим фактором для неизменной надёжности техники. За счёт каких именно конструктивных решений достигается такой запас прочности?

Термостойкая защита двигателя

В отличие от большинства аналогов, в скважинных насосах ECO RUS применяется однофазный маслянонаполненный двигатель с дополнительной термостойкой изоляцией обмоток. Такое решение в комплексе с масляным охлаждением надёжно защищает двигатель от перегрева при работе на пониженном напряжении и предотвращает риск короткого замыкания. Результат — кратное увеличение рабочего ресурса насоса.



В насосах ECO RUS применяется однофазный маслянонаполненный двигатель с дополнительной термостойкой изоляцией обмоток. В комплексе с масляным охлаждением это надёжно защищает двигатель от перегрева при работе на пониженном напряжении и предотвращает риск короткого замыкания



Антикоррозионная защита чугунных узлов

Антикоррозионная защита чугунных узлов

Для обеспечения высокой механической прочности элементы насоса, подвергающиеся наибольшим нагрузкам (напорный патрубок, фланец, адаптер), изготавливаются из чугуна. Чтобы надёжно защитить эти ответственные узлы от коррозионного воздействия перекачиваемой среды при постоянном погружении, применяется технология нанесения специализированного антикоррозионного покрытия.

Защитный слой обладает высокой адгезией к металлу и создаёт прочный изолирующий барьер, исключающий прямое взаимодействие чугуна с перекачиваемой средой. Такая обработка предотвращает коррозионное и структурное разрушение деталей, исключает образование ржавчины и тем самым кратно увеличивает эксплуатационный ресурс насоса.

В насосах ECO RUS применяются современные электродвигатели, специально адаптированные к работе при колебаниях напряжения. Это гарантирует надёжное функционирование системы водоснабжения для потребителя

Уверенный старт и работа на пониженном напряжении

В насосах применяются современные электродвигатели, специально адаптированные к работе при колебаниях напряжения. Благодаря изменениям в схеме намотки статора минимальное напряжение старта снижено на 50 %. Это гарантирует уверенный запуск насоса и надёжное функционирование системы водоснабжения даже в условиях низкого или нестабильного напряжения электросети. Кроме того, новая схема намотки позволила снизить потребляемую электрическую мощность и повысить КПД. В результате двигатель сохраняет высокую эффективность и безотказно работает при падении напряжения в питающей сети.

Износостойкая гидравлическая часть

В насосах ECO RUS рабочие колёса и ступени изготавливаются из высокопрочных антифрикционных материалов. Такая конструкция обеспечивает длительный срок эксплуатации и повышенную стойкость к износу при перекачивании воды, содержащей механические примеси.

Благодаря точному расчёту геометрии проточной части насосы серии демонстрируют высокий КПД и поддерживают заданные напорно-расходные характеристики даже при работе в сложных условиях эксплуатации.



Проточная часть насоса серии ECO RUS

Реальная альтернатива европейским брендам

Премиальные европейские марки, ещё вчера считавшиеся эталоном, покинули российский рынок. Вместе с ними ушли не только громкие имена, но и — самое важное — сервисная поддержка и доступность запчастей.

Скважинные насосы ECO RUS — это пример разумного инженерного подхода. Это оборудование не уступает европейским аналогам в качестве исполнения и демонстрирует высокую надёжность даже в сетях с нестабильными параметрами питания.

Выбирая ECO RUS, вы получаете гарантию надёжного водоснабжения, а также уверенность в оперативной сервисной поддержке и в наличии запчастей в любой точке страны.

Бытовая система доочистки воды на основе обратного осмоса

Чистая питьевая вода во многом определяет качество жизни. Разбираем обратный осмос «от А до Я» и сравниваем затраты и себестоимость с бутилированной водой.

Система центрального питьевого водоснабжения не всегда обеспечивает поступление качественной питьевой воды в квартиры и дома. Хотя такая вода должна отвечать гигиеническим нормативам СанПиН 1.2.3685–21 [1], это происходит не всегда. Даже когда вода отвечает требованиям правил, вкус её остаётся посредственным.

Данные обстоятельства случаются в силу многих причин, связанных с организацией системы централизованного питьевого водоснабжения. Прежде всего это изношенные трубопроводные сети. Поэтому если после станции водоподготовки вода соответствует всем нормам, то непосредственно у потребителя вода, пройдя по изношенным трубам, может получить вторичные загрязнения.

Обычно проблема решается путём установки у потребителя системы доочистки питьевой воды. В настоящее время можно выделить две системы доочистки воды. Это системы, использующие фильтрацию через различные зернистые материалы, и системы, использующие обратноосмотические мембраны. В свою очередь, системы, использующие фильтрацию через зернистые загрузки, можно разделить на системы типа «кувшин» (без давления) и системы, использующие напорное фильтрование (под давлением водопроводной воды).

Основной недостаток фильтрования через зернистые загрузки заключается в необходимости обеспечить довольно низкую скорость фильтрации воды. Поэтому при небольших размерах бытовых фильтров производительность таких систем должна быть не более 0,5 л/мин, что является крайне неудобным моментом в эксплуатации подобных систем. При обеспечении приемлемого расхода очи-

щенной воды в 2 л/мин фильтры начинают работать крайне неэффективно, так как не обеспечивается необходимое время контакта воды и зернистой загрузки.

Для обычного фильтрования лучше использовать фильтр-кувшин. Более подробно данный вопрос рассмотрен в [2].

Для получения действительно высококачественной питьевой воды рекомендуется использовать системы с обратноосмотическими мембранами. В процессе обратноосмотического обессоливания из воды удаляются до 90–95 % растворённых в ней солей, при этом органика и более крупные загрязнители удаляются полностью.

Слабым местом обратного осмоса является уязвимость мембраны перед исходной некачественной водой, а также неспособность мембраны задерживать газы. Если на мембрану обратного осмоса подавать «грязную» воду, то она быстро выйдет из строя. Поэтому перед стадией обратного осмоса требуется качественная предварительная обработка воды.

Также к недостатку работы обратноосмотической системы очистки воды можно отнести довольно низкую производительность по очищенной воде.

Исходная вода из системы питьевого водоснабжения поступает на бытовую систему очистки воды. Вначале вода проходит предочистку. Это позволит работать мембране в оптимальных условиях. Предочистка состоит из трёх стадий. На первой стадии вода фильтруется через полипропиленовый картридж с рейтингом фильтрации 1–20 мкм. Вторая и третья стадии предочистки представляют собой корпуса фильтров типоразмером 10", которые засыпаны активированным углём. При этом в фильтре (2) активный уголь насыпной, а в фильтре (3) — прес-сованный.



Автор: И.А. ТИХОНОВ, директор по развитию ООО «Сарфильтр»

Таким образом, на стадии предочистки из воды удаляются механические и взвешенные вещества, железо, а также часть органических соединений и газы. Растворённые в воде газы-загрязнители, такие как сероводород и аммиак, не должны поступать на мембрану, так как легко через неё проходят и, соответственно, поступают в чистую воду. Поэтому необходимо обеспечить как можно более длительный контакт воды и активированного угля на стадии предочистки. Это позволит удалить из воды газы-загрязнители. При этом солевой состав воды предочистка не меняет. Почти все соли, включая тяжёлые металлы, будут удалены на стадии обратноосмотического обессоливания.

После данной предочистки мембрана обратного осмоса может забиться только солями жёсткости. Здесь необходимо сказать, что соли CaCO_3 будут откладываться на мембране в том случае, если углекислотный баланс воды будет смещён в сторону выпадения данной соли в осадок. Но вода из питьевого водопровода, прошедшая процесс коагуляции на центральной станции водоподготовки, имеет смещение углекислотного баланса в сторону растворения осадка, то есть в обратную сторону от выпадения осадка. В этом случае увеличение концентрации бикарбоната кальция на поверхности мембраны в процессе обратноосмотического обессоливания воды будет постепенно смещать углекислотное равновесие в сторону выпадения осадка. Важно отрегулировать расход концентрата с мембраны таким образом, чтобы углекислотное равновесие находилось в балансе, при котором отсутствует осаждение солей, но и не наблюдается их растворения.

В результате после мембраны можно получить воду высокого качества, но с одним недостатком. У данной воды будет довольно низкое значение pH.

Почему так происходит?

В воде содержится углекислый газ (CO_2), который легко переходит через мембрану в чистую воду. Продуктом растворения CO_2 в воде является угольная кислота H_2CO_3 , которая частично диссоциирует на ионы H^+ и HCO_3^- . Чем больше в воде бикарбоната, тем меньшее количество CO_2 растворяется в воде. Бикарбонат на мембране задерживается на 90–95%, а CO_2 проходит через мембрану полностью. Степень диссоциации CO_2 в чистой воде усиливается по отношению к исходной из-за отсутствия бикарбонатного буфера, и значение pH чистой воды падает по отношению к исходной.

В результате образования угольной кислоты H_2CO_3 значение pH воды после



мембраны может упасть ниже 6,0. При этом, в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685–21 [1], значение pH питьевой воды должно находиться в диапазоне от 6,0 до 9,0 ед. pH.

Для того чтобы поднять значение pH чистой воды, необходимо пропустить воду через минерализатор. Простейший минерализатор представляет собой цилиндрический фильтр, загруженный кальцитом (CaCO_3).

Кислая чистая вода после осмотической мембраны постепенно растворяет кальцит и насыщает воду бикарбонатом кальция. При этом на растворение кальция расходуется углекислота воды. В результате концентрация углекислоты в воде падает, и значение pH растёт.

Пример. Питьевая вода из городского трубопровода, поступающая в квартиру, имеет следующий состав: бикарбонат-ион (HCO_3^-) — 2,0 мг-экв/л ($2,0 \times 61 = 122$ мг/л) и CO_2 — 0,4 ммоль/л ($0,4 \times 44 = 17,6$ мг/л).

Рассчитаем значение pH для исходной воды:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 6,352 + \lg \left(\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{CO}_2} \right) = \\ &= 6,352 + \lg \left(\frac{2,0}{0,4} \right) = 7,05. \end{aligned}$$

Значение pH = 7,05, что соответствует требованиям правил.

После осмотической мембраны концентрация бикарбоната в воде составила 0,12 мг-экв/л ($0,12 \times 61 = 7,32$ мг/л), при том, что концентрация CO_2 осталась такой же (0,4 ммоль/л).

Рассчитаем значение pH для осмотической воды:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 6,352 + \lg \left(\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{CO}_2} \right) = \\ &= 6,352 + \lg \left(\frac{0,12}{0,40} \right) = 5,83. \end{aligned}$$

Данное значение pH не соответствует требованиям [1]. Только если концентрация бикарбоната в осмотической воде будет 0,2 мг-экв/л, значение pH такой воды будет 6,0.

В любом случае осмотическая вода будет обладать углекислотным балансом, значительно смещённым в сторону растворения осадка, то есть она будет кислой. Для того чтобы углекислотный баланс осмотической воды стал нейтральным, необходимо использовать минерализатор, установленный после обратноосмотической мембраны.

Возникает ещё один важный вопрос. Где конкретно необходимо расположить минерализатор?

Из-за того, что производительность по чистой воде бытовых обратноосмотических мембран невелика, чистую воду направляют не сразу в кран чистой воды, а в бак-накопитель. В баке-накопителе поддерживается избыточное давление, и он позволяет получить расход чистой воды в кране около 2 л/мин, что является приемлемой величиной. При этом стандартная мембрана обеспечивает производительность 0,15–0,2 л/мин. Поэтому эксплуатация бытовой системы очистки без накопительного бака крайне неудобна.

Минерализатор необходимо размещать перед накопительным баком. В таком случае расход воды через минерализатор составит 0,15–0,2 л/мин. Если разместить минерализатор после накопительного бака, то расход воды через минерализатор составит 2 л/мин (в десять раз больше!). При большом расходе воды через минерализатор углекислота в воде практически не успевает прореагировать с кальцием. В результате значение pH такой воды практически не изменяется. Установка минерализатора после накопительного бака практически бессмысленна.

В случае установки минерализатора до накопительного бака процесс удаления углекислоты и насыщения воды кальцием идёт довольно эффективно.

Для представленного выше примера установка минерализатора после бака уменьшила концентрацию CO_2 в осмотической воде с исходных 0,4 до 0,35 ммоль/л. После установки минерализатора до бака (сразу после мембраны) концентрация CO_2 упала до 0,05 ммоль/л, при этом концентрация бикарбоната в воде выросла за счёт растворения кальцита, и значение pH такой воды составило около 7,3 ед. pH. В этом случае вода пришла в нейтральный углекислотный баланс, что соответствует стандартному состоянию поверхностной чистой природной воды.

На основании изложенных данных давайте соберём схему доочистки питьевой воды для бытовых нужд, при условии, что источником исходной воды является полноводный поверхностный источник (река) и вода проходит очистку коагуляцией на центральной водоподготовительной станции.

На рис. 1 представлена схема бытовой доочистки воды из центральной системы питьевого водоснабжения. Исходная вода из питьевого водопровода под давлением поступает на стадию предочистки. Данная стадия состоит из трёх картриджных фильтров, установленных последовательно. На первой стадии (1) осуществляется механическая фильтрация при помощи полипропиленового картриджа. Из воды удаляются механические примеси размером до 1–20 мкм.

Затем вода проходит картридж с насыпным (2) и с прессованным (3) активным углём. На данных стадиях из воды частично удаляются органика, нефтепродукты и агрессивные газы.

Важно обеспечить расход воды через систему предочистки не более 0,5 л/мин. Дело в том, что активный уголь эффективно работает только при относительно низких линейных скоростях фильтрации. То есть необходимо обеспечить относительно длительный контакт воды и угля. Линейная скорость фильтрации для угля должна быть не более 10 м/ч. Тогда расход воды через картридж с углём составит:

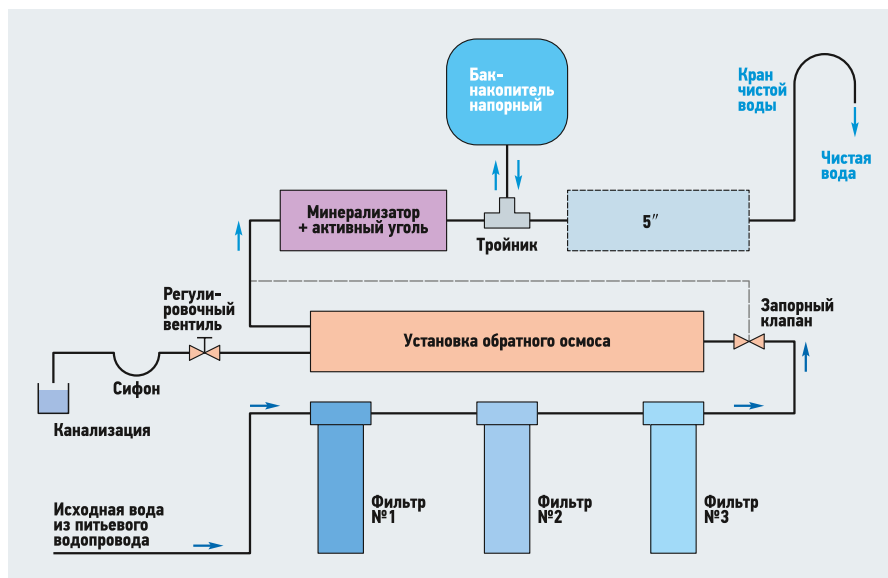
$$V = 10F = 10 \times 0,0028 = 0,028 \text{ м}^3/\text{ч} = 28 \text{ л/ч} = 28/60 = 0,47 \text{ л/мин,}$$

где F — площадь поперечного сечения картриджа:

$$F = 0,06 \times 0,06 \times 0,785 = 0,0028 \text{ м}^2,$$

где 0,06 м — диаметр картриджа.

После предочистки вода поступает на стадию обратноосмотической очистки воды. На данной стадии вода при помощи полупроницаемой мембраны делится на



:: Рис. 1. Принципиальная схема бытовой системы доочистки на основе обратного осмоса

два потока: чистый (фильтрат) и грязный (концентрат). Часть потока воды проходит через полупроницаемую мембрану, а оставшаяся часть воды, насыщенная солями и другими загрязнениями (концентрат), сбрасывается в канализацию.

Для того чтобы вода частично переходила через мембрану, необходимо по линии концентрата создать сопротивление потоку воды. Если сопротивление потоку воды не создать, то вся вода с мембраны будет сбрасываться в канализацию. Поэтому на линии концентрата после мембраны и перед сбросом в канализацию устанавливается регулирующий вентиль.

При помощи регулирующего вентиля необходимо отрегулировать расход концентрата таким образом, чтобы расход воды в канализацию составлял примерно 60% от общего расхода воды, поступающей на мембрану. Соответственно, процент очищенной воды составит 40%. Стандартные мембраны для обратного осмоса позволяют получить расход по очищенной воде 7–15 л/ч при стандартном давлении в трубопроводе питьевой воды (3–5 бар). Соответственно, расход исходной воды на мембрану должен составлять $12/0,4 = 30$ л/ч, где 12 л/ч = 0,2 л/мин — расход очищенной воды с мембраны; 0,4 — доля очищенной воды. Тогда расход концентрата должен быть:

$$30 \times 0,6 = 18 \text{ л/ч} = 0,3 \text{ л/мин.}$$

Необходимо, используя секундомер и мерный стакан, при помощи регулирующего вентиля установить расход концентрата на уровне 0,3 л/мин. При этом, при достаточном давлении исходной воды, после мембраны можно получить чистую воду расходом примерно 0,2 л/мин.

В этих условиях не будет наблюдаться избыточного сброса воды по линии концентрата в канализацию и при этом не будет образовываться осадок карбоната кальция на мембране. При использова-

нии установки доочистки воды, состоящей только из первых трёх стадий (1, 2, 3), расход воды через данные фильтры будет очень большой и полноценной очистки производиться не будет.

Важно перед сбросом концентрата в канализацию установить сифон. Для этого достаточно сделать петлю из гибкой подводки. Иначе загрязняющие газы из слива раковины (куда осуществляется сброс концентрата) будут попадать по концентратной линии в мембрану во время простоя установки очистки воды (тем более длительного простоя). Газы беспрепятственно проникнут через мембрану и растворятся в очищенной воде. В режиме простоя установки очистки, когда разбора чистой воды нет и бак-накопитель заполнен, концентратная линия остаётся без воды за счёт автоматического перекрытия запорного клапана. Поэтому загрязняющие газы могут проникнуть на мембрану и, соответственно, в чистую воду. Поэтому на линии концентрата необходима установка гидрозатвора.

После мембраны чистая вода поступает в минерализатор с расходом не более 0,2 л/мин. Данные условия позволяют значительно уменьшить концентрацию углекислоты и привести углекислотный баланс в нейтральное природное (исходное) состояние. Затем полностью подготовленная вода поступает в бак-накопитель и после бака расходом в 2 л/мин подаётся в кран чистой воды, который установлен на кухне на мойке. Данная система позволяет получать высококачественную воду, очень приятную на вкус. По моему субъективному мнению, девять из десяти людей, попробовавших подобную воду, уже не захотят пить другую.

Необходимо дать несколько рекомендаций по первому запуску данной установки очистки воды и по запуску после замены фильтрующих материалов.



:: Сводные показатели затрат и себестоимости очищенной воды (за два года)

табл. 1

Показатель	Значение
Капитальные и эксплуатационные затраты	
Стоимость установки доочистки (рис. 1), руб.	10 000
Замена фильтроэлементов предочистки (три замены за два года), руб.	1950
Замена минерализатора (одна замена за два года), руб.	500
Итого затраты на оборудование и расходные материалы, руб.	12 450
Затраты на воду (тарифы в городе Москве с 01.01.2026 [3])	
Тариф на питьевую воду, руб/м³	66,87
Тариф на водоотведение, руб/м³	52,48
Расход исходной воды на 1 л чистой воды, л	2,5
Затраты на воду и водоотведение на 1 л чистой воды, руб/л	0,245
Итоговые показатели	
Объём очищенной воды за два года (10 л/сут.), л	7300
Себестоимость 1 л очищенной воды, руб/л	1,95
Стоимость 5 л очищенной воды (эквивалент канистры), руб.	9,75
Справочно: цена 5 л питьевой воды в магазине, руб.	75

При первом запуске и после замены фильтрующих материалов в фильтрах 1, 2, 3 их необходимо промыть. Для этого надо полностью открыть регулирующий вентиль по линии концентрата. То же следует сделать после замены мембраны. После промывки фильтров необходимо заново установить требуемый расход концентрата при помощи регулирующего вентиля. При установке или после замены минерализатора его тоже требуется промыть. Промывать его расходом фильтрата после мембраны очень долго и неэффективно.

Для промывки необходимо присоединить минерализатор после тройника отвода потока на бак-накопитель (рис. 1), при этом предварительно полностью заполнив бак-накопитель чистой водой. На входе бака есть запорный кран. Перекрыть данный кран, установить минерализатор после тройника и открыть кран на баке, затем открыть кран чистой воды. Промыть минерализатор чистой водой из бака-накопителя. Затем установить минерализатор в стандартное рабочее положение перед баком-накопителем, и запустить систему в работу.

В настоящее время на рынке существуют минерализаторы, в которые вместе с кальцитом засыпают активный уголь. Это позволяет убрать «проскоки» остаточных загрязнений (прежде всего газов-загрязнителей) и обеспечить более стабильную и надёжную работу всей системы водоподготовки. В данной статье рассматривается именно минерализатор с кальцитом и активным углём.

Установка фильтра только с активным углём после накопительного бака — тоже крайне спорное решение, так как небольшой фильтр будет работать в условиях относительно большого расхода воды (по отношению к размерам фильтра).

В заключение возьму на себя смелость сделать ориентировочный экономический расчёт стоимости чистой воды, полученной на данной установке, для условий домашнего потребления.

Исходные данные для расчёта (по состоянию на январь 2026 года):

1. Стоимость бытовой установки доочистки питьевой воды (в соответствии с рис. 1) — ориентировочно 10 000 руб.
2. Стоимость замены фильтрующих элементов в фильтрах 1, 2, 3 — ориентировочно $200 + 200 + 250 = 650$ руб.
3. Стоимость минерализатора — 500 руб.

Тарифы на питьевую воду и водоотведение для города Москвы [3]:

- питьевая вода — 66,87 руб/м³;
- водоотведение — 52,48 руб/м³.

Рассчитаем стоимость одного литра очищенной воды при условии, что в сутки установка доочистки будет производить 10 л воды.

Расчёт. Для наглядности сделаем расчёт в горизонте двух лет, то есть до замены мембраны. За это время фильтрующие элементы системы предочистки будут заменены три раза (один раз в шесть месяцев) и один раз будет заменён минерализатор. Итого затраты за два года на оборудование водоподготовки:

$$10\,000 + 650 \times 3,0 + 500 = 12\,450 \text{ руб.}$$

Расход исходной воды для получения 1 л чистой воды:

$$1,0/0,4 = 2,5 \text{ л} = 0,0025 \text{ м}^3.$$

Тогда затраты на питьевую воду для получения 1 л чистой воды:

$$0,0025 \times 66,87 = 0,167 \text{ руб/л.}$$

Расход воды в канализацию для получения 1 л чистой воды:

$$2,5 - 1,0 = 1,5 \text{ л} = 0,0015 \text{ м}^3.$$

Тогда затраты на водоотведение составят величину:

$$0,0015 \times 52,48 = 0,078 \text{ руб/л.}$$

Рассчитаем общий объём воды, произведённой установкой за два года:

$$10 \times 365 \times 2,0 = 7300 \text{ л} = 7,3 \text{ м}^3.$$

Тогда стоимость 1 л очищенной воды будет равна:

$$(12\,450 + 0,167 \times 7300 + 0,078 \times 7300) / 7300 = 1,95 \text{ руб/л.}$$

Например, если за два года произвести 10 000 л чистой воды, то стоимость 1 л:

$$(12\,450 + 0,167 \times 10\,000 + 0,078 \times 10\,000) / 10\,000 = 1,49 \text{ руб/л.}$$

Таким образом, стоимость пятилитровой канистры очищенной воды будет не более 10 руб. При том что цена высококачественной воды в пятилитровой канистре в магазине составляет более 75 руб.

Выгода очевидна, и при этом обеспечивается постоянное высокое качество очищенной воды. Сводные данные по затратам и себестоимости очищенной воды представлены в табл. 1.

В заключение следует отметить, что получение качественной питьевой воды в домашних условиях в настоящий момент времени — это относительно недорогой процесс, который, однако, требует внимательного погружения в тему и тщательного рассмотрения всех аспектов, связанных с доочисткой питьевой воды в домашних условиях. Иначе можно заплатить деньги и получить относительно низкое качество очищенной воды. ●

1. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (в ред. от 24.12.2025, вступ. в силу с 01.03.2026) / Утв. пост. Гл. гос. санит. врача РФ от 28.01.2021 №2.
2. Тихонов И.А. Очистка воды для питьевых нужд // Журнал СОК. 2021. №10. С. 18–21.
3. О корректировке на 2026–2028 годы установленных долгосрочных тарифов на питьевую воду (питьевое водоснабжение), техническую воду и водоотведение для акционерного общества «Мосводоканал»: Приказ Департамента экономической политики и развития города Москвы от 16.12.2025 №ДПР-ТР-334/25.

От деревянной трубы до цифрового водоканала: история инженерного водоснабжения в России

Централизованному водоснабжению в России — без малого девять столетий. За это время отрасль прошла путь от самотёчных деревянных труб Новгорода до мембранной ультрафильтрации и озонсорбции, а её история оказалась тесно переплетена с историей страны: эпидемии и пожары, войны и индустриализация каждый раз заставляли инженеров искать новые решения. Почти каждый поворот этой истории был ответом не на абстрактный «прогресс», а на вполне конкретный кризис — чуму, холеру, пожар, нехватку воды для растущего города. Накануне 20-й Международной выставки «ЭКВАТЭК» редакция журнала СОК напоминает основные вехи этого пути — от первых водоводов до национальных проектов.

Древнерусские гидротехники

Вопреки распространённому представлению о «водовозной» Руси, древнейший из известных на территории России централизованных водопроводов старше московского городского почти на семь веков. При археологических раскопках на Ярославовом дворище в Великом Новгороде был обнаружен самотёчный водопровод рубежа XI–XII веков: вода к княжескому двору подавалась по трубам, собранным из двух выдолбленных и тщательно подогнанных половин древесных стволов диаметром около 30 см. Дерево в условиях новгородских грунтов оказалось долговечным материалом — фрагменты труб дошли до археологов в хорошем состоянии, что и позволило датировать сооружение. Вдоль новгородских улиц также прокладывались деревянные желоба и трубы для отвода сточных и дождевых вод, то есть город располагал и прообразом ливневой канализации. Подобные системы появились в русских городах раньше, чем в большинстве городов Западной Европы: сказывалась военная необходимость, ведь крепость, лишённая воды, не могла выдержать осаду.

Именно оборонительные соображения определили развитие водоснабжения в XII–XV веках: тайные колодцы-тайники и водозаборные галереи устраивались в крепостях Новгорода, Пскова и других городов, а сведения о них тщательно оберегались. В конце XV века, при перестройке Московского Кремля итальянскими зодчими, был устроен самотёчный водопровод от родников в подземелье угловой Арсенальной (Собакиной) башни: родниковая вода по кирпичной галерее подавалась к зданиям крепости. Эти сооружения ещё не были водопроводом в современном смысле — они обслуживали крепость и двор, а не посад, однако именно в них накапливался опыт, из которого позднее выросла русская школа гидротехники.

Первый напорный: машина Галовей

Качественный скачок произошёл в XVII столетии. В 1621 году на службу к царю Михаилу Фёдоровичу поступил английский мастер «часового и водовзводного дела» Христофор Галовей — тот самый, что позднее устроил часы на Спасской башне. Ему было поручено решить задачу, с которой самотёчные системы справиться не могли: поднять воду из Москвы-реки в Кремль, стоящий высоко над рекой. К 1633 году в юго-западной угловой башне Кремля, построенной ещё в 1488 году итальянцем Антонио Джиларди (Антоном Фрязиным) и называвшейся тогда Свибловой, была смонтирована водоподъёмная машина на конной тяге.

Вода из реки накачивалась в выложенный свинцом резервуар в верхнем ярусе башни, откуда по свинцовым трубам самотёком расходилась к дворцам, поварням, приказам и кремлёвским садам. Башня с тех пор именуется Водовзводной.



Водовзводная (Свиблова) башня Кремля

Это был первый в России напорный водопровод. Историки техники обращают внимание на то, что установка Галовей оказалась совершеннее знаменитого лондонского водоподъёмного колеса Питера Мориса: вода поднималась на высоту 35–40 м, а конструкция позволяла избегать разрушительных гидроударов. Машина исправно служила столетие — до Троицкого пожара 1737 года, после которого повреждённую систему восстанавливать не стали: двору, всё чаще пребывавшему в новой столице на Неве, кремлёвский водопровод был уже не так нужен. Сама башня в 1805 году была разобрана из-за ветхости и отстроена заново на старом основании. Тем не менее, прецедент был создан: Москва получила опыт эксплуатации напорной сети с металлическими трубами задолго до появления городского водопровода, а слово «водовзводный» прочно вошло в русский технический лексикон.

Век Просвещения: от Царского Села до Мытищ

XVIII век принёс России первые водоводы, работавшие уже не на крепость, а на регулярное снабжение целых поселений. В 1749 году после шести лет строительства был пущен Виттоловский водовод, подававший ключевую воду от деревни Виттолово в Царское Село за 6,5 км. Он исправно работал 20 лет, пока растущему дворцовому хозяйству с его прудами и фонтанами не перестало хватать его дебита.

На смену ему в 1772–1787 годах был сооружён самотёчный Таицкий водовод протяжённостью около 15 км — выдающееся для своего времени инженерное сооружение с участками

подземных галерей, более века снабжавшее водой Царское Село, Софию и Павловск. Проект выполнялся под руководством военного инженера Фридриха Баура (Фёдора Баура) при участии Ивана Кондратьевича Герарда.

Тем же специалистам предстояло решить куда более масштабную задачу. Поводом стала трагедия: эпидемия чумы 1771 года унесла жизни примерно четверти населения Москвы и показала, что город, берущий воду из загрязнённых рек, прудов и колодцев, беззащитен перед болезнями, передающимися через воду (известные сейчас бактериальные инфекции: холера, брюшной тиф, дизентерия, лептоспироз, туляремия). Жители обратились к императрице с просьбой провести в город «хорошую воду», и 28 июля 1779 года Екатерина II подписала указ о строительстве московского водопровода, поручив проект генерал-поручику Фёдору Бауру. На работы было отпущено 1,1 млн рублей — сумма по тем временам колоссальная, а московскому главнокомандующему предписывалось ежедневно выделять на стройку 400 солдат.

Источником были выбраны ключи у села Большие Мытищи, славившиеся качеством воды: мытищинская вода считалась лучшей в округе, и слава её была такова, что чаепитие «на мытищинской воде» вошло в московский быт и даже в русскую живопись. Из рассматривавшихся вариантов мытищинский был признан и самым надёжным по дебиту. Вода собиралась в бассейны, проходила через Громовой ключ и самотёком шла к городу по кирпичной галерее шириной почти 1 м и высотой около 1,4 м, длиной 19 вёрст (20,3 км), спускаясь в Самотецкий пруд на реке Неглинной и далее к городским водоразборам. Строительство растянулось на четверть века: войны отвлекали и солдат, и финансирование, работы неоднократно приостанавливались. Водопровод был открыт лишь 28 октября 1804 года, уже при Александре I. Самым эффектным его сооружением стал Ростокинский акведук через долину Яузы, прозванный москвичами «Миллионным мостом» — по молве, именно в него была вложена изрядная часть миллионного бюджета. Акведук сохранился до наших дней и остаётся старейшим памятником отечественного водопроводного строительства.

Мытищинский (Екатерининский) водопровод стал первым городским водопроводом Москвы и вторым в России после царскосельского. Его история — это ещё и история непрерывной модернизации: за столетие с лишним в его переустройстве участвовали едва ли не все крупнейшие гидротехники страны — Фёдор Баур, Иван Герард, Андрей Дельвиг, Николай Зимин, Владимир Шухов, Евгений Кнорре. По существу, на одном объекте сменилось четыре поколения инженерной школы, и каждое оставило после себя принципиально новую систему.



❖ 64-метровая Сухарева башня была построена в 1695 году на пересечении Садового кольца, улицы Сретенки и 1-й Мещанской улицы (ныне проспект Мира)

XIX век: паровые машины и инженерная школа

Самотёчная кирпичная галерея, гордость екатерининских инженеров, оказалась уязвимой: просадки грунта вызывали трещины, через которые вода терялась и загрязнялась, и к середине XIX века до города доходила лишь малая часть мытищинской воды.

Кардинальное решение предложил инженер Андрей Иванович Дельвиг, руководивший реконструкцией водопровода в 1850-х годах: у села Алексеевского была построена водонасосная станция с паровыми машинами, поднимавшими воду в резервуар, устроенный во втором ярусе Сухаревой башни, — оттуда вода по чугунным трубам распределялась к городским водоразборным фонтанам. Москва перешла от самотёка к машинной подаче, от кирпичной галереи — к металлическим напорным водоводам. Водоразборные фонтаны на площадях стали приметой городского быта: из них брали воду и жители, и водовозы, развозившие её по домам.

Следующий этап связан с именем Николая Петровича Зимина, главного инженера московского водопровода на протяжении четверти века, до 1902 года. Под его руководством в 1892 году был сооружён Новый Мытищинский водопровод с Алексеевской насосной станцией и двумя водонапорными башнями у Крестовской заставы; вода впервые массово пошла непосредственно в дома — началась эпоха домовых вводов и внутренних сетей, то есть той самой «сантехники», без которой немыслим современный город. Зимин вошёл в историю и как создатель отечественной системы противопожарного водоснабжения: разработанные им конструкции пожарных гидрантов и совмещённых хозяйственно-противопожарных сетей на десятилетия определили российскую практику. По его же инициативе начали созываться русские водопроводные съезды — первый общенациональный форум отрасли, на котором инженеры разных городов обменивались опытом, обсуждали нормативы и качество воды.

Эти съезды по праву можно считать прямыми предшественниками сегодняшних отраслевых конгрессов и выставок.

Петербург: акционерный капитал и невоводная вода

Столица империи обзавелась централизованным водоснабжением позже Москвы, зато первой опробовала рыночную модель развития инфраструктуры. До середины XIX века снабжение города водой держалось на артелях водовозов, черпавших воду прямо из Невы и каналов, и качество этой воды напрямую зависело от места забора, что горожане прекрасно знали и за что платили по-разному. Устав «Акционерного общества Санкт-Петербургских водопроводов» был утверждён Александром II 10 октября 1858 года; среди учредителей были и инженеры (Ерманов, Палибин, Перетц, Окель), и крупные коммерсанты, включая издателя Глазунова. Проект развивался трудно: компания столкнулась с финансовыми и технологическими проблемами, к началу 1863 года строительство практически остановилось, и его пришлось спасать привлечением новых капиталов. Тем не менее, 12 декабря 1863 года первая очередь городского водопровода дала воду: по 115 км труб в дома левобережной части города подавалось до полутора миллионов вёдер невоводной воды в сутки — порядка 18 млн литров. Эта дата считается днём рождения петербургского Водоканала, а построенная тогда же водонапорная башня на Шпалерной улице сегодня служит музейным комплексом.

В 1873 году за снабжение остальных районов взялось конкурирующее «Товарищество новых водопроводов», и совместными усилиями две компании провели воду более чем в половину петербургских домов. Опыт, впрочем, показал и пределы частной модели: качество очистки и темпы развития сетей не поспевали за ростом города и требованиями санитарии, и в 1891–1893 годах городская дума выкупила водопроводы в муниципальную собственность.

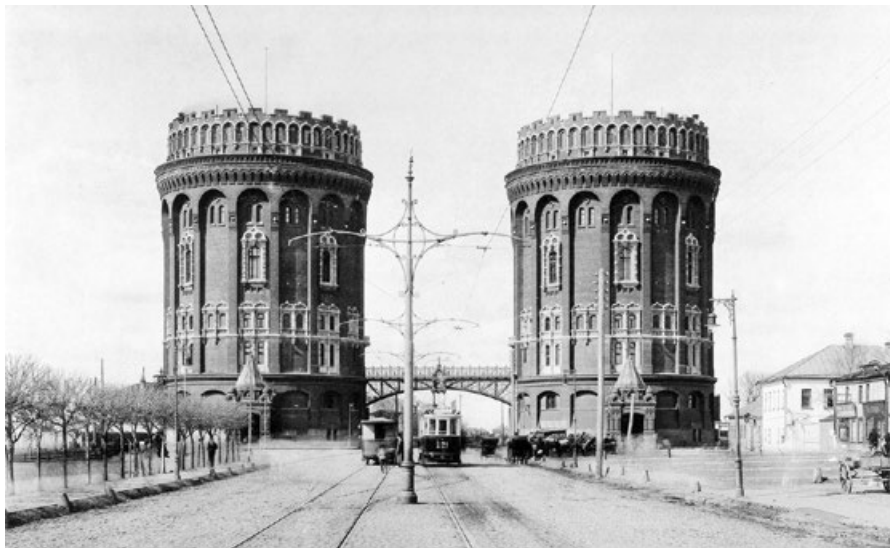
Дискуссия о балансе частного капитала и публичного контроля в водоснабжении, как видим, старше самой отрасли ЖКХ в её нынешнем виде — и не завершена по сей день.

Во второй половине XIX века водопроводы строились уже по всей стране — в губернских центрах, уездных городах, на железнодорожных станциях, при заводах и текстильных фабриках. Строили по-разному: где-то на средства городской казны, где-то силами концессионеров и акционерных обществ, где-то на пожертвования купечества, для которого водопровод был таким же предметом гражданской гордости, как больница или гимназия. Однако охват оставался скромным: подавляющее большинство горожан по-прежнему пользовалось колодцами и услугами водовозов, а деревня о водопроводе не помышляла вовсе. Профессия водовоза, к слову, продержалась в русских городах до середины XX века — красноречивое свидетельство того, что между постройкой водопровода и всеобщим доступом к воде лежит дистанция в несколько поколений. Разрыв между инженерными возможностями и реальной доступностью чистой воды стал главным сюжетом следующего столетия.

Рублёво: рождение большой водоподготовки

К концу XIX века мытищинские ключи исчерпали себя: попытки увеличить отбор воды привели к падению дебита источников, и Москве, чьё население стремительно приближалось к миллиону, требовался принципиально иной источник. Зимин предложил смелое по тем временам решение — брать воду из Москвы-реки выше города, у деревни Рублёво, в 50 вёрстах (53,34 км) от центра, и подвергать её искусственной очистке. Изыскания по альтернативным источникам вёл в те же годы и Владимир Шухов, однако городская дума после долгих обсуждений остановилась на москворецком проекте Зимина. В 1903 году Рублёвская водоканка подала первую воду в город. Москворецкий водопровод строился двумя очередями: в 1900–1908 и 1908–1912 годах: речная вода отстаивалась, проходила через «медленные» песчаные (английские) фильтры и по чугунным водоводам подавалась в напорный резервуар на Воробьёвых горах, откуда самотёком распределялась по городской сети.

Рублёвская станция стала первой в России станцией водоподготовки промышленного масштаба и работает по сей день — в 2023 году ей исполнилось 120 лет. Принципиально важно, что уже при её открытии заработала научная лаборатория контроля качества воды, заложившая, как подчёркивают в «Мосводоканале», основы отечественной школы анализа воды. С этого момента российское водоснабжение окончательно превратилось из ремесла в наукоёмкую инженерную дисциплину: вопрос «сколько воды подать» допол-



•• Две водонапорные башни у Крестовской заставы (1892) — эпоха домовых вводов

нился вопросом «какого качества эта вода», и ответ на него теперь давала лаборатория, а не дегустатор.

К началу XX века отрасль оформилась и как профессиональное сообщество. Водопроводные съезды, созывавшиеся по инициативе Зимина, собирали инженеров и представителей городских управ со всей империи: обсуждались нормы водопотребления, качество воды, тарифы, типовые проекты. Формировалась отраслевая печать и техническая литература, а лаборатория Рублёвской станции стала методическим центром для водопроводов других городов. По сути, уже тогда сложилась та трёхчастная модель развития отрасли — практика водоканалов, наука и площадки профессионального общения.

Советская эпоха: волжская вода и большие станции

После революции водопроводы были национализированы, и первые советские годы отрасль занималась выживанием: восстановление изношенных и разрушенных за годы Гражданской войны сетей и станций заняло практически все десятилетие 1920-х. Исследователи, изучавшие становление систем водоснабжения и водоотведения в 1922–1947 годах, отмечают, что уже к концу первой пятилетки восстановительная повестка сменилась строительной: индустриализация и рост городов требовали воды в объёмах, о которых до революционные инженеры не помышляли.

Стремительно растущая Москва к началу 1930-х годов подошла к пределу возможностей москворецкого источника, и решение проблемы вывели на уровень государственной стратегии: в 1932–1937 годах был построен канал Москва — Волга (с 1947 года — канал имени Москвы) протяжённостью 128 км.

Масштабы стройки поражают и сегодня: за четыре года и восемь месяцев выполнено более 200 млн кубометров земляных работ, возведено свыше 240 гидротехнических сооружений. 15 июля 1937 года канал был торжественно открыт, и в столицу пришла волжская

вода. Одновременно была пущена Восточная водопроводная станция (до 1961 года — Сталинская), крупнейшая в стране и одна из крупнейших в мире; позднее именно на ней впервые в СССР было внедрено озонирование питьевой воды. Канал решил сразу несколько задач: гарантированное водоснабжение столицы, обводнение рек городской черты, энергетика и судоходство. До его пуска главным источником питьевой воды для москвичей оставался всё тот же Мытищинский водопровод — таким образом, екатерининский проект прослужил городу более 130 лет.

Суровым испытанием для отрасли стала Великая Отечественная война. Водопроводные станции и сети прифронтовых городов работали под бомбёжками и артиллерийскими обстрелами, а их персонал в буквальном смысле держал оборону на своих объектах. Самая драматичная страница — блокадный Ленинград: несмотря на разрушения, обесточивание и гибель сотрудников, городской водопровод не был остановлен ни на один продолжительный срок, и это стало одним из условий выживания города, ведь без воды остановились бы хлебозаводы и госпитали. Памяти работников блокадного Водоканала в Санкт-Петербурге посвящены мемориальные экспозиции предприятия. Опыт войны прямо повлиял и на послевоенные нормы проектирования: устойчивость систем водоснабжения к чрезвычайным ситуациям с тех пор рассматривается как самостоятельная инженерная задача.

Послевоенные десятилетия стали временем экстенсивного роста. Массовое жилищное строительство 1950–1970-х годов — миллионы квартир, каждая с водопроводом, канализацией и горячей водой — потребовало сопоставимых темпов развития коммунальной инфраструктуры. Строились новые станции водоподготовки и водохранилища, осваивались новые материалы труб — от стали и асбестоцемента до первых полимеров, — формировалась система отраслевых научно-исследовательских и проектных институтов, нормативная база, профильные кафедры в вузах.

Именно в советский период централизованное водоснабжение из привилегии крупных городов превратилось в норму: к концу 1980-х годов водопровод имели практически все города и большинство посёлков городского типа. Обратной стороной форсированного роста стали проблемы, с которыми отрасль работает до сих пор: ориентация на валовые показатели в ущерб энергоэффективности, заниженные тарифы и хроническое недофинансирование ремонтов, заложившее основу сегодняшнего износа сетей.

Новая Россия: технологическая революция на станциях

1990-е годы отрасль встретила в статусе муниципальных унитарных предприятий — с падающим финансированием, стареющими фондами и неплатежами потребителей. Тем показательнее, что именно на рубеже веков российские водоканалы совершили технологический рывок, вернувший страну в число мировых лидеров водоподготовки.

Петербургский Водоканал в 2003–2008 годах провёл комплексную модернизацию обеззараживания: опасный в обращении жидкий хлор был заменён гипохлоритом натрия, внедрена хлораммонизация, а на всех водопроводных станциях города поэтапно (от Главной станции в 2004 году до Северной в 2008-м) введено ультрафиолетовое обеззараживание. В результате Санкт-Петербург стал первым мегаполисом мира, где вся питьевая вода проходит УФ-обработку; по данным городских властей, заболеваемость гепатитом А в городе с 2004 года снизилась многократно.

Москва сделала ставку на глубокую очистку воды. 8 ноября 2006 года была пущена Юго-Западная водопроводная станция, в технологической схеме которой впервые в России в промышленном масштабе применена мембранная ультрафильтрация в сочетании с озонированием и сорбцией на активированном угле. В 2017 году блок озонсорбции введён и на старейшей Рублёвской станции. Эти технологии — озонирование, угольная сорбция, мембраны, ультрафиолет — сегодня составляют стандарт качества, на который ориентируются водоканалы по всей стране, а опыт двух столиц тиражируется в региональных программах модернизации.

Параллельно шла институциональная перестройка. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ впервые системно описал правила игры в отрасли; развивались концессионные механизмы привлечения частных инвестиций, вводились требования к приборному учёту воды.

Консолидацией профессиональной позиции занялась Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения (РАВВ), объединившая водоканалы страны и участвующая, среди прочего, в разработке справочников

перспективных технологий водоподготовки для государственных программ. Отрасль, начинавшая с казённых галерей XVIII века и акционерных обществ XIX-го, вновь ищет работающий баланс между государственным контролем и частным капиталом — теперь уже на новом технологическом уровне.

Сегодняшний день: износ сетей и национальные проекты

Главный вызов современного этапа сформулирован в цифрах официальной статистики. По оценке Минстроя России, износ коммунальной инфраструктуры в регионах колеблется от 40 до 80%; отраслевые эксперты и деловая пресса оценивают накопленный износ сетей водоснабжения в 60–75%. Речь идёт о сотнях тысяч километров трубопроводов, значительная часть которых проложена в 1960–1980-е годы и давно выработала нормативный ресурс. Потери воды в сетях в среднем по стране превышают пятую часть поданного объёма, а аварийность становится ограничителем развития городов.

Ответом стали государственные программы модернизации. Федеральный проект «Чистая вода», стартовавший в 2019 году, позволил к середине 2022 года построить и реконструировать 452 объекта водоснабжения и довести долю жителей страны, обеспеченных качественной питьевой водой из централизованных систем, до 87,4%, а в городах — до 94%. С 2025 года эстафету принял национальный проект «Инфраструктура для жизни», включающий 12 федеральных проектов, четыре из которых, по данным Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения (РАВВ), напрямую касаются коммунального комплекса. Целевые ориентиры к 2030 году — строительство и реконструкция 2000 объектов питьевого водоснабжения и водоподготовки и улучшение качества коммунальных услуг для 20 млн граждан.

Отдельного упоминания заслуживает рынок оборудования. Если сто лет назад практически все водопроводное хозяйство страны строилось на импортных паровых машинах и арматуре, то сегодня в России сложилась полноценная отраслевая индустрия: производители насосов и насосных станций, запорной и регулирующей арматуры, труб (от высокопрочного чугуна до полиэтилена), реагентов и загрузок для водоподготовки, ультрафиолетовых и озонаторных установок, приборов учёта и контроля качества воды, программных комплексов диспетчеризации. Ежегодная выставка «ЭКВАТЭК», проводимая с середины 1990-х годов, стала зеркалом этого рынка: по данным организаторов, юбилейная выставка 2026 года соберёт свыше 550 поставщиков и производителей из 75 регионов России и 15 стран, более 200 водоканалов и свыше 12 тыс. специалистов — представителей ЖКХ, промышленности, проектных организаций и органов власти.

Технологическая повестка отрасли определяется сегодня тремя направлениями. Первое — реновация сетей: бестраншейные технологии санации трубопроводов, горизонтальное направленное бурение, трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и полимерных материалов, телеинспекция и приборная диагностика. Второе — импортозамещение: уход ряда зарубежных поставщиков ускорил развитие отечественного насосостроения, арматуростроения, производства реагентов, ультрафиолетового оборудования и контрольно-измерительных приборов (КИП), и, как отмечают в Минстрое России, доля отечественного оборудования на рынке растёт. Третье — цифровизация: диспетчеризация, интеллектуальный учёт, гидравлическое моделирование и управление давлением в сетях из экзотики превращаются в обязательный инструмент снижения потерь и энергопотребления.

На горизонте — задачи следующего порядка: обработка и утилизация осадка, повторное использование очищенных вод в промышленности, водоподготовка для малых городов и сельских поселений, где строить классическую станцию экономически нецелесообразно и востребованы блочно-модульные решения. Отдельная тема — кадры: отрасли, которой предстоит освоить беспрецедентные объёмы строительства и реконструкции, уже сегодня не хватает технологов, наладчиков и эксплуатационщиков.

Вместо заключения

История российского водопровода развивается по спирали: каждая эпоха заново решает четыре задачи — где взять воду, как её очистить, по каким трубам подать и на какие средства всё это построить. Деревянные трубы Новгорода, свинцовая сеть Галовея, кирпичная галерея Баура, чугун и паровые машины Дельвига, песчаные фильтры и гидранты Зимина, волжская вода 1937 года, мембраны и ультрафиолет 2000-х — каждое из этих решений было для своего времени передовым, и каждое со временем потребовало замены. Современная отрасль с её критическим износом сетей и курсом на отечественные технологии проживает очередной виток той же спирали.

У этой истории есть и сугубо практический смысл. Она напоминает, что инфраструктурные решения живут десятилетиями и веками (галерея Баура служила 130 лет), а значит выбор технологий и материалов, который делается сейчас в рамках национальных проектов, надолго определит облик российского водоснабжения. Какие решения станут ответом на вызовы 2030-х годов, во многом решится в диалоге производителей оборудования, водоканалов, проектировщиков и государства — в том числе на площадке 20-й международной выставки «ЭКВАТЭК» (г. Москва, «Крокус Экспо», 8–10 сентября 2026 года). ●

НОВОСТИ МИРОВОГО РЫНКА ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

КОМПАНИЯ PANASONIC объединила мульти-сплит-систему отопления и кондиционирования Power Heat Multi и тепловые насосы ГВС на R290

В НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ перевели все больницы на тепловые насосы

КОМПАНИЯ LG ELECTRONICS выступила как поставщик промышленных тепловых насосов большой производительности

КОМПАНИЯ STIEBEL ELTRON расширила линейку воздушно-водяных тепловых насосов WPL-A

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



LG Electronics как поставщик промышленных тепловых насосов

LG Electronics приступает к полномасштабным поставкам промышленных тепловых насосов с более высокими температурами воды на выходе и большей производительностью.

Компания уже сообщила о начале эксплуатации мощного теплового насоса с высокотемпературным источником (не менее +108 °C) на предприятии Ajin P&P в городе Тэгу. Проект является частью национальной политики в рамках программы исследований и разработок под эгидой Министерства торговли, промышленности и энергетики Республики Корея (MOTIE) и направлен на достижение углеродной нейтральности к 2050 году.

Тепловые насосы, используемые на промышленных объектах, требуют гораздо более высокой производительности и мощности, чем бытовые или коммерческие установки. Поставленная система LG повышает температуру воды на выходе с +90 до +118 °C и достигает холодопроизводительности 1040 RT (холодильных тонн), то есть около 12,48 млн BTU/ч или 3,66 МВт, что стало инновацией в отрасли промышленных тепловых насосов.

Тепловой насос LG Electronics повышает энергоэффективность за счёт использования электроэнергии и рекуперации отработанного

тепла. Благодаря применению собственной технологии безмасляных магнитных подшипников для высокопроизводительных установок он не нуждается в смазочных материалах и обеспечивает экономию средств на техническом обслуживании и электроэнергии. В качестве хладагента используется R1233zd, потенциал глобального потепления (GWP) которого составляет всего 1,0.

LG Electronics получила престижную King Sejong Award (высшую награду) на премии Technology Patent Awards 2024 года, организованной Корейским ведомством интеллектуальной собственности (KIPO), за «низкоуглеродную, работающую на электричестве, безмасляную многоступенчатую компрессорную технологию для отопления и охлаждения», а также премию IR52 Jang Young Sil в 2026 году за «безмасляное турбоотопительное и охлаждающее оборудование».

Компания LG расширяет свой бизнес по производству промышленных тепловых насосов не только внутри страны, но и за рубежом. ●

Экономичный способ обновить геотермальную систему нашли в Шотландии

Компания Zeuner, пионер в области тепловых насосов, модернизирует систему теплообмена с грунтовым контуром, которая 20 лет обслуживала среднюю школу в городе Клайдбанке.

Обычно тепловые насосы могут эксплуатироваться 15–20 лет, прежде чем потребуется их замена, которая может стоить миллионы, особенно в больших общественных или коммерческих зданиях. Компания Zeuner предлагает индивидуальные альтернативные решения по модернизации существующих систем. Эксперты компании могут оценить систему и предоставить компоненты для замены, которые идеально впишутся в существующую недвижимость, даже если поставщик уже прекратил свою деятельность или покинул рынок. Такой подход повышает эффективность эксплуатации, поскольку технология тепловых насосов совершенствуется из года в год.

Например, новая система отопления и охлаждения мощностью 350 кВт, установленная в школе, разработана с использованием новейших экологически безопасных природных хладагентов и обеспечена точным контролем температуры. Она также позволит значительно повысить эффективность отопления и охлаждения за счёт работы контура рекуперации тепла, а также предоставит эксклюзивное снабжение охлаждённой водой.



В компании уверены, что индивидуально разработанное решение по тепловым насосам может удовлетворить любые потребности здания в тепловой нагрузке, сэкономить деньги в долгосрочной перспективе и помочь организациям выполнить свои обязательства в области устойчивого развития и корпоративной социальной ответственности. Этот процесс эффективен для сложных установок и обычно позволяет обойтись без получения разрешения на строительство. ●

Компания Daikin представила тепловой насос для крышной установки

Daikin Comfort Technologies North America, американское подразделение японского производителя Daikin, представила Nexio Max — инверторный тепловой насос для установки на крыше.



Новая система ориентирована на проекты электрификации зданий и предназначена для небольших коммерческих объектов.

Тепловой насос выпускается в трёх моделях холодопроизводительностью 7,5 тонн (90 тыс. BTU/ч), 8,5 (102 тыс. BTU/ч) и 10 тонн (120 тыс. BTU/ч). В зависимости от модели, он обеспечивает коэффициент интегрированной энергоэффективности (IEER) от 21,0 до 22,0 и коэффициент энергоэффективности (EER) от 12,1 до 12,4. Эти установки достигают коэффициента теплопроизводительности (COP) 3,85 при температуре +8,3°C. Тепловая мощность при температуре –8,3°C составляет от 63 тыс. до 80 тыс. BTU/ч с COP, равным 2,5. По данным производителя, устройство может работать при температуре окружающей среды до –25°C и поддерживает 85% своей номинальной мощности обогрева при температуре –10°C, что позволяет использовать его в условиях холодного климата.

Nexio Max оснащён спиральным компрессором с инверторным приводом, двумя двигателями вентиляторов конденсатора с регулируемой скоростью и внутренним вентилятором с прямым приводом. Расход воздуха внутри помещения: от 83,5 м³/мин для 7,5-тонной модели до 101,9 м³/мин для десятитонной модели. Все модели используют заводскую заправку хладагентом R32 (диформетан).

В стандартную комплектацию входят однозонный режим работы с переменным расходом воздуха (VAV), встроенная интеграция с BACnet для систем автоматизации зданий и совместимость с облачной платформой мониторинга HERO от Daikin. ●

Haier вывела на рынок Европы коммерческий тепловой насос на R290

Haier расширила европейскую линейку оборудования Air-to-Water, выпустив коммерческий тепловой насос «воздух-вода» моноблочной конструкции на хладагенте R290.

Новинка ориентирована на офисные центры, гостиницы, рестораны, спортивные объекты и другие некрупные коммерческие здания и решает задачи в рамках одной системы: отопление, охлаждение и приготовление горячей воды. Мощностная линейка: 26, 30, 35 и 40 кВт по холоду и теплу. При необходимости агрегаты объединяются в каскад: производитель заявляет о возможности каскадирования до восьми блоков, что даёт суммарную мощность до 320 кВт.



Использование пропана R290 в качестве хладагента позволило довести класс энергоэффективности установки до A+++, а сезонный коэффициент производительности (SCOP) — до 4,91. Насос способен нагревать воду до +80°C, поэтому его рассматривают не только для новых объектов, но и для модернизации систем с действующим контуром горячего водоснабжения. Конструктивно это моноблок: весь холодильный контур размещён в наружном блоке, а на объекте монтажники выполняют только гидравлические подключения. В базовое оснащение входят детектор утечки хладагента, сепаратор хладагента, герметичный электрошкаф управления, двухжильная проводка и зональное управление; заявленный уровень шума составляет от 47 дБ(А). ●

Stiebel Eltron расширил линейку воздушно-водяных тепловых насосов WPL-A

Компания Stiebel Eltron расширила серию воздушно-водяных тепловых насосов WPL-A поколения wrnext: добавлены типоразмеры на 5 и 17 кВт, появилось исполнение корпуса в белом цвете в дополнение к прежнему антрациту, а также новые аксессуары, упрощающие монтаж.



Всё это реализовано в рамках единой платформы: серия WPL-A закрывает тепловые нагрузки зданий — от 2 до 25 кВт — при сквозной системной логике. Тепловые насосы поколения wrnext производителя из Хольцминдена работают на природном хладагенте R290. Теплопроизводительность наружных воздушно-водяных тепловых насосов WPL-A составляет 5, 7, 10, 13 и 17 кВт при A-7/W35.

Вся серия закрывает тепловые нагрузки здания до 25 кВт на одной платформе, причём вариант на 17 кВт способен обеспечить нагрузку до 25 кВт в моновалентном режиме. При использовании нового каскадного модуля АНР-СМ суммарная тепловая нагрузка может достигать 150 кВт. Комплектующие доработаны с расчётом на сокращение трудозатрат монтажника. Для разных условий установки предлагаются опорные основания, кронштейны и защитные экраны. Гидравлические патрубки могут быть выведены назад или вниз. Для отвода конденсата доступен дополнительный поддон с направленным сбросом. Новинки портфеля — перекрёстные такелажные ремни и готовый фундамент, монтируемый независимо от погоды.

Серия уже отмечена премиями Red Dot Award и German Design Award, а по результатам испытаний Stiftung Warentest получила оценку «хорошо (2,2)». ●

Угольный котёл в новозеландской больнице уступил тепловому насосу

Старый угольный котёл в новозеландской больнице в городе Греймуте (Greymouth) был выведен из эксплуатации, что стало важной вехой для системы здравоохранения Новой Зеландии на пути к ВИЭ. Это был последний из 13 угольных котлов в восьми учреждениях Health New Zealand, где завершается переход на более экологичные решения в области отопления и энергоснабжения.



«Замена системы, сильно загрязняющей окружающую среду, на экологически безопасную и эффективную технологию тепловых насосов сокращает выбросы парниковых газов и способствует улучшению качества воздуха для персонала, пациентов и населения», — отметил директор регионального отделения Министерства здравоохранения Новой Зеландии по инфраструктуре Роб Оджала. По его словам, тепловые насосы экологичны, в значительной степени автоматизированы и, в отличие от угольных котлов, не требуют подачи, хранения и обработки дорогостоящего «грязного» топлива, что весьма хорошо для окружающей среды.

Программа замены угольных котлов осуществляется Управлением по энергоэффективности и энергосбережению (ЕЕСА) Новой Зеландии. По данным организации, проект в Греймуте был реализован с меньшими затратами, чем планировалось, и приведёт к снижению ежегодных эксплуатационных расходов. ●

Panasonic объединила мульти-сплит Power Heat Multi и тепловые насосы ГВС на R290

Panasonic Heating & Cooling Solutions предложила европейскому рынку комплектное электрическое решение для отопления и горячего водоснабжения частного дома — связку мульти-сплит-системы Power Heat Multi и новых тепловых насосов Aquarea для ГВС на природном хладагенте R290.

Тепловой насос «воздух-воздух» Power Heat Multi отвечает за отопление и при необходимости охлаждение одного или нескольких помещений, тепловой насос Aquarea — за приготовление горячей воды. По замыслу производителя, такая комбинация позволяет полностью отказаться от котла на газе или жидком топливе как при реконструкции, так и в новом строительстве.

Наружный блок Power Heat Multi разработан специально для холодного климата: для двухкомнатной модели заявлена мощность обогрева до 3,9 кВт при температуре наружного воздуха до -25°C. Система построена на инверторном приводе, имеет SCOP, равный 4,6, и класс энергоэффективности A++. В комплекте с внутренними блоками Etherea Z доступны система очистки воздуха nanoe X и штатное управление по Wi-Fi.

Линейка тепловых насосов Aquarea для ГВС включает шесть моделей класса A+ на хладагенте R290. Настенные исполнения выпускаются с баками на 100 и 150 л, напольные — с фактическим объёмом 194, 202, 251 и 260 л. Напольные модели работают в диапазоне наружных температур от -7 до +43°C и нагрева-



ют воду до +65°C без включения электронагревателя; настенные — до +60°C в диапазоне от -5 до +43°C. Уровень звукового давления настенных версий — 46 дБ(А).

Модификации с индексом «С» (то есть Aquarea P-DHW200CAE5, P-DHW260CAE5) оснащены дополнительным теплообменником площадью 1,05 м², который позволяет подключить сторонний источник тепла, например, контур солнечных коллекторов или систему с фотоэлектрическими панелями. Защиту бака от коррозии обеспечивает магниевый анод с возможностью проверки без демонтажа. ●

Геотермальная энергия для завода тепловых насосов

Компания Armstrong International, которая специализируется на решениях в области теплоснабжения, объявила о начале строительства нового производственного цеха высокотемпературных промышленных тепловых насосов в городе Эрсталь (Herstal), Бельгия.

Энергоснабжение объекта будет осуществляться с помощью геотермальной системы. Проект под названием CircularSteam1 является частью стратегии компании по достижению углеродной нейтральности и высокой энергоэффективности. Он предусматривает производство 100 промышленных тепловых насосов в год на участке площадью 25 тыс. м², специально приобретённом для этой цели.

Новая производственная площадка будет обеспечиваться энергией от замкнутой геотермальной системы — инновационного решения, разработанного в сотрудничестве с инженерной компанией Resolia. По данным компании, система будет покрывать потреб-



ности отопления производственных помещений завода общей площадью 7000 м² в объёме 200 МВт·ч в год. Эта установка, софинансируемая Европейским союзом, также является первым в своём роде геотермальным объектом в бизнес-парке О-Сар. Ввод в эксплуатацию запланирован на 2027 год. ●



Китайский завод отметил выпуск 100-тысячного теплового насоса

На заводе GoodWe в Шуньдэ с конвейера сошёл 100-тысячный экземпляр теплового насоса GoodHeat типа «воздух-вода».

В связи с этим событием на предприятии прошёл день открытых дверей, посвящённый теме «Интеллектуальная интеграция генерации, сети, нагрузки и систем накопления энергии», который собрал представителей прессы и экспертов в области фотоэлектрических технологий и производства тепловых насосов.

С момента официального запуска производства тепловых насосов GoodHeat в октябре 2024 года компания демонстрирует стремительный рост: в первой половине 2026 года объёмы производства и продаж увеличились почти на 390 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, а в июле показатель превысил отметку в 100 тыс. единиц. Эти высокие результаты свидетельствуют о широком признании рынком стратегии интеграции фотоэлектрических систем и тепловых насосов, а также комплексного интеллектуального решения, охватывающего звенья «генерация — сеть — потребление — накопление энергии». Кроме того, это достижение подтверждает статус лидера на рынке тепло-

вых насосов с прямым питанием от солнечной энергии.

Воздушный тепловой насос GoodHeat — ключевой элемент стратегии GoodWe по расширению ассортимента решений для потребительского сектора и флагманский продукт в рамках экосистемы, объединяющей генерацию, сеть, потребление, хранение энергии и интеллектуальное управление. Устройство оснащено технологией прямого питания от фотоэлектрических панелей (PV direct-drive), что исключает промежуточные этапы преобразования энергии, существенно снижает потери, обеспечивает точное соответствие графикам выработки электроэнергии и максимизирует уровень собственного потребления «зелёной» энергии на объекте.

Объединяя системы отопления, кондиционирования и горячего водоснабжения в единый замкнутый цикл с нулевым уровнем выбросов углерода, компания предлагает масштабируемые и экономически эффективные энергетические решения для жилых, коммерческих и промышленных объектов. ●



Узбекистан будет отапливать теплицы тепловыми насосами

Японская компания Sumitomo совместно с Национальным комитетом Узбекистана по экологии планирует реализовать пилотный проект по переводу отопления теплиц с угля на тепловые насосы.



Председатель комитета Азиз Абдухакимов и директор департамента инфраструктурного бизнеса компании Sumitomo Сосукэ Исида провели переговоры, в ходе которых рассмотрели участие японских специалистов в общенациональных экологических инициативах на территории Узбекистана, включая проекты «Чистый воздух» и «Территория без отходов». Участники переговоров обсудили международный опыт внедрения энергоэффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также тепловых насосов для теплиц. В частности, отмечался опыт создания в Туркменистане современного тепличного комплекса с использованием климатических решений Daikin. Sumitomo предложила рассмотреть возможность реализации в Узбекистане пилотного проекта по переводу теплиц с угля на современные энергоэффективные решения.

Также на переговорах затрагивались перспективы создания демонстрационной площадки на территории проекта Green Territory в Самаркандской области, где планируются испытания современных решений в сфере энергоэффективного отопления.

Стороны договорились составить перечень приоритетных проектов. Будут проработаны вопросы, связанные с реализацией пилотного проекта по модернизации тепличных хозяйств и его финансированием. ●

Циркуляционные насосы для систем отопления. Как перестроился российский рынок

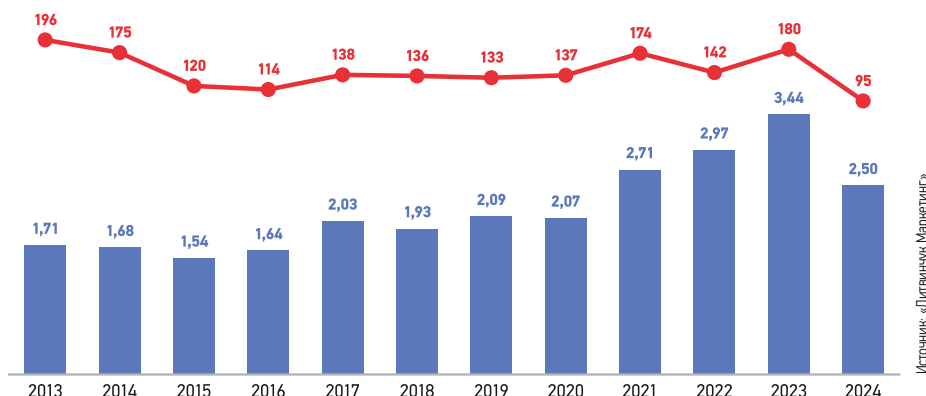
За последние годы сегмент циркуляционных насосов пережил самый глубокий передел на российском инженерном рынке. Совокупная доля Grundfos и Wilo, ещё в 2006 году контролировавших почти 78 % количественных продаж, к 2024 году сжалась до 1,5 %, китайская продукция заняла 96 % рынка, а средняя дилерская цена насоса упала вдвое — со \$ 114 до \$ 38.

Статья подготовлена редакцией журнала СОК совместно с агентством «Литвинчук Маркетинг»

Рынок вырос в штуках, но сжался в деньгах

Рис. 1. Динамика российского рынка циркуляционных насосов, 2013–2024 годы

■ Количество, млн шт. ■ Оборот, млн \$ (дилерские цены без НДС)



Источник: «Литвинчук Маркетинг»

Рынок в цифрах – от пика 2023 года к спаду 2024-го

Ёмкость российского рынка циркуляционных насосов по итогам 2024 года составила 2,5 млн штук на сумму \$ 95 млн в дилерских ценах без НДС (рис. 1, табл. 1). После рекордного 2023-го (3,44 млн штук и \$ 180 млн) рынок сократился на 27 % в штуках и на 47 % в деньгах. Спад объясняется сочетанием факторов: охлаждением загородного строительства на фоне высокой ключевой ставки, сворачиванием льготной ипотеки и распродажей складских запасов, накопленных в период ажиотажных закупок 2022–2023 годов.

Долгосрочная динамика при этом остаётся растущей: с 2013 по 2024 годы

количественная ёмкость рынка выросла с 1,71 до 2,5 млн единиц, а на пике 2023-го превышала уровень 2013 года вдвое.

Совсем иначе выглядит динамика в деньгах: долларовый оборот 2024 года (\$ 95 млн) более чем вдвое ниже уровня 2013-го (\$ 195,5 млн). Рынок продаёт больше насосов за меньшие деньги.

Ключ к этому расхождению — обвал средней цены. В 2013 году средний насос обходился дилеру в \$ 114, в 2020-м — в \$ 66, по итогам 2024 года — в \$ 38 (рис. 2). Падение отражает не удешевление одних и тех же моделей, а структурный сдвиг: премиальную европейскую продукцию в объёме заместили китайские насосы сегментов «эконом» и «стандарт».

Ёмкость рынка циркуляционных насосов Российской Федерации

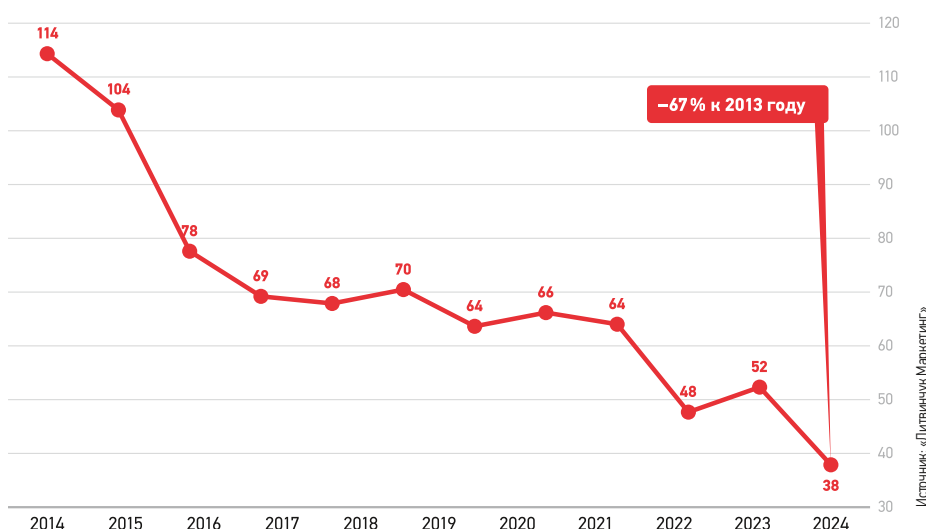
табл. 1

Год	Кол-во, млн шт.	Оборот, млн \$	Средняя дилерская цена, \$
2013	1,71	196	114
2014	1,68	175	104
2015	1,54	120	78
2016	1,64	114	69
2017	2,03	138	68
2018	1,93	136	70
2019	2,09	133	64
2020	2,07	137	66
2021	2,71	174	64
2022	2,97	142	48
2023	3,44	180	52
2024	2,50	95	38

Источник: «Литвинчук Маркетинг»

Средний насос подешевел вдвое

Рис. 2. Средняя дилерская цена циркуляционного насоса, \$ без НДС

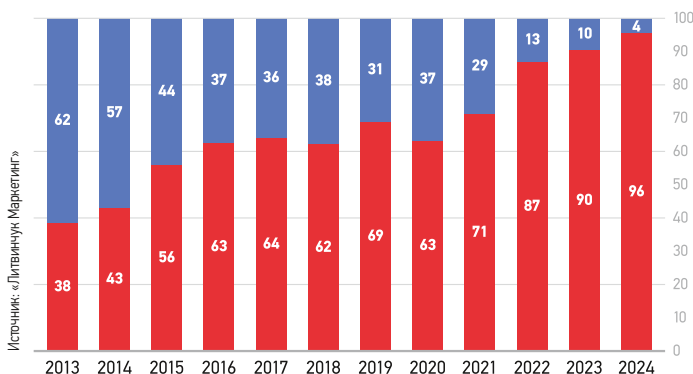


Источник: «Литвинчук Маркетинг»

Китай занял 96 % рынка

Рис. 3. Структура рынка по месту производства, % от штучных продаж

■ Китай ■ Европа / США / Турция



Европа уступила рынок Китаю

Смена происхождения продукции началась задолго до 2022 года. Ещё в 2013-м насосы европейского производства занимали 62% рынка в штуках, но уже к 2016 году Китайская Народная Республика вышла вперёд, а санкционный разрыв лишь довёл процесс до логического конца. По итогам 2024 года из 2,5 млн проданных насосов лишь 111 тыс. (4,4%) произведены в Европе; 2,39 млн штук (95,6%) выпущены в КНР (рис. 3).

Показательно, что девальвация 2014–2015 годов ударила по европейским поставкам сильнее, чем санкции: тогда доля Европы за два года упала с 62 до 37%. События 2022 года запустили вторую волну — с 29% в 2021-м до 4% в 2024 году.

Конец дуополии Grundfos и Wilo

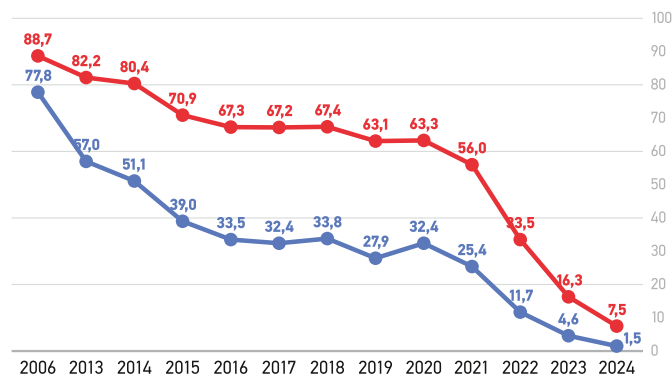
Ни на одном другом рынке инженерного оборудования уход лидеров не был столь наглядным. В 2006 году Wilo и Grundfos вместе контролировали 78% российского рынка циркуляционных насосов в штуках и 89% в деньгах — классическая дуополия (рис. 4). К 2021 году их совокупная количественная доля снизилась до 25%, но в деньгах компании всё ещё удерживали 56% рынка: премиальный сегмент оставался за ними.

После 2022 года кривая обрывается: 11,7% штук в 2022-м, 4,6% в 2023-м, 1,5% по итогам 2024-го. В обороте падение чуть мягче — до 7,5%, что отражает высокую цену остающейся в каналах продукции. При этом Grundfos по итогам

Конец дуополии

Рис. 4. Совокупная доля Wilo и Grundfos на российском рынке

■ Доля в обороте, % ■ Доля в количестве, шт.



2024 года ещё входит в десятку марок по обороту (шестое место), а Wilo опустилась на 14-е.

Важная особенность прошедшего периода: большинство западных производителей формально свернули операционную деятельность, но физически с рынка ушли единицы. Поставки продолжались по каналам параллельного импорта, а сервис ранее установленного оборудования частично сохранился (табл. 2).

Самый показательный случай — Grundfos. Завод «Грундфос Истра» приостановил работу в марте 2022 года, в августе концерн объявил о прекращении деятельности в России и Беларуси. В феврале 2024-го распоряжением Президента РФ была одобрена продажа российских активов: предприятие перешло к ООО «Истратех Групп», переименовано в ООО «Истратех» и возобновило выпуск насосного оборудования под собственной маркой.

Иная картина у Wilo. «ВИЛО РУС» продолжает работу «в режиме ограниченной деятельности»: сохранены завод в Ногинске [локализация в рамках специального инвестиционного контракта (СПИК) 2017 года до 85%], сервисная сеть, локальное производство линеек IL и BL, развивается собственная марка Native. По Wilo корректнее говорить не об уходе, а о «сокращённом присутствии», однако бытовые циркуляционные насосы с «мокрым» ротором (Star-RS, Stratos) в России не производятся.

Кто формирует рынок сегодня

Рейтинг 2024 года по количественным продажам не оставляет от прежней иерархии камня на камне: десятку лидеров формируют торговые марки российских дистрибьюторов, размещающих OEM-заказы на китайских заводах, — Oasis, Valfex, Unipump, Valtec, Jemix, Pumpman*, Rommer, Wester, STI и «Вихрь» (табл. 3). Ни одного европейского бренда в первой десятке по количеству не осталось: Grundfos занимает лишь 20-ю строчку, Wilo — 38-ю.

* Pumpman — заводской китайский бренд фабрики Taifu.

Судьба европейских брендов на российском рынке

табл. 2

Бренд	Страна	Положение до 2022 года	Ситуация к середине 2024 года
Grundfos	Дания	Лидер сегмента; завод «Грундфос Истра» (Московская обл.) с 2005 г., вторая очередь — с 2011 г.	Завод остановлен в марте 2022 г.; в августе 2022 г. объявлено о прекращении деятельности в РФ и Беларуси. В феврале 2024 г. завод продан ООО «Истратех Групп» (по распоряжению Президента РФ) и переименован в ООО «Истратех». Продукция Grundfos поставляется по параллельному импорту; в 2024 г. марка сохранила шестое место по обороту
Wilo	Германия	Один из лидеров; развитая дистрибуция и сервис, завод в Ногинске с 2016 г.	ООО «ВИЛО РУС» работает в режиме ограниченной деятельности: завод в Ногинске (локализация в рамках СПИК до 85%), сервисная сеть, локальное производство линеек IL и BL, собственная марка Native. Бытовые насосы с «мокрым» ротором (Star-RS, Stratos) в РФ не производятся и поставляются по импорту; по итогам 2024 г. — лишь 14-е место по обороту
DAB	Италия	Широко представлен в рознице	Официальные поставки осложнены; бренд присутствует через параллельный импорт и складские остатки, удерживает десятое место по обороту
IMP Pumps	Словения	Фокус на проектный сегмент	Единственный европейский производитель, сумевший нарастить присутствие после 2022 года в условиях ограниченного предложения со стороны конкурентов
Lowara	США — Италия	Фокус на проектный сегмент	Сократил присутствие; поставки ограничены и идут через посредников
Speroni	Италия	Представлены в профессиональном и бытовом сегментах	Сохраняют присутствие через дистрибуцию и ввоз; логистика усложнилась, сроки поставки выросли

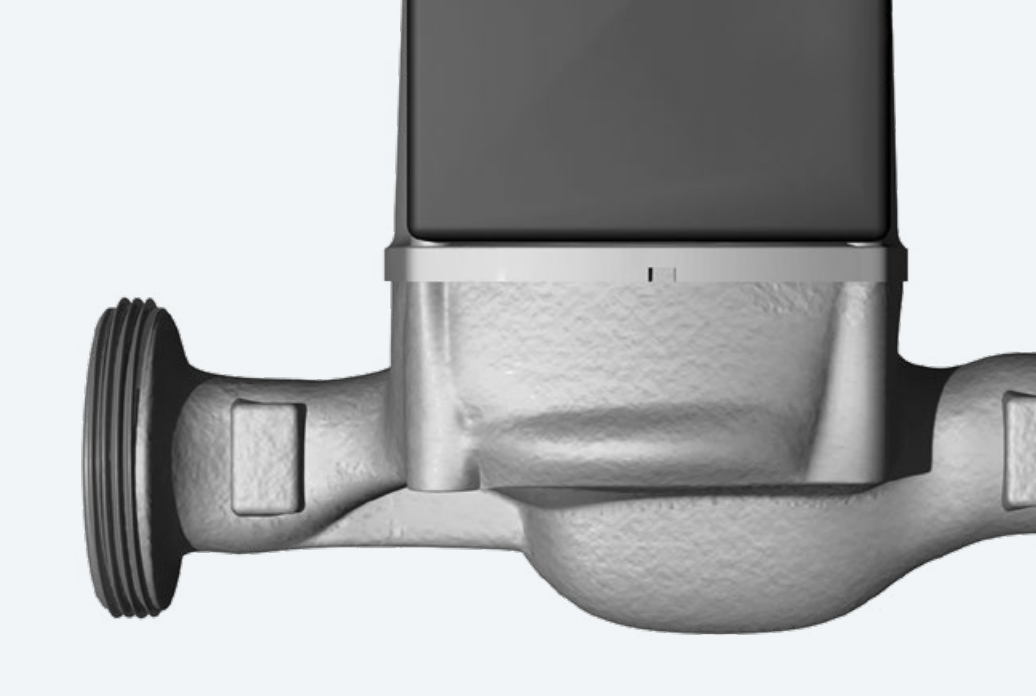
Ведущие марки циркуляционных насосов на рынке РФ по итогам 2024 года

табл. 3

№	По количеству, шт.	По обороту, \$	№	По количеству, шт.	По обороту, \$
1	Oasis	IMP Pumps	6	Pumpman	Grundfos
2	Valfex	Unipump	7	Rommer	Valfex
3	Unipump	Pumpman	8	Wester	Rommer
4	Valtec	Oasis	9	STI	Shinhoo
5	Jemix	Valtec	10	«Вихрь»	DAB

Рейтинг по обороту выглядит иначе. Его возглавляет словенская IMP Pumps — единственный европейский производитель, сумевший нарастить присутствие после 2022 года во многом благодаря стабильному спросу на премиальную продукцию при ограниченном предложении конкурентов. В десятку по деньгам входят также Grundfos, DAB и китайский Shinhoo, продвигаемый в Российской Федерации через эксклюзивного представителя Vandjord (компания основана в конце 2022 года в Истре).

Смена лидеров хорошо видна в динамике первой десятки за девять лет (табл. 4). До 2020 года верхнюю часть рейтинга стабильно удерживали Grundfos и Wilo,



ТОП-10 марок циркуляционных насосов на рынке РФ (количественные продажи) табл. 4

№	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Grundfos	Grundfos	Grundfos	Grundfos	Grundfos	Wilo	Oasis	Oasis	Oasis
2	Wilo	Wilo	Wilo	Oasis	Wilo	Grundfos	Wilo	Valtec	Valfex
3	Oasis	Oasis	Oasis	Wilo	Oasis	Oasis	Valtec	Unipump	Unipump
4	Wester	Valtec	Unipump	Unipump	Valtec	Unipump	Jemix	Джилекс	Valtec
5	ZOX	«Вихрь»	Valtec	Valtec	Unipump	«Вихрь»	«Вихрь»	Jemix	Jemix
6	DAB	Wester	DAB	«Вихрь»	Jemix	Valtec	Pumpman	«Вихрь»	Pumpman
7	«Вихрь»	Valfex	Pumpman	DAB	DAB	Jemix	Unipump	Pumpman	Rommer
8	Unipump	DAB	Jemix	Jemix	Wester	Wester	Valfex	Valfex	Wester
9	Termica	Unipump	«Вихрь»	Valfex	STI	Pumpman	Джилекс	Wester	STI
10	Vodotok	Vodotok	Wester	Wester	Valfex	Valfex	Grundfos	AquaTIM	«Вихрь»

Ведущие заводы-изготовители по поставкам на рынок РФ, 2024 год табл. 5

№	Завод-изготовитель	Страна/регион	№	Завод-изготовитель	Страна/регион
1	Wigo	Китай	6	Shinhoo	Китай
2	Lixing	Китай	7	Liyu Pump	Китай
3	Kinhil	Китай	8	Dafu	Китай
4	Taifu	Китай	9	IMP Pumps	Европа
5	Westone	Китай	10	Nova	Китай

Ведущие поставщики циркуляционных насосов на рынок РФ, 2024 год табл. 6

№	Поставщик	Город	Марки	№	Поставщик	Город	Марки
1	«Форте Холдинг»	Ростов-на-Дону	Oasis, Alecord	6	«Терра Ватер Групп»	Москва	Jemix
2	«Теплосеть»	Владимир	Valfex	7	«Пампизн Рус»	Санкт-Петербург	Pumpman, Taifu
3	«Саблайн Сервис»	Москва	Unipump	8	«Импульс»	Москва	Wester, Aquatech
4	«Терем»	Москва	Rommer, Stout	9	«Эльф»	Тула»	STI
5	«Веста-Трейдинг»	Санкт-Петербург	Valtec	10	«Флекси»	Пенза	ZOX, VRT

Структура рынка циркуляционных насосов РФ (количественные продажи), 2024 год табл. 7

Разрез	Сегмент	Кол-во, шт.	Доля, %
Сфера применения	Отопление	2 260 000	90,4
	ГВС (рециркуляция)	103 000	4,1
	Повышение давления	137 000	5,5
Тип соединения	Резьбовое	2 426 000	97,0
	Фланцевое	74 000	3,0
Тип управления	Механическое (ступенчатое)	2 366 000	94,6
	Электронное частотное	134 000	5,4

в 2021-м Wilo в последний раз возглавила список, а с 2022-го первая строчка закреплена за Oasis. Grundfos завершил 2022 год на десятой позиции, и с 2023-го обе европейские марки в десятку не входят. Их места заняли Valfex, Unipump, Valtec, Jemix и Pumpman, то есть преимущественно марки российских компаний с производством в Китае.

Список заводов-производителей куда короче списка брендов. Девять из десяти ведущих заводов-поставщиков российского рынка расположены в КНР: Wigo, Lixing, Kinhil, Taifu, Westone, Shinhoo, Liyu Pump, Dafu, Nova. Единственное исключение — европейская площадка IMP Pumps (табл. 5). Один и тот же завод, как правило, выпускает продукцию сразу для нескольких российских марок, поэтому конструктивно «разные» бренды нередко отличаются лишь шильдиком и цветом корпуса.

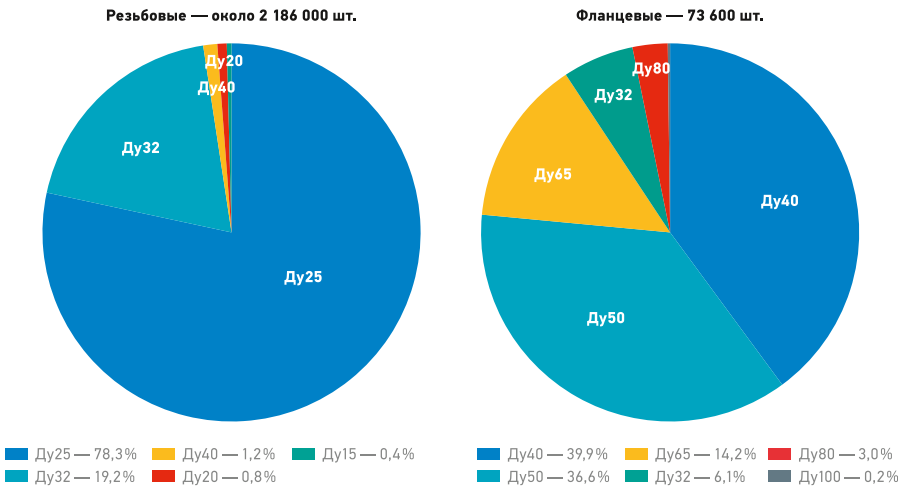
Основа оптового звена — профессиональные поставщики инженерного оборудования для систем отопления и водоснабжения. Ведущие компании обладают широкой сетью партнёров и представлены во всех каналах дистрибуции — от профессионального канала, работающего с комплектованием строительных объектов, розницей и монтажниками, до сетей магазинов DIY и маркетплейсов. Часть оборудования поставляется торговыми представительствами заводов-изготовителей (табл. 6).

Структура спроса – что именно покупают

Основное назначение циркуляционных насосов на российском рынке — системы отопления: 2,26 млн штук или 90% продаж 2024 года. Ещё 103 тыс. насосов куплено для рециркуляции горячего водоснабжения (ГВС) и 137 тыс. — для повышения давления воды (табл. 7).

Четыре из пяти резьбовых насосов — Ду25

Рис. 5. Типоразмеры насосов для отопления, 2024 год

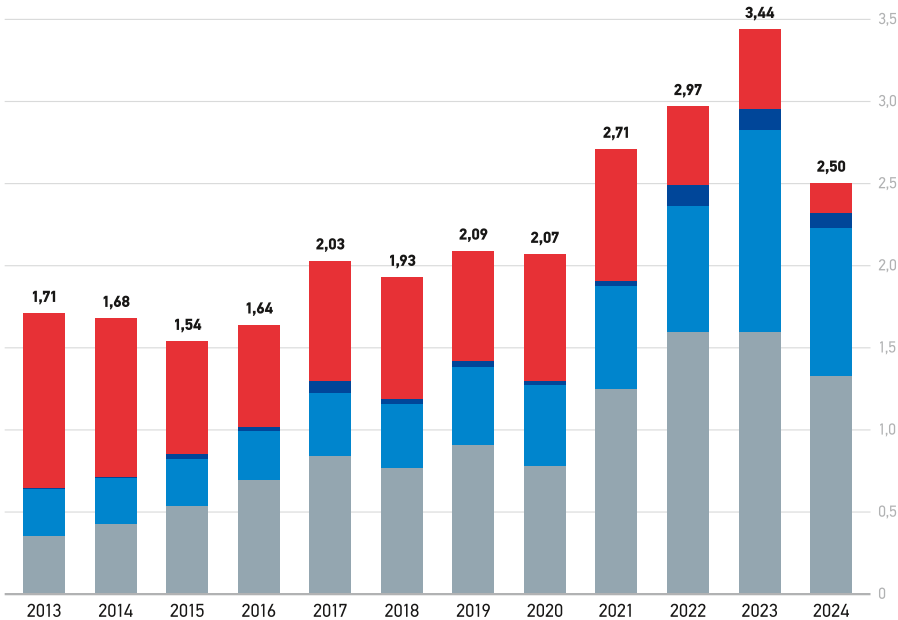


Структура продаж насосов для отопления по условному диаметру, 2024 год табл. 8

Резьбовые (насосы для отопления)		Доля, %	Фланцевые (насосы для отопления)		Доля, %
ДУ15		0,4	ДУ32		6,1
ДУ20		0,8	ДУ40		39,9
ДУ25		78,3	ДУ50		36,6
ДУ32		19,2	ДУ65		14,2
ДУ40		1,2	ДУ80		3,0
			ДУ100		0,2

Премиум сжался, эконом вырос вчетверо

Рис. 6. Динамика ценовых сегментов рынка



Ценовые сегменты рынка циркуляционных насосов РФ, 2024 год табл. 9

Ценовой сегмент	Кол-во, шт.	Доля в штуках, %	Оборот, \$	Доля в обороте, %	Средняя цена, \$
Эконом	1 328 000	53,1	28 700 000	30,3	21,6
Стандарт	903 000	36,1	30 200 000	31,9	33,4
Стандарт+	91 000	3,6	5 800 000	6,1	63,7
Премиум	178 000	7,1	30 000 000	31,7	168,5
Итого	2 500 000	100	94 700 000	100	37,9

Рынок является «резьбовым» и «механическим». На насосы с резьбовым соединением приходится 97% продаж; фланцевые модели (74 тыс. штук) почти целиком уходят в отопление многоквартирных домов, коммерческих зданий и котельных. Насосы с электронным частотным регулированием заняли лишь 5,4% рынка (134 тыс. штук) — разительный контраст с Евросоюзом, где после введения требований к индексу энергоэффективности ЕЕI частотное регулирование стало фактическим стандартом. Причём 85% проданной в России «электроники» — уже китайского производства.

Системы отопления — основное назначение циркуляционных насосов на российском рынке: 2,26 млн штук или 90% продаж 2024 года. Ещё 103 тыс. насосов куплено для рециркуляции ГВС и 137 тыс. — для повышения давления воды. На насосы с резьбовым соединением приходится 97% количественных продаж; фланцевые модели (74 тыс. штук) почти целиком уходят в отопление многоквартирных домов, коммерческих зданий и котельных

Типоразмерный ряд подтверждает преобладание бытового оборудования: среди резьбовых насосов для отопления 78% продаж приходится на Ду25 — стандартный типоразмер для частного дома, ещё 19% — на Ду32 (табл. 8). Во фланцевом сегменте спрос концентрируется на Ду40 и Ду50 (вместе 76,5%), рис. 5.

Ценовые сегменты — рынок сместился вниз

Ценовая структура рынка перевернулась за десятилетие. В 2013 году премиум-сегмент был крупнейшим: 1,06 млн штук или 62% продаж. К 2024 году премиум сжался до 178 тыс. штук (7%), а лидером стал эконом-сегмент со средней дилерской ценой \$21,6 за насос — 1,33 млн штук, более половины рынка (рис. 6).

При этом в деньгах рынок делится почти на три равные части: «эконом» (30% оборота), «стандарт» (32%) и «премиум» (32%). Премиальная ниша, потеряв объёмы, сохранила ценность: 7% штук дают почти треть денег при средней цене \$168,5 (табл. 9). Именно за эту нишу конкурируют остатки европейских поставок, IMP Pumps и продвигающиеся вверх китайские марки.

Насосы и котлы – смежные рынки расходятся

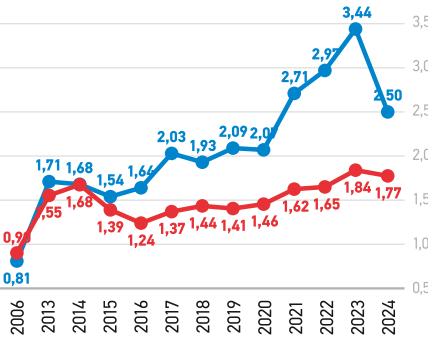
Интересно сопоставить рынок насосов со смежным рынком отопительных котлов (рис. 7, табл. 10). В 2006 году они были сопоставимы: 902 тыс. котлов против 810 тыс. насосов. К 2024 году рынок насосов (2,5 млн штук) в 1,4 раза превышает рынок котлов (1,78 млн). Расхождение объясняется тем, что насос давно перестал быть «спутником котла»: значительная часть продаж приходится на замену вышедших из строя приборов, вторые и третьи контуры (тёплые полы, бойлеры косвенного нагрева), рециркуляцию горячего водоснабжения и модернизацию старых гравитационных систем.

Ресурс, сервис и гарантия

Главный вопрос для проектировщика и монтажника — сопоставимость текущего предложения с европейским по ресурсу и сервисной поддержке. Европей-

Насосы оторвались от котлов

Рис. 7. Продажи котлов отопления и циркуляционных насосов в РФ, млн шт. (по данным «Литвинчук Маркетинг»)



ские насосы сохраняют преимущество по наработке, КПД и уровню электроники, но проигрывают по цене, срокам поставки и — при «сером» ввозе — по гарантии. Ведущие китайские и российские OEM-бренды заметно сократили отставание, тогда как бюджетные серии остаются неоднородными по качеству (табл. 11).

Ценовые ориентиры

Ценовой разрыв между бюджетным и премиальным предложением остаётся кратным. Бытовой китайский или российский насос класса 25-40 обходится в 2500–5000 руб., тогда как европейский аналог по параллельному импорту — в 6–25 тыс. руб. в зависимости от модели и канала поставки (табл. 12).

Выводы и прогноз

Рынок прошёл стадию острого передела и вышел в новую конфигурацию. Китай контролирует 96% количественных поставок, первую десятку марок формируют OEM-бренды российских компаний, а реальное производство сконцентрировано на десятке китайских заводов. Дуополия Grundfos и Wilo, четверть века определявшая стандарты сегмента, сократилась до 1,5% количественных продаж, при этом премиальная ниша не исчезла и по-прежнему приносит треть оборота рынка.

Спад 2024 года выглядит коррекцией после ажиотажных 2021–2023 годов, а не переломом тренда: долгосрочно количественная ёмкость рынка растёт быстрее смежного рынка котлов за счёт замены и усложнения систем отопления. Резервом остаётся сегмент энергоэффективных насосов с частотным регулированием — при доле 5% против фактических 100% в ЕС ему есть куда расти по мере роста тарифов и требований к инженерии.

Практические ориентиры для подбора таковы. Для ответственных и энергоэффективных систем европейские насосы сохраняют смысл, но требуют учёта отсутствия заводской гарантии при параллельном ввозе. Для массовых объектов ведущие китайские и локализованные марки дают приемлемое соотношение цены, ресурса и сервиса. Ключевой критерий выбора смещается от бренда к подтверждённой сервисной поддержке и гарантийным обязательствам конкретного поставщика, тем более что за разными шильдиками всё чаще стоит один и тот же завод.

Динамика смежных рынков — котлы и циркуляционные насосы

Год	Котлы отопления, шт.	Циркуляционные насосы, шт.	Насосов на один котёл
2006	902 000	810 000	0,90
2013	1 554 000	1 710 000	1,10
2014	1 675 000	1 680 000	1,00
2015	1 390 000	1 540 000	1,11
2016	1 240 000	1 640 000	1,32
2017	1 370 000	2 030 000	1,48
2018	1 435 000	1 930 000	1,34

Год	Котлы отопления, шт.	Циркуляционные насосы, шт.	Насосов на один котёл
2019	1 405 000	2 090 000	1,49
2020	1 455 000	2 070 000	1,42
2021	1 625 000	2 710 000	1,67
2022	1 650 000	2 970 000	1,80
2023	1 840 000	3 440 000	1,87
2024	1 775 000	2 500 000	1,41

Сравнение европейского и азиатского предложения

Параметр	Евробренды (Grundfos, Wilo)	Китайские и российские марки
Ресурс и наработка	Высокие, проверены десятилетиями; эталон сегмента «мокрого ротора»	Средние; у ведущих марок приближаются к европейскому уровню, у бюджетных — ниже и нестабильны
КПД и энергоэффективность	Высокие; широкая линейка электронных насосов с частотным регулированием	У средних брендов — приемлемые; электронные модели есть, но энергоэффективность в среднем ниже
Электроника и автоматика	Зрелые решения (Stratos, Alpha, Magna)	Догоняющее развитие; качество электроники варьируется по брендам
Заводская гарантия	2–5 лет; при параллельном импорте заводская гарантия не действует — её заменяет гарантия продавца	Чаще 1–2 года; условия зависят от дистрибьютора
Сервис и запасные части в РФ	Сеть сузилась, но сервис частично сохранен; оригинальные запчасти — по параллельным каналам	Сервис формируется; у крупных поставщиков сети расширяются, у мелких марок — слабее
Ключевой риск	Цена, сроки поставки, отсутствие заводской гарантии при «сером» ввозе	Неоднородность качества по партиям, ограниченная ремонтнопригодность бюджетных моделей

Розничные цены на типовые модели класса 25-40/25-60

Бренд/модель (класс 25-40/25-60)	Сегмент	Розничная цена*, руб.
«Джилекс Циркуль 25/40»	Бюджетный	2650–2810
Unipump UPC 25-40	Бюджетный/средний	около 4200
CNP CMS 25-4	Средний	около 4900
«Джилекс Циркуль Premium 25/40»	Бюджетный+	около 4950
Vandjord Basic 25-40 (OEM Shinhoo)	Средний	5000–7000
Grundfos UPS 25-40 (параллельный импорт)	Премиальный	около 5900
Wilo Star-RS 25/4 (параллельный импорт)	Премиальный	8500–15 900
Grundfos UPS 25-60 (параллельный импорт)	Премиальный	14 400–24 700

* Ориентировочные розничные цены российских интернет-магазинов по состоянию на июнь 2026 года.

1. Аналитические данные по ёмкости и структуре рынка циркуляционных насосов 2013–2024 гг. / «Литвинчук Маркетинг» (дилерские цены без НДС).

2. Датский производитель насосов Grundfos решил уйти из России [Электр. текст]. РБК от 25.08.2022. Режим доступа: rbc.ru. Дата обрац.: 25.06.2026.

3. О специальном решении о совершении сделки обществом с ограниченной ответственностью «Истратех Групп»: Распоряжение Президента РФ от 05.02.2024 № 36-рп.

4. Официальный сайт ООО «ВИЛО РУС» [Электр. ресурс]. Режим доступа: wilo.ru. Дата обрац.: 15.06.2026.

5. Насосное оборудование Vandjord и Shinhoo уже на складе [Электр. текст]. Журнал СОК от 21.07.2023. Режим доступа: c-o-k.ru. Дата обрац.: 10.05.2026.

6. Официальные сайты производителей: «Джилекс» (jeelex.ru), Unipump, CNP (Nanfeng Pump Industry).

7. Цены (июнь 2026 г.): «Русклимат», «ВсеИнструменты.ру», jeelex-shop.ru, nasosclub.ru, elit-nasos.ru, cnp-rus.ru.

Инновации в действии



Котельное оборудование

- Для частных домов
- Для бизнеса
- Для крышных котельных
- Для поквартирного отопления



baxi.ru
+7 (495) 733-95-82



dedietrich.ru
+7 (495) 221-31-51

«БДР Термия Рус» — 25 лет в России. И это только начало!

17 июля 2026 года компания «БДР Термия Рус», поставляющая на российский рынок котельное оборудование BAXI и De Dietrich, отмечает 25-летие со дня открытия в Российской Федерации представительства французской компании De Dietrich Thermique («Ди Дитриш Термик»). 25 лет присутствия на российском рынке — история развития, стабильности и рекордных достижений. За это время компания прошла путь от небольшой организации до одного из ключевых игроков отрасли, которому доверяют профессионалы по всей стране.

Премиальные решения De Dietrich для российского потребителя

Знакомство российского рынка с продукцией французского бренда De Dietrich, отметившего в этом году 342-летие и являющегося синонимом надёжности и технологического совершенства, состоялось ещё в начале 1990-х годов благодаря напольным котлам с теплообменниками из эвтектического чугуна — высококачественному оборудованию с уникальными характеристиками. Представительство De Dietrich Thermique («Ди Дитриш Термик») в России было открыто в 2001 году.

В 2009 году произошло объединение торговых марок De Dietrich и BAXI в Группу BDR Thermea, а в 2017 году компания продолжила поставки отопительного оборудования De Dietrich на российский рынок уже через собственное торговое подразделение «БДР Термия Рус».

Бытовые и промышленные традиционные и конденсационные котлы De Dietrich, а также современная панель с новой эргономикой управления Diematic Evolution («Диэматик Эволюшн») зарекомендовали себя как профессиональное оборудование, ориентированное на эффективность и удобство монтажа и сервиса.

Котлы De Dietrich изготавливаются на европейских производственных площадках, на которых специалисты бренда разрабатывают инновационные решения: литые теплообменники из эвтектического чугуна для напольных котлов, литые теплообменники из сплава алюминия с кремнием для конденсационных котлов, системы удалённого управления, ёмкостные водонагреватели со стекловидной эмалью, горелки с низким уровнем шума и многое другое.

Начиная с 2021 года под брендом De Dietrich поставляются стальные котлы CA R («ЦА Р») российского производства мощностью до 7000 кВт, что позволило расширить присутствие бренда в промышленном сегменте. В 2026 году линейка стальных котлов пополнилась трёхходов-

выми моделями CA R Plus («ЦА Р Плюс»), а максимальная мощность котлов составила 17 500 кВт.

Образовательные проекты

В 2009 году на базе Ивановского государственного энергетического университета был создан Международный российско-французский учебно-научный центр энергоэффективных технологий «ИГЭУ — De Dietrich», в котором решаются задачи обеспечения учебного и научного процесса современным лабораторным практикумом в сфере систем теплоснабжения, а также подготовки специалистов отопительной отрасли.

Свою работу учебный центр начал с обучения групп авторизованных сервисных центров на действующем оборудовании De Dietrich. В настоящее время курс обучения проходит в формате однодневного интенсива узконаправленной тематики и углублённых двух- и трёхдневных тренингов для сервис-партнёров и специалистов авторизованных сервисных центров (АСЦ).

В Международном российско-французском учебно-научном центре «ИГЭУ — De Dietrich» представлены 15 настенных и напольных, классических и конденсационных, газовых и жидкотопливных котлов мощностью от 24 до 280 кВт. С июля 2023 года обучение проводится также и по котлам BAXI.

Специалисты De Dietrich активно поддерживают профессиональное сообщество проведением технических семинаров, разработкой сервисов для монтажников, обучающих программ и учебных пособий.

В 2025 году была издана книга «Тепло без границ от BDR Thermea». Книга представляет собой справочное пособие по подбору и проектированию теплогенераторных и котельных на примере оборудования BAXI и De Dietrich и предназначена для профессионалов и любителей, которые хотели бы расширить свои знания в области теплотехники.





Устойчивое развитие и технологическое лидерство

История De Dietrich в Российской Федерации тесно переплетается с развитием Группы BDR Thermea и BAXI.

20 февраля 2002 года в Москве открылось представительство BAXI S.p.A. («Бакси С.п.А.»). Первой продукцией BAXI для российского рынка стали электроводонагреватели, затем начались поставки

настенных котлов. Впоследствии ассортимент BAXI значительно расширился: производственную программу для локальных потребителей дополнили традиционные и конденсационные котлы, водонагреватели и системы автоматики, что позволило «БДР Термия Рус» наладить бесперебойные поставки оборудования для бытового, коммерческого и промышленного сегментов.

Более двух десятилетий компания последовательно наращивала структуру и мощности. Рост сопровождался расширением дистрибьюторской сети, центров сервисного обслуживания, масштабированием образовательных проектов и логистических процессов, что укрепило позиции бренда BAXI в нашей стране.

Котельное оборудование BAXI установлено в каждом пятом российском доме. В декабре 2025 года количество проданных на российском рынке котлов BAXI достигло впечатляющих масштабов — 2 500 000 единиц.

Сегодня «БДР Термия Рус» — организация с более чем 120 сотрудниками, с 20 региональными представительствами, развитой дилерской сетью, 1000+ авторизованными сервисными центрами, шестью складскими комплексами и 50 складами запчастей.

Инновационные продукты, корпоративные ценности, прозрачность ведения бизнеса, прочные партнёрские связи и забота об обществе остаются ключевыми ориентирами «БДР Термия Рус».

Успех компании в России строится на сочетании мощной технологической экспертизы, профессиональной команды и надёжного партнёрства.

За высокими результатами стоят сотрудники и партнёры, которые ежедневно трудятся на благо людей, открывая для тысяч жителей нашей страны мир климатических решений BAXI и De Dietrich. ●



Компактность без компромис- сов: особенности напольных котлов Kiturami TGB HiFin

За последние годы требования к отопительному оборудованию заметно изменились. Если раньше напольный котёл ассоциировался с массивным оборудованием, требующим просторной котельной и большого количества дополнительной обвязки, то сегодня владельцы частных домов ожидают совершенно другого подхода. Современный котёл должен занимать минимум места, быть удобным в эксплуатации и обеспечивать надёжное отопление и горячее водоснабжение.

Именно по такому принципу создавалась серия напольных газовых котлов **Kiturami TGB HiFin**, в которой инженерам удалось объединить преимущества классического напольного оборудования с компактностью и высоким уровнем заводской комплектации.

Продуманная конструкция

Одной из особенностей серии являются компактные размеры корпуса. В зависимости от мощности котлы выпускаются в двух вариантах исполнения:

- 700 × 325 × 600 мм — модели мощностью 18 и 20 кВт;
- 930 × 365 × 650 мм — модели мощностью 25, 30 и 35 кВт.

Такие габариты позволяют устанавливать оборудование даже в небольших котельных частных домов, не жертвуя свободным пространством для размещения системы водоподготовки, коллекторов или другого инженерного оборудования.

При этом уменьшение размеров котла не сказалось на его функциональности. Внутри корпуса размещены практически все основные узлы отопительной системы, благодаря чему монтаж становится значительно проще, а количество дополнительного оборудования сокращается.



На правах рекламы.

⚙ Напольный газовый котёл Kiturami TGB HiFin

Высокая заводская готовность

В отличие от традиционных напольных котлов, требующих установки отдельных элементов системы, Kiturami TGB HiFin поставляется с уже интегрированными основными компонентами.

В конструкции предусмотрены:

- стальной теплообменник отопления;
- теплообменник горячего водоснабжения из нержавеющей стали;
- турбоциклонная газовая горелка;
- электронная система управления.



Эффективный теплообмен

Одним из ключевых элементов конструкции являются дымовые каналы специальной формы. Благодаря развитой поверхности теплообмена с дополнительными рёбрами увеличивается съём тепла с продуктов сгорания.

Такое решение позволяет эффективнее использовать энергию топлива, способствует снижению эксплуатационных расходов и одновременно делает конструкцию котла более компактной.

Основной стальной теплообменник также имеет специальную конструкцию, обеспечивающую высокий КПД и снижение уровня шума во время работы оборудования.

Турбоциклонная горелка

Одной из ключевых особенностей серии является фирменная турбоциклонная горелка, разработанная инженерами компании Kiturami.

Благодаря специальной конструкции воздушный поток закручивается внутри камеры сгорания, обеспечивая качественное смешивание газа с воздухом. Это позволяет получить стабильное пламя, более равномерное распределение тепловой нагрузки и эффективное использование топлива.

Подобная технология уже давно применяется компанией Kiturami и хорошо зарекомендовала себя в различных сериях отопительного оборудования.

Горячее водоснабжение с возможностью расширения

Для приготовления горячей воды используется теплообменник из нержавеющей стали с увеличенным проходным сечением. Такая конструкция снижает вероятность образования отложений, обеспечивает стабильную производительность и способствует длительному сроку службы теплообменника. При необходимости котёл может работать совместно с бойлером косвенного нагрева. Для этого требуется установка дополнительного термостата и отдельного циркуляционного насоса контура ГВС. Такое решение позволяет создать запас горячей воды и обеспечить комфортное водоснабжение домов с несколькими санузлами или повышенным потреблением горячей воды.

Удобство монтажа

При разработке серии инженеры уделили внимание не только эксплуатационным характеристикам, но и удобству установки.

Одной из особенностей конструкции являются патрубки подключения обрат-



:: Универсальный пульт управления NCTR-60R



:: Пульт управления NCTR-100WR с Wi-Fi

ной линии отопления, расположенные с обеих сторон корпуса. Такое решение предоставляет монтажнику большую свободу при выборе схемы подключения и позволяет упростить размещение котла в котельной.

Ещё одним преимуществом является возможность монтажа горизонтального участка дымохода длиной до 5 м с выводом через наружную стену, что расширяет варианты установки оборудования.

Современное управление

В базовую комплектацию входит универсальный пульт управления NCTR-60R, совмещающий функции комнатного термостата и панели управления котлом.

Пользователь может задавать температуру отопления, контролировать режимы работы оборудования и получать информацию о состоянии системы.



Для тех пользователей, которые предпочитают дистанционное управление, предусмотрена возможность подключения пульта NCTR-100WR (дополнительная опция) с Wi-Fi-модулем, позволяющим управлять котлом через интернет практически из любой точки мира.

Диагностика и безопасность

Одной из сильных сторон серии котлов TGB HiFin является развитая система автоматического контроля.

Функция самодиагностики постоянно отслеживает состояние основных узлов оборудования. При возникновении неисправности на дисплее комнатного пульта отображается код ошибки, позволяющий быстро определить причину остановки котла.

Дополнительную безопасность обеспечивают:

- датчик утечки газа;
- автоматическое отключение при перегреве котла;
- контроль работы вентилятора;
- контроль системы дымоудаления;
- автоматическое прекращение подачи газа при отключении электропитания.

При необходимости к котлу можно подключить внешнюю световую или звуковую сигнализацию, информирующую о возникновении неисправности.

Стабильная работа в различных условиях

В конструкции используется газовый клапан Honeywell, обеспечивающий стабильную работу оборудования даже при пониженном давлении газа. Это особенно актуально для районов, где параметры газоснабжения могут изменяться в течение отопительного сезона.

Итоги

Серия Kiturami TGB HiFin демонстрирует современный подход к разработке напольных газовых котлов. Компактные размеры корпуса, продуманная конструкция дымовых каналов, турбоциклонная горелка, теплообменник ГВС из нержавеющей стали, возможность подключения бойлера косвенного нагрева, гибкие варианты монтажа и развитая система автоматизации делают эти котлы практичным решением для современных систем отопления.

Ориентация на удобство монтажа, надёжность эксплуатации и расширенные возможности управления позволяют использовать Kiturami TGB HiFin как в новых проектах индивидуального домостроения, так и при модернизации существующих систем отопления. ●

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Новая серия котлов GEFFEN 7.1

Российская компания GEFFEN (город Тула) в этом году отмечает свой юбилей — 20 лет. С 2011 года в России и Беларуси работают котлы GEFFEN с общей установленной мощностью более 1500 МВт.

Новинка в ассортименте

К своему юбилею компания представила новую серию напольных конденсационных котлов **GEFFEN MB 7.1**.

Новая серия напольных конденсационных котлов **GEFFEN MB 7.1** успешно прошла сертификацию и является продолжением мощностной линейки котлов, базирующихся на нержавеющей теплообменнике собственной запатентованной конструкции и полностью собственного производства.

Технические характеристики

Основные технические характеристики котлов серии MB 7.1:

- мощность от 320 до 501 кВт (табл. 1);
- рабочая температура теплоносителя — до 95 °С;
- рабочее давление теплоносителя — до 5,5 бар;
- низкое давление газа — 13 мбар;
- гидравлическое сопротивление теплообменника котла — 5 кПа;
- вес — 270 кг.

Новые котлы обладают впечатляющими рабочими параметрами:

- диапазон модуляции мощности от 19 до 100 %;
- уровень шума — 59 дБ(А).

Рекордно низкий уровень шума

Указанный выше уровень шума — всего 59 дБ(А) — сопоставим со звуком работающего бытового кондиционера/холодильника или разговором двух людей на расстоянии 1 м.

В крышных котельных любые шумы от оборудования отрицательно сказываются на спокойствии проживающих на последнем этаже жильцов. Благодаря конструкции теплообменника котла, установке облицовок со звукоизоляцией и комплектации корпуса уплотнительными шнурами из EPDM котлы **GEFFEN MB 7.1** при работе не беспокоят мирный сон жильцов даже в ночное время.

Лёгкость и компактность

В последнее время доля объектов с крышными котельными, где котельное оборудование выработало свой срок и требует замены, неуклонно растёт.

Не всегда в условиях плотной заводской застройки есть возможность краном доставить котёл на крышу, а отсутствие грузовых лифтов делает задачу ещё ме-

нее выполнимой. Серия котлов **GEFFEN MB 7.1** выручит в такой ситуации.

Новая серия котлов **GEFFEN MB 7.1** обладает очень компактными габаритами (ш×в×г): 701×1725×1511 мм. Площадь, занимаемая котлом, составляет 1,2 м².

Размеры котла позволяют доставить его на крышу в грузовом лифте.

Вес котла номинальной производительностью 501 кВт в сборе составляет всего 270 кг.



✚ Новый напольный газовый конденсационный котёл **GEFFEN** серии MB 7.1

*Новая серия напольных конденсационных котлов **GEFFEN MB 7.1** успешно прошла сертификацию и является продолжением мощностной линейки котлов, базирующихся на нержавеющей теплообменнике собственной запатентованной конструкции. Котлы — полностью собственного производства, с комплектующими, произведёнными в Российской Федерации или в дружественных странах*

В случае крайней необходимости котёл может быть легко разобран для доставки, а в разобранном состоянии вес самой тяжёлой части (теплообменника) составляет всего 147 кг, что позволит практически донести его «на руках» до котельной. Сборка котла до первоначального состояния не потребует высококвалифицированных рабочих.

✚ Номинальная производительность котлов **GEFFEN** серии MB 7.1

табл. 1

Модель	MB 7.1-320	MB 7.1-350	MB 7.1-400	MB 7.1-458	MB 7.1-501
Номинальная производительность (при 95/75 °С), кВт	320	350	400	458	501

Автор: Андрей МИРОНОВ,
технический директор
инжиниринговой компании Wattson

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

собственная разработка
Сделано в России

ДИСПЛЕЙ

собственная разработка
Сделано в России

ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Дружественные страны

ГАЗОВЫЙ КЛАПАН И ВЕНТИЛЯТОР

Дружественные страны

КОНТРОЛЛЕР ГОРЕНИЯ

собственная разработка
Сделано в России

УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

собственная разработка
Сделано в России

БЛОК РОЗЖИГА

собственная разработка
Сделано в России

ГОРЕЛОЧНАЯ ТРУБА

Дружественные страны

ГАЗОВЫЙ ФИЛЬТР

Дружественные страны

КЛЕММНАЯ ПЛАТА

собственная разработка
Сделано в России

ТЕПЛООБМЕННИК

собственная разработка
Сделано в России

СИФОН

собственная разработка
Сделано в России



❖ Котлы GEFFEN MB 7.1 — это полностью собственное производство с комплектующими, произведёнными в РФ или в дружественных странах

Высокотехнологичность

Серия котлов MB 7.1 производится на современном, высокотехнологичном оборудовании. Уровень локализации производства её компонентов в РФ составляет 90 %, а оставшиеся 10 % производятся в дружественных странах — Беларуси и Китае.

В котле предустановлены воздушный и газовый фильтры.

Конструкторское бюро GEFFEN учло в новинке рекомендации монтажных и обслуживающих организаций:

1. Колёсные опоры котла позволят легко перемещать котёл по горизонтальной плоскости, а в котельной после фиксации выполнят роль виброопор.
2. Все облицовки котла снабжены удобными ручками, легко демонтируются и обеспечивают полный доступ для обслуживания ко всем внутренним элементам.
3. Элементы корпуса снабжены элементами тепло- и звукоизоляции.
4. Силовая рама также является легко-разборной и в случае необходимости позволяет произвести демонтаж любой части котла.
5. Датчики температуры вынесены за пределы корпуса котла и имеют защитные кожухи.
6. Патрубок дымоудаления котла оптимизирован для монтажа утеплённых дымоходов диаметром 200 мм со слоем теплоизоляции 25–30 мм.

7. Котлы получили увеличенный конденсатоотводчик, вынесенный за пределы корпуса котла.

Новая автоматика

Самые большие изменения произошли в системе автоматике котла. Она разработана инженерами GEFFEN с нуля и производится в России.

Каждый котёл оснащён сенсорным выносным съёмным жидкокристаллическим

дисплеем высокого разрешения и с диагональю 7", делающим управление и настройку оборудования удобными и интуитивно понятными.

Прорывное решение — наличие радиомодулей в автоматике котла, которые обеспечивают беспроводное объединение котлов в каскад (до 30) и автоматическое переконфигурирование каскада при аварийном отключении ведущего котла.

Датчики наружной температуры и датчик/датчики каскада могут быть подключены на любом котле. Подключённые датчики автоматически определяются и добавляются в систему.

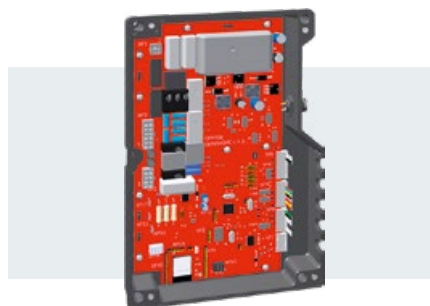
В случае необходимости автоматизации или диспетчеризации котлов через систему автоматизации высшего уровня по протоколу OpenTherm или Modbus разработан и доступен к заказу специализированный адаптер. Его можно установить только в ведущий или во все котлы каскада при необходимости отслеживания параметров работы каждого из них.

Для сервисных и обслуживающих организаций очень полезным будет функционал доступа в архив состояний любого котла за последний год его работы, также реализованный в новой автоматике котлов GEFFEN серии MB 7.1.

Подробная информация о новинке представлена на сайте geffen.ru.



❖ Выносной съёмный ЖК-дисплей высокого разрешения (диагональ 7")



❖ Радиомодуль в автоматике котлов

«Теплоконтурный радиатор» как стабилизатор температуры

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

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

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

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

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

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

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

Задачи исследования включали:

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

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

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

УДК 621.006.354; 536.24. Научная специальность: 2.1.3.

«Теплоконтурный радиатор» как стабилизатор температуры

Сергей Владимирович Петренко, инженер, директор ООО «Абсорб»

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

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

UDC 621.006.354; 536.24. Scientific specialty number: 2.1.3.

“Heat circuit radiator” as a temperature stabilizer

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

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

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

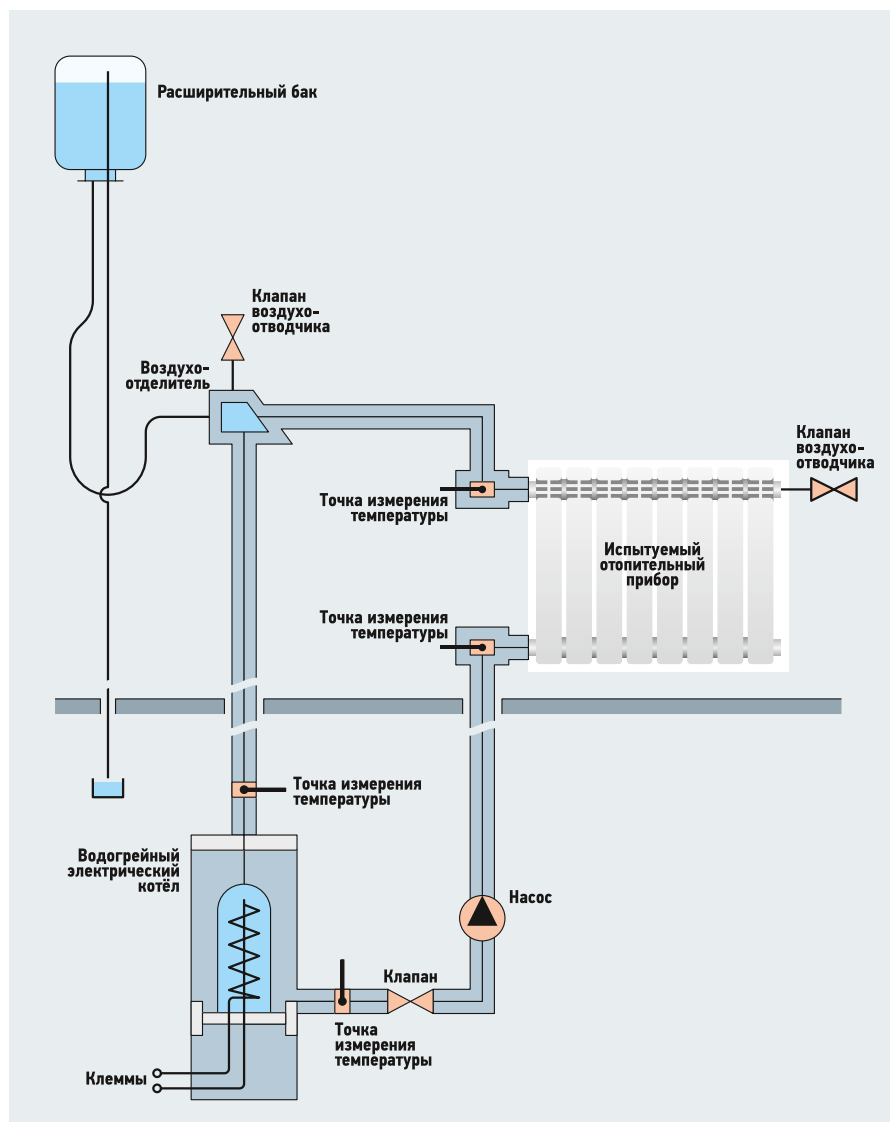


Рис. 1. Схема экспериментальной установки [2, 3] при использовании электрического метода

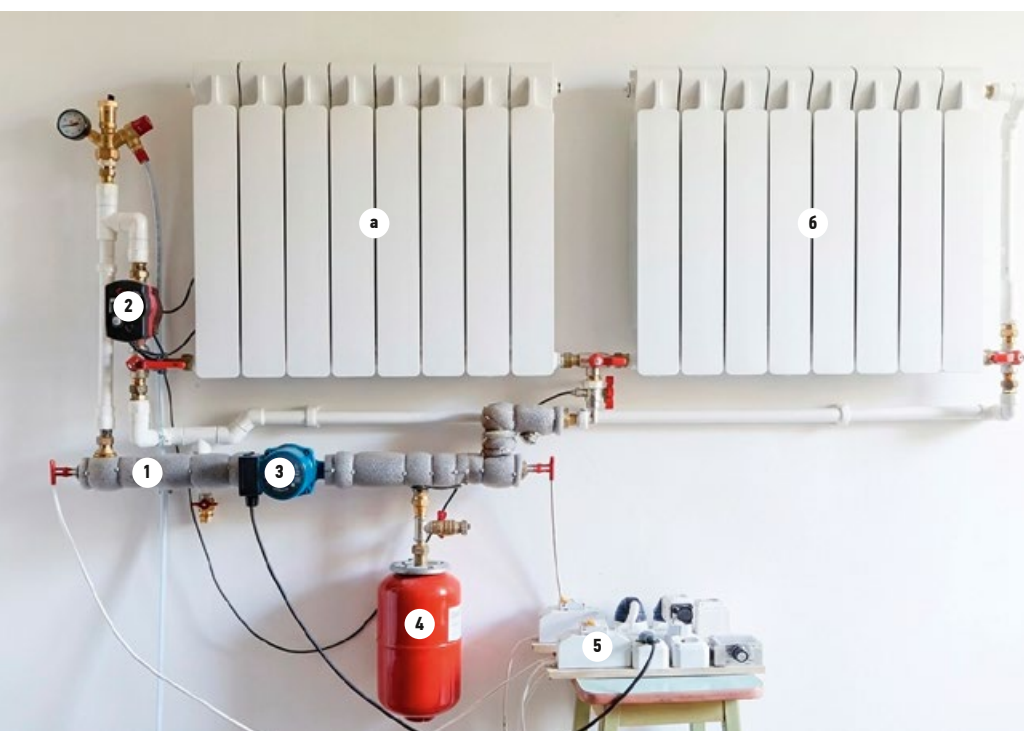


Фото 1. Экспериментальная установка, выполненная по ГОСТ Р 53583–2009 [2] и ГОСТ 31311–2005 [3] (а — «теплогонтурный» радиатор, изготовленный на базе радиатора RIFAR Monolit, б — аналог, «классический» радиатор RIFAR Monolit; 1 — водогрейный котёл; 2 — тепловой счётчик; 3 — циркуляционный насос; 4 —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

Методика эксперимента и тепловой расчёт

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

Измерения проводились при следующих условиях:

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

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

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

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

По графику (рис. 2) определяли:

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

Средняя температура периода «нагрев — охлаждение» составила:

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

Продолжительность одного цикла «нагрев — охлаждение»:

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

Отношение продолжительностей циклов равно:

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

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

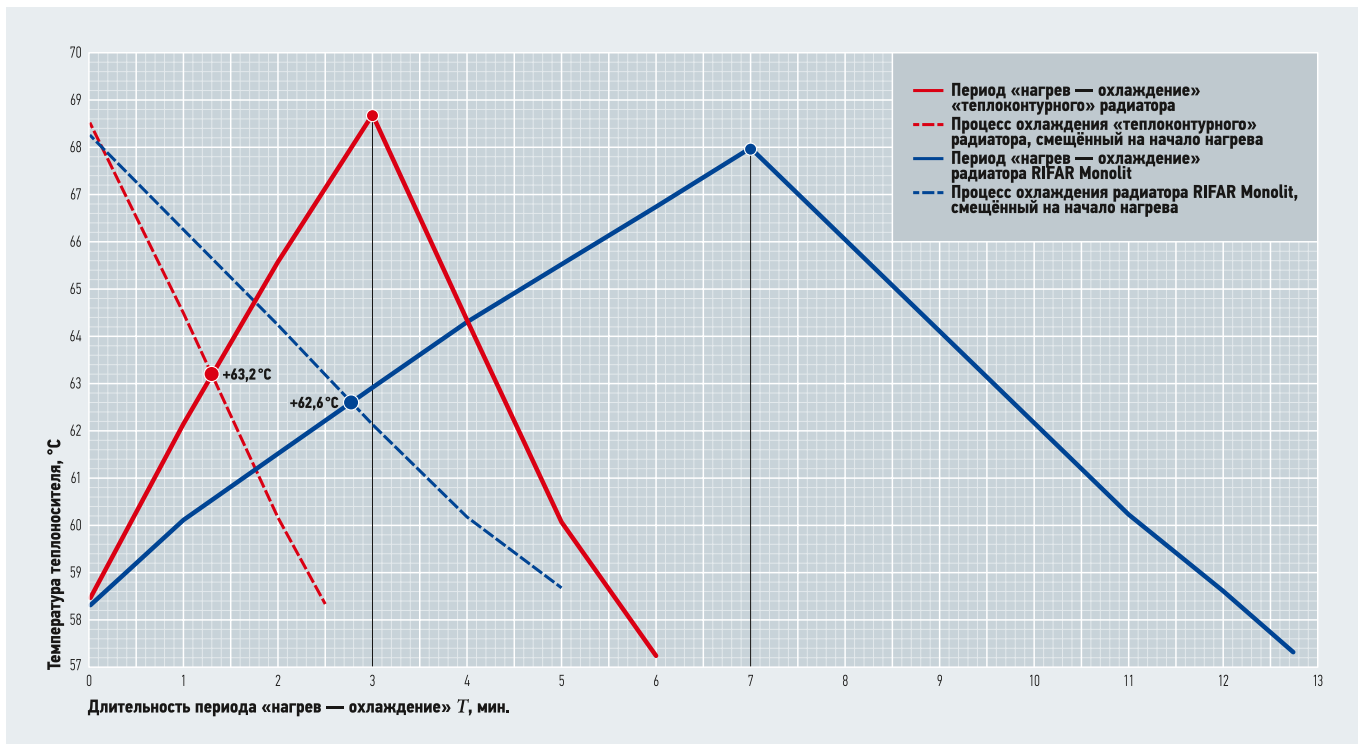


Рис. 2. Зависимость температуры теплоносителя от длительности периода «нагрев — охлаждение»

Оценка энергопотребления

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

Длительность фазы нагрева в цикле:

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

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

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

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

Подстановка значений:

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

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

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

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

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

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

За время одного цикла «классического» радиатора:

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

Относительное снижение энергопотребления составит:

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

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

сического» прибора в идентичных режимах эксплуатации.

Оценка стабильности температурного режима

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

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

Коэффициент стабилизации k определён как отношение размахов колебаний:

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

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

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

табл. 1

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

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

Kiturami

НАДЕЖНЫЕ КОТЛЫ ИЗ КОРЕИ

НАСТЕННЫЕ
И НАПОЛЬНЫЕ
ГАЗОВЫЕ И
ДИЗЕЛЬНЫЕ КОТЛЫ

ООО «КИТУРАМИ РУС»



8-800-707-25-02



info@kituramirus.com



www.kituramirus.com

117342, Россия, г. Москва, ул. Бутлерова, 17, БЦ «Нео Гео», офис 2010

РЕКЛАМА

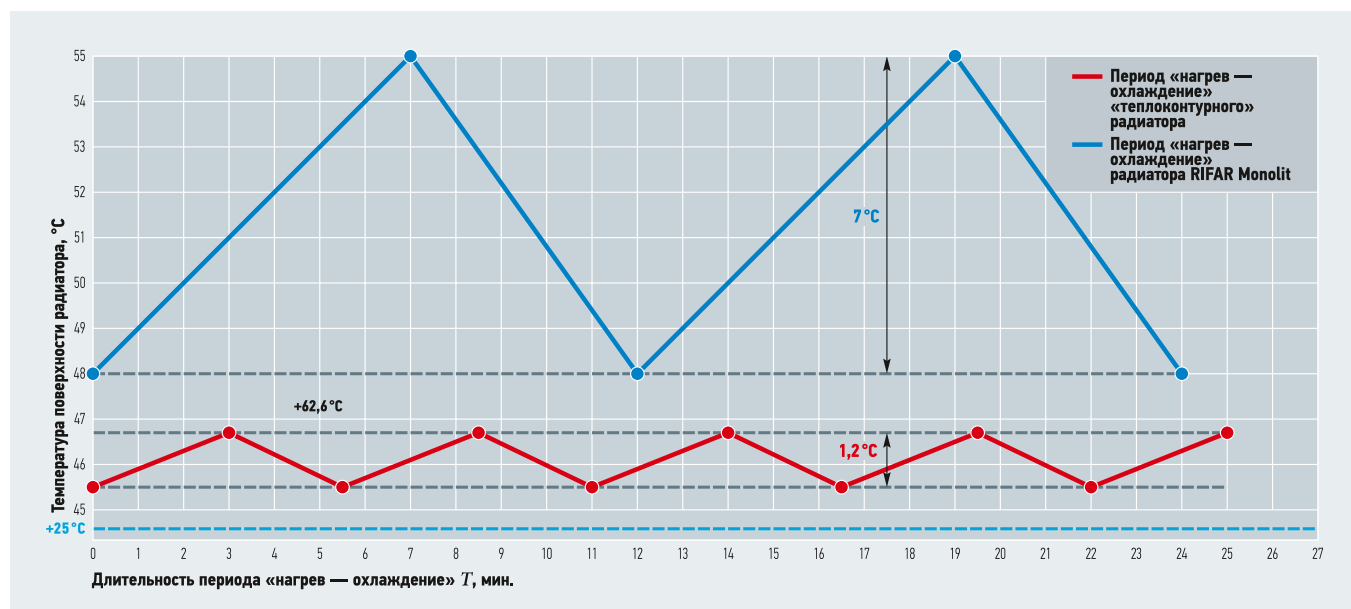


Рис. 3. График зависимости температуры поверхности радиатора от периодов времени «нагрева — охлаждения»

Обсуждение результатов

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

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

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

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

Заключение

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

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

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

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

Благодарности

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

Финансирование

Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Результаты обработки экспериментальных данных*

табл. 2

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

* Составлено автором по материалам исследования.

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

References — see page 80.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Новый газовый котёл Thermex Jump: доступные технологии для массового рынка

Предлагаем вниманию читателя интервью с Дмитрием ИВАНОВЫМ, руководителем маркетинга компании Thermex GazPro — инжинирингового дивизиона международной корпорации Thermex, крупнейшего производителя теплового оборудования в России и одного из ведущих в мире.



⚡ Новый газовый котёл Jump

⚡ **Дмитрий, на рынке появляется новый котёл Jump. Расскажите, для кого он и чем отличается от того, что уже есть?**

— Ассортимент газовых котлов Thermex GazPro сегодня широко представлен как в России, так и за рубежом. Наше оборудование обеспечивает теплом и комфортом несколько сотен тысяч домохозяйств. При разработке Jump перед конструкторами стояла задача: создать продукт, который отвечает запросам большинства современных потребителей и при этом способен работать в суровых условиях. Потому что реальность часто далека от идеала: низкое давление газа, некачественный теплоноситель, перепады напряжения.

Jump — это котёл для тех, кто не хочет переплачивать за функции, которые не использует. Мы делали ставку на по-настоящему «народный» котёл: для частных домов, квартир, дач. Пять моделей мощностью от 10 до 24 кВт — этого хватает для большинства типовых объектов. Конструкция классическая, проверенная: раздельные теплообменники — медный первичный с защитным покрытием, высокопроизводительный вторичный из нержавеющей стали.

⚡ **В этом классе котлов Wi-Fi — скорее исключение. Почему вы решили сделать его базовой опцией?**

— Считаем, что удалённое управление должно быть доступно каждому пользователю. Котёл максимально простой и понятный — управление поворотными ручками, без сенсорных панелей и сложных меню. Но даже в таком «народном» исполнении есть современные функции: по Wi-Fi через приложение Thermex Home можно удалённо управлять температурой, контролировать состояние котла и получать уведомления об ошибках. Это интеграция в систему «умный дом» — простая и доступная для любого пользователя.

OpenTherm — это про подключение котла к внешним контроллерам и сложным системам автоматизации. Для тех случаев, когда проектом предусмотрено централизованное управление инженерными системами.

⚡ **А с точки зрения эффективности — что показывает Jump?**

— Jump не гонится за рекордными цифрами. Это хороший настенный котёл с хорошим КПД, который заметно выигрывает у напольных моделей. Горелка плавно регулирует мощность в широком диапазоне, подстраиваясь под текущую потребность системы. Это обеспечивает стабильную работу без циклических включений/выключений, снижает износ оборудования и уменьшает расход газа.

Производительности по горячей воде достаточно для типового домохозяйства. Конструкция классическая, европейская, проверенная годами.

⚡ **Габариты и монтаж — насколько это важно для конечного потребителя?**

— Очень важно, особенно когда речь идёт о замене старого котла. Глубина Jump — всего 235 мм, вес — 28,2 кг. Котёл легко вешается на стену без дополнительного усиления и имеет внутри все необходимые компоненты для работы системы отопления и ГВС. Уровень шума — 45,5 дБ(А) — не мешает даже на кухне.

⚡ **Газ есть газ. Что с безопасностью?**

— Здесь всё для хорошего котла: контроль дымоудаления посредством трубки Пито и дифференциального реле, ионизационный контроль пламени, газовый клапан с двойной защитой, предохранительный клапан сброса давления, защита от низкого давления газа. Плюс 18 кодов сервисного меню — для быстрой диагностики и качественной адаптации котла к системе отопления. Предусмотрена работа и на природном, и на сжиженном газе — переход без замены арматуры.

⚡ **Для монтажников что-то есть?**

— Да, программа «Термекс Монтаж»: за установку котла начисляются бонусы. Их можно потратить на фирменную продукцию или вывести на карту. Мы заинтересованы в том, чтобы профессионалы знали Jump и рекомендовали его своим клиентам.

⚡ **И последнее — сервис. Как обстоят дела с обслуживанием?**

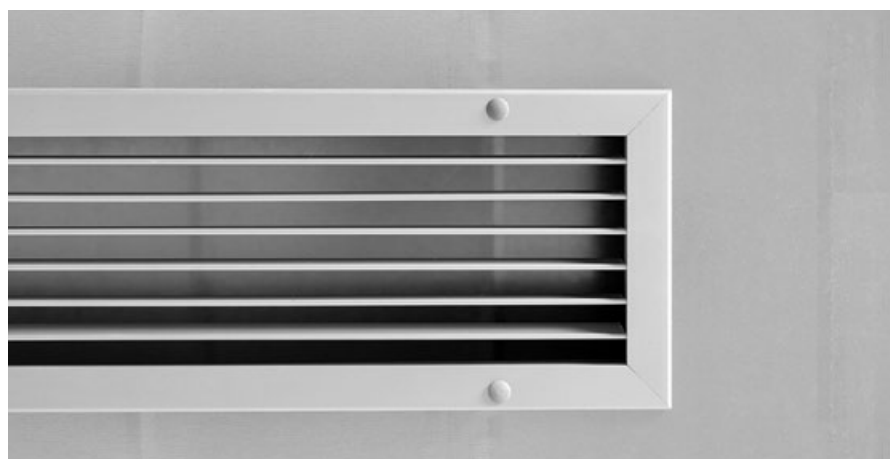
— В нашем арсенале представлены разные программы, семинары и тренинги, которые помогают глубже понять наши продукты и услуги. Одним из бизнес-акцентов компании «Термекс ГазПро» является растущий масштаб покрытия сети сервисных центров, которая охватывает все регионы РФ, включая отдалённые территории. Сегодня насчитывается более 200 сервисных центров. В любой глубинке этот котёл можно быстро и без проблем обслужить и протестировать. Для нас это принципиальный момент.

⚡ **Если подвести итог: кому вы рекомендуете Jump и почему?**

— Тем, кто ищет надёжный котёл, который не потребует лишних вложений. Компактный, с понятным управлением, встроенным Wi-Fi, адаптированный к качеству газа и перепадам напряжения. Jump — это «народный» котёл, который справляется с повседневными задачами. ●

Приточно-вытяжные установки с утилизатором тепла. Обзор рынка и гид по подбору

Утилизация тепла вытяжного воздуха стала стандартом проектирования: рекуператоры подешевели, а нормативы прямо рекомендуют их применять. В статье — пластинчатые, роторные, гликолевые и реверсивные утилизаторы: принцип работы, КПД, ограничения.



Системы вентиляции с утилизацией тепла вытяжного воздуха стали практически обязательным решением в современных проектах. А ещё совсем недавно экономить на подогреве приточного воздуха было совсем не обязательно. И к тому же приточная система без утилизатора тепла обходилась значительно дешевле. Поэтому условных 20 лет назад приточно-вытяжные системы с утилизатором считались роскошью в условиях России. Сегодня, несмотря на относительную дешевизну тепловой энергии, редко можно встретить приточную установку без утилизатора тепла вытяжного воздуха.

Объяснить это можно, во-первых, снижением цены рекуператоров, в результате чего их срок окупаемости стал намного меньше. Во-вторых, нормативными требованиями, которые прямо рекомендуют рассматривать утилизацию теплоты вытяжного воздуха при проектировании систем вентиляции. В-третьих, утилизация тепла снижает пики потребления тепловой энергии, что удачно ложится на фактическую изношенность сетей и ограничения по мощности в больших городах.

Начнём рассмотрение этого вопроса с конкретных типов и конструкций утилизаторов тепла.

I. Пластинчатые утилизаторы тепла вытяжного воздуха

Пластинчатый рекуператор — это теплообменник с пакетами тонких пластин, по которым отдельно проходят приточный и вытяжной воздух, обмениваясь теплом без смешивания потоков.

Рекуператор состоит из кассеты (пакет пластин), собранной из десятков или сотен тонких листов алюминия, пластика или целлюлозы, формирующих чередующиеся каналы для приточного и вытяжного воздуха. Пластины герметично соединены по периметру, потоки воздуха разделены стенками теплообменника и не могут напрямую смешиваться; тепло передаётся через материал пластины за счёт теплопроводности. Вся кассета устанавливается в корпус приточно-вытяжной установки с обводными каналами, дренажом конденсата и при необходимости системой байпаса и защиты от обмерзания (рис. 1).

Основные типы пластин и кассет

Алюминиевые пластины: наиболее простое и недорогое решение, устойчивое к температуре и коррозии при нормальных условиях, но с более низким КПД по сравнению с полимерными и целлюлозными пластинами.

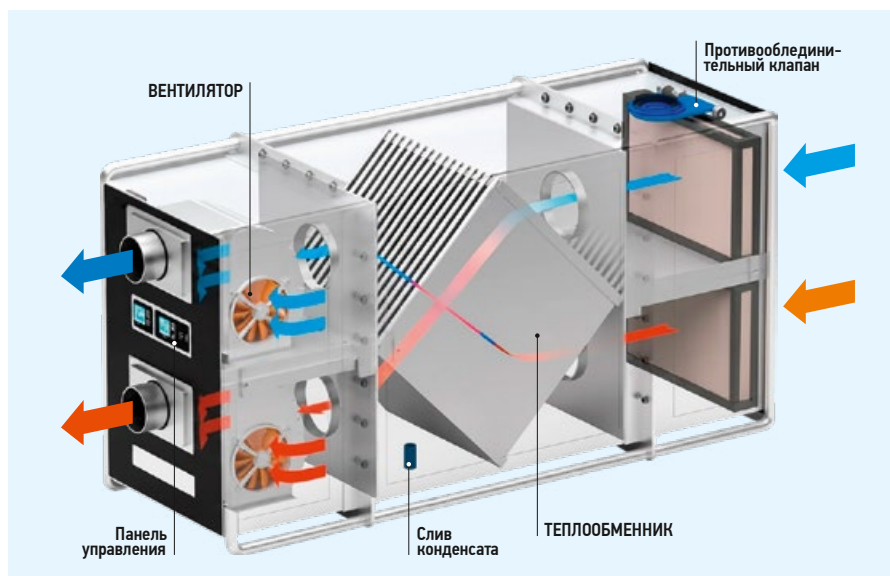


Рис. 1. Схема приточно-вытяжной установки с пластинчатым перекрёстным рекуператором

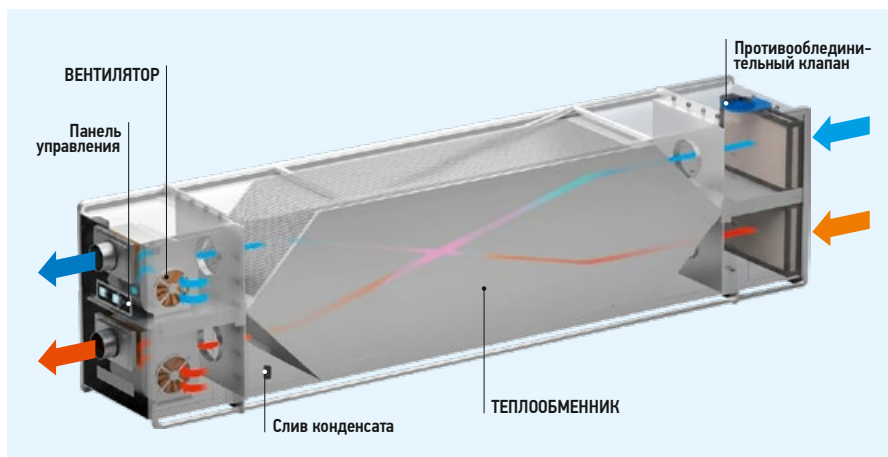


Рис. 2. Противоточный пластинчатый рекуператор

Пластиковые (полимерные) пластины: обеспечивают более высокий коэффициент теплопередачи и, как правило, больший КПД по сравнению с алюминием, при этом обладают хорошей коррозионной стойкостью.

Кассеты одинарные и двойные: двойная кассета (два пакета пластин последовательно) даёт заметно более высокий КПД, но увеличивает гидравлическое сопротивление и габариты.

Пластинчатый рекуператор работает по перекрёстной или противоточной схеме: вытяжной тёплый воздух проходит по одним каналам, приточный холодный — по соседним, и за счёт разности температур и теплопроводности материала происходит нагрев приточного воздуха.

Для современных противоточных пластинчатых рекуператоров (рис. 2) в вентиляционных установках типичный коэффициент полезного действия по теплу существенно выше, чем у систем с промежуточным теплоносителем, благодаря отсутствию лишних звеньев (насосы, трубопроводы, второй теплообменник и т.п.). Противоточные пластинчатые рекуператоры позволяют добиться на практике очень высокой эффективности — до 90 % при частичной нагрузке приточно-вытяжной установки.

При малых и средних расходах воздуха пластинчатые кассеты показывают наиболее стабильную эффективность и простоту применения в жилых и коммерческих зданиях.

К недостаткам пластинчатых утилизаторов обычно относят обмерзание: при минусовых температурах и высокой влажности вытяжного воздуха на холодных участках пластин образуется конденсат, который может переходить в лёд, ухудшая проход воздуха и снижая эффективность; поэтому предусматриваются дренаж, подогрев, байпас или ступенчатое управление вентилятором.

Однако достоинства пластинчатых утилизаторов значительно перекрывают их недостатки.

Простая конструкция и отсутствие подвижных частей: кассета представляет собой только пакет пластин в корпусе, нет вращающихся элементов или насосов, что повышает надёжность и снижает требования к обслуживанию.

Низкий уровень шума: поскольку рекуператор не имеет движущихся частей, шум определяется только вентиляторами установки, а сам теплообменник не добавляет значимого акустического фона.

Высокий КПД по теплу: пластинчатые решения демонстрируют более высокие показатели полезного использования тепла по сравнению с системами с промежуточным теплоносителем, где часть энергии теряется в контуре теплоносителя и насосном оборудовании.

Достоинства пластинчатых утилизаторов значительно перекрывают их недостатки

- Простая конструкция и отсутствие подвижных частей
- Низкий уровень шума
- Высокий КПД по теплу
- Отсутствие энергопотребления на сам рекуператор
- Простота монтажа и эксплуатации
- Отсутствие перетоков загрязнённого воздуха из вытяжного канала, как в роторных регенераторах

Отсутствие энергопотребления на сам рекуператор: дополнительная электроэнергия требуется только вентилятору, в отличие от схем с теплоносителем, где нужны насосы, клапаны и др. аппаратура.

Простота монтажа и эксплуатации: кассетный блок легко интегрируется в компактную приточно-вытяжную установку, при этом обслуживание сводится к контролю чистоты каналов и дренажа.

Отсутствие перетоков загрязнённого воздуха из вытяжного канала, как в роторных регенераторах.

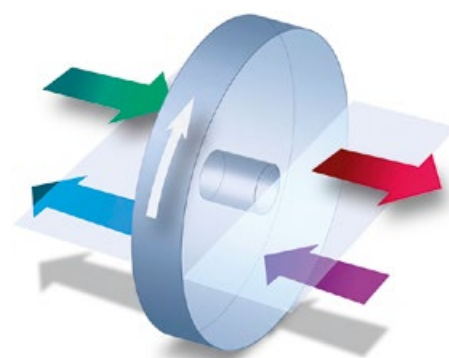


Рис. 3. Роторный регенеративный теплообменник

II. Роторные утилизаторы тепла вытяжного воздуха

Роторный утилизатор — это вращающийся барабан-теплообменник, который последовательно проходит через потоки вытяжного и приточного воздуха, аккумулируя и отдавая тепло и влагу (рис. 3).

Следует дать чёткую терминологию теплообмена. Существуют понятия «рекуперативные» и «регенеративные теплообменники». Рекуперативный теплообменник передаёт тепло непрерывно через разделяющую стенку между двумя потоками, а регенеративный — попеременно через насадку/матрицу, которая то нагревается от горячего потока, то отдаёт тепло холодному. Как пример, пластинчатый теплообменник на рис. 1 является классическим рекуператором, передавая непрерывно тепловую энергию вытяжного воздуха к приточному. А вот вращающийся теплообменник на рис. 3 — это уже регенератор. На практике часто встречается ошибочная терминология («роторный рекуператор»). Это принципиально неверно.

Конструкция роторных утилизаторов

Основной элемент — цилиндрический ротор (барабан), набранный из гофрированного или профилированного металлического/гигроскопичного материала (алюминий, сталь, специальные сплавы) с продольными каналами для прохода воздуха. Ротор установлен в корпусе вентиляционной установки так, что его сектор в каждый момент времени «работает» либо на вытяжку, либо на приток; по сечению секторы совпадают с каналами приточного и вытяжного воздуха. Ротор приводится во вращение электрическим мотором через ремённую или прямую передачу, скорость вращения регулируется автоматикой и влияет на степень рекуперации.

По используемым материалам различают: стандартный (тепловой) ротор, который выполнен из металла с высокой теплопроводностью, обеспечивает передачу в основном чувствительного (температурного) тепла, влагообмен минимален.

Или энтальпийный (влагообменный) ротор: изготовлен из гигроскопичных материалов или покрыт специальными слоями, способными аккумулировать влагу из вытяжного воздуха и отдавать её приточному; используется для поддержания комфортной влажности в зимний период.

Также различают «глубину» (толщину) ротора: более глубокий ротор даёт больший КПД, но повышает сопротивление и массу агрегата.

Принцип работы основан на циклическом нагреве и охлаждении ротора: вытяжной тёплый воздух проходит через часть ротора, нагревает его материал и частично отдаёт влагу; затем тот же сектор, повернувшись, попадает в поток приточного холодного воздуха и отдаёт ему накопленное тепло и влагу. При работе на охлаждение (летом) процесс обратный: ротор отбирает холод у приточного воздуха и передаёт его вытяжному, снижая нагрузку на холодильную машину.

Преимущества роторных регенераторов

- Эффективный тепло- и влагообмен
- Высокая энергоэффективность
- Устойчивость к низким температурам, то есть меньшая склонность к обмерзанию

Недостатки и ограничения

- Риск перекрёстного загрязнения
- Наличие подвижных частей
- Более высокий уровень шума

Практически достижимая степень возврата тепла для современных роторных регенераторов составляет порядка 75–85 %, а у топовых моделей — 75–88 % в оптимальных режимах.

В корпусе предусматривают продувочные секторы и уплотнения для снижения перетока воздуха между потоками, а также систему регулирования скорости ротора и иногда байпасный канал.

Преимущества роторных регенераторов

Эффективный тепло- и влагообмен: роторные регенераторы передают не только тепло, но и влагу (в энтальпийном исполнении), поддерживая более комфортный микроклимат при холодной наружной температуре.

Высокая энергоэффективность: благодаря постоянному контакту ротора с обоими потоками и возможности оп-

С инженерной точки зрения «ротор» представляет собой инструмент для объектов с приоритетом энергоэффективности и комфортного микроклимата в холодном климате, тогда как «пластина» — решение для максимально чистого разделения потоков с чуть меньшим КПД и более простой механикой.

тимизации скорости вращения достигается высокий КПД, экономия энергии на отопление и охлаждение может достигать до 80 %.

Устойчивость к низким температурам: меньшая склонность к обмерзанию делает роторные решения особенно выгодными для холодного климата и объектов, где пластинчатый рекуператор зимой регулярно «выпадает» из работы.

Для крупных коммерческих и общественных зданий роторные регенераторы часто рассматриваются как базовое решение именно благодаря сочетанию высокой эффективности и устойчивости к морозам.

Недостатки и ограничения

Риск перекрёстного загрязнения: из-за конструктивных зазоров и особенностей секционирования ротора технически невозможно полностью исключить небольшое смешивание потоков; запахи, дым, загрязнения могут частично вернуться с приточным воздухом, что критично для помещений с высокими санитарными требованиями.

Наличие подвижных частей: двигатель, подшипники, уплотнения и сам вращающийся барабан усложняют конструкцию,

увеличивают вероятность поломок и требуют регулярного обслуживания (контроль ремней, смазка, балансировка).

Более высокий уровень шума: вращение ротора и работа привода могут создавать дополнительный шум и вибрации, что нужно учитывать при размещении оборудования.

В объектах типа операционных, чистых комнат, некоторых пищевых производств роторные теплообменники часто не допускаются или применяются только с особыми мерами по продувке и разделению потоков.

С инженерной точки зрения, «ротор» — инструмент для объектов с приоритетом энергоэффективности и комфортного микроклимата в холодном климате, тогда как «пластина» — решение для максимально чистого разделения потоков с чуть меньшим КПД и более простой механикой.

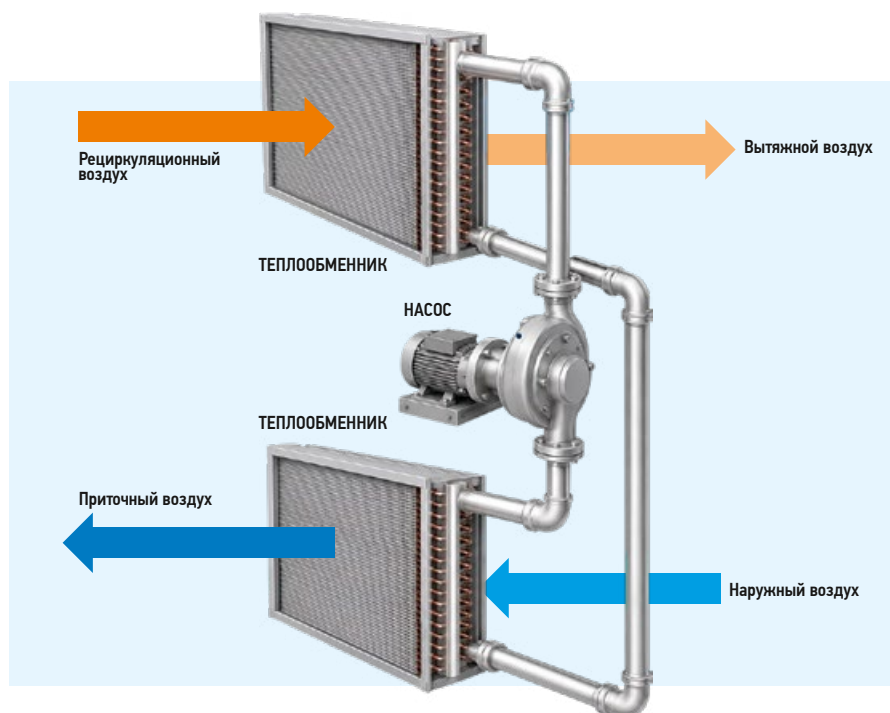
Существуют также более экзотичные утилизаторы тепла вытяжного воздуха.

III. Энтальпийный (мембранный) рекуператор

Разновидность пластинчатого, но с пластинами из специальной полимерной мембраны, которая пропускает молекулы водяного пара, задерживая при этом частицы и запахи (рис. 4). За счёт этого он переносит не только явное тепло (КПД 65–75 %), но и влагу, а по полной энтальпии одинарная кассета даёт 70–82 %. Это принципиально важная особенность для России: у мембраны теплопроводность в сотни раз ниже, чем у алюминия, поэтому обмерзания практически нет вплоть до –30...–25 °C без всякого преднагрева. Именно способность работать в мороз без циклов разморозки делает энтальпийные рекуператоры очень перспективными для нашего климата.



■ Рис. 4. Энтальпийные мембранные рекуператоры



❖ Рис. 5. Гликолевый рекуператор (с промежуточным теплоносителем)

IV. Гликолевый рекуператор (с промежуточным теплоносителем)

По сути, это два отдельных водяных теплообменника (один в вытяжке, другой в притоке), связанных замкнутым контуром с раствором гликоля, который перекачивается насосом (рис. 5). Потoki воздуха физически разнесены, перетекание равно нулю, обмерзания нет (антифриз). Но КПД самый скромный — 45–65%, и появляется дополнительный расход электроэнергии на насос (15–25%). Зато это единственное решение, когда приток и вытяжка находятся далеко друг от друга и свести их воздухопроводы в одном агрегате физически невозможно.

V. Реверсивные регенераторы тепла

Реверсивные регенераторы — это однотрубные вентиляционные устройства, где тепло и влага аккумулируются в стационарном регенераторе (обычно керамическом), а вентилятор периодически меняет направление потока, последовательно работая на вытяжку и приток (рис. 6).

Устройство имеет один канал через стену и внутри — массивный регенератор (чаще керамический блок) с высокой теплоёмкостью и развитой поверхностью. Работа идёт циклами:

- **фаза вытяжки** — из помещения тёплый загрязнённый воздух проходит через регенератор, нагревает и частично увлажняет его;
- **фаза притока** — вентилятор меняет направление, наружный холодный воздух проходит через уже нагретый и увлажнённый регенератор и забирает тепло и влагу, подогреваясь до близкой к комнатной температуре.

Типичные устройства работают в реверсивном режиме с длительностью цикла 60–80 секунд на каждую фазу (например, 70 секунд вытяжка + 70 секунд приток).

Преимущества реверсивных регенераторов

- Высокая эффективность при компактной конструкции
- Полноценная утилизация влаги
- Простая установка, низкий шум

Недостатки и ограничения

- Пульсирующий характер воздухообмена
- Ограниченный расход
- Санитарные ограничения
- Неизбежное частичное смешивание

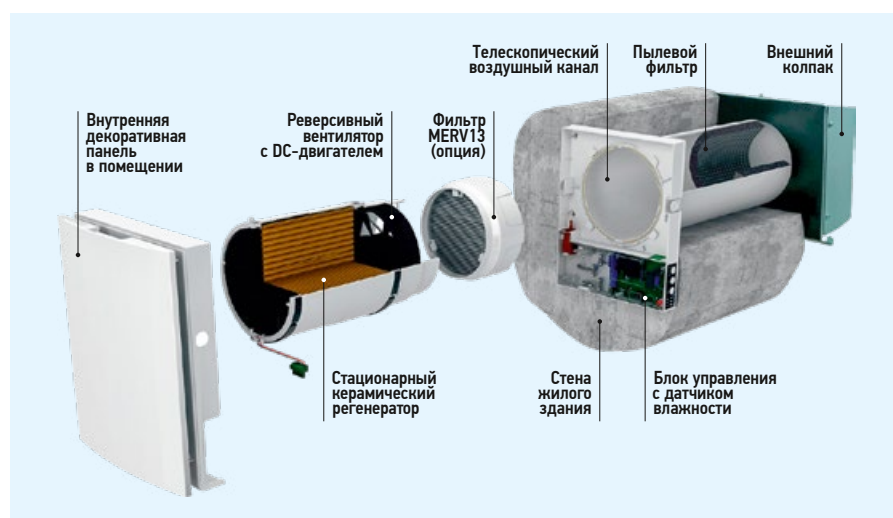
Основные узлы реверсивного регенератора тепла:

- осевой вентилятор с реверсивным ЕС-двигателем, способным менять направление вращения;
- керамический регенератор (теплоаккумулятор) в телескопическом канале через стену;
- наружная и внутренняя решётки, фильтры приточного и вытяжного воздуха, клапаны/жалюзи (часто с автоматическим закрытием при остановке).

Керамический регенератор выполняет сразу две функции — аккумулирует тепло и часть влаги, благодаря чему устройство работает как энтальпийный регенератор. За счёт высокой теплоёмкости и развитой поверхности регенератора КПД по теплу у современных реверсивных устройств достигает 85% в режиме регенерации. Высокий КПД связан с тем, что весь вытяжной поток проходит через один и тот же массивный регенератор, который успевает сильно прогреться/охладиться за фазу вытяжки. И не надо забывать, что высокий процент регенерации достигается только при низкой скорости вентилятора.

Ключевая специфическая особенность эксплуатации таких систем — чередование направлений потока: в помещении поочередно создаётся небольшой вытяжной и приточный расход, а средний баланс воздуха за цикл близок к нулю (при одном приборе). Поэтому для более равномерного воздухообмена в комнатах часто ставят два реверсивных регенератора, работающих в противофазе: когда один в вытяжке, второй в притоке, и наоборот, что стабилизирует давление и расход.

Кроме режима регенерации тепла, устройства также могут работать как постоянный приток или вытяжка (без регенерации), используемый летом или при специфических условиях.



❖ Рис. 6. Конструкция реверсивного регенератора тепла

Сравнительные характеристики основных типов рекуператоров

табл. 1

Тип рекуператора	Температурный КПД	Влагоперенос	Перетекание	Обмерзание/ограничения
Пластина́тый перекрё́стноточный	55–72 %	Нет (кроме мембранных)	0 %	Обмерзание при температуре менее –8...–5 °С (алюминий)
Пластина́тый противоточный	75–90 %	Нет (кроме мембранных)	0 %	Более склонен к обмерзанию
Роторный	75–88 %	Да, до 70 %	0,5–3 % (до 5 %)	Слабое обмерзание; перенос запахов
Энтальпийный (мембранный)	70–82 % (по энтальпии)	Да, 60–75 % влаги	Очень низкое	Нет обмерзания до –30...–25 °С
Гликолевый	45–65 %	Нет	0 %	Нет обмерзания; +15–25 % на насос
Реверсивный	До 85 %	Да	Да	Возможно обмерзание

Преимущества реверсивных регенераторов

Высокая эффективность при компактной конструкции: КПД до 85 % для малых расходов воздуха, при очень низкой мощности вентилятора (3–5 Вт).

Полноценная утилизация влаги: керамический регенератор аккумулирует влагу вытяжного воздуха и отдаёт её приточному, что уменьшает пересушивание помещений зимой без отдельного увлажнителя.

Простая установка: устройство встраивается в одну стену, не требует разводки воздуховодов, подходит для дооснащения квартир и комнат.

Низкий шум: благодаря малому расходу и качественным ЕС-моторам уровень шума может быть 11–20 дБ(А), что приемлемо для спален.

Для энергоэффективной точечной вентиляции в существующем жилье — это почти идеальный формат: минимум строительных работ, высокое использование тепла и влаги.

Недостатки и ограничения реверсивных регенераторов

Пульсирующий характер воздухообмена: воздух в помещении движется «рывками» — то вытяжка, то приток; при одиночном приборе это даёт неравномерный воздухообмен и небольшие колебания давления.

Ограниченный расход: из-за одноканальной схемы и тихих вентиляторов типичные расходные диапазоны невелики (до 50 м³/ч в режиме постоянного притока/вытяжки, и ниже — в режиме регенерации), поэтому для больших помещений нужно несколько устройств.

Санитарные ограничения: регенератор может аккумулировать не только тепло и влагу, но и запахи/часть летучих загрязнений; важны фильтры и правильный выбор помещений (нежелательно ставить такие устройства в сильно загрязнённых производственных зонах или рядом с источниками запахов).

Зависимость от неизбежного частично-го смешивания: хотя потоки формально разделены во времени, регенератор физически контактирует с обоими потоками, и часть загрязнений/запахов может переходить в приток через поверхность материала.

Сводные характеристики реверсивных регенераторов представлены в табл. 1.

Классификация приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла

Прежде чем подбирать конкретную модель, полезно понимать, в какой «системе координат» мы находимся. Классифицировать ПВУ с рекуперацией удобно по трём признакам.

По области применения:

1. Бытовые установки для квартир, коттеджей и небольших офисов — с расходами обычно от 100 до 1000 м³/ч.
2. Малые коммерческие — офисы, кафе, магазины, детские сады, с расходами от нескольких сотен до нескольких тысяч кубических метров в час.
3. Промышленные системы — производственные и складские здания, торговые центры, с расходами от тысяч до десятков тысяч м³/ч (серийные линейки доходят до 130 тыс. м³/ч).

По компоновке:

1. Настенные компактные — децентрализованные рекуператоры, монтируемые в наружную стену помещения, обслуживающие одну комнату без воздуховодов.
2. Подвесные — размещаются под потолком, за подшивным потолком или в коридоре, наиболее популярный тип для квартир и коттеджей.
3. Напольные — для технических помещений, вентиляционных камер.
4. Крышные (руфтопы) — устанавливаются на кровле, характерны для торговых и производственных зданий.

По функциональности:

1. Только рекуперация — базовый вариант, без активной обработки воздуха.
2. С подогревом/охлаждением — со встроенным электрическим или водяным нагрева-

телем, а также с секцией охлаждения (фреоновой или водяной) для летнего режима.

3. С увлажнением — для объектов с жёсткими требованиями к влажности (музеи, производства, отдельные категории общественных зданий).

Ключевые параметры приточных установок с рекуператором

После того, как мы разобрались с вариантами конструкции утилизаторов, зафиксируем набор параметров, которые важны для их подбора. Именно они должны фигурировать в паспорте изделия и в коммерческом предложении.

1. КПД рекуперации η . Для жилых объектов оптимальным считается диапазон 80–85 % на противоточных пластинчатых теплообменниках. Важно понимать разницу между температурным КПД (только по теплу) и энтальпийным (по теплу и влаге).

2. Расход воздуха L [м³/ч]: сколько воздуха установка подаёт и удаляет. Базовый параметр, от которого пляшет весь подбор. Также необходимо понимать, что нам важен как максимальный расход воздуха (днём в коттедже собрались несколько семей на какое-либо мероприятие), так и минимальный (ночной режим). Чем ниже расход воздуха, тем выше эффективность рекуперации. Поэтому нет ничего страшного, если установка подобрана с запасом и работает в основном на средней и низкой скорости вентилятора.

3. Класс фильтрации. С 2018 года действует стандарт ISO 16890, который классифицирует фильтры по группам ISO Coarse, ISO ePM10, ISO ePM2.5 и ISO ePM1 в зависимости от того, частицы какого размера они улавливают.

Прежние обозначения (G4, M5, F7, F9) соотносятся с новыми примерно так: G4 → ISO Coarse, M5/M6 → ISO ePM10, F7 → ISO ePM2.5/ePM1, F9 → ISO ePM1.

Для новых бизнес-центров стандартом де-факто стали фильтры класса F7 и выше.

4. Уровень шума, дБ(А). Критичный параметр для жилья и офисов. Для бытовых установок ориентируются на паспортные значения — как правило, порядка 25–45 дБ(А), для гостевых зон нормируют уровень шума от вентиляции. Чем выше скорость вентилятора, тем выше уровень шума. Соответственно опять рекомендация — подбирать приточную установку с небольшим запасом. Чтобы её основная эксплуатация приходилась на среднюю скорость днём и низкую скорость ночью. Также критично устанавливать шумоглушители, как минимум на стороне подачи приточного воздуха в помещение, поскольку именно там поступает основной шум от вентилятора.

Обзор российского рынка вентиляционных систем с утилизаторами тепла

В России рынок развивается по траектории, во многом определённой событиями 2022 года. По данным «РБК», в структуре импорта ПВУ в 2023 году абсолютным лидером по стране-поставщику стал Китай — более 83 %.

Уход с рынка европейских и части азиатских брендов запустили волну импортозамещения. Динамика вентиляционного рынка России за последние годы такова: после провала около 10 % в 2022 году последовало восстановление примерно на 15 % в 2023-м и рост выпуска около 20 % в 2024 году. Доля отечественных производителей в сегменте ПВУ выросла примерно на 17 %, а доля энергоэффективных установок с рекуперацией — более чем на 21 %. Дополнительный драйвер локализации — старение установленного парка оборудования 2005–2011 годов: при сроке службы 15–20 лет объём подлежащей замене базы превышает 40 %. В 2026 году, например, в Новосибирске запущено серийное производство пластинчатых перекрёстных рекуператоров с локализацией более 90 %.

Расширение линейки установок с ЕС-вентиляторами и интеграция в системы диспетчеризации и «умного дома» — общий тренд. Прирост сегмента ПВУ с диспетчеризацией и IoT-модулями (Modbus/BACnet) в РФ оценивается в 23–29 %.

Сегмент бытовых и малых объектов

Это самый массовый и самый быстрорастущий сегмент, поэтому остановимся на нём подробнее.

Популярные решения здесь — настенные компактные рекуператоры (для одной комнаты, без воздуховодов) и небольшие подвесные ПВУ для квартир и коттеджей. По данным российских обзоров, наиболее востребованы установки производительностью 50–400 м³/ч; для отдельных домов часто берут 300–800 м³/ч. КПД для жилых объектов оптимален в диапазоне 80–85 % на противоточных пластинчатых теплообменниках.

Типичные сценарии применения ПВУ с утилизаторами тепла:

- Реновация квартир.** При капитальном ремонте квартиры устанавливают подвесную ПВУ на лоджии или коридоре с разводкой воздуховодов по комнатам, либо ставят несколько настенных рекуператоров.
- Малозэтажное жильё.** Коттеджи и таунхаусы — здесь ПВУ с рекуперацией часто интегрируют с общей системой отопления и «умного дома».

3. Офисы open-space средней площади. Небольшая коммерческая установка на несколько тысяч м³/ч с фильтрацией F7 и управлением по концентрации углекислого газа (CO₂).

Сегмент коммерческих и промышленных установок

Для офисных, торговых и производственных зданий типичны установки в компактной подвесной, напольной или крышной блоках с расходами от нескольких тысяч до десятков тысяч м³/ч. Серийные линейки центральных ПВУ доходят до 130 тыс. м³/ч, а роторные регенераторы оптимальны как раз для больших объёмов — от 5000 до 100 тыс. м³/ч.

Системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла являются уже стандартным решением для новых проектов офисных или торговых объектов. В жилых квартирах или домах тоже наметилась тенденция к механической вентиляции, что приводит к необходимости утилизации тепла вытяжного воздуха и снижению нагрузки на системы энергоснабжения. Наиболее часто применяемые сегодня утилизаторы тепла: пластинчатые и роторные

Требования к автоматизации здесь принципиально выше, чем в быту. Установка должна не просто поддерживать заданную температуру приточного воздуха, но и интегрироваться с системами отопления и охлаждения здания, с диспетчеризацией по протоколам Modbus или BACnet. Востребованы гибридные решения — рекуператор в связке с тепловым насосом, с управлением через «умный дом» по Modbus RTU и BACnet MS/TP.

Отдельного внимания требуют вопросы эксплуатации. Для крупной установки критичны:

- Доступ к обслуживанию.** Установку надо разместить так, чтобы к фильтрам, теплообменнику и вентиляторам был свободный доступ для сервиса.
- Фильтры.** На коммерческих объектах фильтры расходуются быстрее и стоят дороже — это статья эксплуатационных затрат, которую надо закладывать заранее.
- Ресурс вентиляторов и требования к сервису.** Для промышленных установок важен регламент технического обслуживания и наличие сервисной организации.

Не забудем и про пожарную безопасность: по СП 7.13130.2013 помещения вентиляционных камер категоризируются, транзитные воздуховоды нормируются по огнестойкости (EI 30 / EI 60 / EI 150), предусматриваются противопожарные клапаны. Для встроенных в жилые и общественные здания установок это обязательная часть проекта.

Выводы

Системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла являются уже стандартным решением для новых проектов офисных или торговых объектов.

Кроме того, в жилых квартирах или домах тоже наметилась тенденция к механической вентиляции, что неизбежно приводит к необходимости утилизации тепла вытяжного воздуха и снижению общей нагрузки на системы энергоснабжения. Наиболее часто применяемые сегодня утилизаторы тепла: пластинчатые и роторные. По своим характеристикам пластинчатые утилизаторы больше подходят для компактных установок с небольшим количеством приточного воздуха (до 2000 м³/ч).

Роторные регенераторы чаще применяются для приточно-вытяжных систем средней и большой производительности, от нескольких тысяч до десятков тысяч кубических метров. ●

- Манкевич Т.Л. Рекуперация: эффективное использование энергии [Электр. текст]. RealVent от 03.02.2026. Режим доступа: realvent.ru. Дата обращения: 20.06.2026.
- СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [СНиП 41-01-2003] (с Попр., с Изм. №1–4) / Дата введ.: 01.07.2021.
- EN 16798-3:2017. Energy performance of buildings — Ventilation for buildings. Part 3: For non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems [Энергоэффективность зданий. Вентиляция для зданий. Ч. 3: Для нежилых зданий — требования к производительности вентиляции, а также систем кондиционирования] / Дата введ.: 01.09.2017.
- ISO Standard 16890 [Электр. текст]. Freudenberg Filtration Technologies. Режим доступа: freudenberg-filter.com. Дата обращения: 10.06.2026.
- Ключевые векторы развития российского рынка приточно-вытяжных установок: автоматизация, импортозамещение и новые стандарты энергоэффективности [Электр. текст]. Tebiz Group от 08.06.2025. Режим доступа: tebiz.ru. Дата обращения: 25.06.2026.
- Анализ рынка приточно-вытяжных установок в России — 2024. Показатели и прогнозы: маркетинговое исследование [Электр. ресурс]. Tebiz Group; «Магистр исследований РБК» от 24.01.2024. Режим доступа: marketing.rbc.ru. Дата обращения: 20.06.2026.
- Андронов Ф.И. Роторные регенераторы для систем вентиляции и кондиционирования — сделано в России // Журнал СОК, 2022. №7. С. 52–54.
- В Новосибирске запущено серийное производство теплообменников для систем вентиляции [Электр. текст]. «Эксперт-Онлайн: Сибирь и Дальний Восток» от 29.01.2026. Режим доступа: expertsibdv.com. Дата обращения: 10.06.2026.
- СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности / Дата введ.: 25.02.2013.

От чего зависят продажи кондиционеров? Сеанс экономической магии с разоблачением

В журнале СОК № 06/2026 вышла статья технического редактора [С.В. Бруха](#), рассмотревшего рынок кондиционеров через призму динамики номинального ВВП страны в USD. Однако, по мнению профессионального маркетолога, реальную картину рынка формируют не макропоказатели, а другие факторы. Подробности — в статье.

Автор: Георгий ЛИТВИНЧУК,
генеральный директор
компании «Литвинчук Маркетинг»

Попытки сравнивать продажи одного товара с другим внутри одной страны — занятие, конечно, увлекательное, но почти всегда малоперспективное. Помнится, один уважаемый технический специалист пытался оспорить объём российского рынка кондиционеров, утверждая, что не верит в 4 млн штук, потому что за это же время рынок холодильников вырос намного скромнее.

С точки зрения технаря холодильники и кондиционер действительно прекрасно подходят для сравнения; компрессор, два теплообменника, оба «дают холод, используя фреон». Вот только у маркетолога такой заход вызовет широкую улыбку, потому что с точки зрения эволюции «парка» это совершенно разные товары. Сколько холодильников нужно человеку? В нормальной семье (домохозяйстве) ровно один. Или два, если есть дача. Итого хорошо известная специалистам цифра — от 1,1 до 1,2 штуки на домохозяйство. При этом не важно, в каком жилье оно обособилось и сколько в нём человек, ибо и в «однушке», и в «трёшке» будет ровно один холодильник. И даже в частном доме на 250 «квадратов». Город, в котором проживают обладатели холодильника, тоже не имеет значения. И в Краснодаре, и в Питере, и даже в заполярном Норильске на кухне будет стоять ровно тот же холодильник, поскольку в жилье круглый год стабильные +18...+25 °С.

Так что посчитать поголовье хранителей нашей еды может даже школьник. Умножаем число домохозяйств в России на 1,15 и получаем парк холодильников (то, что стоит по офисам, гостиницам, общагам и больницам — пренебрежимо мало и спрятано в том самом «больше 1,0» на домохозяйство). Если нужен средний годовой объём продаж, делим парк на срок службы. Как сам парк, так и продажи могут медленно меняться из-за роста доли одиноких, притока мигрантов, сокращения срока службы и т.п. Но чудачков, кото-



✪ Георгий Литвинчук, генеральный директор компании «Литвинчук Маркетинг»

рые по какой-то прихоти живут без холодильника, или тех, кому он принципиально не по карману, в стране пренебрежимо мало. Таким образом, с 1991 года парк холодильников в стране почти не изменился, а случившийся рост годового потребления почти целиком на совести производителей, сокративших срок службы.

Увы, с кондиционерами всё намного сложнее... Начнём с того, что проникновение этой «заразы» очень сильно зависит от климата. В Краснодаре в домах, сданных два-три года назад, порядка 130–140 сплитов на 100 квартир, в Москве — 70–75, в Новосибирске — 20–25, а где-нибудь в Норильске — хорошо, если один-два.

Причём эти цифры зависят не только от климата, но и от случившихся ранее «погодных аномалий». Например, в Москве после горевших в 2010 году торфяников практически не осталось богатых людей, искренне убеждённых в том, что кондиционер им ни к чему. В Питере то же самое случилось по итогам жаркого лета 2021-го, в Новосибирске — после аномального пекла 2023–2024 годов. Такие события увеличивают проникновение кондиционеров в новое жильё скачкообразно, сразу в 1,5–2 раза, причём в дальнейшем достигнутый уровень сохраняется, а иногда и растёт. А уровень доходов населения, как его не измеряй, за этот короткий срок может меняться в любую сторону.





Впрочем, проникновение кондиционеров в жильё от уровня благосостояния населения всё-таки зависит. Вот только привязано оно не к «среднему душевому доходу», а к заработной плате. Порог, начиная с которого человек рассматривает такую покупку, — возможность приобрести кондиционер на одну зарплату.

Почему стоит ориентироваться именно на зарплату хорошо понятно, если сравнить две семьи, живущие в одинаковых квартирах. Только в первой семье один ребёнок, во второй два. Доход родителей — одинаковый. Формально в первой семье подушевой доход будет на четверть выше. Вот только реальная разница в уровне жизни будет существенно меньше 25%. Потому как многие расходы семьи — на бытовую технику (включая кондиционеры), дачу, автомобиль — никак не зависят от числа «едоков».

Причём, оценивая способность сограждан купить кондиционер, надо оперировать точно не средним доходом и даже не средней зарплатой, а тем, какой процент сограждан зарабатывает больше, чем минимальная стоимость кондиционера с монтажом. Потому как живущей в Краснодаре бабушке глубоко плевать на средние цены по РФ, долю инверторов, динамику ВВП, курс доллара и запросы московских монтажников, для неё важно уложиться в подаренные внуком 40 тыс. руб.

Только и это ещё не всё, поскольку кондиционеры приобретают не только частные лица, но и бизнес. Более того, до 2005 года включительно продажи корпоративному заказчику превышали спрос со стороны населения. С тех пор продажи корпоративному заказчику выросли менее чем в два раза, а продажи в жильё — в десять, и сегодня они соотносятся как 0,8 млн на 3,4 млн (с учётом моноблоков).

Очевидно, что к динамике доходов населения продажи оборудования в офисы, гостиницы, кафе, магазины и прочие парикмахерские не имеют прямого отношения. Ибо уже 20 лет назад проникновение кондиционеров в «присутственных местах» стремилось к 100% практически везде, кроме Крайнего Севера. А увеличе-

ние парка кондиционеров у «корпоративщика» последние годы более всего связано со строительством жилых многоэтажек, поскольку на первых этажах обычно заводится мелкая коммерция типа аптек, парикмахерских и пунктов выдачи заказов.

Думаю, уже очевидно, что сравнивать продажи легковых автомобилей с продажами кондиционеров так же бессмысленно. Потому как на продажи четырёхколёсных друзей влияет не только платёжеспособный спрос, но и качество общественного транспорта, распространённость и цена платной парковки, наличие каршеринга, стоимость такси и, конечно, цены на бензин (и, как выяснилось, сама возможность его купить). Тогда как кондиционерам всё это «фиолетово», зато критически важен объём жилищного строительства (чем больше люди потратят на жильё, тем больше купят кондиционеров и меньше — новых автомобилей). Кроме того, кондиционеры очень любят всемирное потепление и очень не любят «зелёный переход», поскольку в Европе их использование стали жёстко ограничивать пламенные борцы за «экологичность».

Итак, мы подходим к самому интересному. Можно ли предположить, сколько кондиционеров должно продаваться в той или иной стране? Сразу ответу — да. Вот только в мире подобные исследования никто никогда не проводил, а зря. Так что первыми будем.

Так похоже на Россию, только всё же не Россия

Как вы думаете, сколько кондиционеров продаётся в Канаде? Последние десять лет рынок там колеблется в зависимости от погоды в пределах от 550 тыс. до 800 тыс. штук, но явной динамики нет, и похоже на то, что рынок близок к насыщению. Среднегодовой объём продаж за последние десять лет можно принять равным 650 тыс. Срок службы оборудования — примерно как у нас (в среднем 14 лет), в силу максимально близкого климата. Другими словами, парк работающего оборудования при таком раскладе — 9,1 млн штук. Если же

поделить его на численность населения (38,1 млн), получим 239 кондиционеров на 1000 жителей. Парк по РФ можно посчитать более точно. На начало 2026 года было продано 49 млн кондиционеров, порядка 11 млн из которых уже вышло из строя. Получившиеся 38 млн поделим на население страны (146 млн) и получим... 260 кондиционеров на 1000 жителей. То есть почти такой же результат, как в Канаде.

Как же так? Выходит, зря народ в 1990-е годы рвался за океан за длинным канадским долларом? Догнали и перегнали капиталистов? Увы, любителей делать «очевидные» выводы в очередной раз придётся расстроить. Дело в том, что маркетологам хорошо известно, что потребление большинства товаров с повышением уровня жизни растёт нелинейно.

Ну вот представьте... живёт где-нибудь в жаркой Африке страна, в которой доходы населения — \$2 в день на человека. Потом в стране находят что-нибудь ценное, и местные власти (давайте думать о людях хорошо), вместо того чтобы всё украсть в доле с глобальными нефтедобывающими компаниями, начинают поднимать уровень жизни населения. И в какой-то момент оно обязательно оценит качество туалетного «папира». И, пока доходы не поднимутся до \$300 в месяц на человека, потребление туалетной бумаги будет расти. А дальше... корреляция потеряется. Причина очевидна: товар доступен практически всем, а количество того, что можно сожрать и переварить, ограничено возможностями человеческого организма. Именно поэтому потребление туалетной бумаги является одним из маркеров для оценки реальной численности населения в странах, преодолевших нищету.

Логично предположить, что и для кондиционеров существует уровень дохода, при котором парк оборудования почти перестаёт реагировать на дальнейший рост благосостояния и в разы сильнее зависит от климата, темпов строительства и демографии.

Собирать данные по доходам в каждой стране и информацию по минимальной стоимости кондиционера (именно минимальной, а не средней) — занятие достаточно трудоёмкое. Поэтому укажем простой и понятный ориентир. При достижении страной ВВП, рассчитанного по паритету покупательной способности (ППС), порядка 20–25 тыс. USD на душу населения, кондиционер становится общедоступен. К примеру, в Китае с ВВП по ППС на душу населения 21 тыс. USD парк сплит-систем составляет 280 на 1000 жителей, а на Тайване, где благосостояние почти втрое выше, — 230 штук.

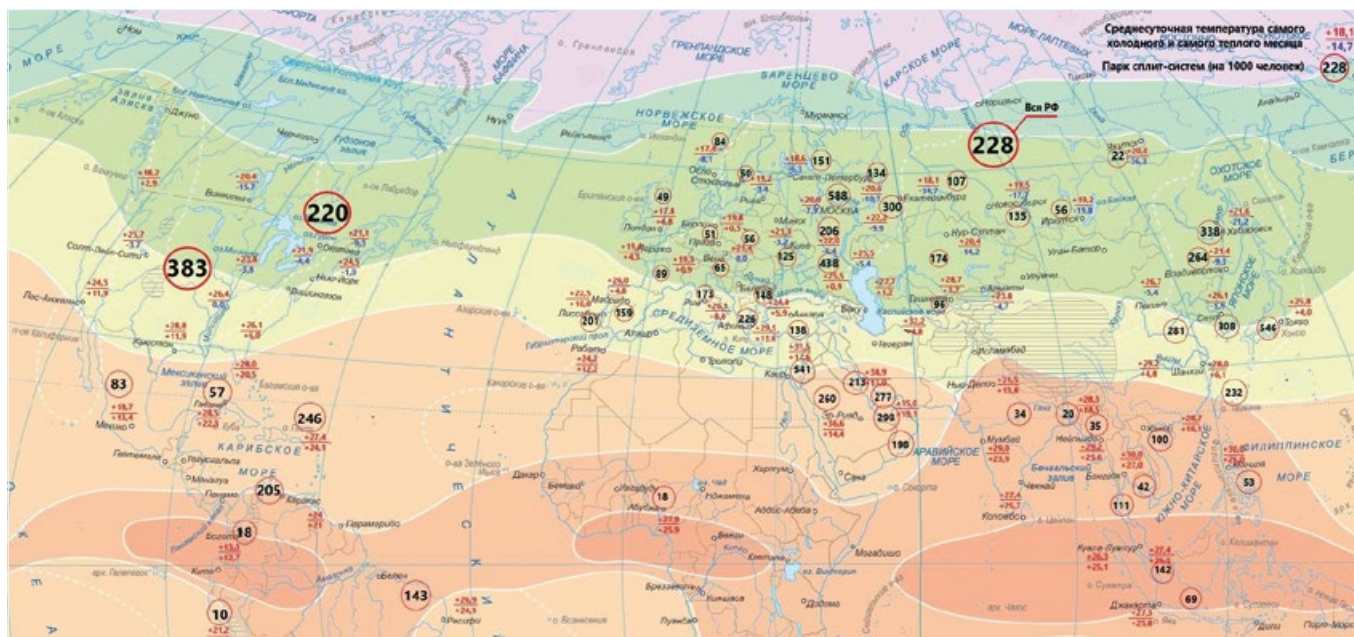


Рис. 1. Парк кондиционеров RAC/PAC по странам мира по состоянию на начало 2024 года в расчёте на 1000 жителей

Срок службы сплит-системы в средиземноморском климате — порядка восьми лет. В странах Персидского залива при работе на износ — пять-шесть лет. В России, Канаде, Северной Европе — 13–14 лет.

Максимальный парк оборудования — в Японии и Израиле. При дальнейшем движении на юг парк падает. Для Российской Федерации приведён парк для ряда крупных городов.

В идеале, конечно, надо считать не внешние блоки, а внутренние, а также добавить к бытовым кондиционерам центральное охлаждение. В ряде богатых стран это обеспечит заметную прибавку к итоговому проникновению кондиционеров. Но в среднем по планете для первого приближения достаточно RAC/PAC. Ибо мировой рынок бытовых и полупромышленных кондиционеров по итогам 2025 года оценивается в 168 млн штук (до 175 млн внутренних блоков). А мировой рынок VRF-систем составляет около 2,8 млн, что соответствует примерно 20 млн внутренних. Фанкойлов — ещё меньше, до 8 млн штук. Тепловых насосов с возможностью охлаждения — ещё 3–4 млн.

Более того, в благополучных странах системы VRF и фанкойлы начинают сокращать парк сплит-систем, когда на месте устаревших жилых домов строят современные жилые комплексы с централизованной системой кондиционирования. В качестве примера можно привести Южную Корею и Японию. Та же тенденция видна и в Москве.

Любопытно, что в ряде богатых экваториальных стран, например, в Сингапуре, парк кондиционеров вдвое меньше, чем в России. Это легко объяснимо. Если человек родился и вырос при +27...+32 °C, то +20 °C для него — некомфортная температура. И кондиционер ему нужен как рыбка зонтик. Именно поэтому где-нибудь на Пхукете легко можно понять, «кто в теремочке живёт». Если кондиционеров нет, значит, в доме обитают местные.

Таким образом, любая попытка жёстко привязать потребление кондиционеров к ВВП или любому другому экономическому показателю обречена на провал, ибо после достижения определённого уровня жизни любые корреляции ломаются. И Россия проходит этот момент прямо сейчас, что хорошо видно по существующему парку кондиционеров, а особенно при его сравнении с более благополучными соседями.

Однако ту же Канаду мы будем понемногу обгонять. И причина этого лежит на поверхности — в динамике рынка недвижимости. У нас ежегодно строится порядка 90 квартир и частных домов на 10 тыс. человек, а на родине хоккея — 54.

На рис. 1 показано распределение парка кондиционеров RAC/PAC по странам мира по состоянию на начало 2024 года (в расчёте на 1000 жителей).

Если «велосипеды» изобретают, это кому-нибудь нужно

В журнале СОК вышел обширный материал [1] с подробным подсчётом ёмкости рынка кондиционеров в денежном выражении. Предположу, что этот труд отнял массу времени и сил, и в целом получилось правдоподобно. Не хотелось бы обесценивать проделанную работу, но объём рынка в USD не является секретом для клиентов «Литвинчук Маркетинг». Он ежегодно считается на протяжении четверти века, исходя из фактических цен, которые коррелируют с таможенными.

Правда, пик 2011 года на практике ещё острее, чем это показано в [1], поскольку 60 % сплит-систем было продано в Москве. А с августа 2010 по июнь 2011 в столице наблюдалось спекулятивное повышение цен в условиях жёсткого дефицита, а стоимость срочной установки доходила до ×3.



Источник: «Литвинчук Маркетинг»

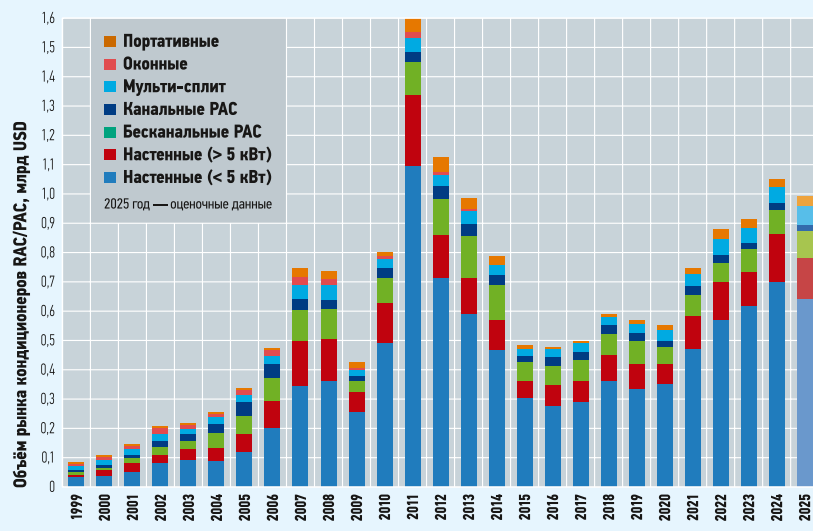


Рис. 2. Рынок кондиционеров RAC/PAC в денежном выражении (дилерские цены без НДС)

Рис. 2 редко приводился в открытых источниках по одной единственной причине: он интересен только профессионалам рынка — дистрибуторам, которые оперируют оборотами в дилерских ценах. И если к качественному виду графика продаж в денежном выражении, опубликованному в [1], больших претензий нет, то сделанные из него выводы, мягко говоря, выглядят спорно.

Если в 2011 году продажи кондиционеров были на уровне 1,6 млрд USD, а в 2025-м совсем немного не дотянули до 1 млрд USD, то это не означает, что за 15 лет граждане стали жить в 1,6 раза хуже. Просто сейчас потребители в разы меньше платят за свой комфорт. А вот рентабельность всей цепочки продаж действительно снизилась, ибо в конце 2000-х годов она была в разы выше, чем в любых развитых странах.

Важно понимать и другое: по итогам 2011 года парк кондиционеров в России достиг 13 млн штук, а сейчас он практически утроился. Причём если в столице и области он вырос менее чем в два раза, то в регионах — почти в четыре. Как-то не похоже это на снижение реального уровня жизни, скорее на более справедливое распределение богатства.

При этом реальные доходы офисных работников и владельцев малого бизнеса действительно упали. Одновременно в 2022–2025 годах в России произошло формирование так называемого «нового среднего класса». Это прежде всего люди, имеющие отношение к СВО. Помимо тех, кто надел военную форму, это строители, восстанавливающие разрушенное, водители, медики, ремонтники, работающие в прифронтовой зоне, сотрудники оборонных заводов. И в большинстве своём это жители небольших городов, посёлков городского типа и сельской местности, заработок которых до начала СВО за-

стую не превышал 50 тыс. руб., а сейчас контрактник получает не менее 220 тыс. В результате доход двух-трёх миллионов семей после 2022 года увеличился не на проценты, а кратно.

Кроме того, СВО (и развитие курьерских доставок) привело к острому дефициту «синих воротничков», что потянуло вверх зарплаты обладателей рабочих профессий. Всё это стало одним из факторов ускорения роста рынка кондиционеров в 2023–2024 годах, поскольку появился широкий круг тех, кому они впервые в жизни стали доступны. Если бы эти деньги попали к представителям старого среднего класса, такого подъёма продаж мы бы точно не наблюдали, поскольку у них кондиционеры в основном уже есть.

Впрочем, динамика рынка последние десять лет в большей степени определяется не экономикой. Её формируют два основных фактора — замены ранее установленного оборудования и продажи в новостройки. Исходя из них и следует строить прогноз на будущее.

Что ждёт российский рынок?

Как хорошо видно из рис. 3, на 2024–2027 годы приходится локальный максимум замены оборудования, связанный с пиковыми продажами 2010–2013-х. Следующий всплеск замен можно ждать после 2034-го, когда начнут менять многочисленное поколение кондиционеров, установленное в 2021–2025 годах.

К этим заменам нужно добавить ещё около 1,1–1,3 млн кондиционеров, которые попадают в новостройки (большая часть в жильё). Оставшиеся 0,4–0,6 млн — «вторичка». Поскольку объём стройки последние годы стабильно высок, а его и так

Динамика рынка последние десять лет в большей степени определяется не экономикой. Её формируют два основных фактора — замены ранее установленного оборудования и продажи в новостройки. Исходя из них и следует строить прогноз

небольшая динамика сглаживается тем, что жилой дом обрывается оборудованием в течение двух лет после постройки (часть это три календарных года), основным фактором, определяющим динамику рынка, являются именно замены. И, как видно из рис. 3, динамика с 2024 по 2033 годы ожидается околонулевой, с умеренным проседанием в 2029–2030-х (из-за провала продаж в 2015–2016 годах). При этом погодный фактор может деформировать получившуюся кривую, выгибая её вверх или вниз на 300 тыс., максимум на 500 тыс. штук. При этом жара прибавляет больше, чем может отнять холодное лето.

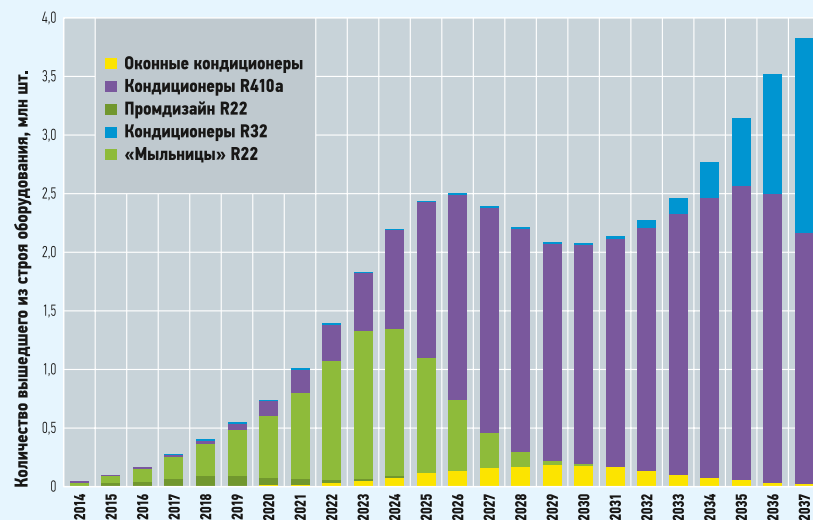


Рис. 3. Выход из строя кондиционеров RAC/PAC в РФ

А вот номинальный ВВП в долларовом выражении в нынешних реалиях совершенно бесполезен, даже если сделать поправку на инфляцию. Добро пожаловать в табл. 1. «ВВП в реальных долларах», о котором идёт речь в [1], в 2025 году показал рост... +15,4%. Все ощутили этот могучий рывок российской экономики? Что, не почувствовали? Вот и я о том же. Если бы от «ВВП, млрд \$ (реального)», как он назван в статье, действительно зависели продажи кондиционеров, они должны были взлететь, аки Икар. Так нет же, упали. Тем не менее, именно по его предполагаемой динамике был сделан прогноз рынка кондиционеров на ближайшее будущее.

Скромные официальные +1% видятся куда как более адекватной оценкой успехов российской экономики в 2025 году.

ВВП России в различном выражении

табл. 1

Параметр	2024	2025	Рост, %
ВВП в трлн руб.	201,15	214,26	+6,5 ▲
Курс руб/USD	92,57	83,62	-9,7 ▼
ВВП РФ в трлн USD	2,17	2,56	+17,9 ▲
ВВП РФ в трлн USD 2010 года (с поправкой на инфляцию доллара)	1,51	1,74	+15,4 ▲
ВВП РФ по ППС трлн USD	6,92	7,26	+4,9 ▲
В реальном выражении, официальная статистика			+1 ▲

Источник: Росстат

Проникновение (м² жилья на один кондиционер) по городам

табл. 2

Город	Всё жильё	Новостройки
Москва (без Подмосковья)	58,9	72,0
Краснодар	46,5	36,0
Махачкала	125,3	72,0
Самара	135,3	112,0
Новосибирск	303,5	201,6
В среднем по России	144,2	90,0

Источник: «Литвинчук Маркетинг»



И это дискредитирует саму идею применять номинальный ВВП в USD для понимания успехов нынешней российской экономики. И уж тем более для оценки перспектив рынка кондиционеров RAC/ PAC. У Канады номинальный ВВП в USD на душу населения в три с лишним раза выше, чем в России, а парк кондиционеров на 1000 жителей в двух странах фактически идентичен. Более того, Россия за счёт вдвое больших темпов строительства в переводе на душу населения уже обогнала Канаду и понемногу отрывается от неё.

При этом потенциал дальнейшего увеличения парка оборудования в любом регионе можно вычислить относительно простым способом. Нужно поделить общую площадь жилья на парк кондиционеров в нём. Получим, сколько квадратных метров приходится на каждый кондиционер в жилом фонде. А потом сделать то же самое для новостроек и сравнить эти две цифры (табл. 2). Причём для крупной страны с разнообразным климатом и географической неравномерностью в доходах, её надо делать для регионов, которые лидируют по объёмам продаж.

Итак, что же мы получаем для России?

В случае, если первая цифра в табл. 2 существенно выше второй, рынок активно растёт. Если же они сопоставимы, то без нового строительства рынок постепенно встанет. Легко увидеть, что в республиках Северного Кавказа эта разница в 1,7 раза, в Новосибирске — в 1,5, Краснодаре — в 1,3, Самаре — в 1,2 раза, а в Москве соотношение и вовсе меньше единицы. Впрочем, это объяснимо. В столице за последние годы очень резко выросла доля мульти-сплит-систем. Из 115 тыс. сплитов, попавших в новостройки, в 2025 году на мульти-сплиты приходится порядка 25 тыс. штук, то есть, если посчитать по внутренним блокам, это 65 тыс. штук. Теперь это уже 53 м² на один внутренний блок. Дополнительно к этому в Москве активно продаются мини-VRF и VRF, которые идут в ЖК и тем самым сокращают потенциальное присутствие сплит-систем. Это ещё порядка 60–65 тыс. внутренних блоков, попавших в жильё. С учётом всего получаем около 38 м² на один внутренний блок, что при средней площади жилой комнаты 17 м²

означает, что практически каждое второе жилое помещение в новостройках Москвы кондиционируется.

Если проделать то же самое для всего жилого фонда Москвы, получим порядка 52 м² или три жилых комнаты на один внутренний блок. Таким образом, рынок в Москве тоже развивается, но на замену простым сплитам приходят более сложные решения. А жильё эконом-класса постепенно вытесняется за МКАД.

Учитывая, что в наиболее ёмких регионах — на юге, в Москве и Поволжье — насыщенность всего жилого фонда кондиционерами уже сопоставима с насыщенностью новостроек, дальнейший рост парка оборудования практически целиком будет зависеть от темпов строительства. При сохранении нынешних темпов парк сплит-систем в России будет расти на 1,0–1,1 млн сплитов ежегодно за счёт стройки, и ещё 0,3–0,5 млн будет давать вторичка. При объёме замен в районе 2–2,5 млн штук в год общий объём рынка в ближайшие пять-шесть лет будет колебаться между 3,4–4,1 млн штук, если не случится аномальная жара.

Причём как на жару, так и на изменение благосостояния сильнее всего реагирует именно «вторичка». Потому как в новостройки кондиционеры попадают преимущественно планомерно, с пред-установкой, и приурочено это к завершению ремонта, а не к сезону. Замена окончательно сломавшегося кондиционера в случае, если человек пользовался им много лет, не то чтобы неизбежна, но очень вероятна. И отсутствие жары может её только отсрочить. ●

1. Брух С.В. Анализ российского рынка сплит-систем на основе макроэкономических факторов // Журнал СОК, 2026. № 6. С. 40–47.



**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

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

SHUFT SMACO V3: инженерные решения нового поколения модульных чиллеров

При монтаже и эксплуатации систем холодоснабжения специалистам приходится учитывать сразу несколько факторов: доступное пространство на объекте, удобство подключения, энергоэффективность и возможность дальнейшего обслуживания системы. Именно такой комплекс требований стал отправной точкой для команды бренда SHUFT при разработке третьего поколения модульных чиллеров SHUFT SMACO V3. Вместо модернизации отдельных узлов инженеры пересмотрели архитектуру установки целиком — от компоновки и теплообменного контура до корпуса и алгоритмов управления.

Новый подход к компоновке

Одной из ключевых задач стало сокращение занимаемой площади без снижения производительности. Для этого была переработана конструкция конденсаторного блока и применён UV-образный теплообменник с увеличенной на 30 % фронтальной поверхностью теплообмена.

В результате размеры SHUFT SMACO 220V3 сократились почти в два раза: с 2056 × 1106 × 2045 до 1130 × 1130 × 2300 мм. Компактный корпус упрощает размещение установки на объекте, облегчает транспортировку и снижает требования к площади хранения.

Одновременно командой SHUFT было принято решение об использовании обновлённого типа оребрения конденсаторного блока. В третьем поколении SHUFT SMACO используются ламели с титановым покрытием. По сравнению с традиционными алюминиевыми они обладают более высокой стойкостью к коррозии, меньше подвержены образованию наледи и накоплению загрязнений. Благодаря этому конденсатор дольше сохраняет расчётную эффективность теплообмена.

Корпус также получил дополнительные рёбра жёсткости. Они уменьшают вибрации во время работы компрессоров и вентиляторов и снижают динамические нагрузки на основные узлы.

Эффективность как результат удачной конструкции

После обновления общей архитектуры инженеры сосредоточились на совершенствовании холодильного контура.

В SHUFT SMACO V3 используются кожухотрубные испарители — проверенное решение для коммерческих и промышленных систем холодоснабжения. Такая конструкция отличается высокой надёжностью, устойчивостью к загрязнениям теплоносителя и удобством сервисного обслуживания. Благодаря широкому межтрубным каналам испаритель менее чувствителен к качеству теплоносителя, а при необходимости допускает ремонт без полной замены узла.

Сердцем холодильного контура SHUFT SMACO V3 стали спиральные компрессоры Danfoss CH-290. Они разработаны на базе платформы крупных спиральных компрессоров Danfoss и оптимизированы для работы в широком диапазоне нагрузок. Объёмная производительность компрессора составляет 276,2 см³/об, мощность — 25 л.с. (около 18,39 кВт).

Продуманная конструкция с системой защиты от гидроудара и эффективной системой смазки обеспечивает надёжную работу установки при различных режимах нагрузки и продолжительной эксплуатации.



■ Модульный чиллер SHUFT SMACO V3 третьего поколения

SHUFT SMACO V3: больше возможностей при меньших затратах

Третье поколение модульных чиллеров SHUFT SMACO V3 создано с учётом главных интересов владельца оборудования: снижения совокупной стоимости владения, бесперебойной работы объекта и возможности развивать систему без дорогостоящей реконструкции. Линейка охватывает модели холодопроизводительностью от 71 до 270 кВт, а объединение блоков в каскад позволяет наращивать мощность по мере появления новых потребностей. Владелец не приходится заранее приобретать избыточное оборудование или впоследствии полностью менять систему холодоснабжения.

Переработанная компоновка заметно сокращает занимаемую площадь. Например, габариты модели SHUFT SMACO 220V3 уменьшены почти вдвое. Это упрощает доставку и монтаж, экономит полезное пространство и позволяет размещать оборудование на объектах с жёсткими ограничениями по площади. UV-образный теплообменник с увеличенной фронтальной поверхностью, титановое покрытие ламелей и усиленный корпус помогают дольше сохранять эффективность, противостоять коррозии, загрязнению и вибрационным нагрузкам.

Рост EER в режиме охлаждения до 3,39 и COP в режиме теплового насоса до 3,73 означает прямое снижение расходов на электроэнергию. Дополнительную экономию обеспечивает автоматическое регулирование вентиляторов: система адаптирует расход воздуха к фактической нагрузке, сокращая энергопотребление на 20–60 % в зависимости от режима эксплуатации. Чиллер способен не только охлаждать, но и нагревать теплоноситель до +60 °С, сохраняя работу теплового насоса при наружной температуре до –15 °С.

Модульная схема повышает надёжность: при обслуживании или оттайке одного блока остальные продолжают работать. Кожухотрубный испаритель устойчив к загрязнениям и ремонтпригоден, а встроенная диагностика ускоряет поиск неисправностей. Удобный доступ к основным узлам и наличие стандартных комплектующих в дистрибьюторской сети сокращают продолжительность сервиса. В результате владелец получает компактную, масштабируемую и отказоустойчивую систему с прогнозируемыми эксплуатационными расходами и меньшим риском простоев.

Интеллектуальное управление системой

Изменения коснулись и системы управления. Контроллер непрерывно отслеживает параметры работы чиллера, а при необходимости запускает цикл оттайки. В мультимодульной конфигурации этот процесс не влияет на работу системы. Пока один блок проходит оттайку, остальные продолжают обеспечивать на объекте требуемые параметры тепло- или холодоснабжения.

Интеллектуальное управление вентиляторами автоматически изменяет расход воздуха в зависимости от текущей нагрузки. Благодаря этому система потребляет только необходимое количество энергии. В зависимости от режима эксплуатации энергопотребление может снижаться на 20–60 % по сравнению с традиционными решениями.

Эксплуатация без лишних затрат

При разработке нового поколения чиллеров инженеры уделили внимание не только рабочим характеристикам, но и последующему обслуживанию оборудования. Доступ к компрессорам, контроллеру и фильтрам организован таким образом, чтобы сократить время регламентных ра-

Совместная работа компрессора, обновлённого конденсаторного блока и электронного расширительного вентиля позволила повысить энергоэффективность системы. По сравнению с предыдущим поколением показатель EER в режиме охлаждения увеличился с 3,07 до 3,39, а COP в режиме теплового насоса — с 3,24 до 3,73. Такая динамика показателей демонстрирует последовательное совершенствование конструкции и повышение энергоэффективности каждого нового поколения SHUFT SMACO.

Комплексная доработка основных узлов позволила расширить рабочие возможности установки. Обновлённое третье поколение SHUFT SMACO включает модели холодопроизводительностью от 71 до 270 кВт и теплопроизводительностью в режиме теплового насоса от 83 до 285 кВт. Такой диапазон позволяет подобрать решение для коммерческих и промышленных объектов различного масштаба. При этом оборудование сохраняет стабильную работу в режиме теплового насоса при температуре наружного воздуха до –15 °С. Температура хладагента на выходе составляет от –5 до +20 °С в режиме охлаждения и до +60 °С в режиме нагрева, что расширяет область применения системы в различных климатических условиях.

Основные технические характеристики SHUFT SMACO

табл. 1

Модель	SMACO 220		SMACO 440		SMACO 880	
Характеристика	V3	V2	V3	V2	V3	V2
Холодопроизводительность, кВт	71	65	142	130	270	270
EER	3,39	3,07	3,39	3,07	3,26	3,13
Теплопроизводительность, кВт	83	77	166	155	312	285
COP	3,73	3,24	3,73	3,24	3,55	3,29

Гибкость модульной архитектуры

Логичным продолжением обновлённой концепции стала модульная архитектура нового поколения модульных чиллеров SHUFT SMACO V3.

Производительность системы формируется объединением нескольких блоков в единый каскад. Это позволяет точно подобрать мощность под расчётную нагрузку объекта и при необходимости увеличить её без замены уже установленного оборудования и изменения существующей схемы подключения.

Каскадная схема повышает отказоустойчивость системы и сохраняет её работоспособность во время технического обслуживания отдельных блоков. Пока один модуль находится на обслуживании, остальные продолжают поддерживать заданные параметры установки, что снижает риск остановки технологических процессов.

В конструкции третьего поколения SHUFT SMACO используется хладагент R410a, а герметичная холодильная система снижает риск утечек и обеспечивает безопасную работу установок.

Встроенная система диагностики отображает основные параметры работы на интерфейсе управления и помогает быстро определить источник неисправности без использования дополнительного оборудования. При этом ключевые компоненты системы относятся к стандартным позициям и постоянно поддерживаются на складах дистрибьюторской сети.

SHUFT SMACO V3 объединяет оптимизированную конструкцию, эффективный холодильный контур и интеллектуальные алгоритмы управления, позволяя повысить энергоэффективность, сохранить компактные размеры и расширить возможности применения модульных систем холодоснабжения. ●



✚ Александр Колубков
директор ООО ППФ «АК»



✚ Евгений Криницкий
технический директор
ООО ГК «ВентСофт»

Перспективы применения систем ИИ при проектировании зданий

Общей темой XIII Международного форума 2026 является «Дом будущего». Общей темой секции «Инженерные системы зданий, включая высотные. Цифровые технологии в инженерных системах» форума станет «Дом настоящий, проблемы создания привлекательного и безопасного жилища с прицелом на будущее». Дом будущего — это реальные технологии: ТИМ-моделирование, использование ИИ при проектировании, энергоэффективное строительство, «умное» жилище, цифровые двойники зданий. В рамках этой статьи модераторы секции расскажут о некоторых перспективах применения ИИ при создании цифровых моделей зданий и способах взаимодействия с ним.

Авторы: Александр КОЛУБКОВ, директор ООО ППФ «АК»; Евгений КРИНИЦКИЙ, технический директор ООО ГК «ВентСофт»

Делегировать часть задач искусственному интеллекту — вот основная задача сегодняшнего дня. Можно обращаться к ИИ в поисковиках, как к справочнику, но это не всегда даёт нужный результат, поскольку онлайн-справочник нужно анализировать на корректность ответов на запрос. Не секрет, что можно получить ссылку на заведомо неверные сведения, находящиеся на просторах интернета, включая даже диссертации, а также, при дальнейших попытках углубиться в тему, почувствовать, что ИИ подстраивается под ответ, который вы хотите получить.

Работа с ИИ — сложная тема, и многие, попробовав с ним работать и не получив нужного результата, в итоге отказываются, даже не узнав настоящих возможностей ИИ. Приведём пример работы авторов статьи с ИИ, который будет освещён на секции 29 сентября 2026 года.

Как языковые модели ускоряют переход от идеи к согласованному проектному решению?

На фото 1 приведена визуализация цифровой модели здания, сформированной на основе текстового задания.

Перечислим некоторые аспекты работы с ИИ по созданию цифровой модели здания, представленной на данной картинке, и кратко сформулируем их.

Проектирование становится диалогом

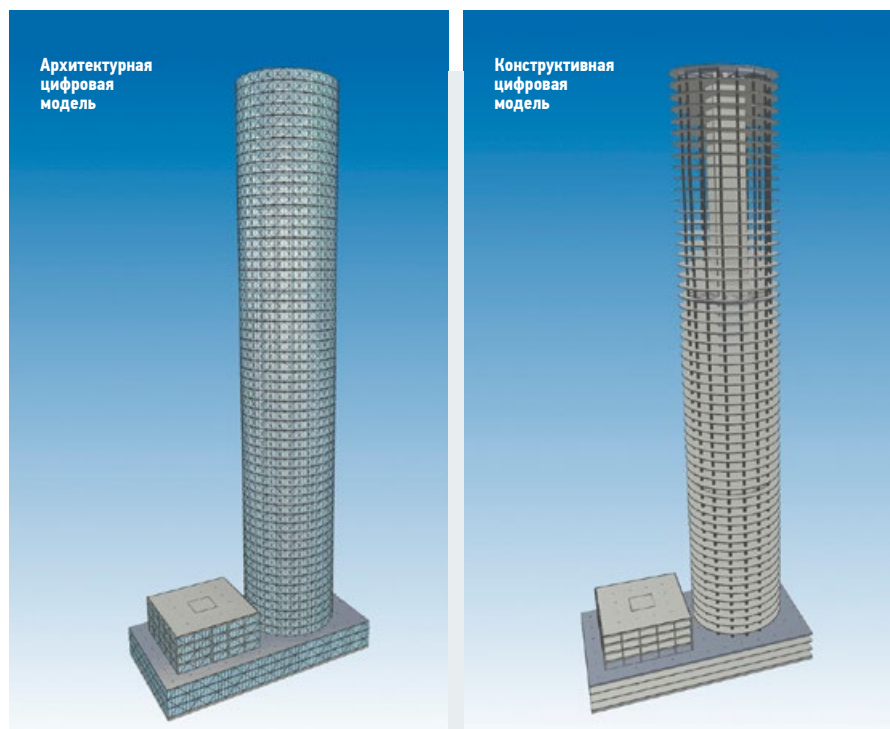
Традиционно цифровая модель здания формируется через множество последовательных операций: создание уровней, объёмов, конструкций, помещений, фасадов и инженерных систем. Новый подход позволяет начинать с обычного текстового задания. Пользователь описывает этажность, форму, назначение, характер остекления, внутреннюю структуру и требования к инженерии, а система превращает это описание в последовательный план построения модели.

Как в этом помогает языковая модель?

Языковая модель анализирует формулировку задачи как единый контекст. Она связывает между собой размеры, этажность, типы помещений, требования к фасаду, конструкциям и инженерным системам.



✚ Фото 1. Визуализация цифровой модели здания



❖ Фото 2. Архитектурная (слева) и конструктивная цифровая модели

В отличие от обычного поиска по шаблонам, такая модель умеет учитывать смысл запроса, уточнять противоречия и сохранять логику проекта на протяжении нескольких этапов работы. Она выступает цифровым координатором: понимает намерение пользователя, раскладывает его на задачи и последовательно передаёт их специализированным инструментам моделирования.

Почему подход работает

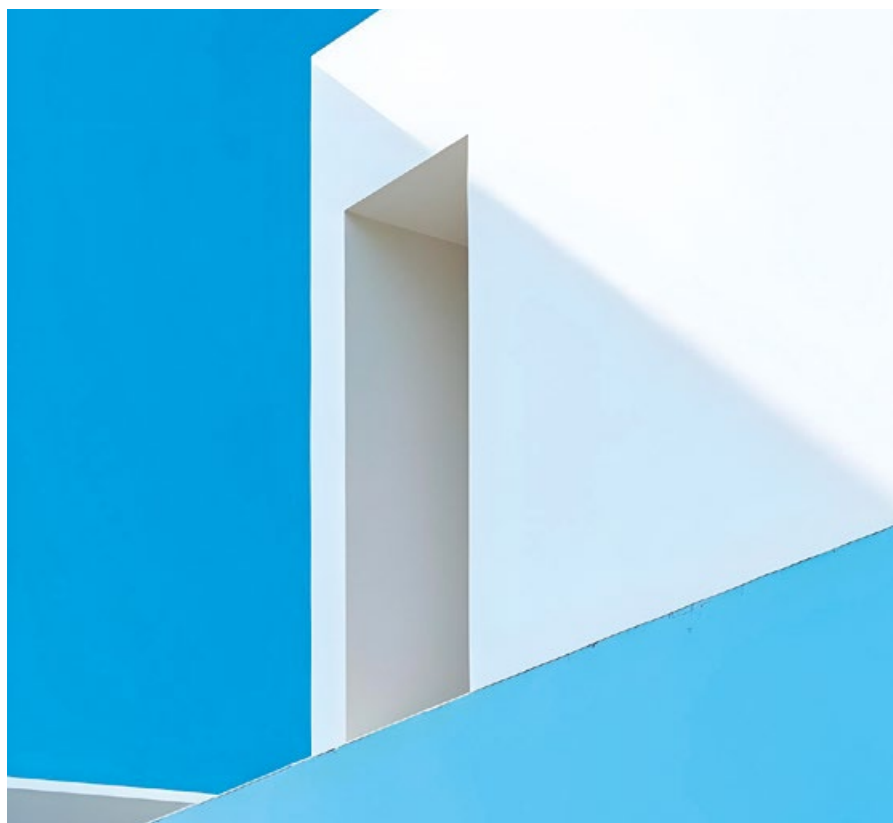
Проект здания содержит большое количество повторяющихся и формализуемых закономерностей. Этажи имеют заданные отметки, окна подчиняются модульной сетке, конструкции образуют регулярные системы, а инженерные сети прокладываются по определённым правилам. Языковая модель хорошо справляется с описанием таких зависимостей и может переводить требования естественного языка в понятную цифровую среду структуры. При этом геометрию, связи и проверки выполняют специализированные программные механизмы, поэтому результат остаётся управляемым и проверяемым.

Что получает заказчик

Результатом становится не изображение, а целостная цифровая модель здания. В ней можно последовательно развивать архитектурные решения, несущую схему и инженерные системы, сравнивать варианты, выявлять несогласованности и готовить основу для дальнейшего расчёта и выпуска документации. Изменения в задании можно быстро перенести в модель без повторения большого объёма ручной работы.

Роль специалиста

Технология не заменяет архитектора, конструктора или инженера. Она сокращает рутинные операции и ускоряет подготовку первых вариантов. Специалист по-прежнему определяет исходные данные, проверяет техническую реализуемость, подтверждает нормативные решения и принимает окончательные проектные решения. Языковая модель становится инструментом усиления профессиональной команды, а не её заменой.



Как выглядят цифровые модели

На фото 2 показаны два взаимосвязанных представления одного здания. Слева представлена архитектурная цифровая модель с фасадной оболочкой и объёмами. Справа — конструктивная цифровая модель с перекрытиями, ядром и несущими элементами.

Практический эффект, полученный в примере работы с ИИ:

- ускорение подготовки концептуальных и предпроектных решений;
- быстрое сравнение вариантов формы, этажности и фасада;
- согласованное развитие архитектуры, конструкций и инженерных систем;
- снижение количества повторяющихся операций;
- раннее выявление коллизий и противоречий;
- создание единой основы для визуализации, расчётов и координации.

Основной вывод: языковая модель превращает текстовое описание в управляемый процесс создания цифровой модели здания.

Ждём заинтересованных слушателей на секции «Инженерные системы зданий, включая высотные. Цифровые технологии в инженерных системах», где, как всегда, пройдёт серьёзное обсуждение проблемных вопросов проектирования и будет проведён анализ проектных решений, ведущих к снижению уровня безопасности пользования зданием. ●

НОВОСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО (IEA) прогнозирует, что в 2026 году ВИЭ станут главным источником электроэнергии в мире

В КИТАЕ опубликован план развития ВИЭ на 15-ю пятилетку

В ЕВРОСОЮЗЕ солнечная энергетика впервые за месяц выработала четверть всей потреблённой электроэнергии

ИНВЕСТБАНК LAZARD зафиксировал рост приведённой стоимости электроэнергии у всех технологий генерации начиная с 2021 года

СОВМЕСТНЫЙ ДАЙДЖЕСТ ЖУРНАЛА СОК И ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА RENEN.RU

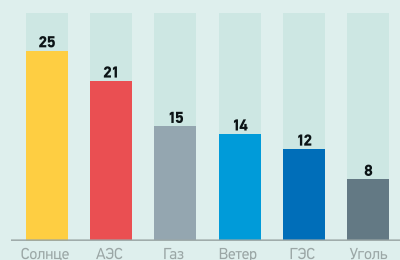


RenEn

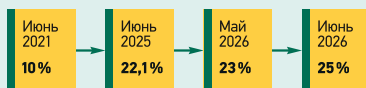
Материал подготовлен
Владимиром Сидоровичем
совместно с журналом СОК

Структура выработки электрической энергии в ЕС, июнь 2026 года

Доля основных источников, %



Доля солнца в генерации ЕС, %



Солнце обеспечило четверть генерации электроэнергии в Евросоюзе

В июне 2026 года солнечная энергетика впервые обеспечила четверть всей генерации электроэнергии в ЕС. По данным аналитического центра Ember, выработка солнечных электростанций Евросоюза за месяц составила 52 ТВт·ч.

Структура выработки ЕС в июне 2026 года выглядела так: солнце — 25%, атомная энергетика — 21%, газ — 15%, ветер — 14%, гидроэнергетика — 12%, уголь — 8%.

Рекорд обновляется стремительно. В июне 2021 года на основе солнца было произведено лишь 10% электроэнергии в Европейском союзе (21 ТВт·ч). В июне 2025 года солнце впервые стало крупнейшим источником

с долей 22,1% (45,4 ТВт·ч). В мае 2026 года выработка составила 47 ТВт·ч, или 23%. По итогам всего 2025 года доля солнца в ЕС составила около 13%.

Рекордные показатели в Европе зафиксированы и на национальном уровне: в июне 2026 года доля солнечной генерации достигла 36% в Германии, 34% в Испании и 24% в Польше. ●

ВИЭ обойдут уголь по выработке электрической энергии уже в этом году

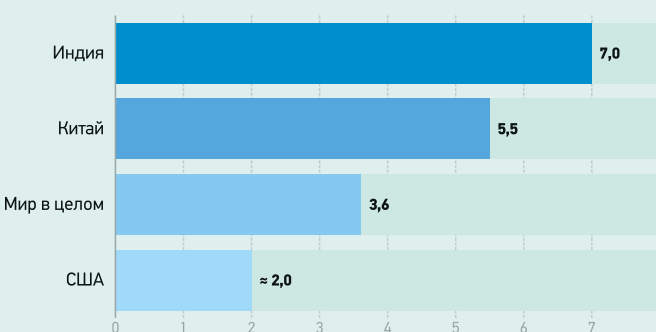
Международное энергетическое агентство (IEA) выпустило обновление доклада Electricity 2026 («Электрическая энергия 2026»). Согласно прогнозу, после достижения паритета с углём в 2025 году возобновляемая энергетика в 2026-м станет главным источником электроэнергии в мире.

Мировое потребление электроэнергии, по оценке IEA, вырастет на 3,6% в 2026 году и на 3,8% в 2027-м — против 3% в 2025 году. К 2027 году потребление достигнет 30 700 ТВт·ч против 28 600 ТВт·ч в 2025-м. Основной вклад в прирост спроса вносят страны Азии: в Китае потребление увеличится на 5,5% в 2026 году, в Индии ожидается восстановление динамики до 7% (в 2025-м прирост составил лишь 1,6%, поскольку ранний муссон замедлил потребление), в США — почти на 2%, главным образом из-за спроса центров обработки данных, систем кондиционирования воздуха и промышленности.

Генерация на основе возобновляемых источников увеличится более чем на 8% в 2026 году, а доля ВИЭ в мировой выработке вырастет с 33% в 2025 году до 37% в 2027-м. Наибольший вклад в прирост производства обеспечивает солнечная фотоэлектрическая энергетика — около 600 ТВт·ч в 2026 году, что сопоставимо с рекордным приростом 2025 года. Солнечная генерация обгонит ветровую и станет вторым по объёму ВИЭ после гидроэнергетики.

Прирост спроса на электроэнергию в 2026 году

Прогноз IEA (доклад Electricity 2026), % к предыдущему году



Более высокие цены на природный газ ограничат рост газовой генерации в 2026 году, одновременно поддерживая увеличение угольной. Выбросы углекислого газа в электроэнергетике вырастут примерно на 1% в 2026 году, а в 2027-м останутся неизменными, поскольку рост спроса будет покрыт ВИЭ, атомной энергетикой и газом.

Отдельно IEA отмечает волатильность оптовых рынков. Отрицательные цены на электроэнергию стали обычным явлением: в Южной Австралии и Калифорнии они наблюдались примерно в 20% часов оптового рынка в первой половине 2026 года, в Испании доля таких часов выросла до 17% против 10% в 2025 году. При этом во время июньских волн жары в Европе ценовые спреды достигали \$600 за 1 МВт·ч. Всё это подчёркивает растущую потребность энергосистем в гибких ресурсах и системах накопления энергии. ●



ВИЭ преваысили 30 % в выработке США

За первые пять месяцев 2026 года доля возобновляемых источников в производстве электроэнергии в США составила 30,3 % против 28,2 % годом ранее.

Ветровые и солнечные электростанции вместе обеспечили 22,2 % генерации (для сравнения — по итогам всего 2025 года их доля составляла 18,9%). Выработка на основе ВИЭ выросла на 10,1 % в годовом исчислении, тогда как угольная генерация упала на 10,9%. В результате солнце и ветер выработали в 1,6 раза больше электроэнергии,

чем угольная энергетика. В мае 2026 года солнечная энергетика впервые превзошла угольную по объёмам выработки. За весь 2024 год ВИЭ обошли уголь, а в 2025-м — атомную энергетiku. Общая выработка электроэнергии в стране (без учёта малых распределённых СЭС) выросла на 2,2%, продажи конечным потребителям — на 1,2%. ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

● Корпорация Google объявила о покупке всей электроэнергии, вырабатываемой энергетическим центром Steel River Energy Center компании Cypress Creek в штате Арканзас (США). Объект включает в себя 1,6 ГВт (постоянного тока) солнечной генерации в сочетании с системой накопления энергии на основе аккумуляторных батарей ёмкостью 1,9 ГВт·ч. К 2029 году проект планируют расширить, достигнув 2,5 ГВт солнечной мощности и 2,9 ГВт·ч ёмкости СНЭ. Электроэнергия будет поступать в сеть через энергокомпанию Entergy Arkansas, а не напрямую на объекты Google, компенсируя нагрузку от существующих и планируемых центров обработки данных поблизости и удовлетворяя потребности Google в «зелёной» энергии в рамках соглашения о покупке электроэнергии (PPA). Эта сделка лишний раз демонстрирует, как спрос на энергию со стороны центров обработки данных может стимулировать развитие возобновляемых источников энергии.

Lazard: стоимость электроэнергии растёт у всех технологий

Инвестиционный банк Lazard опубликовал 19-й ежегодный доклад об анализе приведённой стоимости энергии — LCOE 19.0. В него вошёл и 11-й выпуск анализа экономики систем накопления энергии (LCOS 11.0).

Диапазоны приведённой стоимости электроэнергии (LCOE) для новых электростанций по версии Lazard: солнечная энергетика — \$40–98 за 1 МВт·ч, наземная ветровая — \$37–99, парогазовые установки (ПГУ) — \$51–129, угольные станции — \$72–177 за 1 МВт·ч. Пиковые газотурбинные установки и АЭС существенно дороже.

Дополнительные затраты на преодоление переменчивости ВИЭ (Levelized Firming Cost, LFC) Lazard оценивает в \$8–62 за 1 МВт·ч в зависимости от комбинации ресурсов и региона — заметно ниже, чем годом ранее. Полная стоимость электроэнергии для комбинации «ВИЭ + четырёхчасовой накопитель» (100 МВт генерации + 50 МВт /

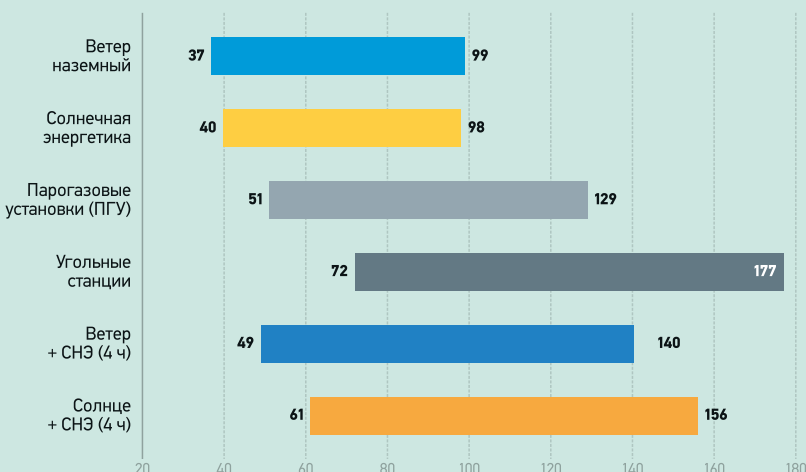
200 МВт·ч хранения) составляет \$61–156 за 1 МВт·ч для солнца и \$49–140 за 1 МВт·ч для наземного ветра. То есть даже с учётом накопителей солнечная и ветровая генерация вполне сопоставима с LCOE парогазовых установок.

Ключевое наблюдение доклада: приведённая стоимость электроэнергии всех технологий начиная с 2021 года не снижается, а растёт — это относится и к солнцу, и к ветру, и к газовым станциям. Причины — рост капитальных затрат, напряжённость в цепочках поставок и протекционизм.

Существует ограничение доклада, на которое обращает внимание портал RenEn: расчёты Lazard в значительной степени относятся к американскому рынку, где стоимость оборудования завышена мерами торговой защиты. Капитальные затраты в солнечной энергетике приняты в диапазоне \$1250–1850 за 1 кВт, тогда как среднемировой показатель, по данным IRENA, за 2025 год составляет \$667 за 1 кВт. Для сравнения Lazard приводит и предельные издержки полностью амортизированных станций: парогазовые установки — \$32–51 за 1 МВт·ч, АЭС — 26–36, угольные станции — \$34–69 за 1 МВт·ч. Отдельные проекты ВИЭ уже сопоставимы с этими значениями. ●

Приведённая стоимость электроэнергии (LCOE)

Новое строительство, \$/МВт·ч (диапазоны Lazard LCOE 19.0)



Одной строкой

Подробнее...

В США запретили использование иностранных инверторов. В июля 2026 года Федеральная комиссия по связи (FCC) обновила свой специальный перечень: так называемый Covered List (CL), впервые включив в него электрические инверторы и усовершенствованные мобильные роботы зарубежного производства. Covered List представляет собой список устройств и услуг, которые считаются неприемлемыми для использования в Соединённых Штатах по соображениям национальной безопасности. Внесённые в список устройства лишаются права на получение разрешения FCC, что фактически запрещает их законный импорт, продажу или реализацию в США. Исключение сделано только для инверторов (преобразователей), которые были одобрены Министерством обороны (DoD) или Министерством внутренней безопасности (DHS). Теперь любой проект солнечной или ветровой генерации или СНЭ, в котором предусмотрен инвертор, включённый в Covered List, не может быть запущен и подключён к электросети.

LONGi: новый рекорд эффективности тандемных ячеек — 35,5 %

Китайская компания LONGi объявила о новом мировом рекорде эффективности преобразования энергии тандемного солнечного элемента из перовскита и кремния — 35,5 %. Результат сертифицирован European Solar Test Installation (ESTI) — главной европейской лабораторией для калибровки ФЭУ и проверки их производительности.

Тандемные ячейки, состоящие из монокристаллического кремния и перовскитных материалов, имеют теоретический предел эффективности около 43 %, что превосходит возможности обычных однопереходных кремниевых элементов.



Рекорд установлен на лабораторной ячейке крохотного размера — её площадь не указана, но предыдущий рекорд LONGi в 35,2 % был поставлен на элементе площадью менее одного квадратного сантиметра. В условиях, «приближенных к промышленным масштабам», компания достигла эффективности 34,3 % (261 см²) и 32,2 % (274 см²). Для фотоэлектрических модулей заявлены 31,4 % при площади 1650,4 см² и 29,4 % при площади 16 766 см².

Для сравнения: в мае 2026 года Trina Solar представила модуль мощностью 907 Вт с эффективностью 29,2 %, а в июне 2025-го GCL Optoelectronics сообщала об эффективности 29,51 %. ●

Индия делает обязательными сетевые инверторы

Центральное управление электроэнергетики Индии (CEA) приняло решение, согласно которому инверторы, формирующие параметры сети (Grid-Forming Inverters, GFI), становятся обязательными для новых крупных проектов аккумуляторных систем накопления энергии (СНЭ) и ВИЭ.

Обычный, «ведомый сетью» инвертор (Grid-Following Inverter) работает как источник тока, подстраиваясь под частоту и напряжение в существующей сети; при отключении внешней сети он тоже прекращает работу. Сетевые инверторы работают как регулируемый источник напряжения — он способен самостоятельно задавать и поддерживать опорную частоту и напряжение в сети. Все проекты СНЭ мощностью 50 МВт и выше должны на 100 % оснащаться GFI-инверторами, а на объектах солнечной и ветровой генерации такие инверторы должны покрывать не менее 25 % мощности.

Непосредственным поводом для решения стало серьёзное нарушение электроснабжения в комплексе возобновляемой энергетики «Кхавда» 13 мая 2026 года, которое системный оператор Grid-India охарактеризовал как крупнейшую одновременную потерю генерации в истории индийской энергосистемы. В 14:09 отключились три распределительные подстанции общей мощностью 15,9 ГВт, включая 14,8 ГВт ВИЭ и 1,1 ГВт накопителей; за 16 секунд было отключено около 17 линий электропередачи сверхвысокого напряжения — восемь линий 765 кВ и девять линий 400 кВ. Среди причин названы низкая устойчивость системы — коэффициент короткого замыкания (Short-Circuit Ratio, SCR) — в комплексах ВИЭ в Кхавде, Раджастане и Пачоре и неправильная настройка контроллеров электростанций.



Новые технические требования весьма жёсткие. Проекты СНЭ на базе GFI должны устойчиво работать при SCR 2,0 и ниже в точке подключения, реагировать на возмущения по активной и реактивной мощности в течение 5 мс с выходом на полную реакцию за 30 мс, выдерживать кратковременную перегрузку по току не менее 1,5 о.е. в течение 200 мс, отрабатывать перекоммутацию фаз и напряжений до $\pm 60^\circ$, высокую скорость изменения частоты (RoCoF) и обеспечивать демпфирование колебаний мощности в диапазоне 0,1–20 Гц. Крупные объекты обязаны иметь функцию холодного пуска и поддерживать непрерывное автоматическое управление генерацией (AGC) в режиме 24/7.

Меры направлены на укрепление стабильности энергосистемы в условиях быстрого роста мощностей ВИЭ. Согласно плану развития энергетики, Индия намерена более чем утроить мощности солнечной и ветровой энергетики к 2035–2036 финансовому году, доведя их до 664 ГВт. К этому же сроку стране потребуется около 174 ГВт мощностей хранения общей ёмкостью 888 ГВт·ч. ●

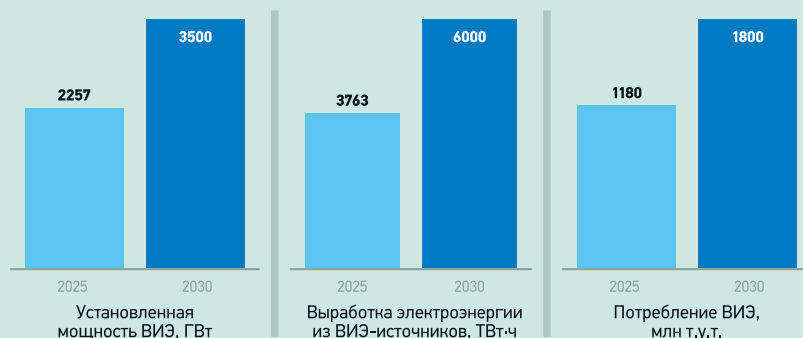
Китай опубликовал план развития ВИЭ на 15-ю пятилетку

Национальная комиссия по развитию и реформам (NDRC) и Национальное управление энергетики Китая (NEA) обнародовали «План развития возобновляемой энергетики на период 15-й пятилетки».

Документ развивает положения государственного плана КНР на 2026–2030 годы. К 2030 году общий объём потребления возобновляемой энергии в стране должен достичь примерно 1,8 млрд тонн условного топлива (т.у.т.) против 1,18 млрд т.у.т. в 2025 году. Установленная мощность электростанций на основе ВИЭ вырастет с 2257 до 3500 ГВт, а годовая выработка — с 3763 до 6000 ТВт·ч. Суммарная мощность ветровой и солнечной энергетики достигнет более 2800 ГВт, что составит свыше 50 % всей установленной мощности китайской энергосистемы, а их годовая выработка превысит

Цели Китая по возобновляемой энергетике на 2030 год

План развития ВИЭ на 15-ю пятилетку: факты 2025 года и цели 2030 года



Источник: NEA

4000 ТВт·ч или 30 % общего производства электроэнергии. Использование ВИЭ вне электроэнергетики увеличится в 1,5 раза, что эквивалентно примерно 150 млн т.у.т. Впервые в документ включены показатели надёжности энергоснабжения. К 2030 году средний по стране показатель гарантированной выработки ветровых и солнечных электростанций (включая расположенные при них накопители) должен составить 8 % от установленной мощности: около 11 % для ветра и около 6 % для солнца. В пиковые вечерние часы летом и зимой доля электроэнергии, вырабатываемой ветровыми и сол-

нечными станциями с накопителями, должна превысить 20 %. Для этого планируется ввести более 300 ГВт новых «надёжных» мощностей ВИЭ, специально предназначенных для обеспечения стабильного электроснабжения в периоды пикового спроса. План предусматривает дальнейшее строительство крупных ветро-солнечных баз на «пустынных и заброшенных» территориях в северных регионах КНР — прирост более 370 ГВт. Мощности по производству «зелёного» водорода должны достичь 2 млн тонн в год (для сравнения — на конец 2025 года имеется свыше 250 тыс. тонн). ●

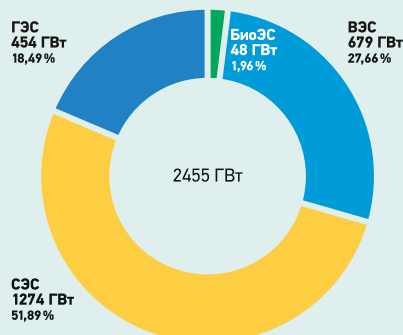
Ветро-солнечная генерация обеспечила 24,6 % электроэнергии в Китае

По состоянию на конец июня 2026 года установленная мощность ВИЭ в КНР достигла 2455 ГВт, увеличившись на 13,7 % в годовом исчислении, что составляет около 60,7 % от общей установленной мощности энергосистемы Китая.

Установленная мощность солнечной энергетики в конце июня составила 1274,11 ГВт (+15,8 % в годовом исчислении). Национальное энергетическое управление КНР (NEA)

отмечает, солнечная генерация практически сравнялась с угольной (1275 ГВт). Впервые в первом полугодии доля ВИЭ в генерации превысила 40 % и достигла 41,2 % всей выработки электроэнергии в стране. Производство электроэнергии из ВИЭ составило почти 2 трлн кВт·ч, увеличившись примерно на 9 % в годовом исчислении или 159,8 млрд кВт·ч, что обеспечило 61,9 % роста потребления электроэнергии в Китае. В первой половине 2026 года общий объём производства электроэнергии на основе ветра и солнца составил 1,254 трлн кВт·ч, увеличившись на 9,3 % в годовом исчислении, что составляет 24,6 % потребления электроэнергии в КНР (в первом полугодии прошлого года — 23,7 %). В том числе ветроэнергетика произвела 598,4 млрд кВт·ч, солнечная энергетика (без учёта солнечных ТЭС) 655,5 млрд кВт·ч, а гидроэнергетика 588,6 млрд кВт·ч. ●

Установленная мощность ВИЭ в КНР на первое полугодие 2026 года



Источник: NEA

Одной строкой

[Подробнее...](#)

● Австралийская государственная организация научных и промышленных исследований (CSIRO) и оператор энергетического рынка AEMO выпустили очередной ежегодный доклад GenCost 2025–2026 об экономике различных технологий генерации электроэнергии. ВИЭ, подкреплённые системами накопления, остаются самым дешёвым вариантом развития энергетической системы Австралии. Методологическая новация выпуска — показатель системной приведённой стоимости электроэнергии (SLCOE), который суммирует все затраты электроэнергетической системы: инвестиции в генерацию, хранение, передачу, подключение, топливо и эксплуатацию, а затем делит их на общий спрос. По прогнозу авторов, к 2050 году солнечная и ветровая энергетика будут обеспечивать около 93 % электроэнергии в Австралии, а поддерживать их будут гидроэнергетика, накопители, сети и гибкая генерация на газе и водороде. Динамика затрат разнонаправленная: стоимость газовой, угольной и атомной генерации растёт, аккумуляторы дешевеют, наземная ветроэнергетика остаётся стабильной, а солнечная дорожает медленнее традиционной генерации. Сегодня дешевле построить накопитель энергии на четыре часа, чем ГТУ. ●



Мировое производство солнечных модулей впервые сократилось

Согласно отчёту Китайской ассоциации фотоэлектрической промышленности, мировое производство солнечных модулей составило в 2025 году 693,6 ГВт — на 4,4 % меньше, чем в 2024-м.

При этом производственные мощности выросли на 3 %, до 1430,2 ГВт, хотя темпы их прироста заметно замедлились. В Китае производственные мощности и объём производства составили 1089,4 и 574,5 ГВт, соответственно, что является снижением на 5,8 и 8,4 % к предыдущему году. Производство солнечных ячеек в мире составило 757 ГВт, что на 0,5 % больше, чем годом ранее, тогда как мировые мощности по их выпуску уменьшились на 5,8 %. За пределами Китая мощности росли — прежде всего в Индии; к концу года производственные мощности по выпуску ячеек вне Китая в Азии составили 113 ГВт.

Рыночная доля пяти ведущих производителей модулей увеличилась на 0,8 процентного пункта, до 48,2 %, а доля первой десятки снизилась на два пункта, до 64,3 %. Китайские производители проводили «упорядочивание конкуренции» и сокращали выпуск, однако, поскольку общее предложение по-прежнему превышает спрос, цены остаются на низком уровне. Одновременно отрасль переходит с технологии PERC (Passivated Emitter and Rear Cell) на TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) и BC (Back Contact). ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

● Китай запускает программу строительства промышленных предприятий и центров обработки данных (ЦОД) с нулевыми выбросами. Министерство промышленности и информационных технологий КНР (MIIT) опубликовало «Уведомление об организации и осуществлении строительства национальных предприятий с нулевым выбросом углерода». В документе установлены показатели: выбросы углерода на единицу потребления энергии (целевое значение: не более 0,2 тонны диоксида углерода на тонну стандартного угля), доля потребления энергии, не относящейся к ископаемым источникам (не менее 95 %), и доля потребления электроэнергии, не относящейся к ископаемым источникам, в физическом выражении (не менее 35 %). Одновременно установлены восемь руководящих показателей в четырёх категориях: декарбонизация процессов, сокращение выбросов углерода, интеллектуальное управление выбросами углерода, компенсация выбросов углерода и раскрытие информации. В уведомлении предлагается отбирать предприятия и ЦОДы, имеющие возможности и чёткие цели строительства, проработанные планы реализации и взявшие обязательство завершить строительство в установленные сроки, для включения в национальный список предприятий с нулевым выбросом углерода. Ранее Госсовет КНР опубликовал План действий по достижению пика выбросов углерода в течение 15-й пятилетки: в Китае должно быть построено около 100 национальных парков и около 500 заводов с нулевым уровнем выбросов углерода.



Перовскитные модули: 172 дня испытаний

Низкая стабильность и быстрая деградация считаются главными недостатками перовскитных солнечных элементов. Китайская компания UtmoLight завершила 172-дневные полевые испытания своих перовскитных модулей в условиях умеренно континентального климата провинции Хэбэй.

Модули площадью 2,81 м² и мощностью 450 Вт были подключены в январе 2026 года, сбор данных вёлся с 19 января по 14 июля. При различных условиях эксплуатации они показали средний коэффициент производительности, приближающийся к 100 %, без значительной деградации. Ключевым результатом испытаний стал сверхнизкий температурный коэффициент — от −0,001 до −0,004 %/°C. Это на два порядка лучше, чем у кремниевых панелей, где показатель составляет от −0,2 до −0,4 %/°C.

В июне 2026 года компания представила модернизированную панель с закалённым стеклом толщиной 3,2 мм, сертифицированную на снеговую нагрузку 5400 Па и удар градом диаметром 45 мм. Ожидаемая стоимость перовскитных модулей в перспективе — менее 0,5 юаня за 1 Вт против примерно 0,7 юаня за ватт у обычных панелей. Первый гигаваттный завод по производству перовскитных модулей UtmoLight открыла в феврале 2025 года. ●

Одной строкой

[Подробнее...](#)

Согласно данным ассоциации Solar Energy UK, в июле 2026 года солнечная энергетика Великобритании установила новый месячный рекорд — её доля в производстве электроэнергии составила 14,4%. За месяц солнечная энергетика произвела 3,2 ТВт·ч электроэнергии, превывсив предыдущий месячный рекорд в 12,4% от общего объема производства, установленный в мае, и значительно превывсив показатель в 9,6%, зафиксированный в июле 2025 года. В первой половине 2026 года по всей стране было введено в строй 142 536 солнечных установок, в основном кровельный электростанций, что стало самым успешным шестимесячным периодом после отмены субсидий. Согласно официальной статистике, установленная мощность солнечной энергетики Великобритании по итогам июня 2026 года составила более 22,3 ГВт. Годовой КИУМ солнечной генерации на Туманном Альбионе составляет в среднем 10–11%. При этом, согласно исследованию британского Минэнерго в 2023 году, солнечная энергетика является самой дешёвой технологией производства электроэнергии в стране.



В Грузии построена ВЭС 206 МВт

Китайская компания Goldwind, крупнейший производитель ветрогенераторов в мире, сообщила о завершении установки всех турбин на площадке ветровой электростанции Ruisi («Руиси») мощностью 206 МВт в Грузии. Последняя турбина была установлена 30 июля на объекте в крае Шида-Картли, недалеко от города Гори.

Крупнейшая в Грузии ветровая электростанция оснащена 33 турбинами Goldwind GWH171-6.25MW мощностью 6,25 МВт, которые, по словам компании, были выбраны заказчиком в 2024 году за высокую производительность, экономическую эффективность и финансовую привлекательность. Среднегодовая скорость ветра в районе установки ВЭС составляет 7,2 м/с. В январе этого года Goldwind объявила об установке первой турбины на электростанции Ruisi.

В марте компания сообщила китайскому информационному агентству Синьхуа, что полная установка одной турбины на площадке занимает около пяти дней. Ожидается, что после ввода в эксплуатацию ветровой электростанции «Руиси» будет вырабатывать около 600 ГВт·ч электроэнергии в год. Проект Ruisi принадлежит и управляется компанией Peri LLC через специализированную компанию JSC Wind Power.

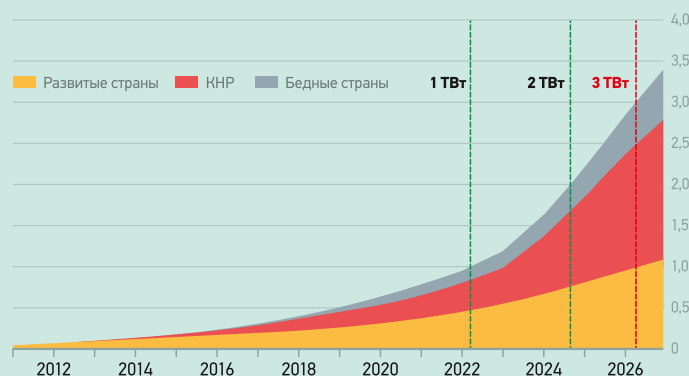
Установленная мощность мировой солнечной энергетики превысила три тераватта

В этом году установленная мощность мировой солнечной энергетики превысила 3000 ГВт. Это произошло ещё в марте, но прошло незамеченным, сообщает Bloomberg NEF. Неудивительно, в мире нет единого статистического ведомства, которое бы ежемесячно отчитывалась о тех или иных результатах.

После изобретения кремниевой солнечной батареи в 1954 году (речь идёт о пригодном для практического использования кремниевом элементе от Bell Laboratories) миру потребовалось почти семь десятилетий, чтобы установить первый тераватт мощностей солнечной энергетики. После достижения этого рубежа в 2022 году, второй тераватт был добавлен в 2024-м, а третий в 2026 году, пишет BNEF. По итогам 2025 года доля солнца в выработке мировой электроэнергии составляла около 9%. Высокие темпы роста ожидаются и далее, и к 2036 году установленная мощность солнечной энергетики достигнет 9 ТВт. Первый тераватт солнечной генерации был установлен в основном в богатых странах, поскольку правительства субсидировали возобновляемую энергетику. Однако с тех пор Китай стал мировым лидером в области солнечной энергетики, устанавливая колоссальные мощности и экспортируя дешёвые панели в развивающиеся страны. И дальнейший рост мощностей мировой солнечной энергетики будет в основном обеспечиваться развивающимися рынками.

Глобальная солнечная энергетика

Внедрение фотоэлектрических систем [ТВт] продолжает ускоряться по мере снижения стоимости PV-панелей



За последние несколько лет в таких странах, как Пакистан, Нигерия и Филиппины, наблюдался необычайный рост количества солнечных батарей, установленных на крышах. Некоторые небольшие рынки, такие как Куба и Ливан, также продемонстрировали быстрый рост. Именно поэтому число стран, в которых установлено не менее 1 ГВт мощностей солнечной энергетики, выросло до 74 в прошлом году по сравнению с 42 в 2020 году.

По мнению авторов BNEF, существует теоретический верхний предел того, сколько солнечной энергии можно добавить в энергосистему. Это связано с тем, что как только солнечная энергия удовлетворяет весь спрос в дневное время, добавление большего количества не имеет смысла. Литий-ионные батареи могут помочь продлить бум солнечной энергетики на некоторое время, поглощая избыточную энергию днём и высвобождая её позже вечером.

Моделирование и исследование в ПО Aspen Plus установки для электрохимического получения водорода

Рецензия эксперта на статью получена 16.05.2026 [The expert review of the article was received on May 16, 2026]

Электролиз воды считается самым экологичным способом производства водорода, применение которого напрямую связано с ростом использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Из нескольких известных методов электролиза щелочной — самый технологически изученный, благодаря десятилетиям научных исследований, и обладающий высокой эффективностью. В малогабаритных установках — электроводородных генераторах (ЭВГ) — обычно используются технологии низкотемпературного электрохимического расщепления воды, среди которых выделяют три основных типа. Это, собственно, «водно-щелочной электролиз» (Alkaline Water Electrolysis, AWE), «электролиз с протонообменной мембраной» (Proton Exchange Membrane, PEM) и «электролиз с анионообменной мембраной» (Anion Exchange Membrane, AEM). Различия между ними проходят как на уровне химических реакций с разными типами электролита и условиями протекания, так и на конструктивном уровне при реализации технологических схем в установках ЭВГ [1].

В технологиях водно-щелочного электролиза достижения связаны с новыми конструктивными решениями и материалами для диафрагмы и электродов, применением катализаторов, системной интеграцией с ВИЭ. Тем не менее, остаются такие проблемы, как низкая плотность рабочего тока, медленная реакция выделения кислорода и недостаточная совместимость с переменной мощностью ВИЭ-источника электроэнергии [2].

Актуальные исследования направлены на повышение эффективности и снижение затрат на производство водорода

в водно-щелочных электролизёрах. Среди перспективных направлений — использование эффектов турбулентности в потоке электролита, действия ультразвука, а также магнитного поля и связанных с ним магнитогидродинамического и магнитотермального эффектов на пузырьки газов в электролите [1, 2].

Авторами ранее проводилось исследование эффективности ячейки «с нулевым зазором между пористыми электродами и диафрагмой» (Zero Gap Configuration of AWE, ZGAW) [3], а также исследование влияния ультразвука на функциональные характеристики ячейки ЭВГ [4], что позволило предложить новые способы повысить эффективность бытовых и промышленных установок ЭВГ.

В этих работах использовался метод математических моделей («цифровых двойников») ячейки электролизёра, позволяющий ещё на этапе проектирования исследовать функциональные характеристики различных вариантов элементов ячеек и конструкции в целом. Кроме того, проводились параметрические исследования влияния температуры, давления и плотности тока на производительность AWE-ячейки. Разработанные модели применимы для широкого рабочего диапазона параметров, поэтому значительная часть задачи повышения эффективности электролизёра решается оптимизацией математической модели.

Использование цифровых двойников позволяет также внедрять системы мониторинга и адаптивного управления, обучать технический персонал, проводить наладочные и плановые работы по совершенствованию реальных устройств электроводородной генерации.

УДК 661.931, 62-622. Научная специальность: 2.4.5.

Моделирование и исследование в ПО Aspen Plus установки для электрохимического получения водорода

Владимир Алексеевич Сучилин, д.т.н., профессор; **Алексей Сергеевич Кочетков**, старший преподаватель; **Николай Николаевич Губанов**, старший преподаватель, Российский государственный университет туризма и сервиса (РГУТиС)

Для повышения эффективности установок электролизно-водной генерации водорода (ЭВГ) нужно ещё на этапе моделирования исследовать и оптимизировать их функциональные характеристики. Эта задача решается с помощью математических моделей (цифровых двойников) данных систем. Анализ различных методов моделирования показал, что перспективным является использование ПО Aspen Plus, которое позволяет моделировать электрохимические процессы с учётом термодинамики и кинетики, контролировать массовый и энергетический баланс, оптимизировать заданные параметры отдельных узлов и конструкции в целом. Проведено моделирование и параметрическое исследование функциональных характеристик установки ЭВГ в ПО Aspen Plus. Представлены сравнительные результаты для разных моделей и параметров процесса, предложены способы повышения эффективности производства водорода.

Ключевые слова: производство водорода, электролизно-водные генераторы, водно-щелочной электролиз, эффективность, моделирование в ПО Aspen Plus.

UDC 661.931, 62-622. Scientific specialty number: 2.4.5.

Modeling and research in Aspen Plus software of a plant for the electrochemical method of hydrogen production

Vladimir A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Aleksej S. Kochetkov**, senior lecturer; **Nikolaj N. Gubanov**, senior lecturer, Russian State University of Tourism and Service (RGUTiS)

To increase the efficiency of water electrolyzer plants for hydrogen production it is necessary to study and optimize their functional characteristics at the modeling stage. This problem is solved using mathematical models (digital twins) of these systems. An analysis of various modeling methods showed that the use of Aspen Plus software, that allow to simulate electrochemical processes taking into account thermodynamics and kinetics, control mass and energy balance, and optimize the specified parameters of individual components and the structure as a whole, is promising. Modeling and parametric study of the functional characteristics of the water electrolyzer plant were carried out in Aspen Plus software. Comparative results for different models and process parameters are presented, and methods for increasing the efficiency of hydrogen generation are proposed.

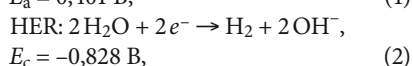
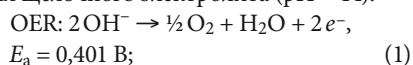
Key words: hydrogen production, water electrolyzers, alkaline water electrolysis, efficiency, modeling in Aspen Plus software.



Детальное моделирование отдельных узлов установки ЭВГ, таких как АВЕ-ячейка и теплообменник, и физических процессов в них, например, движение электролита в пористом проводнике или действие ультразвука на пузырьки газов в растворе, выполнялось авторами в программном обеспечении (ПО) COMSOL Multiphysics, которое имеет необходимый набор мультифизических интерфейсов для задания уравнений и позволяет решать инженерные задачи любой сложности методом конечных элементов.

Но для создания цифрового двойника установки ЭВГ в целом нужно моделировать электрохимические процессы, включая электролиз воды, с учётом термодинамики и кинетики процесса, поддерживать массовый и энергетический баланс отдельных узлов и установки в целом, учитывать распределение реагентов и продуктов в системе, проводить параметрические исследования и анализ чувствительности, варьируя взаимосвязанные входные параметры. Такими возможностями обладает ПО для математического моделирования и оптимизации процессов химической промышленности Aspen Plus. Однако его использование предполагает интеграцию одной из существующих математических моделей ячейки электролизёра с остальными компонентами установки, что позволит получить замкнутую модель установок щелочного электролиза.

Электрохимическое расщепление молекул воды на молекулы водорода и кислорода по схеме $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ происходит в результате двух реакций: выделения кислорода на аноде (Oxygen Evolution Reaction, OER) и выделения водорода на катоде ячейки электролизёра (Hydrogen Evolution Reaction, HER). Механизм каждой из этих реакций может быть различным в зависимости от показателя pH раствора электролита. Уравнения реакций для щелочного электролита (pH = 14):



где E_a и E_c — равновесные потенциалы на аноде и катоде при стандартных условиях (температуре 298,15 К и давлении 1 атм). Разность этих потенциалов создаёт равновесное напряжение ячейки $U_{eq} = E_a - E_c = 1,229 \text{ В}$. Под воздействием электрического поля освобожденные на аноде электроны текут по внешней цепи к катоду, в то время как ионы гидроксида OH^- выделяются в электролит и движутся к аноду. Таким образом, U_{eq} — минимальное напряжение, необходимое для протекания реакции.

Однако на практике напряжение ячейки U_{cell} всегда выше равновесного из-за кинетических и резистивных эффектов, вызывающих так называемые «перенапряжения». Это перенапряжения активации U_{act} и концентрации U_{conc} на электродах, которые вычисляются отдельно для катода и анода, и омическое перенапряжение U_{ohm} , связанное с сопротивлением электролита и электронных проводников при прохождении тока.

Поэтому:

$$U_{cell} = U_{eq} + U_{act} + U_{ohm} + U_{conc}. \quad (3)$$

Если условия отличаются от стандартных, равновесное напряжение U_{eq} в этой формуле заменяется на U_{oc} — напряжение разомкнутой цепи (open circuit), которое можно рассчитать с помощью уравнения Нернста как функцию температур ячейки и парциальных давлений H_2 и O_2 на катоде и аноде соответственно. Перенапряжения активации U_{act} связаны с преодолением энергетических барьеров OER- и HER-реакций и могут быть найдены по уравнению Батлера — Фольмера. Омическое перенапряжение вычисляется с использованием закона Ома и эмпирических зависимостей для ионной проводимости электролита [5].

Кроме того, пузырьки газов на электродах и в растворе электролита создают дополнительное пузырьковое перенапряжение, влияние которого на эффективность процесса электролиза и возможный способ устранения пузырьков рассмотрен авторами в [4].

С другой стороны, в рамках термодинамики равновесное напряжение U_{eq} можно трактовать как обратимое напряжение U_{rev} , связанное с изменением энергии Гиббса. Реакция расщепления воды является эндотермической реакцией, общая потребляемая энергия которой складывается из электрической и тепловой энергии и определяется изменением энтальпии ΔH в соответствии с уравнением:

$$\Delta H = \Delta G + Q = \Delta G + T\Delta S, \quad (4)$$

где ΔG — изменение свободной энергии Гиббса — минимальное количество энергии, которое необходимо передать с помощью электричества, а тепловая энергия $Q = T\Delta S$, где T — температура электролиза, а ΔS — изменение энтропии. При стандартных условиях $\Delta G^0 = 237,1 \text{ кДж/моль}$, а тепловая энергия $T\Delta S^0 = 48,7 \text{ кДж/моль}$. Таким образом, $\Delta H^0 = 285,8 \text{ кДж/моль}$. То есть на 1 моль H_2O теоретически требуется 285,8 кДж полной энергии, включая 237,1 кДж электрической и 48,7 кДж тепловой. При низкотемпературном электролизе воды энергия может поступать за счёт дополнительных источников тепла или джоулевого нагрева, вызванного электронным и ионным токами в ячейке.

Термодинамическое обратимое напряжение U_{rev} , теоретически позволяющее инициализировать электролиз воды, вычисляется по изменению свободной энергии Гиббса:

$$U_{rev} = -\frac{\Delta G}{zF}, \quad (5)$$

где $z = 2$ — число обменных электронов на 1 моль H_2 ; $F = 9,65 \times 10^4 \text{ Кл/моль}$ — число Фарадея. В то же время термонеutralное напряжение U_{tn} рассчитывается по изменению энтальпии:

$$U_{tn} = -\frac{\Delta H}{zF}. \quad (6)$$

Отсюда $U_{rev} = 1,23 \text{ В}$, $U_{tn} = 1,48 \text{ В}$ при стандартных условиях. Разница возникает из-за изменения энтропии $T\Delta S^0$ в процессе электролиза и должна быть уравновешена либо подачей, либо отводом тепла из системы [1].

Если вся энергия, необходимая для электрохимического процесса, обеспечивается электричеством, минимальным напряжением для поддержания адиабатического процесса электролиза воды является термонеutralное напряжение ячейки U_{tn} . В этом случае идеальный электролизёр с КПД, равным 100 %, выделял бы количество тепла, равное тому, что необходимо для реакции, и следовательно, находился в тепловом равновесии с окружающей средой.

Если напряжение U_{cell} меньше U_{tn} , но больше U_{rev} , ячейка действует как холодильник, непрерывно поглощающий тепло из окружающей среды. Если $U_{\text{cell}} > U_{\text{tn}}$, выделяется избыточное тепло, которое необходимо отводить во избежание перегрева ячейки. Именно последний вариант соответствует реальному режиму работы электролизёра.

Моделирование установки AWE-электролиза для производства водорода в ПО Aspen Plus требует интеграции указанных процессов в среду химического моделирования и представляет собой комплексный подход к проектированию и оптимизации систем электролиза воды, который позволяет создавать детализированные модели, учитывающие электрохимические, термодинамические, кинетические и транспортные явления.

Блок электролизёра является центральным элементом модели установки ЭВГ. Поскольку в библиотеке оборудования пакета Aspen Plus до версии 14 отсутствовал такой встроенный модуль, как электролизёр, то исследователями было предложено несколько подходов к его реализации в Aspen Plus, которые зависят от типа электролизёра (ALE, PEM, SOEC) и требуемого уровня детализации.

Наиболее универсальный вариант — создание пользовательского блока электролизёра на основе заданных уравнений. Этот способ позволяет учитывать специфические электрохимические характеристики электролизёра, включая перенапряжения, омические потери и кинетику электродных реакций. В работе [6] предложена электрохимическая модель ячейки AWE-электролизёра, входящими переменными которой являются температура ячейки T , давление p и плотность тока i . Формулы, описывающие работу ячейки, основаны как на физических принципах, связанных с процессом электролиза, так и на статистических данных. Для анализа зависимости напряжения ячейки и различных возникающих перенапряжений от плотности тока обычно используют графическое представление в виде поляризационной кривой. Основное уравнение, позволяющее построить поляризационную кривую, выражает эмпирическую зависимость напряжения ячейки от входящих величин:

$$U_{\text{cell}} = U_{\text{eq}} + (r_1 + d_1 + r_2 T + d_2 p) i + s \log \left[\left(t_1 + \frac{t_2}{T} + \frac{t_3}{T^2} \right) i + 1 \right], \quad (7)$$

где r_1 [Ом·м²], d_1 [Ом·м²], r_2 [Ом·м²/°C] и d_2 [Ом·м²/бар] — эмпирические параметры, задающие сопротивление электролита и проводников; s [В], t_1 [м²/А], t_2

[°C·м²/А] и t_3 [°C²·м²/А] — эмпирические параметры, определяющие перенапряжение на электродах. При этом, в отличие от (3), не учитывается концентрационное перенапряжение, так как его влияние при плотности тока, характерной для обычного режима работы электролизёра, несущественно.

Одно из дополнительных уравнений этой модели представляет формулу для фарадеевской эффективности h_F процесса электролиза (отношение измеренного фактического количества произведённого H_2 к теоретически рассчитанному), включающую несколько эмпирических параметров [6].

Эффективность электролизёра также зависит от чистоты состава газов на выходах из ячейки. Диффузия водорода в кислород (Diffusion of Hydrogen to Oxygen, НТО) имеет большее значение, чем обратный процесс, так как количества выделяющихся H_2 и O_2 находятся в отношении 2:1. Кроме того, коэффициенты растворимости и диффузии O_2 в концентрированном КОН меньше. Загрязнение водородом потока кислорода может даже превышать установленный предел безопасности (3,8% моль H_2 при давлении 1 атм и температуре +80°C) [2]. При этом диффузия кислорода в водород составляет не более 0,1–0,5%, поэтому в данной модели не учитывается. Формула для НТО, которая определяет мольную долю H_2 в потоке O_2 на выходе из анода и выражает чистоту состава произведённого газа, содержит две серии эмпирических параметров, отражающих влияние температуры и давления [6].

Данная полуэмпирическая модель в работе [7] была распространена на электролизёр как стек (батарею) ячеек, соединённых параллельно, и интегрирована в Aspen Plus в виде подпрограммы через интерфейс Aspen Custom Modeler. При этом в число входящих переменных модели добавлены активная площадь электродов ячейки A и количество ячеек в батарее N .

Из уравнения Фарадея для ячейки определяется суммарный молярный поток H_2 на катодах батареи, зависящий от фарадеевской эффективности:

$$\dot{n}_{H_2\text{-cath}} = h_F \frac{I}{zF} N, \quad (8)$$

где $I = iA$ — сила тока в ячейке.

Электрическая мощность батареи W_{stack} зависит от напряжения и силы тока ячейки:

$$W_{\text{stack}} = U_{\text{stack}} I = N U_{\text{cell}} i A. \quad (9)$$

Это выражение неявно определяет плотность тока ячейки i , поэтому W_{stack}

можно задавать в качестве одной из входящих переменных.

Материальный баланс модели выражают потоки генерации и потребления. Молярный поток произведённого водорода $\dot{n}_{H_2\text{-prod}}$ находится по формуле (8), а для молярных потоков произведённого кислорода $\dot{n}_{O_2\text{-prod}}$ и расхода воды $\dot{n}_{H_2O}$ из уравнений реакций (1) и (2) следуют отношение $\dot{n}_{O_2\text{-prod}}/\dot{n}_{H_2\text{-prod}} = 1/2$ и равенство $\dot{n}_{H_2O} = \dot{n}_{H_2\text{-cath}}$.

Энергетический баланс определяют такие переменные, как общее количество выделяемого тепла Q_{gen} и тепловые потери Q_{loss} .

Так как рабочее напряжение ячейки U_{cell} выше теоретического термонеutralного $U_{\text{tn}} = 1,48$ В, то выделяется избыточная теплота, количество которой прямо пропорционально разнице напряжений:

$$Q_{\text{gen}} = NI(U_{\text{cell}} - U_{\text{tn}}). \quad (10)$$

Это приводит к повышению температуры электролита и образующихся газов, которые необходимо постоянно охлаждать для поддержания заданной рабочей температуры. Предполагается, что часть выделяемого тепла Q_{loss} теряется за счёт теплового излучения, так что чистая избыточная теплота Q_{excess} представляет разность Q_{gen} и Q_{loss} .

Батарея работает адиабатически, за исключением рассеиваемого потока Q_{loss} , величина которого пропорциональна изменению энтальпии ΔH с коэффициентом Q_f . Этот параметр, определяемый конструкцией электролизёра, можно принять равным 10%:

$$Q_{\text{loss}} = Q_f \dot{n}_{H_2\text{-prod}} \Delta H = 0,1 \dot{n}_{H_2\text{-prod}} \Delta H. \quad (11)$$

Оставшаяся часть выделяемого тепла, то есть чистое избыточное тепло Q_{excess} , в сумме с потребляемой электрической мощностью W_{stack} добавляется к общей энтальпии продуктов реакции и учитывается Aspen Plus при расчёте общей температуры батареи.

Модель технологического процесса электролиза была разработана в [7] с учётом всех основных компонентов реальной установки электроводородной генерации. Кроме блока электролизёра, она включает систему подачи раствора электролита, систему отделения газов от жидкости, теплообменники, насосы для циркуляции электролита и контур охлаждения. Эти компоненты были смоделированы с использованием стандартных элементов Aspen Plus.

Термодинамические свойства всех химических веществ, участвующих в процессе, содержатся в решателях Aspen Plus.

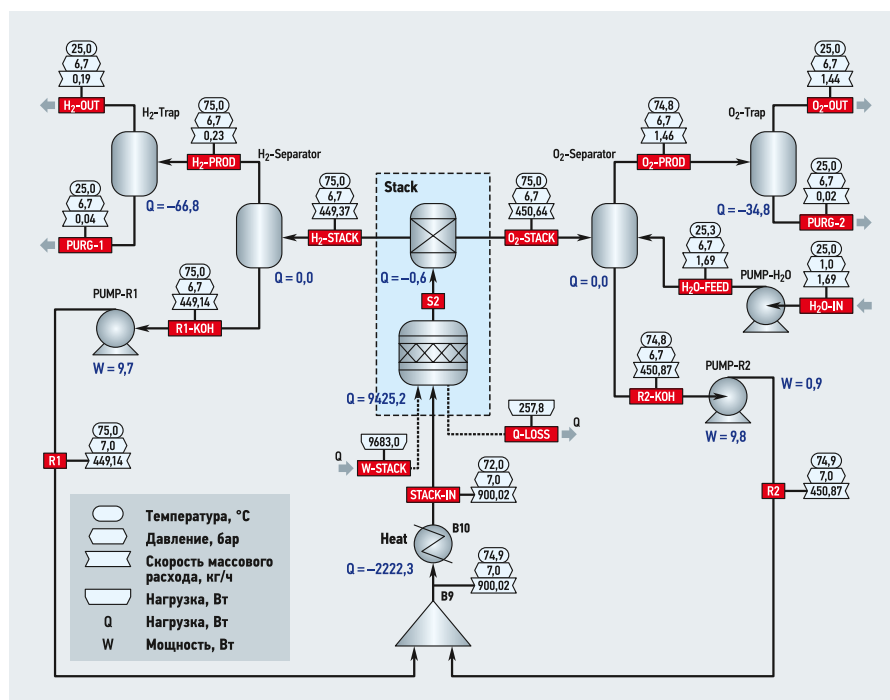


Рис. 1. Схема установки AWE-электролиза и её функциональные характеристики (модель №1)

Задав рабочие параметры отдельных модулей и граничные условия, можно контролировать баланс массы и энергии каждого компонента и всей системы в целом и прогнозировать функциональные характеристики установки ЭВГ: напряжение батареи, выработку водорода и кислорода, содержание примесей H₂ в потоке на выходе из анода и O₂ на выходе из катода соответственно. Эти и ряд других параметрических исследований влияния температуры, давления и плотности тока на общую производительность системы были проведены в [7]. Таким образом, данная модель в Aspen Plus представляет собой полезный инструмент для проведения оптимизации на системном уровне с целью максимизации общей эффективности установки ЭВГ.

Однако создание нового пользовательского блока в Aspen Custom Modeler не является обязательным условием для имплементации эмпирических уравнений в модель Aspen Plus. Основное уравнение (7) можно использовать также и с типовыми блоками из библиотеки оборудования. Для этого достаточно объединить в один технологический узел стехиометрический реактор конверсии, в котором протекает реакция разложения воды, и сепаратор для разделения смеси газов водорода и кислорода. Таким способом в ряде работ [8–10] были построены модели в Aspen Plus установки AWE-электролиза на основе [5, 6], но с использованием

только стандартных модулей из библиотеки Aspen Plus. Однако в этих работах модель подвергалась некоторым упрощениям, например, не учитывались фарадеевская эффективность и НТО, а цикл установки ЭВГ оставался незамкнутым. Таким образом, моделирование являлось скорее учебной иллюстрацией возможностей пакета Aspen Plus, чем рабочим инструментом для проектирования и оптимизации систем производства водорода.

Исследуемая модель и результаты

В данной работе на первом этапе решается задача моделирования и исследования установки AWE-электролиза стандартными средствами Aspen Plus, но с сохранением всех возможностей модели [7] (модель №1). Кроме того, так как блок электролизной батареи присутствует в версии 14 пакета Aspen Plus, установку ЭВГ можно также моделировать с использованием данного модуля (модель №2), чтобы проверить различия этих двух методов и сравнить их результаты.

В расчётах применялся базовый метод свойств ELECNRTL для чистых компонентов и смеси в растворе. Метод Генри применялся для газов O₂ и H₂.

Входные параметры ячейки: плотность тока $i = 4000$ А/м², активная площадь электродов $A = 0,1$ м², количество ячеек в батарее $N = 12$. Параметры входящего потока: температура $T = +72$ °C, давление $p = 7$ бар, массовые доли H₂O и KOH

в растворе электролита: $w_{H_2O} = 0,65$, $w_{KOH} = 0,35$, массовый расход раствора электролита $\dot{m} = 900$ кг/ч. Использовались эмпирические параметры из [7].

Некоторые из функциональных характеристик модели, которые можно вычислить по формулам (7)–(9) до обращения к Aspen Plus, занесены в табл. 1.

Эти значения записываются в настройки блоков как параметры программы и входные переменные. На рис. 1 представлены структурная схема модели установки AWE-электролиза и её функциональные характеристики.

Входящий поток STACK-IN раствора электролита и блок STACK представляют начальный этап цикла. Блок STACK состоит из стехиометрического реактора конверсии B1 и сепаратора компонентов B2. Для реакции конверсии необходимо задать степень превращения γ_{conv} , которая вычисляется по молярному расходу воды следующим образом:

$$\gamma_{conv} = \frac{M_{H_2O} \dot{n}_{H_2O}}{w_{H_2O} \dot{m}} = 0,002758, \quad (12)$$

где молярная масса воды составляет $M_{H_2O} = 18,015$ кг/кмоль.

Давление в реакторе предполагается постоянным: $p_1 = 7$ бар, избыточная теплота Q_{gen} находится по формуле (10): $Q_{gen} = 2577,93$ Вт, тепловые потери $Q_{loss} = 257,79$ Вт, тепловая нагрузка:

$$Q = W_{stack} - Q_{loss} = 9425,21 \text{ Вт}.$$

Температура продуктов реакции T_1 вычисляется средствами Aspen Plus и передаётся в блок B2 как температура входящего потока S2. В параметрах блока B2 задаются части компонент входящего потока, идущие в выходящие потоки сепаратора. Из-за диффузии водорода компонент H₂ потока S2 входит в поток O₂-STACK с коэффициентом $k_{H_2} \neq 0$. Из отношения потоков:

$$\frac{\dot{n}_{O_2-Prod}}{\dot{n}_{H_2-Prod}} = \frac{1}{2}$$

значение $k_{H_2} = \frac{1}{2} HTO = 0,00402648$.

Также для сепаратора задаётся падение давления до $p_2 = 6,7$ бар. Температура на выходе T_2 и тепловая нагрузка Q_2 вычисляется средствами Aspen Plus.

В реальной AWE-ячейке блоку B2 соответствует мембрана-сепаратор с хорошей ионной проводимостью, которая разделяет объём ячейки на две части, так что реакции (1) и (2) протекают каждая в своей зоне и выделяющиеся H₂ и O₂ непосредственно не смешиваются.

Однако растворённые в электролите газы могут проникать через разделительную мембрану, перекрёстно загрязняя обе половины ячейки. Газожидкостная смесь поступает в разделительные камеры.

Функциональные характеристики установки (модель №1)

табл. 1

Напряжение ячейки U_{cell} , В	Фарадеевская эффективность η_F	НТО	Электрическая мощность W_{stack} , Вт	Молярный поток H ₂ на катодах $\dot{n}_{H_2-cath}$, кмоль/ч
2,017	0,947339	0,00805296	9683	0,9089

Здесь пузырьки газа отделяются и скапливаются в верхней части камер, а избыток газа, превышающий предел растворимости, вытекает вместе с жидкостью в виде мелких пузырьков.

В данной модели потоки H_2 -STACK и O_2 -STACK направляются в двухфазные сепараторы-испарители для разделения жидкости и газа ($SEP-H_2$ и $SEP-O_2$, соответственно), работающие адиабатически при постоянных температуре и давлении. Здесь разделяются потоки жидкого раствора электролита ($R1-KOH$ и $R2-KOH$) и потоки газов (H_2-PROD и O_2-PROD), но небольшое количество водяного пара уходит вместе с водородом (молярный поток $\dot{n}_{out1}$) и кислородом (молярный поток $\dot{n}_{out2}$). Поэтому предусмотрен дополнительный поток H_2O-IN деионизированной воды ($T_3 = 25^\circ C$, $p_3 = 1$ бар), которая насосом $PUMP-H_2O$ (давление на выходе $p_4 = 6,7$ бар) подается в кислородный сепаратор $SEP-O_2$ (поток $H_2O-FEED$). Необходимый для восполнения потерь воды молярный поток $\dot{n}_{H_2O-in}$ вычисляется с помощью встроенной функции Aspen Plus «калькулятор» как сумма потерь и молярного расхода в процессе электролиза.

Из-за добавления холодной воды температура потоков O_2-PROD и $R2-KOH$ T_6 на выходе из сепаратора $SEP-O_2$ немного ниже, чем температура $T_5 = T_2$ потоков H_2-PROD и $R1-KOH$. Потоки $R1-KOH$ и $R2-KOH$ поступают в рециркуляционные насосы ($PUMP-R1$ для катодного контура и $PUMP-R2$ для анодного контура), повышающие давление на выходе до заданного $p = 7$ бар. Потоки жидкости $R-1$ и $R-2$ соединяются смесителем $B9$ перед теплообменником $B10$, где электролит охлаждается до заданной температуры $T = +72^\circ C$ перед подачей в батарею ($STACK-IN$).

Водород и кислород, отделенные в двухфазных сепараторах (потоки H_2-PROD и O_2-PROD), проходят через дополнительные испарители ($TRAP-H_2$ и $TRAP-O_2$, соответственно) при постоянном давлении $p_8 = 6,7$ бар и охлаждении до $T_8 = 25^\circ C$, чтобы удалить максимальное количество конденсатной воды в потоках очищенных продуктов H_2-OUT и O_2-OUT .

Полученные в результате моделирования параметры потоков занесены в табл. 2. Видно, что в замкнутом цикле установки ЭВГ такие значения, как массовый расход электролита во входящем потоке $STACK-IN$ и молярный поток H_2 в потоке $H_2-STACK$, подверглись небольшой корректировке по сравнению с входными параметрами и переменными.

Оценка эффективности установки должна включать как количество произведенного водорода, так и степень его чистоты.

Параметры потоков установки (модель №1)

табл. 2

Потоки/параметры	STACK-IN	H ₂ -STACK	O ₂ -STACK	R1	R2	H ₂ -OUT	O ₂ -OUT
Температура, °C	72,0	74,9865	75,9865	75,0084	74,8708	25	25
Давление, бар	7,0	6,7	6,7	7,0	7,0	6,7	6,7
Массовый расход, кг/ч	900,02	449,374	450,642	449,142	450,87	0,1876	1,4375
Молярная доля пара / жидкости	0 / 1	0,0042 / 0,9958	0,0021 / 0,9979	0 / 1	0 / 1	1 / 0	1 / 0
Молярный поток H ₂ O, кмоль/ч	32,4725	16,1914	16,1914	16,1886	16,2839	4,3302 e ⁻⁴	2,2681 e ⁻⁴
Молярный поток H ₂ , кмоль/ч	4,2702 e ⁻⁴	0,08961	3,62275 e ⁻⁴	4,2362 e ⁻⁴	3,4012 e ⁻⁶	0,08919	3,5887 e ⁻⁴
Молярный поток O ₂ , кмоль/ч	4,6994 e ⁻⁴	0	0,04524	0	4,6999 e ⁻⁴	0	0,0448
Молярный поток KOH, кмоль/ч	5,6144	2,8072	2,8072	2,8072	2,8072	0	0

Производительность установки измеряется величиной потока на выходе $\dot{n}_{H_2-out} = 0,08919$ кмоль/ч. По табл. 2 легко проверить, что очистка газов в сепараторах от водяного пара практически не изменяет молярную долю H_2 в потоках анодного контура: 0,0080105 в потоке O_2-OUT против 0,0080073 в потоке $O_2-STACK$.

Таким образом, уже известная величина $HTO = 0,00805296$ является хорошим показателем чистоты процесса.

Важной характеристикой установки ЭВГ является её энергоэффективность [эффективность преобразования электроэнергии в теплотворную энергию водорода, которая определяется ростом его энтальпии ΔH в ходе реакции электролиза (4)]. Различают два вида теплотворной способности энтальпии. «Высшая теплотворная способность» (Higher Heating Value, HHV) водорода определяется как количество теплоты, выделяемое в результате сгорания одного моля H_2 при начальной температуре $+25^\circ C$ и последующем охлаждении продукта сгорания — H_2O до исходной температуры при условии конденсации образующегося водяного пара. То есть HHV учитывает всю тепловую энергию, выделяющуюся при сгорании топлива, включая скрытую теплоту парообразования воды. В стандартных условиях $HHV_{H_2} = 285,8$ кДж/моль, что соответствует термонеutralному напряжению $U_{tn} = 1,48$ В.

В отличие от HHV, определение «низшей теплотворной способности» (Lower Heating Value, LHV) предполагает, что продукт сгорания находится в состоянии пара в конце процесса, то есть скрытая теплота парообразования не учитывается. Это фактическое количество полезной энергии, получаемой в процессе горения, поскольку из общей теплотворной способ-

ности вычитается энергия, затрачиваемая на испарение воды. При условии конечной температуры водяного пара $150^\circ C$ $LHV_{H_2} = 241,8$ кДж/моль, что соответствует термонеutralному напряжению $U_{tn} = 1,25$ В.

Энергетическая HHV-эффективность батареи находится по формуле:

$$\eta_{HHV} = \frac{\dot{n}_{H_2-out} HHV_{H_2}}{W_{stack}}. \quad (13)$$

В аналогичную формулу для энергетической LHV-эффективности входит указанная величина LHV_{H_2} . Для данной модели $\eta_{HHV} = 0,73123$, $\eta_{LHV} = 0,61865$.

Суммарная электрическая мощность установки W_{net} складывается из электрической мощности батареи и всех прочих используемых устройств. В данной модели это мощности нескольких насосов. Эти величины приводятся в табл. 3. Видно, что исключительный вклад (99 %) в потребляемую электрическую мощность установки вносит батарея, которая определяет энергоэффективность системы в целом.

Однако здесь не учитываются энергозатраты на охлаждение электролита перед входом в батарею. Основную часть избыточного тепла $Q_{excess} = 2321,04$ Вт рассеивает теплообменник $B10$, который имеет тепловую нагрузку $Q = -2222,3$ Вт. В реальной установке ЭВГ он является частью контура охлаждения, водяного или воздушного, с дополнительными модулями, требующими затрат электроэнергии.

Кроме того, изменение давления в блоке STACK задается как параметр для выходных потоков из сепаратора $B2$, а не вычисляется, не учитывается также зависимость от температуры электрических характеристик процесса, таких как перенапряжения активации и обратимое напряжение U_{rev} .

Электрические мощности модулей установки (модель №1)

табл. 3

Модули	W_{stack}	$W_{pump-R1}$	$W_{pump-R2}$	W_{pump-H_2O}	W_{net}
Эл. мощность, Вт	9683	9,7146	9,7614	0,9089	9703,38

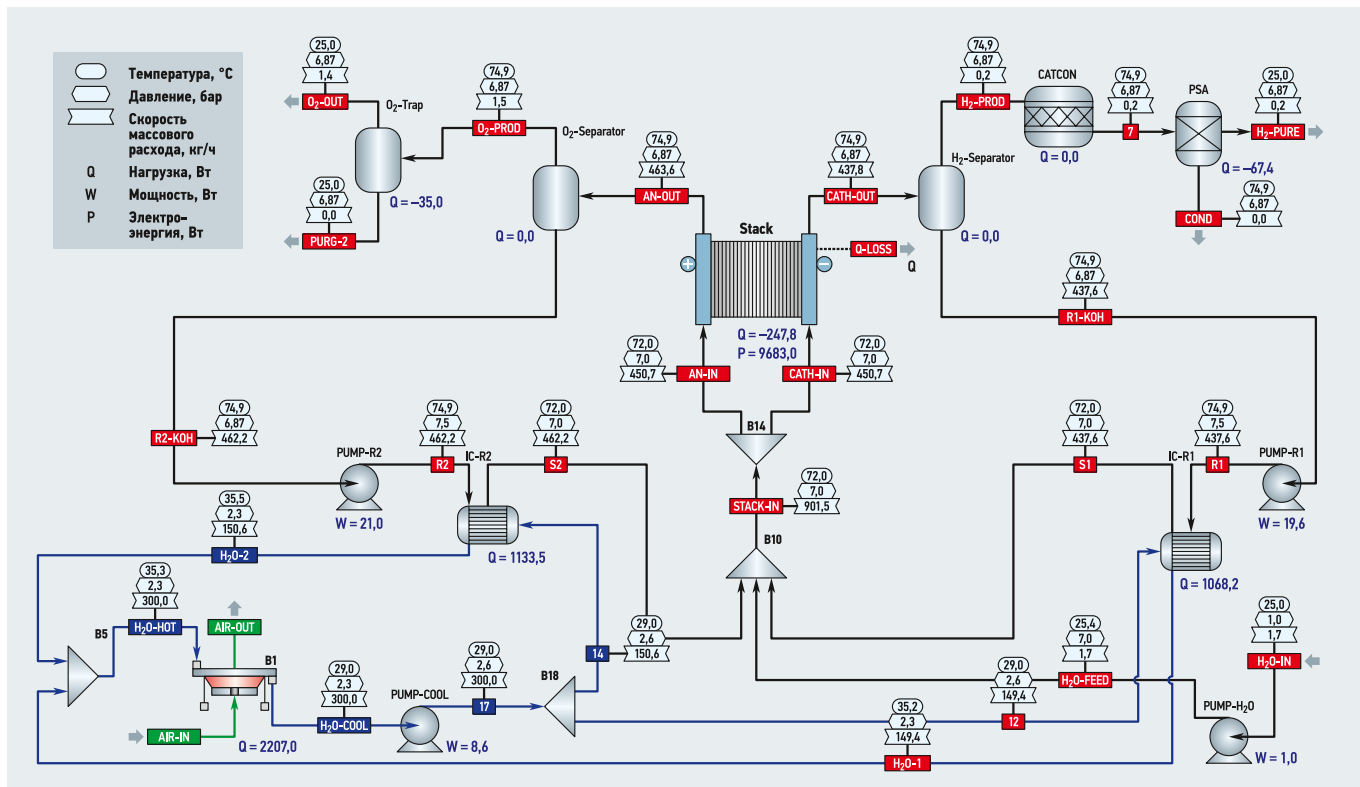


Рис. 2. Схема установки AWE-электролиза и её функциональные характеристики (модель №2)

Наконец, параметрическое исследование характеристик модели №1 затруднено необходимостью перенастройки входных переменных (табл. 1) и производных от них (как γ_{conv}), как это показано выше.

Эти ограничения и недостатки можно преодолеть, используя пакет Aspen Plus версии 14, где блок электролизёра уже присутствует (модель №2).

Реализация электролизёра в Aspen Plus основана на усовершенствованной одномерной модели AWE-ячейки [11], состоящей из трёх основных модульных компонентов: анод, катод и напряжение. Формулы изменения напряжения и падения давления в элементах ячейки выводятся из физических принципов.

Параметры модели определяются конструкционными материалами и конфигурацией компонентов. Это позволяет применять её к различным вариантам щелочных электролизёров, тогда как полуэмпирическая модель [7] разрабатывалась для конкретной ячейки.

По сравнению с моделью №1 данная модель точнее описывает электрохимические процессы в AWE-ячейке.

Во-первых, учитывается электроосмотический эффект, приводящий к миграции воды и растворённых газов через разделительную мембрану, что снижает чистоту продуктов реакции.

Во-вторых, основной негативный процесс — это реакция рекомбинации воды ($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$), в которой расходуются произведённые газы, снижающая фарадеевскую эффективность электроли-

зёра. Предполагается, что реакция рекомбинации эффективно происходит только в катодном канале.

Для анода и катода задаются уравнения материального и энергетического баланса, представляющие расширенный вариант уравнений (7), (8) и (10), (11) модели №1.

Например, уравнение молярного баланса для катода:

$$\dot{F}_{in}^{cath} - \dot{F}_{out}^{cath} - \dot{N}_{H_2O}^{cons} + \dot{N}_{H_2}^{gen} - \dot{N}_{H_2}^{cr} + \dot{N}_{O_2}^{cr} - \dot{N}_{H_2O}^{rec} - 0.5\dot{N}_{H_2O}^{rec} = 0, \quad (14)$$

где $\dot{F}_{in}^{cath}$ и $\dot{F}_{out}^{cath}$ — входящий и выходящий катодные молярные потоки; $\dot{N}_{H_2O}^{cons}$ и $\dot{N}_{H_2}^{gen}$ — молярные потоки потребляемой на катоде воды и произведённого на катоде водорода; $\dot{N}_{H_2}^{cr}$, $\dot{N}_{O_2}^{cr}$ и $\dot{N}_{H_2O}^{cr}$ — молярные потоки кислорода, водорода и воды, проходящие через разделительную мембрану; $\dot{N}_{H_2O}^{rec}$ — молярный поток реакции рекомбинации воды.

Молярный поток воды:

$$\dot{N}_{H_2O}^{cr} = n_{osmo,drag} \dot{N}_{H_2}^{gen}, \quad (15)$$

где $n_{osmo,drag}$ — коэффициент осмотического сопротивления, типичное значение $n_{osmo,drag} = 6.0$.

Молярный поток реакции рекомбинации воды:

$$\dot{N}_{H_2O}^{rec} = k_{rec} z_{H_2}^{cath,in} z_{O_2}^{an,in} V_{chan}^{cath}, \quad (16)$$

где k_{rec} — постоянная скорости реакции рекомбинации, значение которой принято $2,7778 \text{ кмоль}/(\text{ч}\cdot\text{м}^3)$; $z_{H_2}^{cath,in}$ и $z_{O_2}^{an,in}$ — молярные доли H_2 и O_2 в потоках, соответственно, $\dot{F}_{in}^{cath}$ и $\dot{F}_{in}^{an}$; V_{chan}^{cath} — объём катодного канала.

Вычисление потоков генерации и потребления основано на уравнении Фарадея и начинается с величины $\dot{N}_{H_2}^{gen}$ аналогично (8), но фарадеевская эффективность напрямую не входит в формулу.

Энергетический баланс выражается уравнением для энтальпии:

$$\dot{F}_{in}^{cath} H_{in}^{cath} - \dot{F}_{out}^{cath} H_{out}^{cath} + \dot{F}_{in}^{an} H_{in}^{an} - \dot{F}_{out}^{an} H_{out}^{an} + W + Q = 0, \quad (17)$$

где H_{in}^{cath} , H_{out}^{cath} , H_{in}^{an} и H_{out}^{an} — молярные энтальпии входящего и выходящего потоков для катода и анода; W — электрическая мощность ячейки; Q — тепловая нагрузка.

Напряжение ячейки U_{cell} рассчитывается по формуле (3) из уравнений Нернста и Батлера — Фольмера, причём напряжение разомкнутой цепи U_{oc} уменьшается при увеличении температуры за счёт вклада энтропии и возрастает по мере роста давления за счёт свободной энергии образующихся газов [11].

Структура модели №2 установки ЭВГ показана на рис. 2. Основные отличия от предыдущей модели, кроме блока STACK, связаны с системами охлаждения электролита и дополнительной очистки водорода. Контур водяного охлаждения (синие линии) включает два противоточных теплообменника IC-R1 и IC-R2, понижающих температуру потоков R-1 и R-2 до заданной температуры +72°C. Используются встроенные функции Aspen Plus, регулирующие массовый расход охлаждающей воды $\dot{m}_{H_2O-cool} = 300 \text{ кг/ч}$ и его распределение между двумя теплообменниками с помощью делителя потока B18.

После теплообменников потоки H_2O-1 и H_2O-2 соединяются смесителем B5 в поток H_2O-HOT , который нуждается в охлаждении. Воздушный охладитель с вентилятором FAN регулируемой мощности W_{fan} понижает температуру воды T_{H_2O-hot} до $T_{H_2O-cool}$. Потери давления воды компенсируются насосом PUMP-COOL, который направляет поток COOL-IN через делитель B18 в теплообменники.

В отличие от модели №1, поток $H_2O-FEED$ насосом PUMP- H_2O (давление на выходе $p_4 = 7$ бар) подаётся в смеситель B9 для соединения с потоками раствора электролита S-1 и S-2 во входящий поток STACK-IN. Параметры потока STACK-IN те же, что и модели №1, но на катод и анод блока STACK подаются отдельные потоки CATH-IN и AN-IN в заданном отношении $\dot{n}_{cath-in}/\dot{n}_{an-in} = 1/1$. Блок STACK имеет расширенные геометрические настройки для электродов, каналов электролита и мембраны, основные из которых приведены в табл. 4.

Входные параметры модели №1 используются также и в модели №2, что позволяет сравнить их функциональные характеристики, но вместо плотности тока ячейки i задаётся электрическая мощность батареи, равная мощности в модели №1, $W_{stack} = 9683$ Вт.

В модель включены также дополнительные модули для очистки водорода от примесей. Стехиометрический реактор при постоянных температуре и давлении CATCON предназначен для преобразования O_2 в потоке H_2-PROD в H_2O со степенью превращения 1,0. На последнем этапе для получения чистого водорода используется сепаратор компонентов PSA в котором газ H_2 (поток H_2-PURE , $T = +25^\circ C$) отделяется от конденсата H_2O .

В расчётах использовался базовый метод свойств ENRTL-RK для описания поведения чистых компонентов и смеси в растворе электролита. Метод Генри использовался для газов O_2 и H_2 . Равновесие между H_2O , OH^- и H_3O^+ и диссоциация КОН на OH^- и K^+ указаны для определения химического состава раствора. Результаты моделирования сведены в табл. 5.

Сравнение функциональных характеристик моделей №2 и №1 показывает, что при равной мощности W_{stack} напряжение ячейки U_{cell} меньше, чем в модели №1 (1,989 против 2,017 В), а сила тока I больше (405,755 против 400 А). Однако производительность установок практически совпадает (0,9084 против 0,9089 кмоль/ч H_2). В то же время фарадеевская эффективность выше в модели №2, а НТО меньше (0,994 и 0,00482 против 0,947 и 0,00805, соответственно).

Геометрические параметры ячейки (модель №2)

табл. 4

Активная область, м ²	Ширина канала, м	Длина канала, м	Пористость электродов	Толщина канала, м	Толщина мембраны, м	Пористость мембраны
0,1	0,1	1,0	0,3	0,02	0,0005	0,42

Функциональные характеристики установки (модель №2)

табл. 5

Напряжение ячейки U_{cell} , В	Фарадеевская эффективность η_F	НТО	Электрическая мощность W_{stack} , Вт	Скорость производства H_2 , кмоль/ч
1,989	0,994	0,00482	9683	0,9084

Параметры основных потоков модели №2 показаны в табл. 6. Видно, что на выходе блока STACK вычисленное средствами Aspen Plus давление выше, чем заданный параметр в модели №1 (6,87 бар против 6,7 бар). Также надо отметить, что, несмотря на заданное равенство входящих анодного AN-IN и катодного CATH-IN потоков электролита, массовый расход выходящего потока AN-OUT (463,635 кг/ч) на 6% больше, чем CATH-OUT (437,817 кг/ч). Это объясняется учётом вклада в материальный баланс воды, произведённой на аноде и потребляемой на катоде. В модели №1 эта разница меньше 0,3% (450,642 против 449,374 кг/ч).

Энергетическая эффективность батареи рассчитывается средствами Aspen Plus: для данной модели $\eta_{HHV} = 0,7448$, $\eta_{LHV} = 0,6302$.

Работа AWE-установки требует охлаждения потоков электролита перед входом в батарею, то есть рассеивания избыточного тепла. По формуле (10): избыточная теплота $Q_{gen} = 2478,35$ Вт, тепловые потери батареи $Q_{loss} = 247,84$ Вт, а тепловая нагрузка $Q = W_{stack} - Q_{loss} = 9435,16$ Вт. В модели №2 основная часть избыточного тепла передаётся охлаждающей воде в теплообменниках IC-R1 (1068,18 Вт) и IC-R2 (1133,46 Вт) и рассеивается воздушным охладителем B1 с вентилятором FAN (2206,98 Вт). Последний

обеспечивает воздушный поток 20 тыс. кг/ч со скоростью 5,86 м/с. Потребляемая электрическая мощность рассчитывается средствами Aspen Plus: $W_{fan} = 548,87$ Вт.

В модели №2 суммарная электрическая мощность установки W_{net} складывается из электрической мощности батареи, используемых в системе насосов и вентилятора. Эти величины приводятся в табл. 7. Видно, что, хотя основной вклад в потребляемую электрическую мощность установки по-прежнему даёт батарея, W_{fan} вносит 5,35%, и энергоэффективность системы в целом немного меньше: $\eta_{HHV} = 0,6963$, $\eta_{LHV} = 0,5891$.

Сравнение результатов моделирования показывает, что основанная на физических принципах модель №2, имеет преимущество перед эмпирической моделью №1 в понимании вклада в работу установки ЭВГ её отдельных компонентов. Таким образом, она может быть полезна в качестве руководства для повышения производительности в целом за счёт улучшения функциональных характеристик AWE-ячейки (изменения геометрии и свойств электродов), теплообменников и насосов.

Для дальнейшего анализа термодинамического поведения системы и оптимизации эффективности нужно провести исследование влияния входных параметров на её функциональные характеристики.

Параметры потоков установки (модель №2)

табл. 6

Потоки/параметры	STACK IN	CATH-OUT	AN-OUT	R-1	R-2	H_2-PURE	O_2-OUT
Температура, °C	71,97	74,87	74,87	74,912	74,912	25	25
Давление, бар	7,0	6,87	6,87	7,5	7,5	6,87	6,87
Массовый расход, кг/ч	901,45	437,817	463,635	437,587	462,164	0,1816	1,4497
Молярная доля пара / жидкости	0/1	0,0051 / 0,9949	0,0024 / 0,9976	0/1	0/1	1/0	1/0
Молярный поток H_2O , кмоль/ч	32,458	15,5028	16,8649	15,5001	16,8634	0	$2,2226 \cdot 10^{-4}$
Молярный поток H_2 , кмоль/ч	$4,1711 \cdot 10^{-4}$	0,09052	$2,22019 \cdot 10^{-4}$	$4,1493 \cdot 10^{-4}$	$2,1912 \cdot 10^{-6}$	0,09011	$2,1799 \cdot 10^{-4}$
Молярный поток O_2 , кмоль/ч	$5,0285 \cdot 10^{-4}$	$8,04368 \cdot 10^{-9}$	0,04566	$4,1107 \cdot 10^{-11}$	$5,0258 \cdot 10^{-4}$	0	0,0452
Молярный поток КОН, кмоль/ч	5,6446	2,8223	2,8223	2,8223	2,8223	0	0

Электрические мощности модулей установки (модель №2)

табл. 7

Модули	W_{stack}	$W_{pump-R1}$	$W_{pump-R2}$	W_{pump-H_2O}	$W_{pump-cool}$	W_{fan}	W_{net}
Эл. мощность, Вт	9683	19,595	20,998	0,963	8,561	548,87	10273,42

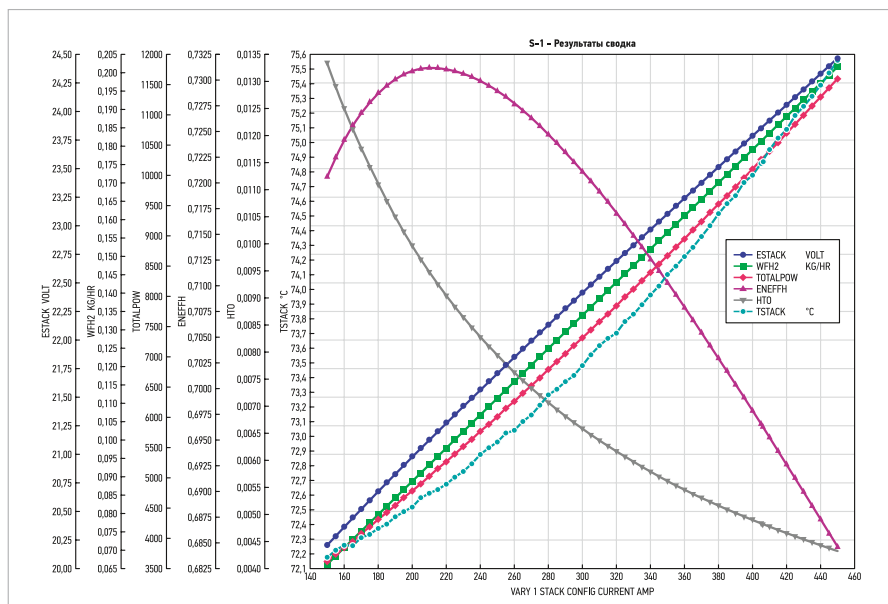


Рис. 3. Зависимости функциональных характеристик установки от силы тока (модель №2)

На рис. 3 представлены результаты параметрического исследования модели №2 при изменении силы тока I в ячейке от 150 до 450 А с шагом 5 А. При этом некоторые функциональные характеристики растут почти линейно: напряжение U_{stack} — от 20,207 до 24,461 В (синяя линия), производство водорода $\dot{m}_{H_2-prod}$ — от 0,062 до 0,202 кг/ч (зелёная линия), общая мощность системы W_{net} — от 3620,7 до 11 597,8 Вт (красная линия). В то же время энергоэффективность η_{HHV} и НТО изменяются нелинейно: первая растёт от 0,721 до наибольшего значения 0,731 при $I = 210$ А и затем быстро уменьшается до 0,685 (розовая линия), а вторая убывает от 0,0133 до 0,00433 (серая линия). Температура батареи T изменяется нелинейно и скачками растёт от +72,18 до +75,56 °C (салатовая линия). Полученные данные в целом близки к известным результатам

эмпирической модели [7], что подтверждает корректность исследуемой физической модели установки ЭВГ.

Указанные разнонаправленные тенденции и взаимная корреляция функциональных характеристик не позволяют оптимизировать процесс. Так максимум энергоэффективности $\eta_{HHV} = 0,731$ достигается при слишком малой производительности $\dot{m}_{H_2-prod} = 0,093$ кг/ч, а рост последней сопровождается ростом температуры, потребляемой мощности и уменьшением энергоэффективности. Необходимо ввести дополнительные ограничения, например, зафиксировать проектную мощность установки $W_{net} = 10$ кВт и найти оптимальную силу тока для максимума энергоэффективности. Это можно сделать с помощью утилиты Aspen Plus «оптимизация»: при $I_{opt} = 396$ А $\dot{m}_{H_2-prod} = 0,178$ кг/ч, $\eta_{HHV} = 0,698$.

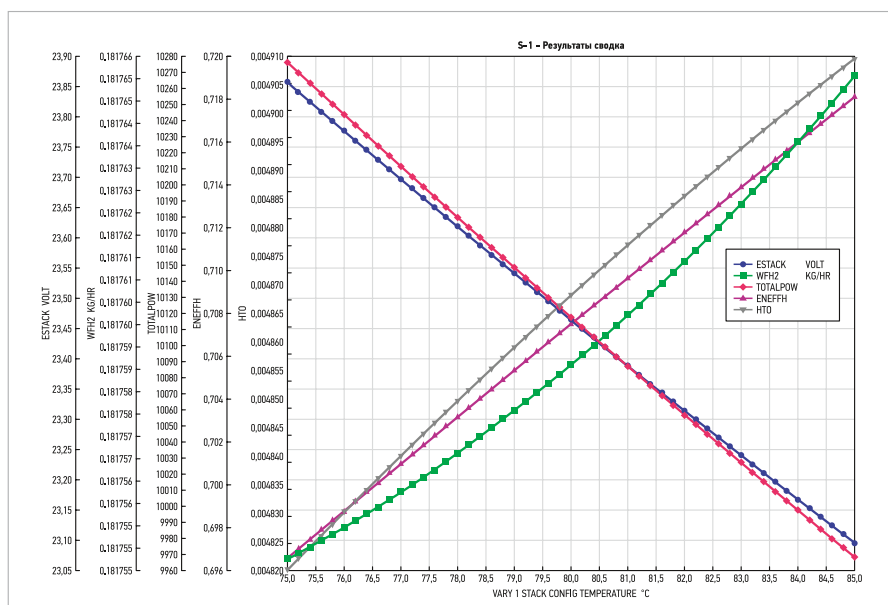


Рис. 4. Зависимости функциональных характеристик установки от температуры (модель №2)

На рис. 4 даны результаты параметрического исследования модели №2 при изменении температуры батареи T_{stack} от +75 до +85 °C с шагом 0,2 °C при постоянной силе тока $I = 406$ А. Видно, что при увеличении температуры убывают напряжение U_{stack} — от 23,856 до 23,095 В (синяя линия) и общая мощность системы W_{net} — от 10 276 до 9968,3 Вт (красная линия), а энергоэффективность η_{HHV} возрастает от 0,6966 до 0,7181 (розовая линия). В то же время НТО и производство водорода $\dot{m}_{H_2-prod}$ изменяются незначительно: от 0,00482 до 0,00491 (серая линия) и от 0,18176 до 0,18177 кг/ч (зелёная линия).

Следовательно, если необходимо минимизировать энергетические затраты при наибольшей энергоэффективности производства H_2 , нужно выбрать верхнюю границу диапазона рабочих температур. Аналогичный вывод по оптимизации системы сделан в [7], а в [2] температуры +80...+90 °C указаны как основа для краткосрочного развития AWE-технологии с дальнейшим ростом выше +90 °C.

Модель Aspen Plus, основанная на стационарных уравнениях [11], способна прогнозировать производительность установки ЭВГ при различных нагрузках (потребляемой мощности) в устойчивых условиях эксплуатации

Таким образом, эта модель Aspen Plus, основанная на стационарных уравнениях [11], способна прогнозировать производительность установки ЭВГ при различных нагрузках (потребляемой мощности) в устойчивых условиях эксплуатации. Чтобы оценить работу системы в переходные периоды, на основе стационарной модели можно построить динамическую модель, используя интерфейс Aspen Dynamics, как предлагается в [7].

Однако динамические процессы, происходящие в ячейке электролизёра, изначально могут быть описаны дифференциальными уравнениями электрохимической модели электролиза, как например в [12]. Предложены и другие динамические модели, например, термальная, основанная на энергетическом балансе и динамическая модель чистоты газа [5, 13]. Подобные математические модели обычно реализуются средствами MATLAB и в среде динамического моделирования Simulink, например, [14]. Возможность интеграции их с Aspen Plus нуждается в дополнительной разработке.

Заключение

1. Целью моделирования установки ЭВГ был анализ производительности и оптимизация полной системы производства водорода, включающей, кроме электролизёра, систему подачи раствора электролита, систему отделения газов от жидкости, теплообменники, насосы для циркуляции электролита и контур охлаждения, средствами ПО для математического моделирования и оптимизации процессов химической промышленности Aspen Plus.

2. Преимущество Aspen Plus перед другим ПО в том, что моделируется термодинамика и кинетика электрохимических процессов, контролируется материальный и энергетический баланс отдельных узлов и установки в целом, учитывается распределение реагентов и продуктов в системе, проводятся параметрические исследования, анализ чувствительности и оптимизация.

Преимущество Aspen Plus перед другим ПО в том, что моделируется термодинамика и кинетика электрохимических процессов, контролируется материальный и энергетический баланс отдельных узлов и установки в целом

3. Электролизёр в модель установки ЭВГ можно включить разными способами: как пользовательский блок на основе заданных эмпирических уравнений, комбинацию типовых блоков из библиотеки оборудования или модуль электролизёра в Aspen Plus версии 14. В последнем случае используется физическая модель электролиза воды. В статье сравниваются эти варианты, использованные в моделях № 1 и № 2 установки ЭВГ.

4. Преимущество физической модели электролизёра — в большей точности описания электрохимических процессов, гибкости настроек и применимости к широкому классу моделируемых устройств. Результаты модели № 2 уточняют и дополняют результаты модели № 1, в частности фарадеевская эффективность выше в модели № 2, а НТО и энергоэффективность системы ниже. Кроме того, выполнить параметрическое исследование и оптимизацию функциональных характеристик модели № 2 проще.

5. Параметрические исследования модели № 2 подтвердили, что хотя рост силы тока увеличивает скорость электрохимической реакции и повышает выход водорода, энергоэффективность, начиная



с некоторого момента, снижается. Оптимальным при данных параметрах является значение $I_{\text{opt}} = 396$ А. Повышение рабочей температуры снижает омическое сопротивление, ускоряет кинетику реакций и увеличивает выход водорода, причём растёт и энергоэффективность, следовательно, оптимальной является верхняя граница заданного диапазона температур $T_{\text{opt}} = +85^\circ\text{C}$.

6. Предложенная стационарная модель установки ЭВГ в Aspen Plus способна прогнозировать её производительность в устойчивых условиях эксплуатации. Чтобы моделировать работу системы в переходные периоды или при интеграции с ВИЭ переменной мощности, например, солнечной батареей, нужно использовать Aspen Dynamics и динамическую модель ячейки электролизёра. ●

- Li W., Tian H., Ma L., Wang Y., Liu X., Gao X. Low-temperature water electrolysis: Fundamentals, progress, and new strategies. *Materials Advances*. 2022. Vol. 3. Pp. 5598–5644.
- Shehzad B., Latif Sh., Wahab A., Shafique M.U., Ch. A.R. Progress and challenges in alkaline water electrolysis for sustainable hydrogen production. *Discover Chemistry*. 2026. Vol. 3. No. 118.38 p.
- Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Моделирование и исследование в ПО COMSOL Multiphysics электрохимического метода получения водорода для коммунального и бытового применения // *Журнал СОК*. 2024. №6. С. 64–69.
- Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н., Кочеткова Я.А. Моделирование и исследование в ПО COMSOL Multiphysics влияния ультразвука на эффективность электрохимического метода получения водорода // *Журнал СОК*. 2025. №6. С. 46–55.
- Olivier P., Bourasseau C., Bouamama P.B. Low-temperature electrolysis system modelling: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 78. Pp. 280–300.
- Sánchez M., Amores E., Rodríguez L., Clemente-Jul C. Semiempirical model and experimental validation for the performance evaluation of a 15 kW alkaline water electrolyzer. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2018. Vol. 43. Pp. 20332–20345.
- Sánchez M., Amores E., Abad D., Rodríguez L., Clemente-Jul C. Aspen Plus model of an alkaline electrolysis system for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. Vol. 45. Pp. 3916–3929.
- Микитова К.К., Василенко В.А., Кольцова Э.М. Разработка компьютерной модели технологической схемы получения водорода методом электролиза // *Успехи в химии и химической технологии*, 2022. Т. XXXVI. №11. С. 18–20.
- Pandey A.K., Patel N., Singh A. Simulation and analysis of an alkaline electrolysis system for hydrogen production using Aspen Plus model. *RERIC Proceedings*. 2025. Issue 1. Pp. 11–18.
- Mohd Nazir N.M., Zaine S.N.A. Optimization of alkaline electrolysis system for hydrogen production: A simulation study. *Materials Research Proceedings*. 2025. Vol. 53. Pp. 482–497.
- Abdin Z., Webb C.J., Gray E.M.A. Modelling and simulation of an alkaline electrolyser cell. *Energy*. 2017. Vol. 138. Pp. 316–331.
- David M., Alvarez H., Ocampo-Martinez C., Sánchez-Peña R. Dynamic modelling of alkaline self-pressurized electrolyzers: A phenomenological-based semiphenomenological approach. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. Vol. 45. Pp. 22394–22407.
- Hu S., Guo B., Ding Sh., Yang F., Dang Ji., Liu B., Gu Ju., Ma Ju., Ouyang M. A comprehensive review of alkaline water electrolysis mathematical modeling. *Applied Energy*. 2022. Vol. 327.
- Миронов Е.А. Моделирование и управление процессами производства водорода на основе электролиза // *Вестник СамГТУ. Технические науки*, 2023. Т. 31. №2. С. 70–84.

References — see page 80.

Определение выработки определённой обеспеченности ветроустановки с учётом повторя- емости мощности на этапе проекти- рования станции

Рецензия эксперта на статью получена
01.07.2026 [The expert review of the article
was received on July 1, 2026]

При проведении технико-экономическо-
го обоснования строительства ветроэлек-
тростанции (ВЭС) одним из расчётных
параметров проекта является планируе-
мая выработка энергии, на базе которой
рассчитывается коэффициент использо-
вания установленной мощности (КИУМ)
[1]. В целом планируемая выработка ве-
троэнергоустановки (ВЭУ) может быть
определена несколькими способами:

1. По данным реальных наблюдений за
скоростью ветра, полученными с метео-
станции (МС) или из какой-либо базы
данных, с последующим пересчётом их
на площадку проектируемой ВЭС. Далее
с помощью паспортной мощностной ха-
рактеристики определяется потенциаль-
ная мощность ВЭУ и рассчитывается вы-
работка за год.
2. По повторяемости скорости ветра, по-
лучаемой на основе статистической обра-
ботки реальных измерений скорости ве-
тра, и паспортной характеристике ВЭУ
определяется годовая выработка.
3. По данным местных измерений на
площадке, полученных от ветроизмери-
тельного комплекса (ВИК).

Первый и второй способ чаще всего
используют в программных комплексах
при расчёте ветроресурсов на площадке
ВЭС. Третий способ рассматривается как
инструмент построения корреляционной
зависимости между данными МС и пло-
щадки ВИК. Получаемые данные по ветру
из справочников, МС, специализирован-
ных баз данных (БД) и ВИК сильно отли-
чаются между собой по способу пред-
ставления, интервалу получения, а также
точности измерительных приборов. Всё
это оказывает существенное влияние на
получаемые значения годовой выработки

ВЭС. В работе [2] был проведён сравни-
тельный анализ применения ПО WASP
и windPRO для проектируемой ВЭС Ин-
дии. В результате проведённого модели-
рования годовая выработка ВЭС разли-
чалась на 3,5 ГВт·ч, что составило 11 % от
полученных расчётных значений.

*Из-за большого разброса данных
в каждый год относительно
среднегодовых значений ско-
рости ветра в результате бу-
дут разные значения выработки
ВЭУ за год и, соответственно,
различные КИУМ*

В отечественное ПО закладываются
те же методики, что и в WASP и windPRO
[3], однако преимущественно используют-
ся данные наблюдений с МС и ВИК, между
которыми строится корреляционная за-
висимость на основе данных характерного
года (полнота ряда 95 % и выше, отклоне-
ние от среднегодовой скорости ветра
минимальное [3]). Из-за большого раз-
броса данных в каждый год относитель-
но среднегодовых значений скорости
ветра в результате будут разные значения
выработки ВЭУ за год и, соответственно,
различный коэффициент установленной
мощности. В табл. 1 приведены значения
разброса расчётного значения КИУМ за
период с 2011 по 2013 годы на примере
ВИК «Оссора» в посёлке Оссора на полу-
острове Камчатка. В качестве прототи-
па использовалась ВЭУ Komai KWT 300
(мощность 300 кВт, установлена в посёлке
Усть-Камчатск).

УДК 621.311.24. Научная специальность: 2.4.5.

Определение выработки определённой обеспеченности ветроуста- новки с учётом повторяемости мощности на этапе проектирова- ния станции

Надежда Василевна Алиходжина, ассистент, кафедры «Гидроэнергетика
и возобновляемые источники энергии» (ГВИЭ), Национальный исследова-
тельский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ»);
Дмитрий Сергеевич Сычёв, к.т.н., доцент, кафедра ГВИЭ, НИУ «МЭИ»; **Дми-
трий Анатольевич Титов**, доцент, кафедра «Математическое и компьютер-
ное моделирование» (МКМ), НИУ «МЭИ»

Статья посвящена оценке возможности определения выработки ветро-
энергоустановки с определённой обеспеченностью на этапе проектиро-
вания ветроэлектростанции с учётом повторяемости выдачи мощности. Пла-
нируемая выработка электроэнергии является одним из параметров для
определения экономической эффективности ветроэлектростанции, однако из-за
стохастичности прихода ветроэнергетического ресурса и наличия данных за небольшой
промежуток времени, оценить данный параметр довольно трудно, что
приводит к завышению показателей проекта. Предлагаемая методика
направлена на определение выработки ветроустановки с учётом неко-
торой гарантии её получения за годовой интервал времени.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, ветроэлектростан-
ция, прогноз выдачи мощности, прогноз выработки электроэнергии, про-
ектирование ветроэлектростанции.

UDC 621.311.24. Scientific specialty number: 2.4.5.

Determination of wind turbine energy output with a specified level of reliability, taking into account the repeatability of power output, at the design stage of the station

Nadezhda V. Alikhodzhina, Assistant, Department of "Hydropower and Renew-
able Energy Sources" (HPRES), National Research University "Moscow Power En-
gineering Institute" (NRU "MPEI"); **Dmitry S. Sychev**, PhD, Associate Professor,
Department of HPRES, NRU "MPEI"; **Dmitry A. Titov**, Associate Professor, De-
partment of "Mathematical and Computer modeling" (MCM), NRU "MPEI"

The article is devoted to assessing the possibility of determining the generation of
a wind turbine with a certain security at the design stage of a wind farm, taking into
account the repeatability of power output. The planned electricity generation is one
of the parameters for determining the economic efficiency of a wind farm, howev-
er, due to the stochastic arrival of wind resources and the availability of data over
a short period of time, it is quite difficult to estimate this parameter, which leads to
an overestimation of the project indicators. The proposed methodology is aimed at
determining the generation of a wind turbine, taking into account some guarantee
of its receipt over an annual time interval.

Key words: wind power plant, wind farm, power output forecast, electricity gen-
eration forecast, wind farm design.

Для представленных в табл. 1 расчётных значений КИУМ можно отметить следующие факты:

1. Одним из способов расчёта по реальным данным наблюдений за скоростью ветра является использование «метеостанции-аналога» (МС-аналог) с выбором характерного года (скорость ветра близка к среднесуточной и полнота ряда $\geq 95\%$ [1]). Если такой год придётся на «ветреный», то в итоге КИУМ будет завышен, что приведёт к неправильной экономической оценке проекта.
2. Использование паспортных характеристик ВЭУ на этапе проектирования неизбежно, так как других ещё нет. Поэтому не учитывается, что установка может обледенеть и простаивать часть времени, а также не учитываются ограничения, которые может накладывать система или дизельная электростанция (если установка входит в состав ВДЭК).

Хранящиеся данные по скорости ветра имеют большой интервал представления. При расчёте мощности ВЭУ получается, что она работала с этой мощностью в течение трёх, шести или восьми часов, что не совпадает с реальностью (скорость ветра меняется каждую минуту)

3. Хранящиеся в базах данных и на МС данные по скорости ветра имеют большой интервал представления — как правило, три или шесть часов, реже встречается восемь часов. Особенностью является то, что при расчёте мощности ВЭУ получается, что она работала с этой мощностью в течение трёх, шести или восьми часов, что не совпадает с реальностью, так как скорость ветра меняется каждую минуту [5].

Предлагаемое решение по определению планируемой годовой выработки позволит уйти от привязки по времени, что даст картину в целом по площадке, а не за конкретный год или период. На рис. 1 представлен алгоритм расчёта годовой планируемой выработки ВЭУ. В табл. 2 приведены градации, по которым необходимо разбить получаемую по паспортной характеристике мощность ВЭУ.

Разбиение мощности по градациям основано на том, что область до 30% от установленной мощности ($N_{уст}$) приходится на «околопиковые» скорости ветра (до 5 м/с), область до 60% от $N_{уст}$ приходится на скорости ветра 5–9 м/с, а остальное попадает в диапазон от v_p до v_{max} .

Рис. 1. Алгоритм расчёта годовой планируемой выработки ВЭУ

табл. 1

Год	КИУМ ВИК, %
2011	19,8
2012	13,8
2013	11,7
Среднее значение КИУМ	15,1

Рис. 2. Градации для расчёта повторяемости выдачи мощности ВЭУ

табл. 2

$N^{gr i} - N^{gr i+1}$	$\bar{N}_{ВЭУ}^{gr i}$
$0 - N_{уст}/3$	$N_{уст}/6$
$N_{уст}/3 - 2 N_{уст}/3$	$N_{уст}/2$
$2 N_{уст}/3 - N_{уст}$	$5 N_{уст}/6$
$N_{уст} - 1,1 N_{уст}$	$1,05 N_{уст}$

По итогам проведения расчёта годовой выработки ВЭУ по повторяемости мощности, полученной по реальным данным измерений скорости ветра и по паспортной характеристике ВЭУ за один год, за несколько лет, по повторяемости скорости ветра (по методу расчёта как в windPRO [4]), по методу МС-аналога [2] и по методу нескольких МС [6], можно отметить нижеследующее:

1. При проведении расчёта выработки по методу МС-аналога используются данные с интервалом представления три часа и более. Согласно правилам Всемирной метеорологической организацией (ВМО), до получения следующего измерения действует текущее [7]. Это приводит к учёту рассчитанной мощности ВЭУ в течение трёх часов как постоянного значения.
2. При использовании повторяемости расчётной мощности ВЭУ за один год или за несколько лет (по данным ВИК) получаются заниженные показания годовой выработки и, как следствие, заниженные

значения КИУМ. Однако такой расчёт позволяет получить значения выработки и КИУМ без привязки ко времени, что можно рассматривать как минимальное значение годовых показателей ВЭУ с обеспеченностью более 50%.

3. Расчёт по МС-аналогу показал, что качество модели определения ветроустановки напрямую влияет на показатель годовой выработки. При расчёте по повторяемости мощности ветроустановки разница в периоде и количестве наблюдений, используемых для расчёта, не играет преобладающую роль — так же, как и при расчёте по данным реальных наблюдений за скоростью ветра на территории ВИК (ВЭУ).

4. Расчёт по повторяемости скорости ветра даёт схожие результаты, что и расчёт по повторяемости мощности, но из-за своей специфики не может выполнять проверочную роль, по нему нельзя проверять правильность получения значений годовой выработки и КИУМ для ВЭУ или ВЭС.

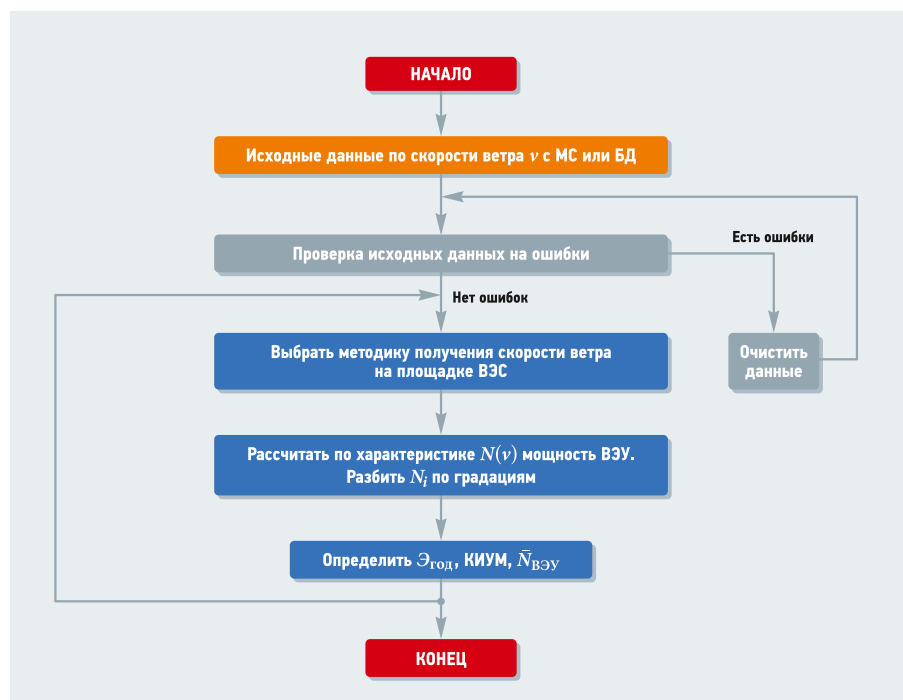


Рис. 1. Алгоритм расчёта годовой планируемой выработки ВЭУ

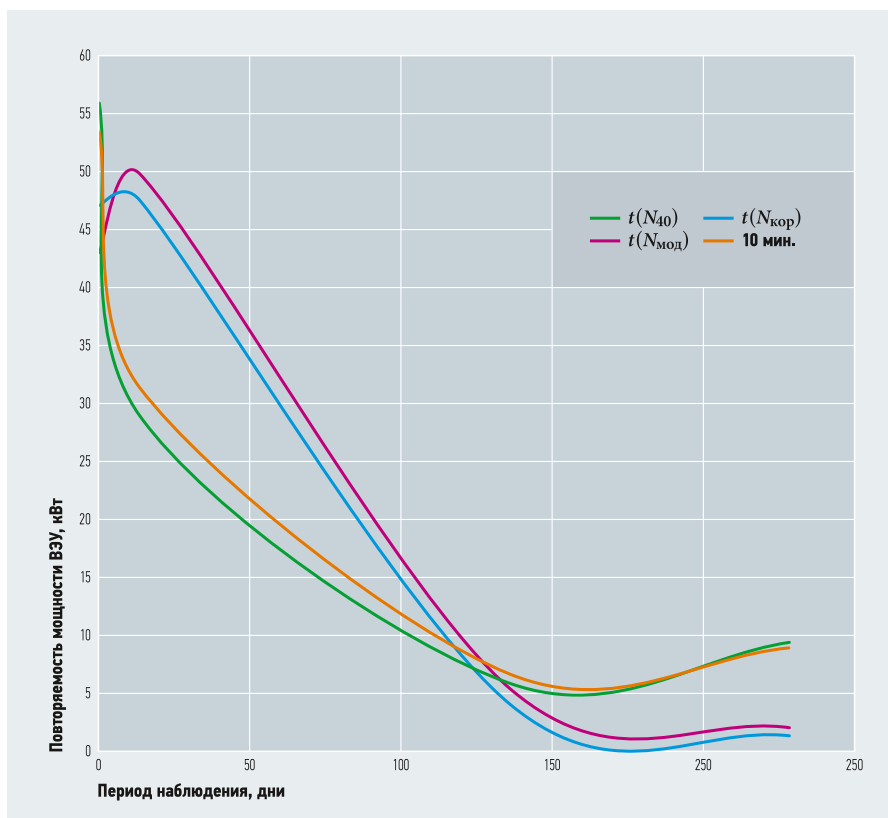


Рис. 2. Повторяемость мощности ВЭУ по расчётным данным ВИК, МС по характерному году и по нескольким МС за общий период наблюдений с ВИК

Данные по расчётам представлены в табл. 3 и на рис. 2, в скобках указан интервал представления данных. Повторяемость мощности ветроэнергостанции определялась по формуле (1), а среднее значение мощности вычислялось по формуле (2):

$$t(N_{ВЭУ}^{rpj}) = \frac{m}{n}; \quad (1)$$

$$\bar{N}_{год} = \sum_{j=1}^k [\bar{N}_{ВЭУ}^{rpj} t(N_{ВЭУ}^{rpj})], \quad (2)$$

где m — количество значений мощности, попадающее в диапазон градации; n — общее количество значений мощности; k — количество градаций.

Если говорить об обеспеченности мощности, то при расчёте по повторяемости значения для 50 % и для 90 % мало зависят от количества исходных данных (в пределах $\pm 5\%$). Значение мощности для разных установок с обеспеченностью в 50 % не превышает $0,1N_{уст}$. В общем случае данное значение можно принять

как граничное значение обеспеченности мощности ВЭС.

Определение КИУМ при условии расчёта по повторяемости мощности приводит к заниженным значениям относительно расчёта по фактическим наблюдениям. Получаемые значения будут показывать минимальную границу эффективности станции для любого года по условиям прихода ветроэнергостанции.

Отдельно стоит отметить, что выбор источника исходных данных и расчётной модели будет оказывать наибольшее влияние на получаемые результаты. В большинстве случаев на ВИК имеются наблюдения за скоростью ветра за период меньше года или один год, поэтому построение корреляционной зависимости между МС-аналогом или несколькими ближайшими МС неизбежно. Если модель неточная, то и результаты будут завышены или занижены. Особенно если сильно влияет рельеф местности и сами МС расположены далеко от площадки.

Результаты расчёта годовой выработки ВЭУ по нескольким методикам

табл. 3

Методика/показатель	windPRO	МС-аналог 1 год (3 ч интервал)	ВИК 1 год (10 мин интервал)	ВИК n лет (3 ч интервал)	Несколько МС (3 ч интервал)
$E_{год}$, МВт·ч	346,5	131,2	716,8	290,7	159,9
$\bar{N}_{год}$, кВт	39,6	15	81,8	33,2	18,3
КИУМ, %	14,4	5,4	29,7	12,1	6,6
$P(N_{ВЭУ})$ 50 %, кВт	—	14,6	12,8	12,3	15,9
$P(N_{ВЭУ})$ 90 %, кВт	—	2,9	2,6	2,6	3,2

Предлагаемый метод оценки годовой выработки ВЭУ и её КИУМ имеет ряд преимуществ:

1. Получаемые значения не зависят от точности, количества и времени представления данных на ВИК.
2. Метод позволяет оценить нижнюю границу эффективности ВЭУ в конкретном регионе.
3. Результаты использования данного метода могут применяться как проверочные значения для указанных параметров в ТЭО проекта.

Из недостатков подхода стоит отметить:

1. Годовая выработка ВЭУ и её КИУМ сильно занижены относительно проектных или фактических значений.
2. Данный метод учитывает только правильность определения ветроэнергостанции на площадке ВЭУ и совершенно не учитывает остальные ограничения, которые могут быть для ветроэнергостанции со стороны работы в системе или совместно с дизельной электростанцией.
3. Применим только на этапе проектирования ВЭС.

Выводы

1. Рассмотрена возможность использования повторяемости выдачи мощности ВЭУ для оценки эффективности работы проектируемой ВЭС, с определением мощности одной установки при обеспеченности в 50 %.
2. Проведено сравнение получаемых результатов с действующими методиками, используемыми в отечественном и зарубежном ПО.
3. Отмечены преимущества и недостатки предлагаемой методики оценки КИУМ.

1. Проектирование и эксплуатация ветроэлектрических станций / А.Г. Васильев, Г.В. Дерюгина, Е.В. Игнатьев [и др.]. — М.: Изд-во МЭИ, 2025. 560 с.
2. Sharma P.K., Warudkar V., Ahmed S. A comparative analysis of wind resource parameters using WAsP and windPRO. International Journal of Green Energy. Vol. 16. Issue 2. Pp. 152–166.
3. Дерюгина Г.В., Игнатьев Е.В., Метт В.Д. Апробация программного комплекса Wind Turbine // Вестник МЭИ, 2023. №4. С. 80–90.
4. windPRO Use Cases [Электр. текст]. European Media Distribution (EMD). Режим доступа: emd-international.com. Дата обращения: 15.05.2026.
5. Алиходжина Н.В., Тягунов М.Г., Шестопалова Т.А. Обзор существующих моделей и методов расчёта основных характеристик ветра в определённой точке // Вестник КГЭУ, 2024. Т. 16. №3. С. 76–93.
6. Alihodzhina N., Titov D. Improving the methodology for conducting wind energy calculations by taking into account the influence of terrain and climate. Proc. of the 2025 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon-2025). Novosibirsk State Technical University (NSTU), September 25–28, 2025. Magnitogorsk, Russia. Pp. 369–374.
7. Технический регламент. Сборник основных документов №2. Т. I: Общие метеорологические стандарты и рекомендуемые практики. ВМО-№49. — Женева, Швейцария: ВМО, 2019. 77 с.

References — see page 80.

"Heat circuit radiator" as a temperature stabilizer. Pp. 40-44.

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

- ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Modeling and research in Aspen Plus software of a plant for the electrochemical method of hydrogen production. Pp. 68–76.

Vladimir A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Aleksej S. Kochetkov**, senior lecturer; **Nikolaj N. Gubanov**, senior lecturer, Russian State University of Tourism and Service (RGUTS)

1. W. Li, H. Tian, L. Ma, Y. Wang, X. Liu, X. Gao. Low-temperature water electrolysis: Fundamentals, progress, and new strategies. *Materials Advances*. 2022. Vol. 3. Pp. 5598–5644.
2. B. Shehzad, Sh. Latif, A. Wahab, M.U. Shafique, A.R. Ch. Progress and challenges in alkaline water electrolysis for sustainable hydrogen production. *Discover Chemistry*. 2026. Vol. 3. No. 118. 38 p.
3. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. *Modelirovanie i issledovanie v PO COMSOL Multiphysics jelektrokhimicheskogo metoda polucheniya vodoroda dlja kommunaln'ogo i bytovogo primeneniya* [Modeling and research in COMSOL Multiphysics electrochemical method of hydrogen production for communal and domestic usage]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, konditsionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2024. No. 6. Pp. 64–69. [In Russian]
4. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov, Ja.A. Kochetkova. *Modelirovanie i issledovanie v PO COMSOL Multiphysics vlijanija ul'trazvuka na jeffektivnost' jelektrokhimicheskogo metoda polucheniya vodoroda* [Modeling and research in COMSOL Multiphysics influence of ultrasound on the efficiency of the electrochemical method of hydrogen production]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, konditsionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2025. No. 6. Pp. 46–55. [In Russian]
5. P. Olivier, C. Bourasseau, P.B. Bouamama. Low-temperature electrolysis system modelling: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 78. Pp. 280–300.
6. M. Sánchez, E. Amores, L. Rodríguez, C. Clemente-Jul. Semiempirical model and experimental validation for the performance evaluation of a 15 kW alkaline water electrolyzer. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2018. Vol. 43. Pp. 20332–20345.
7. M. Sánchez, E. Amores, D. Abad, L. Rodríguez, C. Clemente-Jul. Aspen Plus model of an alkaline electrolysis system for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. Vol. 45. Pp. 3916–3929.
8. K.K. Mikitova, V.A. Vasilenko, E.M. Koltsova. *Razrabotka komp'yuternoj modeli tekhnologicheskoy skhemy polucheniya vodoroda metodom elektroliza* [Development of a Computer Model of a Flow Chart for Hydrogen Production by Electrolysis]. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii* ["Advances in Chemistry and Chemical Technology" Magazine]. 2022. Vol. XXXVI. No. 11. Pp. 18–20. [In Russian]
9. A.K. Pandey, N. Patel, A. Singh. Simulation and analysis of an alkaline electrolysis system for hydrogen production using Aspen Plus model. *RERIC Proceedings*. 2025. Issue 1. Pp. 11–18.

11. Z. Abdin, C.J. Webb, E.M.A. Gray. Modelling and simulation of an alkaline electrolyser cell. *Energy*. 2017. Vol. 138. Pp. 316–331.
12. M. David, H. Alvarez, C. Ocampo-Martinez, R. Sánchez-Peña. Dynamic modelling of alkaline self-pressurized electrolyzers: A phenomenological-based semiphenysical approach. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. Vol. 45. Pp. 22394–22407.
13. S. Hu, B. Guo, Sh. Ding, F. Yang, Ji. Dang, B. Liu, Ju. Gu, Ju. Ma, M. Ouyang. A comprehensive review of alkaline water electrolysis mathematical modeling. *Applied Energy*. 2022. Vol. 327.
14. E.A. Mironov. *Modelirovanie i upravlenie protsessami proizvodstva vodoroda na osnove elektroliza* [Modeling and control of hydrogen production processes based on electrolysis]. *Vestnik SamGTU. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Samara State Technical University. Series: Technical sciences]. 2023. Vol. 31. No. 2. Pp. 70–84. [In Russian]

Determination of wind turbine energy output with a specified level of reliability, taking into account the repeatability of power output, at the design stage of the station. Pp. 77–79.

Nadezhda V. Alikhodzhina, Assistant, Department of "Hydropower and Renewable Energy Sources" (HPRES), National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); **Dmitry S. Sychev**, PhD, Associate Professor, Department of HPRES, NRU "MPEI"; **Dmitry A. Titov**, Associate Professor, Department of "Mathematical and Computer modeling" (MCM), NRU "MPEI"

1. A.G. Vas'kov, G.V. Deryugina, E.V. Ignat'ev et al. *Proektirovanie i ekspluatatsiya vetroelektricheskikh stantsij* [Design and operation of wind power plant]. Moscow. *Izd-vo MEI* [Publishing House of the Moscow Power Engineering Institute (MPEI)]. 2025. 560 p. [In Russian]
2. P.K. Sharma, V. Warudkar, S. Ahmed. A comparative analysis of wind resource parameters using WAsP and windPRO. *International Journal of Green Energy*. Vol. 16. Issue 2. Pp. 152–166.
3. G.V. Deryugina, E.V. Ignat'ev, V.D. Mett. *Aprobatsiya programmnoogo kompleksa Wind Turbine* [Testing the wind turbine software package]. *Vestnik MEI* [Bulletin of the Moscow Power Engineering Institute (MPEI)]. 2023. No. 4. Pp. 80–90. [In Russian]
4. windPRO Use Cases. European Medium Distribution (EMD). Web-source: emd-international.com. Access date: May 15, 2026.
5. N.V. Alikhodzhina, M.G. Tyagunov, T.A. Shestopalova. *Obzor sushchestvuyushchikh modelей i metodov rascheta osnovnykh kharakteristik vetra v opredelennoy toчке* [Review of existing models and methods for calculating the main wind characteristics at a given point]. *Vestnik KGEU* [Bulletin of the Kazan State Power Engineering University]. 2024. Vol. 16. No. 3. Pp. 76–93. [In Russian]
6. N. Alihodzhina, D. Titov. Improving the methodology for conducting wind energy calculations by taking into account the influence of terrain and climate. *Proc. of the 2025 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon-2025)*. Novos Magnitogorsk State Technical University (NMSTU). September 25–28, 2025. Magnitogorsk, Russia. Pp. 369–374.
7. *Tekhnicheskij reglament. Sbornik osnovnykh dokumentov No. 2. T. I: Obshchie meteorologicheskie standarty i rekomenduemye praktiki. VMO-№49* [Technical regulations. Collection of basic documents No. 2. Vol. I: General meteorological standards and recommended practices. WMO-No. 49]. *Vsemirnaya meteorologicheskaya organizatsiya (VMO)* [World Meteorological Organization (WMO)]. Geneva, Switzerland. 2019. 77 p. [In Russian]





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

**выставка комплексных
инженерных решений
для водоподготовки,
водоснабжения,
водоотведения и очистки
сточных вод**

**посетить
выставку
бесплатно**

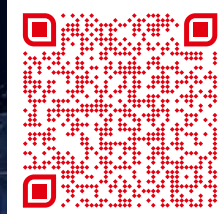


**Программа
переговоров
с производителями**



**EcwaTech
Connect**

подробнее



ecwatech.ru

Организатор



ООО «ЭВР» | Реклама



LUNDA

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

38

городов

61

филиал

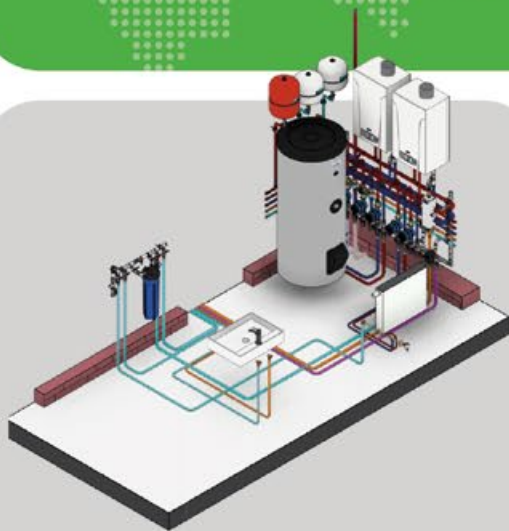
400+

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

