



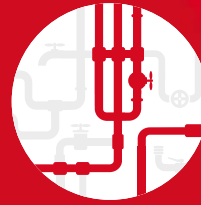
12

Материалы  
конференции  
BIM & BEM 2022



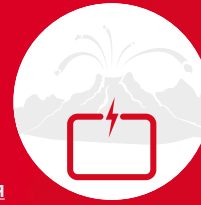
32

Управление  
процессами  
коррозии



48

Антифризы  
в системах  
теплоснабжения



72

Всемирный  
геотермальный  
обзор 2020

ЮЖНОКОРЕЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ОТОПИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**DAESUNG**

**SINCE 1947**



# ВМ для проектирования инженерных систем

**liNear**<sup>®</sup>

The BIM Engineering Software

[www.linear.de/ru](http://www.linear.de/ru)

**aqua  
THERM**  
MOSCOW

15-18 февраля 2022

liNear на выставке  
Aquatherm в Москве

стенд **B7071**

**R** AUTODESK<sup>®</sup>  
REVIT<sup>®</sup>

**A** AUTODESK<sup>®</sup>  
AUTOCAD<sup>®</sup>

[www.navien.pro](http://www.navien.pro)



# ЗАРАБАТЫВАЙ ВМЕСТЕ С NAVIEN



**Вступай в клуб  
единомышленников  
и успешных партнеров!**

Получи специальное  
коммерческое условие  
от официального дистрибьютора



**Регистрируйся  
на сайте**



**Монтируй  
котлы NAVIEN**



**Копи  
баллы**



**Получай  
бонусы**







КОМПЛЕКТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ  
МЕТАЛЛСАНТЕХГРУПП



**Вы ещё не видели  
наши цены?**



**Учредитель и издатель**

ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»  
(адрес: 143085, Московская обл., Одинцовский р-н,  
раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2)

**Директор**

Константин Михасев

**Главный редактор**

Александр Николаевич Гудко

**Технические редакторы**

Сергей Брух, Александр Говорин

**Руководитель отдела рекламы**

Татьяна Пучкова

**Ответственный секретарь**

Ольга Юферева

**Дизайн и верстка**

Роман Головкин

**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.

Заместитель председателя:

И. Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ РАН

Секция «Сантехника»

В. А. Орлов\*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»

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

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

Секция «Отопление и ГВС»

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

А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

П. И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

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

Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ

Г. М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД

В. И. Прохоров, д.т.н., проф. кафедры «ТГиВ», НИУ МГСУ

Секция «Энергосбережение»

Э. Е. Сон\*, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МФТИ

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

О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ

С. К. Шерязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО УрГУ

А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

Секция «ВИЭ»

В. В. Елистратов\*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СПбГПУ

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

В. А. Булузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО КубГАУ

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

А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

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

С. В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП ЦАГИ, акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

Р. Г. Васильев\*, д.б.н., проф., президент ОБР

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

В. В. Масоедова, д.х.н., проф., эксперт РАН, ФБГУН ИХФ РАН

А. Н. Васильев, д.т.н., проф., ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

\* Руководитель секции.

**Адрес редакции:** 143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: [media@mediatechnology.ru](mailto:media@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](http://www.c-o-k.ru), [www.forum.c-o-k.ru](http://www.forum.c-o-k.ru)

**Отпечатано в типографии**

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

Тираж 15 000 экз. Цена свободная.

Выпуск № 241 (01/2022). Дата выхода: 14.02.2022.

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

ISSN 1682-3524

<b>Новости</b>	<b>4</b>
<b>События</b>	
<a href="#">Яковлевские чтения 2022</a>	<b>7</b>
<a href="#">«Возобновляемая энергетика и электротранспорт» — RENWEX 2022</a>	<b>8</b>
<b>Интервью</b>	
<a href="#">Daesung: амбициозные задачи и нацеленность на результат</a>	<b>10</b>
<b>BIM-проектирование</b>	
<a href="#">Прикладные аспекты координации цифровых информационных моделей инженерных систем зданий в MagiCAD для Revit</a>	<b>12</b>
<a href="#">Как BIM-технологии повышают КПД проектной организации?</a>	<b>17</b>
<a href="#">Revit и liNear в действии — проект Spandauer Ufer</a>	<b>22</b>
<a href="#">Цифровой двойник объекта для стадии эксплуатации</a>	<b>26</b>
<a href="#">Применение программ Audytor в реалиях российского проектировщика и BIM-проектирования</a>	<b>28</b>
<a href="#">Как сократить дефицит квалифицированных кадров на стройке</a>	<b>30</b>
<b>Сантехника и водоснабжение</b>	
<a href="#">Управление контролем коррозии с помощью фосфатных анализаторов</a>	<b>32</b>
<b>Отопление и ГВС</b>	
<a href="#">Новая эра сервиса ОВК: цифровая мультибрендовая сеть РЯДОМ</a>	<b>37</b>
<a href="#">Конденсационные котлы Power HT+</a>	<b>38</b>
<a href="#">Kiturami — 60 лет успеха!</a>	<b>40</b>
<a href="#">Вертикальные биметаллические радиаторы RIFAR Convex: дизайн-радиаторы для российских условий</a>	<b>43</b>
<a href="#">Этажные коллекторные узлы Pro Aqua — эффективное использование и возможность индивидуального учёта тепла</a>	<b>44</b>
<a href="#">Гибкие теплоизолированные трубы Flexalen — время работает на нас!</a>	<b>46</b>
<a href="#">Особенности применения антифризов в автономных системах теплоснабжения с настенными газовыми котлами</a>	<b>48</b>
<a href="#">Новинки Giacomini 2021–2022 годов</a>	<b>52</b>
<a href="#">Термодинамическая эффективность сферической капсулы теплового накопителя энергии</a>	<b>54</b>
<a href="#">Эволюция котлов «Сигнал»: всё во благо потребителя</a>	<b>57</b>
<a href="#">Независимость, смелость, развитие отрасли и забота о будущем планеты</a>	<b>58</b>
<b>Кондиционирование и вентиляция</b>	
<a href="#">Горизонты сотрудничества ТПХ «Русклимат» и Toshiba</a>	<b>60</b>
<a href="#">VRF или чиллер? Сравнительный анализ фреоновых и водяных систем кондиционирования воздуха. Часть 1</a>	<b>62</b>
<b>Энергосбережение и ВИЭ</b>	
<a href="#">Объявлены даты Международного форума «Возобновляемая энергетика»</a>	<b>70</b>
<a href="#">Ассоциация НОЭ: обсуждаем проекты двух профстандартов</a>	<b>71</b>
<a href="#">Геотермальная энергетика: всемирный обзор 2020. Часть 2</a>	<b>72</b>
<a href="#">Методика расчёта графиков регулирования подачи теплоты в систему отопления</a>	<b>86</b>
<a href="#">Виртуальные электростанции и целесообразность их использования в России</a>	<b>93</b>
<b>References</b>	<b>96</b>

### Одной строкой

В подмосковном городе Фрязино реализуется масштабный инвестиционный проект строительства завода «ВЕЗА» по производству холодильной техники и теплообменного оборудования. Общий объём инвестиций в проект, в рамках которого будет создано 215 рабочих мест, составит 618,5 млн руб. Предприятие заработает ориентировочно в начале 2025 года.

Новая линия по производству регулирующих клапанов VFM2 открылась на заводе «Данфосс» в Московской области 21 декабря 2021 года. Это событие стало очередным этапом реализации проекта по локализации производства Danfoss. На сегодняшний день практически всё основное тепломеханическое оборудование для тепловых пунктов выпускается в России.



Еврокомиссия предложила считать газовую и атомную энергетику «зелёными» при определённых обстоятельствах. Проект документа разослан странам — членам ЕС, сообщают немецкое агентство фра и газета Financial Times. Предложение сделано в рамках принятия программы долгосрочного финансирования Евросоюза и вызовет ожесточённые споры, отмечает фра.

Мобильные операторы начинают предлагать энергокомпаниям решения по «интеллектуальному» учёту электроэнергии и дистанционной передаче показаний счётчиков. Об этом «Известиям» рассказали представители МТС, «Вымпелкома» и Tele2. Аналогичные решения есть и у «Мегафона», рассказали в компании.

Установленная мощность ВИЭ в Российской Федерации в 2021 году выросла на 1241,79 МВт или 45% и составила 3996 МВт к 1 января 2022 года. В структуре установленной мощности ЭЭС России доля ВИЭ по итогам 2021 года составила 1,6%, сообщили в пресс-службе «Системного оператора ЭЭС».

Первую в России атомную станцию для выработки водорода планируется запустить к 2033 году, а ввести в промышленную эксплуатацию — к 2036 году, сообщил в интервью РИА «Новости» генеральный директор машиностроительного дивизиона государственной корпорации «Росатом» холдинга «Атомэнергомаш» Андрей Никипелов.

### Vattenfall и Feenstra

## Новый высокотемпературный тепловой насос Vattenfall



Шведская компания Vattenfall и голландский поставщик систем отопления и горячего водоснабжения Feenstra запустили в Нидерландах проект по внедрению в домохозяйства высокотемпературных тепловых насосов, которые, как утверждается, могут легко заменить традиционные газовые котлы центрального отопления. Прямая замена обычного газового котла означает отсутствие дополнительной дорогостоящей модернизации, кроме установки теплового насоса.

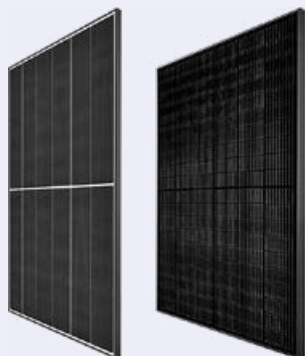
Такие тепловые насосы будут доступны в Нидерландах уже в этом году. Компания Vattenfall планирует в будущем представить свою разработку и в других странах, а сейчас предлагает такое решение для отопления без газа тысяч домов в Великобритании. Сходство между голландским и британским газовым центральным отоплением означает, что эти высокотемпературные тепловые насосы могут быть пригодны для обогрева жилья в Великобритании в пригородных и сельских районах. Технические подробности о новом тепловом насосе пока не разглашаются.



Источник: vattenfall.com.

### Panasonic

## Panasonic представила новые солнечные батареи EverVolt H и домашний аккумулятор



Японский гигант в области производства электроники запустил новую серию солнечных панелей на основе гетеропереходных фотоэлементов, совместимых с домашним литий-ионным аккумулятором Evervolt. Новые солнечные панели Panasonic EverVolt H состоят из 66 половинчатых фотоэлементов и имеют выходную мощность от 400 до 410 Вт. Их эффективность преобразования энергии находится в пределах от 21,6 до 22,2%. Температурный коэффициент панели составляет 0,26% на 1°C, производитель предлагает 25-летнюю гарантию на продукцию и такую же на выходную мощность. Сообщается,

что по истечении гарантийного срока панели могут работать на 92% от их первоначальной производительности.

Кроме того, японский производитель объявил об усовершенствовании своей новой бытовой батареи EverVolt 2.0. В ноябре концерн Panasonic представил новую версию своего литий-ионного накопителя для домашних СЭС. Бытовой аккумулятор EverVolt 2.0 легко интегрируется с солнечными панелями Panasonic и предназначен для создания системы полностью автономной домашней солнечной электростанции.



**Ariston**

## Десять миллионов накопительных водонагревателей «Аристон» в России

«Аристон» выпустил юбилейный водонагреватель в России — пройден рубеж в десять миллионов накопительных моделей на заводе «Аристон». Предприятие в городе Всеволожске Ленинградской области произвело свой десятиmillionный накопительный водонагреватель. Юбилейной моделью стал настенный накопительный электрический водонагреватель Velis Lux Inox Wi-Fi.

Водонагреватели всегда были знаковой товарной категорией для Ariston Group, так как именно с них в уже далёких 1960-х годах началось формирование глобальной стратегии компании, ориентированной на создание комфорта и домашнего уюта.

«Аристон» регулярно подводит итоги работы своих предприятий и отмечает важные достижения. В этом году таким событием является выпуск десятиmillionного водонагревателя на заводе во Всеволожске.



С самого открытия в 2005 году Всеволожский завод производит для российских потребителей не менее 500 тыс. накопительных водонагревателей в год. Высокая производительность предприятия достигается благодаря автоматизации производства на 95 % и стимулируется стабильным спросом на продукцию компании.



**Tesla**

## Солнечную крышу конкурента Tesla просто прибавляют гвоздями

Солнечная крыша Tesla — одна из самых сложных и замысловатых кровельных систем, которые когда-либо делали. Она состоит из текстурированных и бесспорно эстетичных солнечных плиток, которые имитируют стандартную черепицу. Но, хотя компания попыталась пробиться в «мейнстрим» с этим новым продуктом, его было трудно продать — в основном из-за высокой цены. Но не только.

В среднем на солнечной крыше мощностью 8 кВт будет около 460 солнечных черепиц. Это означает, что на крыше есть 460 точек под-

ключения проводки. С другой стороны, традиционная солнечная система такого же размера будет включать около 25 солнечных панелей, что означает 25 подключений. Более того, в прошлом году Tesla значительно увеличила стоимость своих солнечных крыш из-за упомянутого «фактора сложности». В то же время технологии компании значительно улучшились: её солнечные панели теперь могут производить на 22 % больше энергии.

Но теперь у Tesla появился новый конкурент, который может изменить правила игры. GAF Energy выпустила новую солнечную черепицу, которая дешевле крыши Tesla примерно вдвое. GAF Energy является дочерней компанией Standard Industries, которая владеет рядом кровельных компаний. Это даёт ей серьёзное конкурентное преимущество перед другими предприятиями, занимающимися солнечными крышами.



Автор: Денис Давыдов.

**Одной строкой**

:: ПАО «Энел Россия» начала выпуск и продажу международных «зелёных» сертификатов I-REC после получения соответствующей аккредитации в международной ассоциации I-REC. Купить сертификат могут как юридические, так и физические лица. Заявку на приобретение можно подать онлайн на сайте «Энел Россия», сообщает Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ).



:: Компания Nestle объявила о переводе всех своих производственных площадок в России на электроэнергию из ВИЭ. В России у компании есть фабрики во Владимирской, Вологодской, Калужской и Самарской областях, Краснодарском и Пермском краях, а также строится завод в Новосибирской области.



:: Начиная с этого года производители электромобилей (EV) могут столкнуться с серьёзными проблемами. Цены на литий для аккумуляторов, вероятнее всего, резко вырастут. Они уже находятся на уровне в \$35 за 1 кг в Азии и, возможно, продолжат расти до \$50 во второй половине 2022 года, согласно анализу Rystad Energy.

:: В 2021 году в Норвегии был поставлен абсолютный рекорд по продажам электромобилей (Electric Vehicle, EV). В частности, из 176 276 зарегистрированных новых легковых автомобилей в 2021 году 113 715 были электрокарами. Если темпы продаж сохранятся, в марте в Норвегии уже может быть не менее 500 тыс. легковых электромобилей.

:: Основанный Биллом Гейтсом фонд вложит \$15 млрд в «зелёную» экономику. Инвестиции получат крупные проекты из США, Великобритании и Евросоюза, в частности, те, которые занимаются разработкой и производством экологически безопасного топлива.



## Одной строкой

В 2023 году Panasonic начнёт массовое производство батарей Tesla типоразмера 4680. Собственное производство таких аккумуляторов в штате Невада (США) ещё не скоро сможет покрыть потребности компании Tesla.



Компания Lego подписала меморандум о взаимопонимании с компанией «Вьетнамско-Сингапурский индустриальный парк» (Vietnam Singapore Industrial Park, VSIP) для строительства углеродно-нейтральной фабрики во Вьетнаме, которая будет работать на энергии от солнечных батарей.



Федеральное морское и гидрографическое агентство Германии (BSH) приступило к пересмотру территориального плана по постройке офшорных ветряных электростанций. В него собираются включить постройку дополнительных 3 ГВт мощностей в немецких водах Северного моря, сообщает РАВИ.



Правительство Великобритании официально согласилось помочь китайскому производителю ВЭУ Ming Yang Smart Energy выйти на британский офшорный рынок ветроэнергетики. Соглашение, подписанное Ming Yang Smart Energy и Департаментом международной торговли Великобритании (DIT), позволит MingYang инвестировать в морской ветроэнергетический сектор Великобритании, сообщает РАВИ.

## Technoflame

### Новая высокотемпературная арматура для дымовых газов

До недавнего времени в ассортиментный портфель компании «Технофлэйм» из высокотемпературной арматуры для дымовых газов входили дисковые поворотные затворы: с электроприводом, с пневмоприводом, взрывозащищённого исполнения.

Благодаря потребностям клиентов данное семейство арматуры пополнил поворотный дисковый затвор Technoflame BVD (DN250, PN1,  $t_{\text{раб}} = 600^\circ\text{C}$ ) с рычагом ручного управления для тех, кто любит механику и ощущение контроля в своих руках.

Экономия в цене идёт приятным бонусом, а адаптивность механического затвора к низ-



Затвор Technoflame BVD для дымохода газовой турбины

ким температурам позволяет эксплуатирующим компаниям использовать его в уличных условиях, не беспокоясь, что оборудование может выйти из строя.

## BAXI

### Запущен конструктор спецификаций BAXI online

Технический отдел BAXI сообщил о запуске онлайн-калькулятора для конфигурации систем отопления и аксессуаров. Возможности конструктора спецификаций BAXI включают: подбор котлов по серии и модели; подбор количества котлов в каскаде; подбор аксессуаров для автоматизации прямых независимых контуров и независимых контуров со смешительными узлами (радиаторных и низкотемпературных); подбор бойлеров по сериям и моделям; подбор оригинальных аксессуаров от BAXI для гидравлических систем (для одиночного котла и для каскадного исполнения); подбор оригинальных аксессуаров от BAXI для систем дымоотведения, как для одиночного котла, так и для каскадных установок.



Калькулятор позволяет сформировать технико-коммерческое предложение по котельному оборудованию BAXI в виде альбома в PDF или таблицы в XLS с титульным листом, списком оборудования, схемой подключения, спецификацией, стоимостью (PPL), страницами каталога по выбранному оборудованию, а также с сертификатами соответствия.



Sony

### Sony займётся производством электромобилей

Для производства электромобилей компания весной 2022 года создаст новое подразделение Sony Mobility. Глава японской корпорация Sony Кэнъитиро Ёсида заявил на выставке Consumer Electronics Show в Лас-Вегасе о планах по выходу на рынок электромобилей. Прототип своего первого электромобиля Vision-S Sony продемонстрировала ещё на прошлой годней выставке Consumer Electronics Show.

В этом году компания представила прототип второго электромобиля — семиместного внедорожника Vision-S 02. Известно, что в салоне электромобиля Sony будут доступны развлечения, включая аудиосистему и видеогры через удалённое подключение к PlayStation.



## Яковлевские чтения 2022

Приглашаем представителей науки, научно-образовательных учреждений, специалистов проектной и строительной отрасли принять участие в [XVII Международной научно-технической конференции «Системы водоснабжения и водоотведения. Современные проблемы и решения»](#), посвящённой памяти академика РАН Сергея Васильевича ЯКОВЛЕВА и проходящей при информационной поддержке [журнала СОК](#). Конференция пройдёт 17–18 марта 2022 года на базе [НИУ МГСУ](#) с 10:00 до 18:00.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Яковлевские  
чтения

### Тематика конференции:

1. Проектирование, строительство и эксплуатация систем и сооружений водоснабжения и водоотведения.
2. Современные подходы к разработке технологий очистки природных и сточных вод.
3. Основные направления совершенствования систем питьевого и промышленного водоснабжения.
4. Инновационные разработки в области очистки бытовых и производственных сточных вод.
5. Нормативные документы в области проектирования и строительства систем и сооружений водоснабжения и водоотведения. Экологическая экспертиза.

Участие в конференции очное (возможно заочное).

### Взносы и плата не взимаются.

Доклады, принятые Оргкомитетом, будут опубликованы в виде электронного сборника с регистрацией в базе РИНЦ. Доклады, получившие рекомендацию научного комитета, будут опубликованы в рецензируемых научных журналах, в том числе в [журнале СОК](#).

В дни работы конференции будет организовано обучение по программе повышения квалификации «Проектирование, строительство и эксплуатация систем

и сооружений водоснабжения и водоотведения». Слушателям, успешно освоившим программу, будут выданы удостоверения о повышении квалификации.



✪ С. В. Яковлев, академик РАН

Для участия в конференции необходимо до 1 марта 2022 года направить в Оргкомитет заявку и тезисы докладов на электронную почту [makishana@mgsu.ru](mailto:makishana@mgsu.ru), тел. 8 (499) 929-50-14.

Место проведения конференции: зал Учёного совета [НИУ МГСУ](#).

Регистрация участников начинается 17 марта 2022 года с 9:30.

Подробная информация о конференции размещена на официальном сайте [НИУ МГСУ mgsu.ru](http://НИУ МГСУ mgsu.ru). ●

### О Сергее Васильевиче Яковлеве

**Сергей Васильевич Яковлев** (1914–2005) — советский физико-химик, академик АН СССР с 1987 года, действительный член Российской академии наук (РАН) с 1991 года. Дважды лауреат Государственной премии СССР, лауреат премии Совета Министров СССР. С 1966 года преподавал в Московском инженерно-строительном институте (ныне МГСУ). С 1969 года директор ВНИИ водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии (ВНИИ ВОДГЕО).

Основные исследования С. В. Яковлева посвящены разработке физико-химических методов очистки природных и сточных вод. Разработал электрокоагуляционный метод очистки воды, а также метод биохимического восстановления хроматов и бихроматов. Создал и внедрил в промышленность высоконагружаемые биофильтры, биофильтры с пластмассовой загрузкой. Предложил методы расчёта аэротенков с регенерацией активного ила, способ использования технического кислорода для очистки промышленных сточных вод. Участвовал в создании замкнутых систем водного хозяйства в промышленности.





## «Возобновляемая энергетика и электро-транспорт» — RENWEX 2022

21–23 июня 2022 года при информационной поддержке [журнала СОК](#) в ЦВК «Экспоцентр» пройдут международная выставка и форум «Возобновляемая энергетика и электро-транспорт» — [RENWEX 2022](#).

Утверждённая Правительством России 29 октября 2021 года «[Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года](#)» ставит задачу расширения использования возобновляемых источников энергии и электротранспорта. В связи с этим обозначена цель перехода на наилучшие доступные технологии в области возобновляемых источников энергии. Демонстрация таких технологий, широкий обмен новейшими знаниями и компетенциями, открытое экспертное обсуждение различных вариантов развития новой энергетики — главные задачи международной выставки и форума [RENWEX 2022](#) «Возобновляемая энергетика и электро-транспорт».

[RENWEX](#) уже зарекомендовала себя в качестве демонстрационной зоны, представляющей передовые разработки в сфере возобновляемых источников энергии и электротранспорта, площадки для обсуждения и решения актуальных вопросов развития отрасли в диалоге федеральных органов законодательной и исполнительной власти, бизнеса и экспертного сообщества, а также как наилучшее место для формирования и заключения новых деловых контактов, выстраивания долгосрочных технологических партнёрств.

Основные тематические разделы мероприятия [RENWEX 2022](#) — водородная энергетика, геотермальная энергетика и гидроэнергетика, микрогенерация, биотопливо, солнечные и ветряные электростанции, энерго- и ресурсосберегающие технологии, электротранспорт и зарядная инфраструктура.

Выставка [RENWEX](#), прошедшая в 2021 году, продемонстрировала впечатляющие результаты в качестве эффективного бизнес-пространства. Это говорит о её успешности в качестве связующего звена между игроками в сфере ВИЭ и теми, кто заинтересован в этом направлении энергетики. Интерес к мероприятию растёт год от года. В 2021 году в выставке приняли участие более 80 компаний из Австрии, Германии, Китая, России, Франции и Швейцарии, экспозицию посетили свыше 4400 специалистов из 33 стран мира.



В 2022 году в выставке примут участие отечественные и иностранные компании-производители, разработчики водородных технологий, лидеры в сфере создания и внедрения экологически безопасного транспорта. Они продемонстрируют передовые технологии и оборудование для развития ВИЭ.

Совместно с выставкой пройдёт международный форум, к участию в котором приглашены ведущие российские и зарубежные эксперты в области устойчивого развития и альтернативной энергетики, представители органов власти, энергетических компаний, деловых союзов и ассоциаций, авторитетных научно-исследовательских организаций, а также ключевые СМИ.



## Тематика **RENWEX 2022**

### Ветроэнергетика

- планирование и разработка проектов;
- производители ветряных турбин;
- поставщики оборудования и компонентов;
- новые материалы, композиты, сырьё и материалы и их переработка;
- установка и монтаж ветряных турбин;
- эксплуатация и обслуживание;
- накопление и хранение энергии.

### Солнечная энергетика

- солнечные элементы и модули;
- компоненты (кабели, разъёмы, распределительные коробки и др.);
- монтажные системы и оборудование;
- системы слежения за солнцем (трекеры);
- технологии, оборудование, сырьё для солнечных батарей, модулей и плёнок;
- комплексные системы для зданий и сооружений;
- программное обеспечение;
- солнечные коллекторы и установки;
- тепловые насосы.

### Гидроэнергетика

- гидросиловое оборудование (гидротурбины, гидрогенераторы);
- гидромеханическое оборудование (затворы, сороудерживающие решётки, грузоподъёмные механизмы, краны для обслуживания гидротурбин и гидрогенераторов и др.);
- электротехническое оборудование (электрическая часть генераторов, повышающие трансформаторы, коммутационная аппаратура: шинные, воздушные и кабельные тоководы, системы релейной защиты, автоматики, телеуправления, связи и др.);
- планирование и разработка проектов;
- малая гидроэнергетика.

### Водородная энергетика

- производство;
- хранение/поставка/транспортировка;
- оценка/тестирование/анализ;
- транспорт и топливные элементы на основе водорода.

### Твёрдые бытовые как возобновляемый источник энергии

- сортировка бытовых отходов;
- сжигание ТБО как способ получения энергетических ресурсов;
- низкотемпературный пиролиз;
- высокотемпературный пиролиз.

### Электротранспорт и электромобили

- электробусы;
- электромобили;
- электрокары различного назначения;
- персональные мобильные электротранспортные средства (электро- и гироскутеры, самокаты, велосипеды);
- зарядная инфраструктура для электротранспорта.

### Биоэнергетика, биогаз и твёрдое топливо

#### Геотермальная энергетика

#### Сетевая инфраструктура и решения для интеграции ВИЭ

#### Энерго- и ресурсосберегающие технологии. Энергоэффективность в промышленности

#### Оборудование и системы измерения и контроля, АСУ ТП

#### Безопасность энергетических объектов и защита окружающей среды

#### Инвестиции, финансы, страхование

#### Инспектирование и мониторинг объектов энергогенерации



В рамках деловой программы **RENWEX 2022** будут обсуждаться такие актуальные темы, как декарбонизация и глобальный энергопереход, ключевые направления повышения энергоэффективности, пути цифровизации ТЭК. Особое внимание уделяется расширению международного сотрудничества и обеспечению действенного государственно-правового регулирования в области внедрения новых энергетических технологий.



В 2022 году к числу основных направлений добавится стратегия развития гибридной энергетики. События последнего времени свидетельствуют о необходимости повышения надёжности и обеспечения устойчивого функционирования глобального топливно-энергетического комплекса. Добиться этого возможно лишь на основе гармоничного сочетания преимуществ традиционной и новой энергетики. Участники **RENWEX 2022** обсудят стратегические подходы к формированию гибридных энергетических систем, а также конкретные технологии «смешанной» генерации и практические кейсы по их внедрению.

Организатором выставки и форума **RENWEX 2022** выступает АО «Экспоцентр» под патронатом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации.

Мероприятия пройдут при традиционной поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства энергетики РФ, Российского союза промышленников и предпринимателей.

Более подробную информацию можно получить в организационном комитете мероприятия. ●

## **RENWEX 2022**

### Дирекция выставки:

Тел. +7 (499) 795-37-64

E-mail: [kormnovva@expocentr.ru](mailto:kormnovva@expocentr.ru)

### Оргкомитет форума:

Тел. +7 (495) 640-34-64

E-mail: [mail@oilandgasforum.ru](mailto:mail@oilandgasforum.ru)

### Официальный сайт проекта:

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

## Daesung: амбициозные задачи и нацелен- ность на результат

Сегмент отопительного оборудования, как и многие другие отрасли российской экономики, ныне переживает непростые времена. Мы обратились в ООО «Дэсунг Рус» и попросили её коммерческого директора Василия ШУМАКОВА и старшего технического менеджера Кирилла КОРОТЕЕВА рассказать о том, как [Daesung](#) решает непростые экономические и технологические задачи, об истории компании и достижениях бренда.

### ❖ Василий, каковы истоки успеха корпорации [Daesung Celtic Energys](#)?

**В.Ш.:** Корпорация [Daesung Celtic Energys](#) имеет за плечами более семидесяти лет успешного развития. Все эти годы организация накапливала знания и опыт, неустанно совершенствовалась, всегда стремясь к повышению стандартов качества, внедрению передовых технологий и поиску технологических решений, которые задают тренды на рынке отопительного оборудования. Именно поэтому она и достигла весьма внушительных результатов на мировом рынке.

### ❖ Какое место занимает российский рынок в стремлении [Daesung](#) к глобальному развитию?

**В.Ш.:** Наряду с крупнейшими рынками США и Китая, где уже давно успешно ведут свою деятельность зарубежные филиалы [Daesung](#), российский рынок представляет серьёзный интерес для корпорации. Мы очень внимательно изучаем тенденции российского рынка отопительного оборудования. Безусловно, эпидемия COVID внесла существенные коррективы в его развитие в 2020–2021 годы. Для «Дэсунг Рус» это время было проверкой того, в какой степени компания способна мобилизовать ресурсы и раскрыть свой потенциал. Агрессивная конкурентная среда, а также изменчивая и зачастую непредсказуемая конъюнктура рынка ставили перед командой [Daesung](#) новые и интересные задачи. В этих условиях вывод на рынок нового для России

бренда представляется задачей амбициозной и очень трудоёмкой. Благодаря ответственному подходу к ведению бизнеса, продуманной и последовательной коммерческой политике и слаженному взаимодействию всех департаментов «Дэсунг Рус» в 2020 и 2021 годах была сформирована твёрдая основа для построения долгосрочной, комплексной работы на рынке России и стран СНГ.

После стагнации прошлых лет спрос на настенные котлы продолжит неуклонно расти. Это обусловлено целым рядом факторов, главным из которых является активное выполнение программы газификации РФ. В этих условиях основополагающей задачей «Дэсунг Рус» является построение комплексной и всесторонней работы во всех каналах продаж.

### ❖ Для планомерного и стабильного развития на рынке необходимы надёжные партнёры. Как компания их выбирает?

**В.Ш.:** Действительно, одной из важнейших задач является серьёзный подход к выбору партнёров бренда [Daesung](#). В кризисные периоды такой подход в очередной раз доказывает свою состоятельность. В этой связи нельзя не упомянуть о том, что успешная работа «Дэсунг Рус» — во многом результат профессионализма наших дистрибьюторов. Благодаря их усилиям и энтузиазму были получены хорошие результаты. Наши успехи сформировали и приумножили уверенность в том, что возможно реализовать даже самые амбициозные проекты.



❖ Центральный офис компании [Daesung Celtic Energys](#) в городе Сеуле, Южная Корея



❖ Газовый котёл [Daesung](#) серии [Class A](#)

❖ Кроме продавцов есть ещё одна, весьма важная составляющая успеха — покупатели...

В.Ш.: Согласен с вами. И покупатели обоснованно предъявляют всё более высокие требования к продукции. Оборудование [Daesung](#) соответствует самым строгим требованиям современного покупателя. Немаловажным аспектом при выборе оборудования является баланс между ценой, качеством котла, продолжительностью сроков гарантии, а также стоимостью послегарантийного обслуживания. Учитывая все эти факторы, компания «Дэсунг Рус» предлагает покупателю оптимальную линейку оборудования. Широкий ассортимент [Daesung](#) включает в себя как традиционные котлы, так и конденсационную технику высочайшего качества. Правильное ценовое позиционирование и расширенные гарантийные сроки являются нашими неоспоримыми преимуществами.

Мы продолжаем неустанно работать над тем, чтобы бренд [Daesung](#) стал ещё больше любим российскими покупателями, именно это является неотъемлемой составляющей нашего успеха.

❖ Василий, спасибо за исчерпывающую информацию о рыночных стратегиях бренда. И теперь хотелось бы задать ряд вопросов вашему коллеге. В частности, об особенностях техники. Кирилл, ответьте на короткий, но весьма ёмкий вопрос: что такое котлы [Daesung](#)?

К.К.: Компания [Daesung](#) обладает очень функциональным модельным рядом оборудования. У нас есть предложение абсолютно для каждого сегмента рынка, будь это традиционные газовые котлы, конденсационное оборудование или каскадные системы.

Отличительной особенностью оборудования [Daesung](#) является применение дорогостоящих и высокотехнологичных материалов. Полный производственный



❖ Газовый котёл [Daesung](#) серии [Class A max](#)

цикл на собственном заводе в Южной Корее обеспечивает качество и надёжность наших котлов!

❖ И далее самое интересное — хотелось бы узнать о новинках...

К.К.: Несмотря на непростую экономическую ситуацию, сложившуюся в мире, компания [Daesung](#) активно развивается и совершенствует своё оборудование.



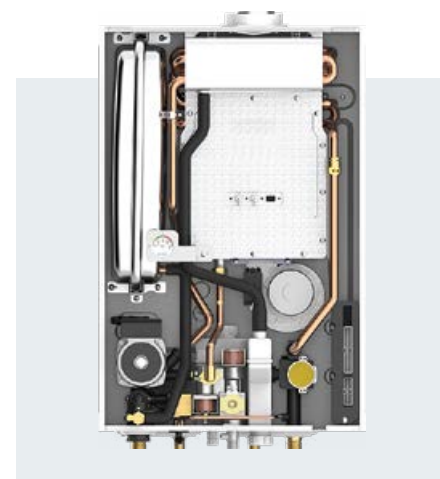
❖ Газовый котёл [Daesung](#) серии [Class C](#)

В 2021 году у нас появилось несколько интересных моделей. Увеличился мощностной ряд котлов с европейским типом подключения [Class E](#), появилась дополнительная десятикиловаттная модель, предназначенная для поквартирного отопления. Нам было важно сохранить достаточно большую производительность по ГВС и ограничить отопление для экономии и комфорта потребителя. В прошлом году у нас прошло обновление модели с корейским типом подключения гидравлики [Class A Max](#). Был учтён весь предыдущий опыт и пожелания сервисных специалистов. Конструктивные изменения коснулись подключения теплообменника ГВС, мы перешли на композитные блоки, тем самым сократив вероятность утечек

и повысив надёжность оборудования. Также был сделан выбор в пользу меди в качестве материала для подводящих патрубков к первичному теплообменнику для повышения надёжности оборудования. Особенное внимание хотелось бы уделить котлу [Class A Max](#) на 50 киловатт. Мы являемся единственным производителем котельного оборудования, у которого в ассортименте есть настенный традиционный двухконтурный газовый котёл мощностью 50 киловатт. Это интересное решение не только для бытового сегмента, но и для бизнеса.

❖ ООО «Дэсунг Рус» — современная компания. Насколько важно иметь свежее видение в такой отрасли, как отопительное оборудование?

К.К.: Стараемся двигаться в ногу со временем и находимся в постоянном поиске новых решений. Мы создали специальный технический справочник в электронном формате под смартфон. Он позволяет специалисту всегда держать под рукой всю необходимую техническую информа-



❖ Котёл [Daesung](#) серии [Class C](#) внутри

цию и быстро осуществлять поиск в ней. Справочник постоянно актуализируется, поэтому наши специалисты всегда обладают самой свежей информацией.

❖ Кирилл, и заключительный — традиционный вопрос: каковы планы компании на 2022 год?

К.К.: Компания обладает большим потенциалом и запасом технических решений. В планах — развитие не только бытового сегмента, но и такого интересного направления, как каскадные системы. У нас есть уникальные решения для создания каскадных котельных мощностью до трёх мегаватт. Мы всегда ставим перед собой самые амбициозные задачи и нацелены на результат! ●



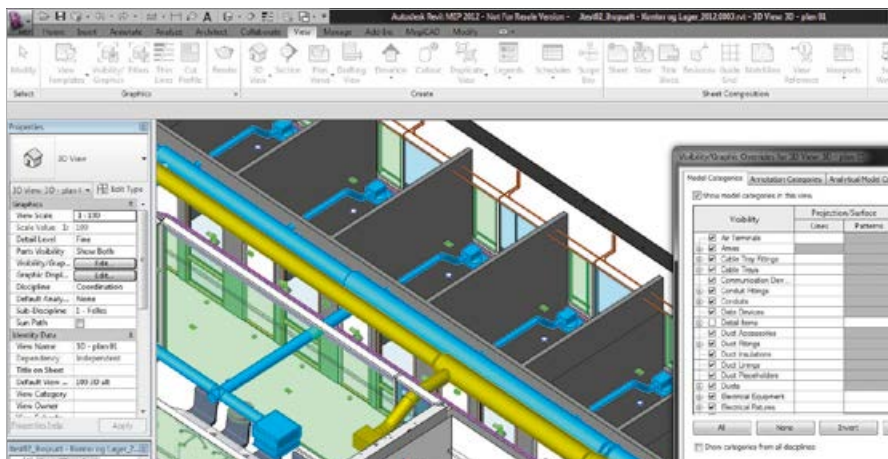


Фото: MagiCAD Group, magicad.com

# Прикладные аспекты координации цифровых информационных моделей инженерных систем зданий в [MagiCAD](#) для [Revit](#)

Уже несколько лет российские проектные и строительные компании активно внедряют в своей работе технологии цифрового информационного моделирования зданий (ВИМ). За это время в проектных компаниях был накоплен значительный опыт, было сформировано понимание предметной области, стали появляться государственные и локальные стандарты...

**Авторы:** Е.В. КРИНИЦКИЙ, к.т.н., технический директор компании [ООО «ГК ВентСофт»](#); М.Д. ЖЕРЯГИН, ведущий специалист САПР [MagiCAD](#), [ООО «ГК ВентСофт»](#); А.Ю. МАСКИНСКАЯ, к.т.н., доцент, кафедра теплообменных процессов и установок (ТМПУ), [Московский энергетический институт \(НИУ «МЭИ»\)](#)

## Общий взгляд на цифровизацию проектирования

Переход на технологии, упомянутые во вступлении к статье, требует глубокого переосмысления многих традиционных подходов в проектировании, порой — путём отказа от некоторых укоренившихся в сознании сообщества проектировщиков догм и набора привычных действий. Во многих случаях подобная трансформация производится не без оглядки на опыт иностранных коллег и с некоторой опорой на сформированные ими стандарты, практики и примеры.

Нельзя сказать, что процесс перехода идёт гладко и компании, которые начали использовать эти технологии в пилотных проектах, получают значительное увеличение эффективности проектирования. Но уже можно быть уверенным в том, что полученный компаниями опыт позволяет правильно настроить цели цифровой трансформации и в дальнейшем получить значительный эффект от внедрения.

Становится очевидно, что конечной целью использования технологии цифрового информационного моделирования является не ускорение работы, а значительное повышение качества результата. Если поставить скорость работы и снижение расходов главными показателями результата, то, скорее всего, нас будет ожидать лишь разочарование. Почти всегда обеспечение качества информации, реорганизация бизнес-процессов, увеличение требований к аппаратной части применяемого оборудования, недостаточное количество специально обученных сотрудников, обеспечивающих процесс работы, и т.д. не позволят достигнуть поставленных целей в кратчайшие сроки.

Однако переосмысление желаемых результатов позволит компании перейти на совершенно новый уровень качества выполнения проектов, получить экономию при создании более эффективных и функциональных зданий, начать грамотно использовать результаты проектирования в маркетинге и сделать это важным конкурентным преимуществом.

Ведь многие технологии инженерного анализа, результаты которых могут дать значительный эффект для современных зданий, требуют наличия многочисленных, глубоко структурированных данных о проектируемом объекте в цифровом виде, и любая ошибка в них может существенно повлиять на конечный результат.

Например, неверная информация о границах помещений, характеристиках материалов стен, видах процессов в помещениях сведёт на нет усилия в расчётах энергетического моделирования здания (ВЕМ). Это сделает неверной оценку мероприятий, направленных на экономический анализ технических решений с применением дорогостоящего, но энергоэффективного оборудования.

Таких примеров можно привести достаточно много — весьма часто приходится сталкиваться с неправильно подобранным инженерным оборудованием, когда избыточные затраты на его приобретение и эксплуатацию значительно превосходят стоимость проектирования.

## Инструменты для создания и анализа цифровых информационных моделей

Отвечая на запросы пользователей, разработчики программного обеспечения постоянно создают новые инструменты для инженерного анализа цифровых моделей. Существует много инструментов использования информации из цифровых моделей: инженерные расчёты, имитационное моделирование, обеспечение процессов жизненного цикла здания, координация проектов, оценка объёмов и количества материалов и т.д.

Для каждого сценария имеются свои решения, которые позволяют существенно повысить качество модели и использовать заложенную в ней при проектировании информацию. В рамках статьи остановимся на таком важном аспекте работы, как координация проекта.

Одним из известных инструментов для создания цифровых моделей инженерных систем зданий является программное обеспечение [MagiCAD](#).

[MagiCAD](#) получил свою известность благодаря инновационной технологии моделирования инженерных систем в трёхмерном пространстве с одновременным заданием всех необходимых атрибутов, необходимых для расчётов, инженерного анализа, спецификаций оборудования и инструментов оформления чертежей. Уже около 30 лет [MagiCAD](#) является одним из лидеров цифрового проектирования, с его помощью разработаны многие тысячи сложных проектов во всём мире. Появившись в России в начале 2000-х годов, это программное обеспечение завоевало популярность среди проектировщиков и является признанным и надёжным решением для создания цифровых моделей инженерных систем.

Но сегодня мы рассмотрим [MagiCAD](#) как уникальный инструмент координации цифровых проектов.

### Координация проекта инженерных систем в [MagiCAD](#) для [Autodesk Revit](#)

В России за последнее время всё большую популярность набирает такой инструмент комплексного моделирования зданий, как [Autodesk Revit](#). Благодаря сочетанию удачного маркетинга и возможностей инструмента у многих специалистов сама концепция BIM стала ассоциироваться с именно его применением. Разумеется, цифровое информационное моделирование зданий появилось задолго до создания [Revit](#), и просто освоение работы в этой программе совершенно не означает владение технологией BIM.



Фото: Cision News, news.cision.com

Очень важно отметить, что грамотное встраивание цифровой модели из [Revit](#) в процессы инженерного анализа и обеспечения жизненного цикла здания уже демонстрирует достаточный уровень владения технологией информационного моделирования здания.

Давайте последовательно рассмотрим различные прикладные аспекты работы с цифровой моделью и детали процесса координации разделов проектирования.

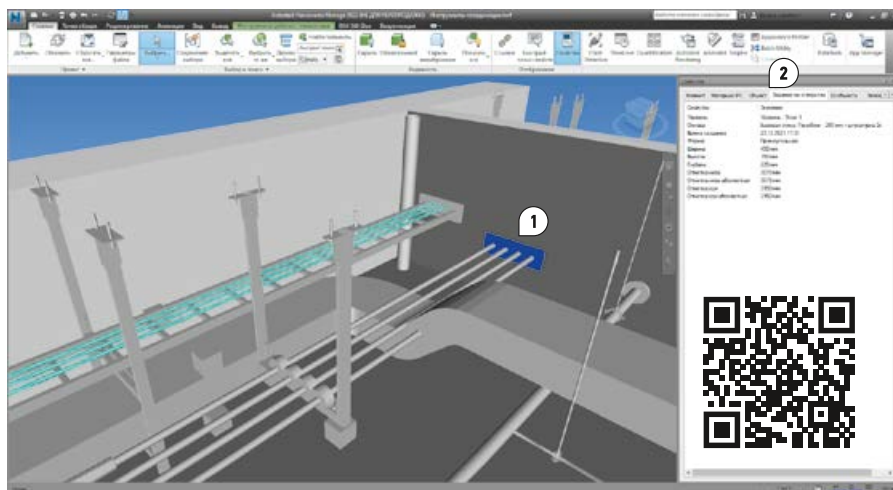
### Инструменты для экспорта информации в формате IFC

Уже более трёх десятилетий строительные и проектные компании применяют в своей работе различные программные продукты для решения конструкторских и инженерных задач. В основном большинство разработчиков создают свой собственный формат хранения данных, но сразу возникает вопрос обмена данными между разными программами. Почти всегда форматы и структура данных существенно различаются, и передача информации производится вручную, что неизбежно приводит к значительным затратам времени и требует обеспечения контроля качества информации. Наиболее типичными примерами является коммуникация между чертёжными и расчётными

Открытый стандарт стал активно поддерживаться сообществом разработчиков программного обеспечения и с 2013 года был принят как международный стандарт, получив сертификацию [ISO \(International Organization for Standardization\)](#).

В России стандарт также получил распространение и был включён в национальные стандарты Российской Федерации как ГОСТ Р 10.0.02–2019. Важно отметить, что на этом открытом стандарте основан обмен информацией с различными государственными экспертизами РФ.

Стоит отметить, что стандарт IFC не предназначен для оперативной работы при создании цифровой модели в каком-либо программном обеспечении, а необходим только при передаче информации из одного ПО в другое.



● ● Рис. 1. Отображение цифровой модели в [Autodesk Navisworks Manage](#)

приложениями: конструктор создал модель здания, и её необходимо проверить на прочность, или инженер сделал модель системы отопления, и необходимо провести её расчёт. Также возникает вопрос перехода от хранения бумажных чертежей к хранению цифровых моделей, которые содержат все необходимые информационные атрибуты для формирования рабочей конструкторской документации.

Начиная с 1993 года крупные компании-разработчики инженерного программного обеспечения начали обсуждение единого формата обмена строительной информацией. С этой целью в 1995 году была создана ассоциация International Alliance for Interoperability (IAI), целью которой стала разработка межотраслевых стандартов открытого обмена строительной информацией. В результате активной работы уже в июне 1996 года был представлен первый вариант открытого формата IFC (Industry Foundation Classes) версии 1.0. В 2008 году ассоциация изменила своё название на buildingSMART.

[MagiCAD](#) для Revit обладает уникальными возможностями по настройке наборов данных и экспорту в формате IFC. Важно отметить, что [MagiCAD](#) также имеет соответствующую сертификацию по схемам IFC 2x3 и IFC 4.0 для инженерных систем зданий [4].

В качестве примера результата процесса обмена информацией в формате IFC для представленной выше части цифровой модели здания воспользуемся специализированным программным обеспечением [Autodesk Navisworks Manage](#) (рис. 1). С работой этого инструмента и других, рассмотренных в данной статье, вы можете ознакомиться, посмотрев короткие видео на YouTube, ссылки на которые размещены в виде QR-кодов.

После настройки наборов свойств для различных компонентов цифровой модели информационные атрибуты, например, для заданий на отверстия (поз. 1), можно увидеть в палитре свойств (поз. 2) на соответствующей вкладке в интерфейсе [Navisworks](#).

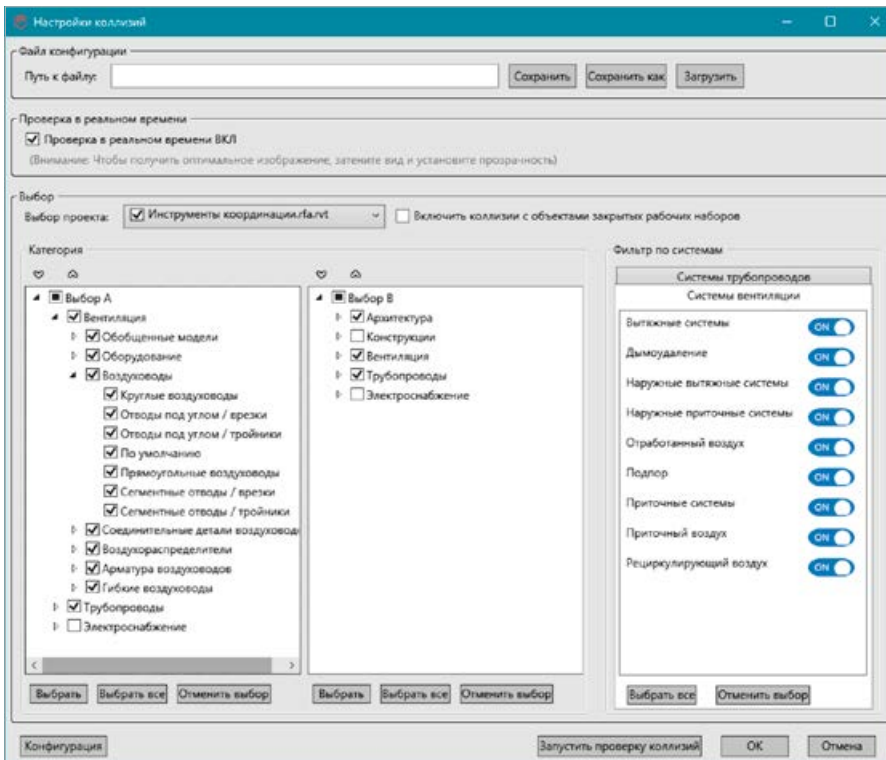


### Инструменты по работе с коллизиями информационной модели

При создании цифровой модели здания и инженерных систем проектировщики неизбежно сталкиваются с вопросами взаимодействия в случае геометрического пересечения элементов, принадлежащих к разным разделам, — то, что стали называть «коллизиями». Появление коллизий в проекте может привести к последующему изменению стоимости строительства, а в ряде случаев — к изменению концепции в тех или иных разделах инженерных систем. Поэтому удобство, гибкость и эффективность средств по проверке коллизий становятся крайне важными. Всеми этими качествами обладают инструменты [MagiCAD](#) для Revit.



•• Рис. 2. Фрагмент цифровой информационной модели здания



•• Рис. 3. Настройки инструмента поиска коллизий в проекте Autodesk Revit

На рис. 2 представлен фрагмент цифровой модели здания, который мы будем использовать в качестве примера при поиске коллизий. Для начала работы нужно настроить, какие коллизии необходимо будет отображать в модели (рис. 3). В проверку коллизий могут быть включены любые элементы модели, включая компоненты, расположенные во внешних ссылках. При работе с инструментом доступна функция «Проверка в реальном времени». В этом случае коллизии в модели будут отображаться в момент их появления.

Коллизии в модели делятся на два вида: «сильные» и «слабые». Появление сильных коллизий обусловлено непосредственным пересечением объектов в модели.

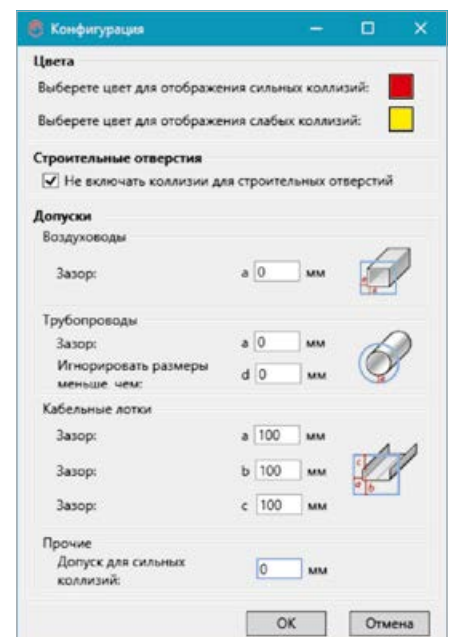
В случае слабых коллизий определяется допустимое значение зазора между объектами (рис. 4).

Пример отображения коллизий в реальном времени представлен на рис. 5. В этом случае пример 1 — сильная коллизия при пересечении трубами воздуховода, а пример 2 — слабая коллизия, которая сообщает о недостаточном зазоре между лотком электроснабжения и трубой.

Если над проектом работают несколько специалистов, и коллизии возникают между несколькими разделами, то появляется необходимость в специальном механизме управления изменениями. Необходимость в таком средстве ещё больше в масштабных проектах, которые разра-

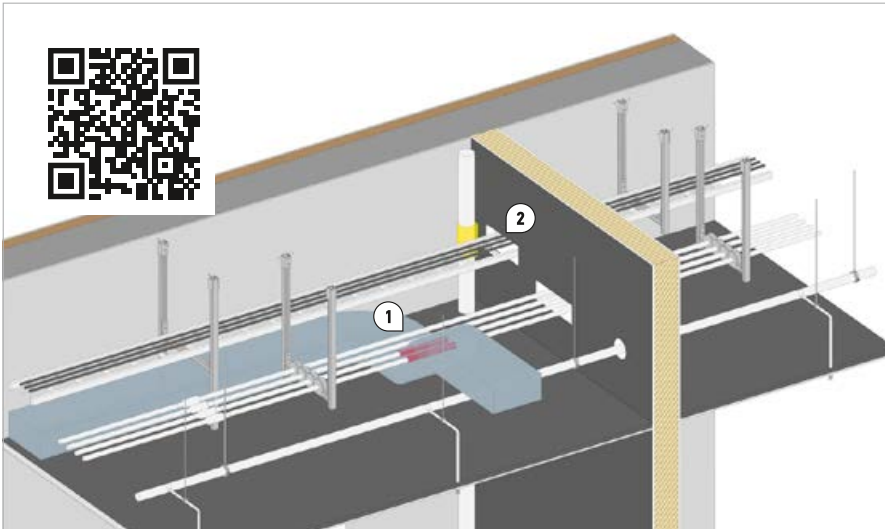
батываются с применением нескольких разных САПР.

В настоящее время разработано много решений для обмена информацией о коллизиях от разных производителей программного обеспечения. Все они основаны на различных протоколах обмена, но особую ценность представляют открытые стандарты, поддерживаемые как на уровне профессиональных ассоциаций, так и на уровне государства. Примером подобного стандарта является формат BCF (BIM Collaboration Format) [1] от ассоциации buildingSMART, который позволяет организовать взаимодействие в цифровой форме между участниками процесса работы над информационной моделью здания. Одним из важнейших аспектов подобного взаимодействия является, конечно же, передача информации о коллизиях между элементами модели.



•• Рис. 4. Определение типов коллизий





❏ Рис. 5. Отображение коллизий в реальном времени в программе [MagiCAD](#)

Разработка формата BCF началась в 2009 году и первоначально была задумана двумя членами «Международной группы поддержки внедрения» ISG (International Implementation Support Group), BuildingSMART, Solibri, Tekla, а также Институтом прикладной строительной информатики (Institute for Applied Building Informatics, IABI) Мюнхенского университета прикладных наук (Munich University of Applied Sciences) в Германии. Их желание использовать открытую технологию взаимодействия для рабочих процессов на основе IFC привело к созданию прототипа и, в конечном итоге, к разработке BCF совместно с остальными членами ISG [3, 4].

Стандарт BCF на сегодняшний день является международным стандартом openBIM — таким же, как IFC, и открытым для всех.

BCF представляет из себя структурированный формат передачи данных, основанный на формате XML (Extensible Markup Language). Ключевой его особенностью является то, что данные о коллизии могут включать: подробное описание и комментарии, которые дают участники процесса взаимодействия, информацию о пересекающихся элементах, картинку с изображением проблемного участка, а также непосредственно координаты места пересечения и настройки вида.

❏ Отчёт о коллизиях BCF

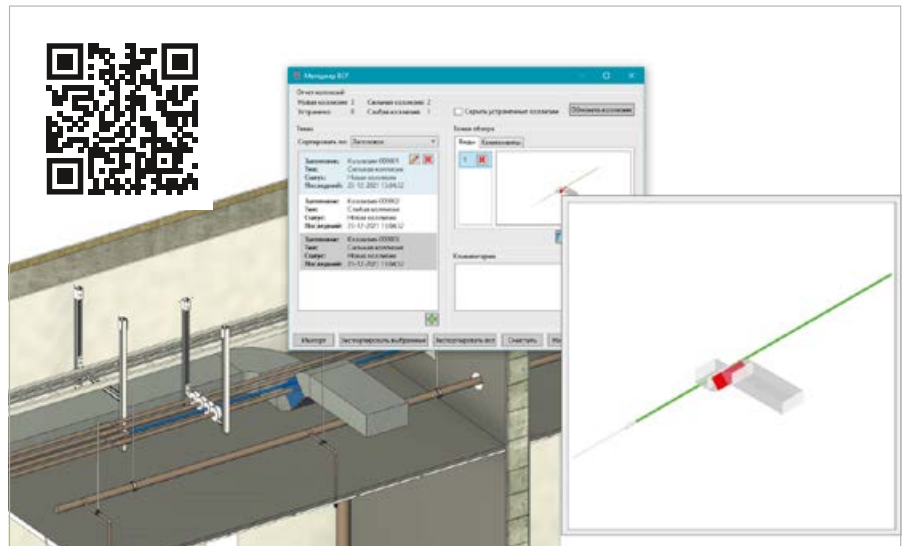
Содержание отчёта о коллизиях	Информация о коллизии
<ul style="list-style-type: none"> <li>📁 1f12d0ab-47d2-4d8e-9310-16a441b320de</li> <li>📁 9d4afebe-100e-41c4-84d6-7a3dfce0c3eb</li> <li>📁 46c52dee-2520-4aef-aff0-f4ec786d0924</li> <li>📄 bcf.version</li> <li>📄 project.bcfp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📄 349d7db7-a185-4d44-9451-eb74b95ad7ff.bcfv</li> <li>📄 349d7db7-a185-4d44-9451-eb74b95ad7ff.png</li> <li>📄 markup.bcf</li> <li>📄 snapshot.png</li> <li>📄 viewpoint.bcfv</li> </ul>

Сохранение координат и вида особенно ценно, так как позволяет не тратить время на поиск коллизии в модели, а мгновенно переместить точку обзора в нужную позицию и взглянуть на проблему глазами того, кто её зарегистрировал.

[MagiCAD](#) позволяет экспортировать и импортировать информацию в формате BCF [2]. Для этого в арсенале данной программы присутствует специальный инструмент под названием «[Менеджер BCF](#)» (рис. 6).

После экспорта создаётся специальный архив, в котором расположены вложенные папки, содержащие информацию о каждой коллизии, координаты в модели, текст описания и картинку, отображающую проблему.

Пример содержания приведён в табл. 1.



❏ Рис. 6. Обмен коллизиями в формате BCF

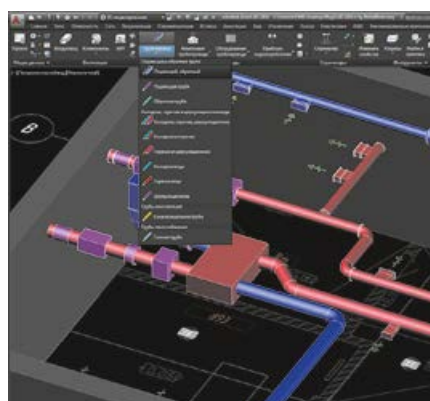


Фото: MagiCAD Group, magicad.com

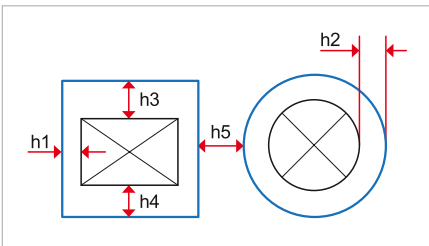
Имена папок являются автоматически сгенерированным случайным, статически уникальным кодом, называемым GUID (Globally Unique Identifier). Это необходимо для правильной идентификации проблемы в разных системах управления изменениями и координацией. Информация в файлах описания содержится в текстовых файлах в формате XML (Extensible Markup Language), представляющем собой расширяемый язык разметки и позволяющем компактно и эффективно представить большие объёмы данных в структурированно-иерархическом виде.

Если же отчёт о коллизиях в формате BCF был сформирован с помощью другого программного обеспечения, то вы можете продолжить работу с отчётом средствами [MagiCAD](#). Для этого достаточно загрузить файл в «[Менеджер BCF](#)» с помощью кнопки «Импортировать».

Детали работы инструмента можно увидеть с специальным видео, ссылка на которое приведена в QR-коде на рис. 6.

### Инструменты для создания строительных отверстий

Одной из важных частей координации разделов является обмен информацией в процессе создания и утверждения строительных отверстий в цифровой модели здания. В [MagiCAD](#) для [Revit](#) есть специальные инструменты для автоматического создания заданий на строительные отверстия, обмена информацией с различными приложениями, а также бесплатный инструмент для архитектора и конструктора, позволяющий вырезать проёмы в строительных конструкциях.



•• Рис. 7. Настройка инструмента генерации строительных заданий

Инструмент создания заданий на отверстия позволяет гибко настраивать зазоры для различных типов инженерных систем и оборудования (рис. 7). Также организована возможность создания заданий и отверстий в случае расположения слоёв стен в нескольких связанных файлах [Revit](#). В случае, если различные инженерные системы проходят на расстоянии менее заданного в параметре H5, то несколько отверстий объединяются в одно автоматически.

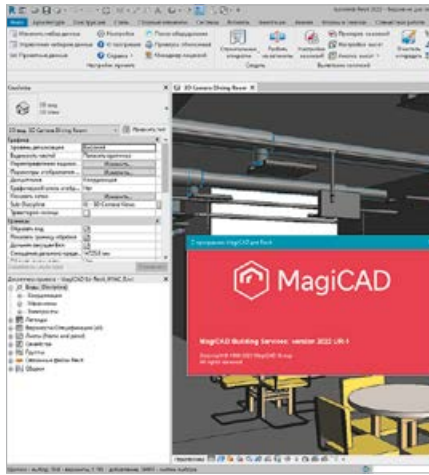
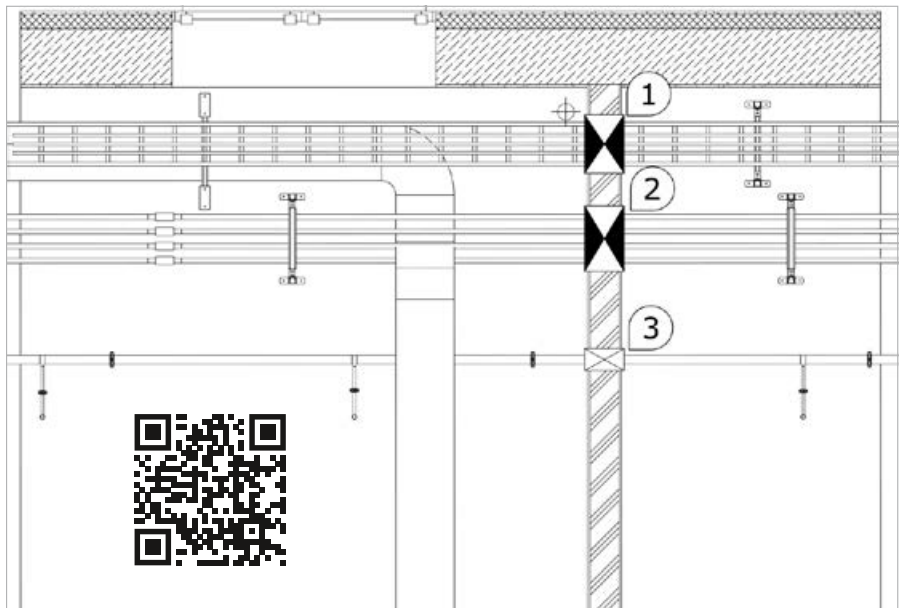


Фото: MagiCAD Group, magicad.com

После генерации заданий их можно увидеть как на плане (рис. 8), так и в трёхмерном представлении цифровой модели. Каждый элемент строительного задания содержит всю необходимую информацию для принятия решения архитектором или конструктором.

Разумеется, возможности [MagiCAD](#) для [Revit](#) этим не ограничиваются — существует множество инструментов моделирования, расчётов по различным разделам, работы с информационными моделями. Всё это позволяет существенно упростить внедрение и эффективное использование [Autodesk Revit](#) в проектных компаниях [5].



•• Рис. 8. Автоматическая генерация заданий на строительные отверстия

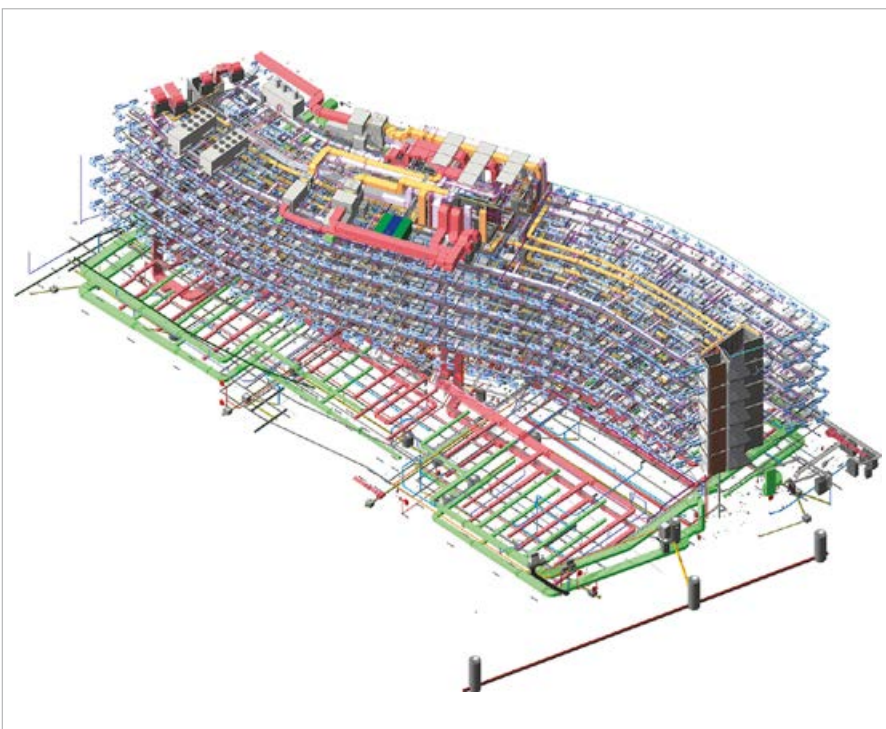


Фото: MagiCAD Group, magicad.com

Общая демонстрация возможностей [MagiCAD](#) для [Revit](#) доступна по ссылке в QR-коде ниже. •



1. BIM Collaboration Format (BCF) — An Introduction [Электр. текст]. buildingSMART Int., Ltd. Режим доступа: [technical.buildingsmart.org](http://technical.buildingsmart.org). Дата общ.: 10.01.2022.
2. BCF Software Implementations [Электр. текст]. buildingSMART Int., Ltd. Режим доступа: [technical.buildingsmart.org](http://technical.buildingsmart.org). Дата общ.: 12.01.2022.
3. Industry Foundation Classes (IFC) [Электр. текст]. buildingSMART Int., Ltd. Режим доступа: [technical.buildingsmart.org](http://technical.buildingsmart.org). Дата общ.: 13.01.2022.
4. IFC Certified Software [Электр. текст]. buildingSMART. Режим доступа: [buildingsmart.org](http://buildingsmart.org). Дата общ.: 14.01.2022.
5. Автоматизация строительного проектирования: ГК «ВентСофт» [Электр. текст]. Режим доступа: [ventsoft.ru](http://ventsoft.ru). Дата общ.: 12.01.2022.



# PE-Xa

## НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ PE-Xa



Контроль степени сшивки



Контроль геометрии



ГОСТ 32415-2013



Срок службы не менее 50 лет



Европейское сырье



+7 (495) 602-95-73  
proaqua.pro



**АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ  
ВОДЯНОГО ТЕПЛОГО ПОЛА**

**ПОЗВОЛЯЕТ СОКРАТИТЬ  
КОЛИЧЕСТВО ПОТРЕБЛЯЕМОЙ  
ЭНЕРГИИ НА**

**15-20%\***

**Циркуляционный насос**  
для создания независимого  
контура ВТП

**Смесительный узел**  
для понижения температуры  
теплоносителя, идущего от котла

**Шаровой кран**  
для отключения контура ВТП  
от системы отопления

**Трубы PE-RT**  
для распределения  
теплоносителя  
по площади пола



**Комнатный термостат**  
для поддержания  
температуры воздуха

**Блок управления**

**Коллекторный блок с расходомерами**

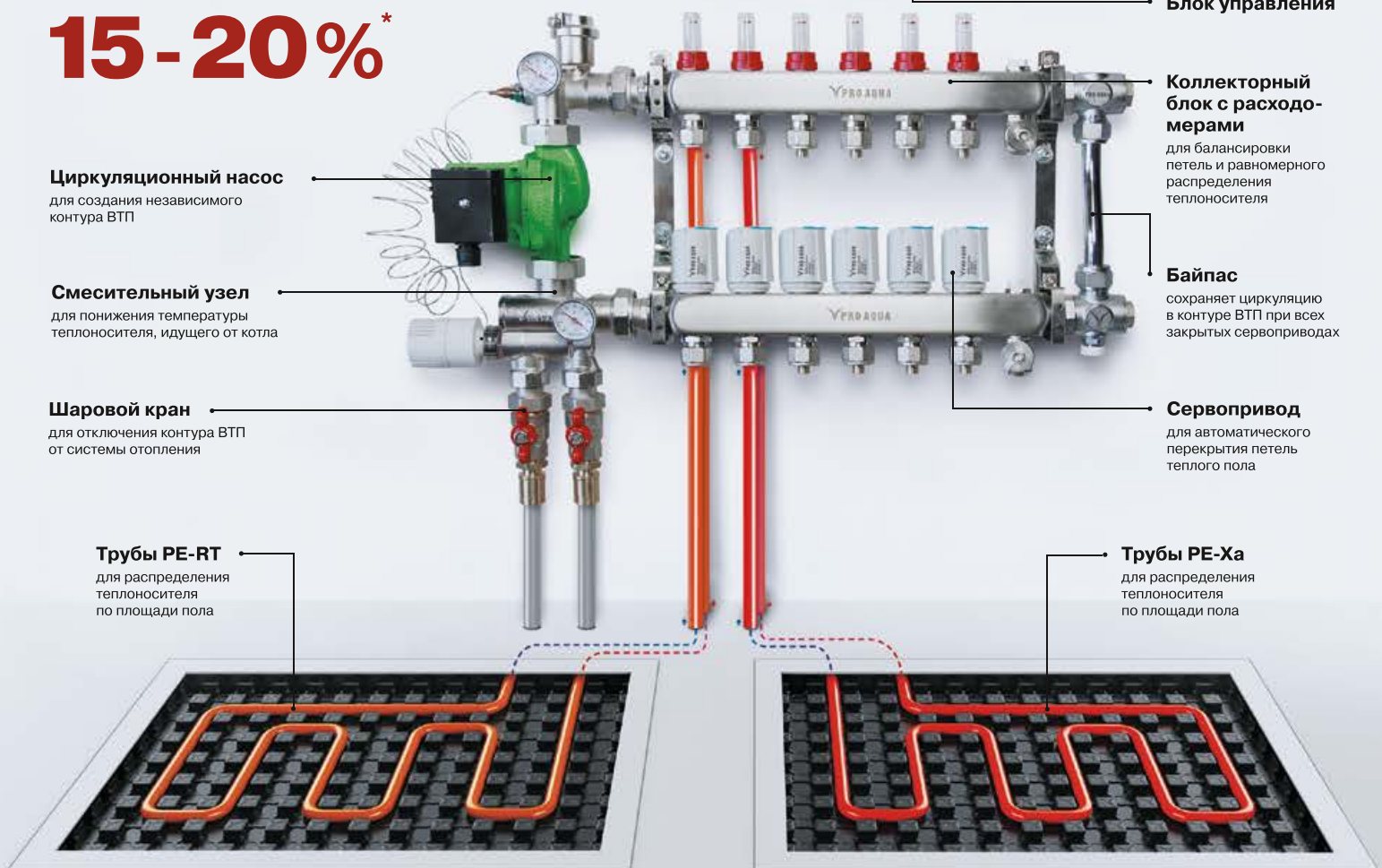
для балансировки  
петель и равномерного  
распределения  
теплоносителя

**Байпас**

сохраняет циркуляцию  
в контуре ВТП при всех  
закрытых сервоприводах

**Сервопривод**

для автоматического  
перекрытия петель  
теплого пола



**Трубы PE-Xa**  
для распределения  
теплоносителя  
по площади пола

**НОВЫЙ  
УРОВЕНЬ  
КОМФОРТА**



## Как BIM-технологии повышают КПД проектной организации?

С ускорением темпа жизни современного мира растёт и нагрузка на все элементы строительной отрасли. Специалисты при создании проекта стремятся к гармонии между эстетичностью, эргономичностью и технологической эффективностью зданий. Их концептуальные образы сменяют традиционные, а инновационные инженерные идеи повышают качество жизни конечного пользователя. Но везде — своя цена. Как же грамотно удовлетворить запросы потребителя, пожелания заказчика, комфорт исполнителя и при этом остаться в гонке?

Автор: Ирина БРЫЛЁВА,  
маркетинг-менеджер [Renga Software](#)

Потребительская оценка здания основывается не только на эстетике экстерьера и продуманной композиции помещения, но и на уровне комфорта для жизни и пребывания в нём людей. Помимо цветовых решений, декора, выбранных материалов для отделки помещения, уют создают комфортная температура, свежий воздух, чистая вода, отсутствие постороннего шума от оборудования, функциональные световые решения, формирующие восприятие и атмосферу в целом. Однако только грамотное подключение дома к системам жизнеобеспечения здания делает пребывание человека в нем комфортным.



✚ Ресторан в составе отеля «Точка на карте» в г. Лодейное Поле, проектная мастерская «Петербург»

Обеспечение благоприятных условий для пребывания и жизни людей напрямую зависит от комплекса принятых технических решений по расположению и организации инженерных систем. На этом этапе проектировщик сталкивается со сложными задачами, которые ставит заказчик, ведь зачастую именно инженерные сети диктуют внешний и внутренний облик объекта. Здесь важно понимать, что инженеры сетей способны даже внешне непримечательную конструкцию сделать уютнее изысканного, но недобросовестно проработанного особняка. Но строгие рамки в виде высокой стоимости инженерного оборудования и ограниченного бюджета приводят специалистов своей области к необходимости точно определять количество используемых материалов для уменьшения ошибок в проекте.

Таким образом, создание проектов внутренних инженерных систем зданий и сооружений — задача трудоёмкая, требующая тщательного анализа при принятии технических решений. Из-за этого

процесс проектирования становится длительным, кропотливым, требует привлечения значительного числа участников и средств.

В результате мы оказываемся перед ситуацией, когда конечному потребителю требуется как можно более качественный результат по приемлемой цене, заказчику — оптимальные финансовые и временные затраты, а проектировщику — комфортные условия труда. Здесь на помощь инженеру приходят системы автоматизированного проектирования. И большую роль в принятии верного решения играет наличие качественного программного продукта на российском рынке.

Несмотря на то, что [Постановление Правительства Российской Федерации № 331-ПП](#) вступило в силу только с 1 января 2022 года, пользователи BIM-системы [Renga](#) уже имеют успешный опыт прохождения государственной экспертизы и строительства с использованием информационной модели здания.



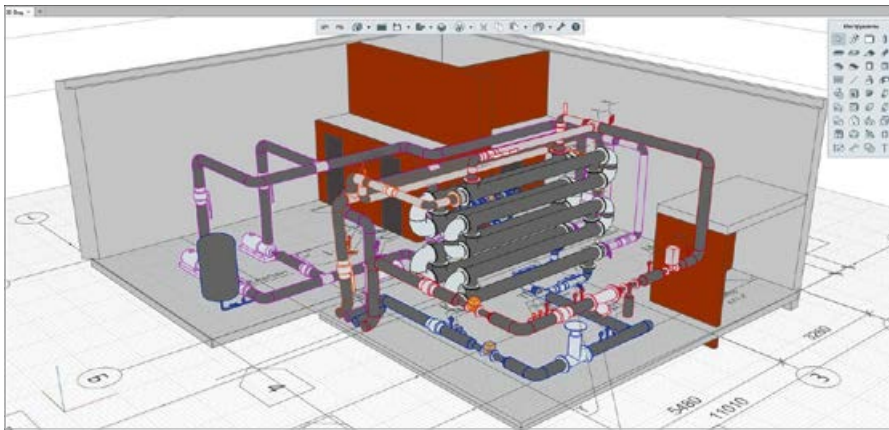
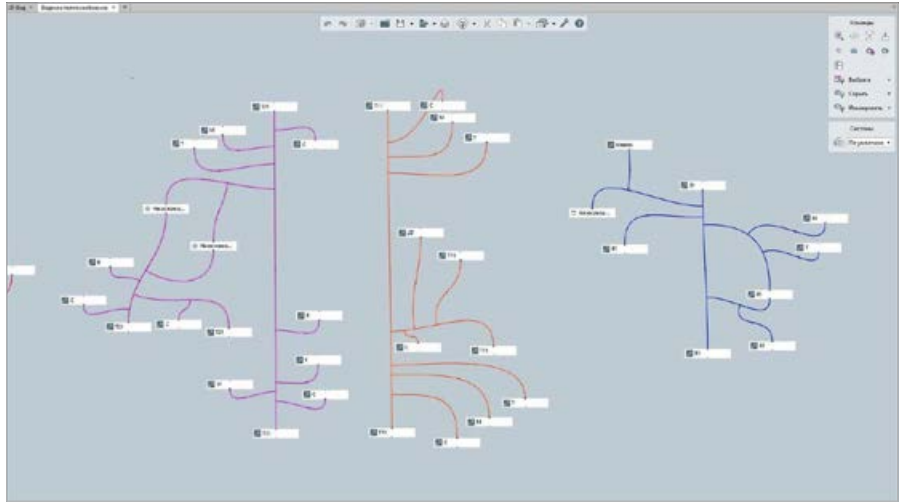


## Говорят клиенты

### Компания «В2 Проект»

Одной из организаций, которая заранее позаботилась о переходе на 3D-моделирование и начала решать проблемы, возникающие в современном проектировании, стала компания «В2 Проект». Рассказывает директор компании «В2 Проект» Владислав Штейгер:

— Благодаря освоению BIM-технологий компания в короткий срок выполнила проект модернизации центрального теплового пункта и выиграла тендер на проект реконструкции ещё одного ЦТП. Хочу рассказать о возможностях, которые принесла новая технология.



Наша компания работает на рынке с 2015 года. Мы проектируем объекты культурно-развлекательного, жилищного и спортивного назначения. В основном специализируемся на разработке инженерных решений. Выполнили уже более 200 проектов по всей Сибири.

### Казалось, что BIM нам «не по зубам»

Когда я впервые узнал про BIM-технологии, то подумал, что осилить её нам «не по зубам», ведь затраты при переходе на BIM будут очень высокие. В то же время я понимал, что нужно ускорять рабочий процесс, улучшать детализовку и проработку проектной документации. Кроме того, уже с 2022 года создание информационной модели становилось обязательным в проектах госзаказа. Я стал больше присматриваться к BIM, узнал о российской BIM-системе Renga, и, чем больше читал об опыте применения этой технологии, тем менее трудоёмким и затратным мне казался переход на BIM.

### Не так страшен BIM, как его малюют

Мои коллеги приняли участие в мероприятии «BIM-марафон», проводимом компаниями «АСКОН» и Renga Software, где пользователи BIM-системы Renga положи-

тельно отзывались об удобстве и простоте работы в программе. А решающим фактором в пользу перехода на BIM с помощью системы Renga стала её весьма приемлемая стоимость.

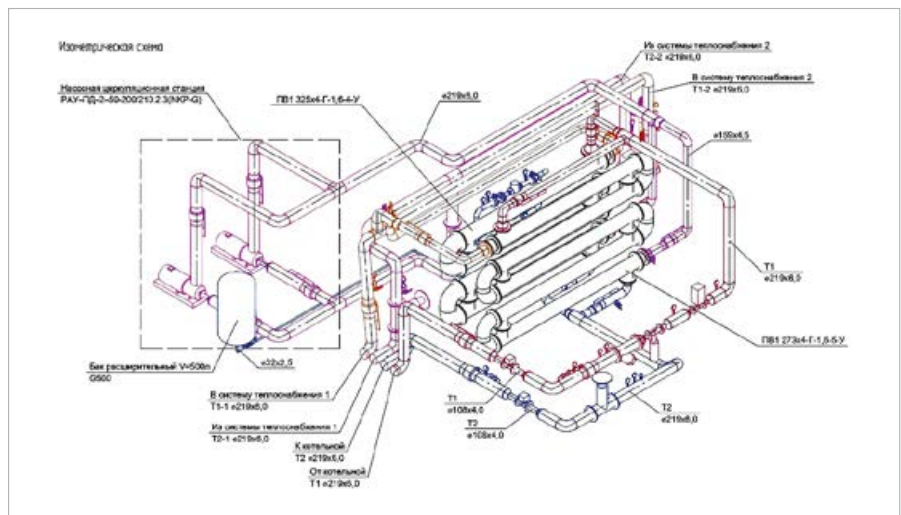
Мы начали применять систему для создания проектов капитального ремонта многоквартирных домов, собирались использовать её и при проектировании объектов общественного назначения и промышленных объектов. И тут как раз узнали о тендере на разработку про-

екта модернизации центрального теплового пункта №1, расположенного в городе Северобайкальске. Обязательным условием тендера было создание BIM-модели и выполнение проекта в течение 190 дней. Поскольку у нас уже была приобретена BIM-система Renga, мы смогли принять участие в тендере и выиграла его.

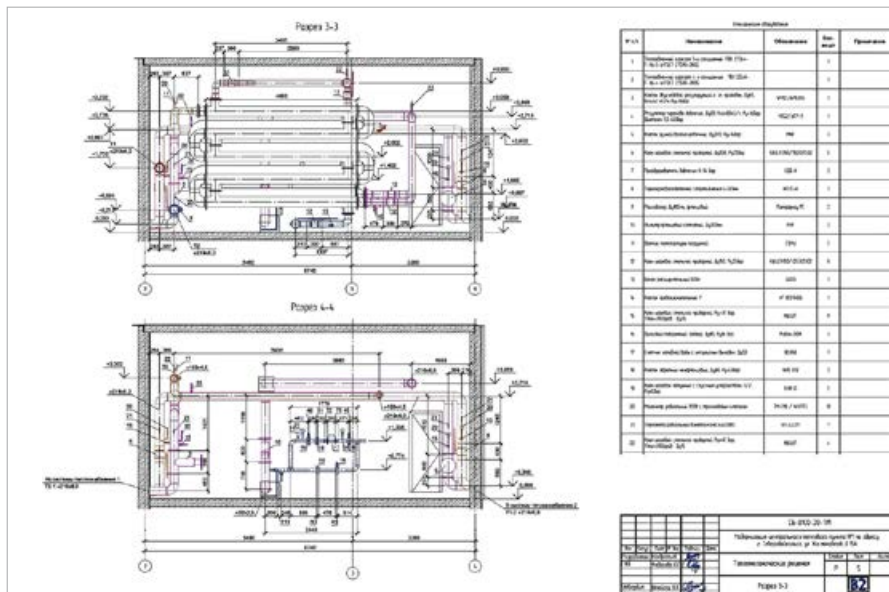
### Новый BIM-опыт

Центральный тепловой пункт в Северобайкальске, с которым нам предстояло работать, был построен в 1970-х годах, неоднократно ремонтировался, и его техническое состояние требовало проведения полной модернизации.

Так как это был не новый объект, то ни о какой исходной BIM-модели речи не велось. В качестве технического задания нам предоставили лишь чертежи в формате DWG. Но мы знали, что в Renga их можно использовать в качестве подложки и тем самым ускорить процесс работы над проектом. Мы так и сделали. Подгрузив чертежи в программу, быстро создали каркас здания, а затем уже и саму систему центрального теплоснабжения.







Теплоносителем в проекте является горячая вода, которая от котлов по трубопроводам поступает в центральный тепловой пункт. Намного быстрее справиться с созданием и редактированием трубопроводов нам помогла «Автоматическая трассировка» в Renga. На основании гидравлического расчёта из сторонней программы во время автоматической трассировки мы сразу выбирали нужные нам диаметры участков сети.

Стоит отметить, что в центральном тепловом пункте — более 170 наименований различного оборудования. При этом часть из них уже была заложена в самой системе, за что спасибо разработчикам Renga, а оставшееся оборудование, в том числе теплообменники, были импортированы в систему в виде 3D-моделей из каталога производителя «Ридан». Таким образом мы смогли добиться необходимой детализации проекта.

На основании созданной модели мы получили необходимые спецификации и комплект проектной документации, которая впоследствии прошла экспертизу. На создание проекта модернизации ЦТП у нас ушёл месяц. Для сравнения, когда мы работали над подобным проектом в 2D-программе, то на его реализацию ушло два месяца.

**ВІМ-планы**

Важно, что мы можем повторно использовать наши наработки по проекту при выполнении похожих заказов по модернизации или реконструкции ЦТП в других регионах. Наш опыт также позволил получить заказ на проект реконструкции центрального теплового пункта города Барнаула для нужд АО «Барнаульская теплосетевая компания».

Также в наших планах создание в Renga проектов индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) для частных жилых домов.

Наши сотрудники положительно отзываются о программе, да и я сам проектирую в Renga, поэтому с уверенностью могу сказать, что применение технологии ВІМ позволяет выполнять проекты с большей детализацией, наглядностью и с меньшим количеством ошибок, причём в более короткие сроки. Уверен, что переход на ВІМ-технология позволит нашей компании быстрее развиваться на рынке, реализовывать более сложные проекты, получать больше заказов и в итоге больше зарабатывать.

**«Институт проектирования, экологии и гигиены» (ИПЭИГ)**

Еще одной организацией, применившей в работе ВІМ-моделирование с помощью системы Renga, стал «Институт проектирования, экологии и гигиены» (ИПЭИГ), известный своим опытом в сфере экологического и инженерно-строительного проектирования промышленных объектов. На его счету более тысячи выполненных проектов и разделов проектной документации, прошедших экспертизы и согласования.



**Заместитель генерального директора ИПЭИГ Вячеслав Пеньковский рассказал об опыте и результатах внедрения ВІМ в компании:**

— Изучив систему Renga и параллельно некоторые зарубежные ВІМ-решения, мы сопоставили затраты на приобретение и поддержку, сравнили удобство работы, функциональность и быстроту обучения. В результате пришли к выводу, что Renga — это именно то, что нам подходит.

Свою роль сыграло также российское происхождение системы и свободное взаимодействие с разными инструментами ВІМ в соответствии с концепцией OpenВІМ. И уже в ноябре 2020 года было решено создать рабочую группу по внедрению ВІМ-технологии.

**Вхождение в ВІМ: обучение и стандарт**

Выделив из числа ГИПов ВІМ-менеджера, мы дополнительно обучили двух наших сотрудников на курсах Минстроя. Нам было важно не просто освоить детальное описание процесса ВІМ-проектирования и содержания модели, а научиться предвидеть будущие потребности заказчика. Мы уверены, что идём правильным путём, так как видим, что государство поддерживает и стимулирует переход на цифровое информационное моделирование.

Но все понимают, что ВІМ-технология не реализуется одним единственным инструментом — нужен целый программный комплекс, поэтому мы начали искать продукты, которые тоже поддерживают подход OpenВІМ для безболезненной интеграции данных. Важным требованием оставалось российское происхождение программного обеспечения. В результате сейчас мы активно используем в работе взаимодействие между различными программными комплексами через такие форматы, как IFC, DWG, C3D.

Кроме того, мы используем в работе продукт Pilot-BIM, в котором происходит управление проектом, обмен заданиями, проверка на коллизии. Когда определимся и со сметным модулем, можно будет сказать, что наша программная платформа ВІМ укомплектована.

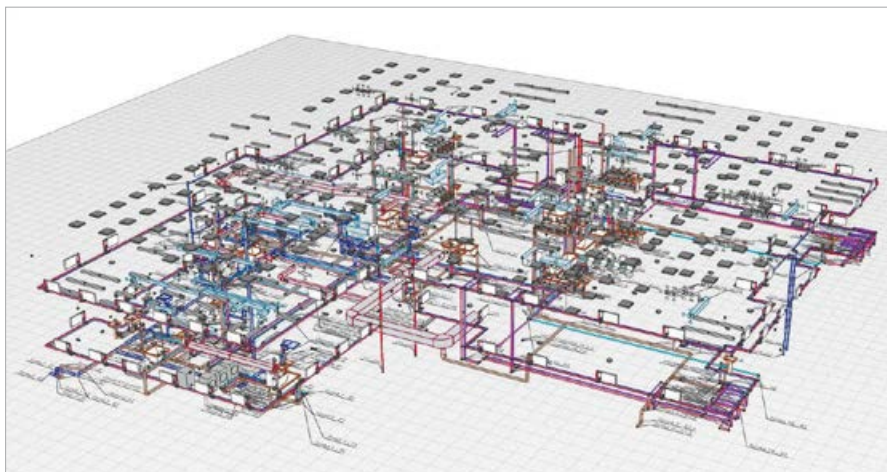
### **BIM в деле**

Некоторое время назад мы приняли участие в [V Всероссийском конкурсе «BIM-технологии 2020/2021»](#) с проектом здания ремонтно-механической мастерской в составе Комплекса по обработке и размещению твёрдых коммунальных отходов на территории Сергиево-Посадского муниципального района Московской области. Работа была представлена в номинации «Информационное моделирование промышленных зданий». Это одноэтажное строение со встроенными вспомогательными помещениями. Оно предназначено для текущего ремонта автотранспорта, предусмотрена возможность выполнять заказы цехов и производственных участков мусоросортировочного комплекса.

Несмотря на то, что проект кажется простым, в нём проработаны практически все разделы проектной документации, включая электрические системы, с высокой степенью детализации.

Плюсом российского программного обеспечения является то, что [Renga](#) настроена под выпуск документации по системам отопления, вентиляции и кондиционирования в соответствии с действующими на территории РФ стандартами.

Так, разработанные шаблоны позволили быстро и грамотно оформить чертёжные листы согласно СПДС. Также автоматически были сформированы аксонометрические схемы систем отопления и вентиляции в полном соответствии с [ГОСТ 21.602–2016](#), где соблюдены чертёжные масштабы, а все элементы отображены в соответствии с условными графическими обозначениями.



### **ООО «ПСК РегионПроект»**

**Рассказывает Николай Дубовой, директор ООО «ПСК РегионПроект»:**

— Основным критерием, на который ориентировалась компания при выборе системы для работы всех проектировщиков, стал комплексный подход к проектированию. Российская система [Renga](#) полностью соответствовала этому критерию, так как она позволяет проектировать и архитектуру, и конструктивную часть здания, и внутренние сети.

Объектом для пилотного проекта стал детский сад на 140 мест в городе Копейске, представляющий собой двухэтажное здание с техническим этажом.

В результате работы над проектом специалисты нашей компании создали в BIM-системе [Renga](#) информационную модель детского сада, проработав её архитектурную и конструктивную части, а также внутренние инженерные сети, получив тем самым бесценный опыт комплексного проектирования по BIM-технологии.

В процессе реализации пилотного проекта в системе [Renga](#) мы смогли убедиться, что BIM — это не сложно и не дорого. Мы самостоятельно освоили программу, многие инструменты были интуитивно понятны. Хотелось бы отметить вовлечённость создателей [Renga](#) и сотрудников компании «АСКОН» в процесс внедрения и освоения системы — на все возникающие у нас вопросы мы оперативно получили ответы.

Мы довольны полученным опытом 3D-проектирования и уровнем отечественной BIM-системы. [Renga](#) позволила нам воссоздать полноценную 3D-модель здания от фундамента и до розеток. Наглядность BIM-проектирования помогла избежать коллизий и нестыковок в проекте. Планируем реализовывать в системе [Renga](#) и другие наши проекты.

### **А где же финиш?**

Подводя итог, можно сказать следующее — чтобы преуспеть за изменениями современного мира, необходимо идти в ногу со временем. Воплощение актуальных современных архитектурных замыслов не представляется возможным без применения передовых технологий, в том числе в процессе проектирования. Так же, как системы жизнеобеспечения создают нам комфортные условия для жизни, [Renga](#) делает комфортной работу проектировщика.

Программа значительно сокращает время работы над проектами, уменьшает вероятность появления ошибок на финальной стадии, а также обладает широкими возможностями по оформлению и выпуску готовой проектной и рабочей документации. Лёгкость её освоения и доступная стоимость открывают большие перспективы массового использования программы для проектирования всевозможных разделов по технологии BIM, включая инженерные системы.

Кроме того, дополнительное развитие в сфере расчётных возможностей — разработка внутрипрограммных средств, модулей, например, [плагина для гидравлического расчёта «Умная вода»](#) или [приложения для создания электротехнических расчётов от «САПР-Альфа»](#) делают [Renga](#) универсальным средством для проектирования различных инженерных сооружений.

А многочисленные результаты внедрения системы [Renga](#) лишь подтверждают, что любая проектная организация может не просто остаться в рядах градостроительной гонки, но и повысить свою эффективность, параллельно увеличив шансы на первенство.

Узнать больше об опыте внедрения российской системы для BIM-моделирования [Renga](#) вы можете в разделе «Опыт пользователей» на официальном сайте [Renga Software \[rengabim.com\]\(http://rengabim.com\)](#). ●



# DanfossCAD — расширяем возможности привычного инструмента

Новый плагин для AutoCAD с удобным функционалом для расчёта проектов отопления и теплоснабжения:

- Единая среда проектирования и расчёта
- Графическая документация проекта в соответствии с ГОСТ
- Конфигуратор узлов приборов отопления
- Автоматическая настройка структуры спецификации
- Автоматически настраиваемые выноски
- Динамичный фильтр элементов для выбора и редактирования

выполнение  
проекта  
быстрее на

**47%**





Фото: ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de

## Revit и liNear в действии — проект Spandauer Ufer

Немецкая компания [Spandauer Ufer GmbH](#) осуществила проектирование инновационного экологичного квартала в Шпандау — престижном районе Берлина, задействовав всю мощь программного обеспечения [Autodesk Revit](#) и [liNear](#).

### «Зелёное» проектирование

Инновационный экоустойчивый квартал [Spandauer Ufer](#) в центре Шпандау, одного из 12 административных округов Берлина, сочетает в себе все преимущества городской жизни и в то же время является образцом для подражания при создании других проектов. Квартал спроектирован благодаря особому видению [Spandauer Ufer GmbH & Co. KG](#), а также участвовавших в проекте компаний [merz objektbau GmbH & Co. KG](#) и [FAY Projects GmbH](#). Особенностью этого строительного объекта является «зелёный след», который он должен оставить.

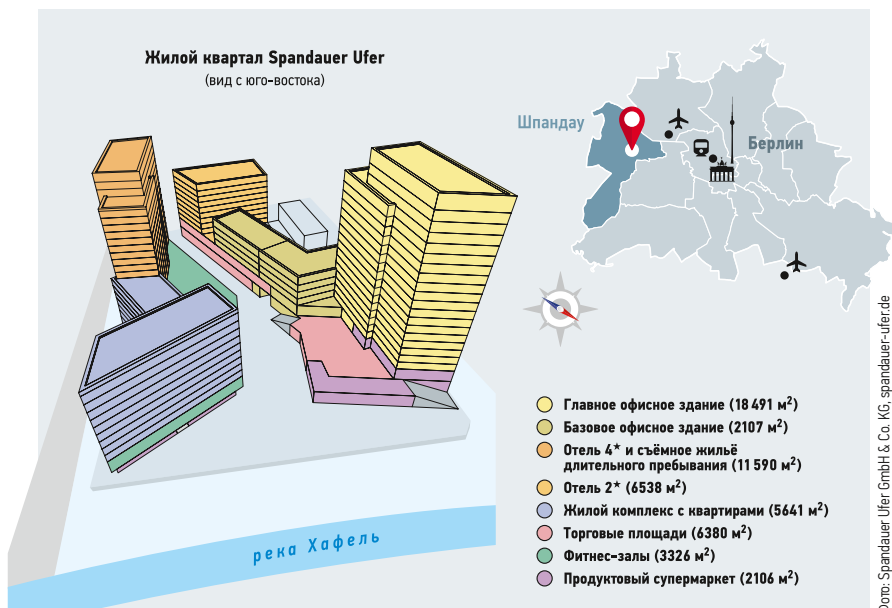
Благодаря использованию инновационных технологий проект экологически устойчив и демонстрирует строительной отрасли шаг в верном направлении на пути сбережения климата нашей планеты. При аналогичном подходе к созданию жилых кварталов возможно внести значительный «зелёный» вклад и одновременно обеспечить высокую добавленную стоимость для застройщика.

С учётом того, что недвижимость является значительным источником выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в атмосферу,

застройщики и проектировщики в этом проекте доказывают, что экономическая эффективность, защита климата и устойчивое развитие могут быть приведены к общему знаменателю. В результате преследуется общая цель — оставить «зелёный след» при разработке проекта.

### Остаться зелёным городским кварталом

В городском квартале есть всё необходимое для жизни и комфорта. Свыше 90 тыс. м<sup>2</sup> общей площади приходится на жилую площадь, офисные комплексы, магазины, а также рестораны, кафе, фитнес-центры и другие места проведения досуга.



Расположение и компоновка жилого квартала [Spandauer Ufer](#)



Фото: ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de

В распоряжении гостей из других регионов — два гостиничных корпуса разных звёздных категорий, где люди могут остановиться на ночлег и насладиться отдыхом. Работая в одном из офисов на высоте 80 м, можно полюбоваться живописным видом на реку Хафель (Havel). Шесть зданий соединены между собой цокольным и подвальными этажами. Расположенная напротив [галерея Spandau Arcaden](#) всем своим видом привлекает посетителей, предлагая приятно провести досуг, а зелёные благоустроенные территории и река Хафель приглашают совершить прогулку.





©: ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de

●● Жилой квартал [Spandauer Ufer](#) расположен в центре округа Шпандау в Берлине около живописной реки Хафель

**Вода – это ключ!**

Река Хафель не только служит фактором комфорта и экологичности, но и вносит решающий вклад в устойчивое развитие. Вода из реки обеспечивает охлаждение всего комплекса. Проект [Spandauer Ufer](#) использует эту возможность для энергосбережения, позволяя жилому комплексу обходиться без классических систем кондиционирования воздуха. Таким образом создаётся преимущество по энергоэффективности. Рециркуляция энергии с привлечением природных ресурсов позволяет снизить затраты на охлаждение до минимума. Вода в качестве регенеративного источника энергии забирается из Хафеля с помощью одного из крупнейших водоводяных тепловых насосов в Европе.

В этой открытой системе вода постоянно поступает в контур через скважинный насос, охлаждает здания и уходит обратно в реку через поглощающую скважину.

Инженеры также максимально продумали процесс рециркуляции энергии для теплотребления. Тёплые сточные воды в канализационной системе охлаждаются через напорный трубопровод, а тепловая энергия, полученная в результате этого процесса, подаётся в квартал с помощью теплового насоса. Подобная рециркуляция энергии обеспечивает положительный энергетический баланс с двух точек зрения. С одной стороны, квартал может быть обеспечен тепловой энергией от сточных вод по выгодной цене. С другой стороны, предприятия по водоочистке

извлекают выгоду из того факта, что теперь им приходится использовать меньше энергии для охлаждения тёплой сточной воды перед очисткой и последующей подачей обратно в водный цикл.

На благо окружающей среды меры по защите климата, подобные тем, которые представлены в этом строительном проекте, должны чаще находить своё отражение в проектах в сфере недвижимости.



©: ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de

Необходимо поощрять застройщиков и проектировщиков, чтобы они следовали примеру [Spandauer Ufer](#). Устойчивые результаты, к которым стремятся в этом инновационном проекте, отмечены золотым сертификатом [Немецкого совета по устойчивому строительству \(DGNB\)](#).

Кроме того, цель авторов проекта — получить международный сертификат [Wired Score](#), который оценивает совершенство цифровых решений при возведении объектов недвижимости.



©: Spandauer Ufer GmbH & Co. KG, spandauer-ufer.de

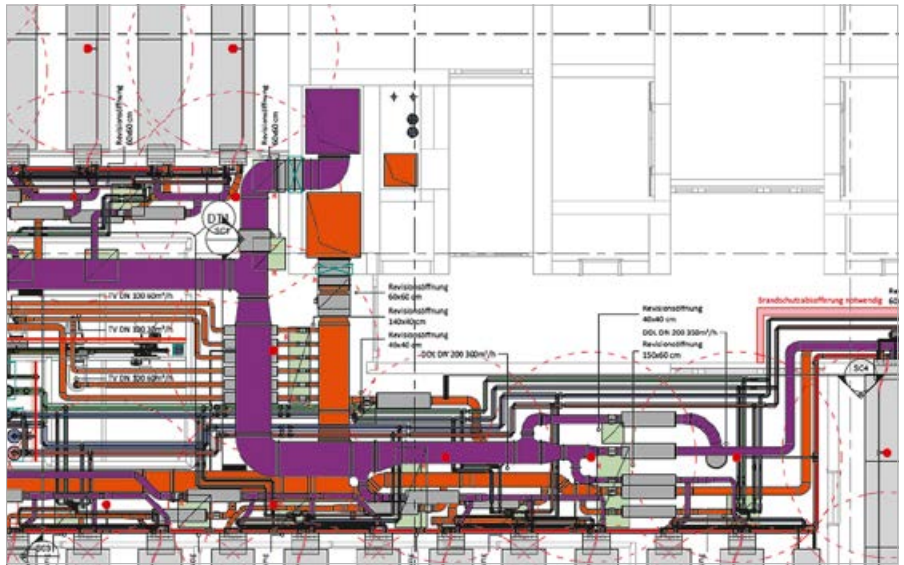
●● Река Хафель оказалась ключом к сверхэффективности систем кондиционирования



### Детальное проектирование

Когда речь идёт о таких сложных проектах, очень скоро становится очевидным, что они требуют особого подхода к проектированию. Поэтому важно было использовать BIM и работать с высоким уровнем детализации уже на первом этапе проектирования. Правильная его организация и использование информационного моделирования зданий позволяют всем создателям объекта тесно взаимодействовать друг с другом и постоянно проверять проект на наличие коллизий и источников ошибок.

Выбор правильного программного обеспечения является ключом к успеху. Компания [DES GmbH](#) полагается на программное решение [liNear](#), которое напрямую интегрировано в [Revit](#). Устаревшие методы проектирования чреваты тем, что



•• Рис. 1. Проектирование инженерных систем из проекта [Spandauer Ufer](#)

© DES GmbH, des.de



© ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de

индивидуальных энергетических концепций для уникальных проектов — таких как [Spandauer Ufer](#). В этом ПО любое оборудование и любой компонент можно перемещать и корректировать, по согласованию со всеми участниками и под контролем BIM-менеджера, до тех пор, пока анализ точек коллизий не даст безупречного результата, и ничто более не сможет препятствовать началу строительных работ. Решение [liNear](#), с одной стороны, гарантирует, что компоненты от производителя будут внесены с учётом мельчайших деталей, а необходимое пространство будет рассчитано с высочайшей точностью. С другой стороны, вся важная информация сохранится для каждого компонента, что поднимает информационный аспект в BIM на совершенно новый уровень.

ошибки могут быть обнаружены слишком поздно. В частности, в таком проекте, как [Spandauer Ufer](#), с большим количеством различных компонентов из разных разделов, важно выявлять ошибки на раннем этапе, чтобы выработать новые способы их решения в сотрудничестве со всей командой проектировщиков. В противном случае ошибки становятся видимыми лишь на строительной площадке, что ведёт к дополнительным затратам, потере качества и времени.

В проекте такого масштаба из-за большого количества вовлечённых партнёров и, как следствие, большого количества интерфейсов между создателями проекта, важно всегда иметь возможность согласовать действия всех его участников.

Программное решение [liNear](#) позволяет выполнять работы по проектированию и идеально подходит для разработки



© ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de



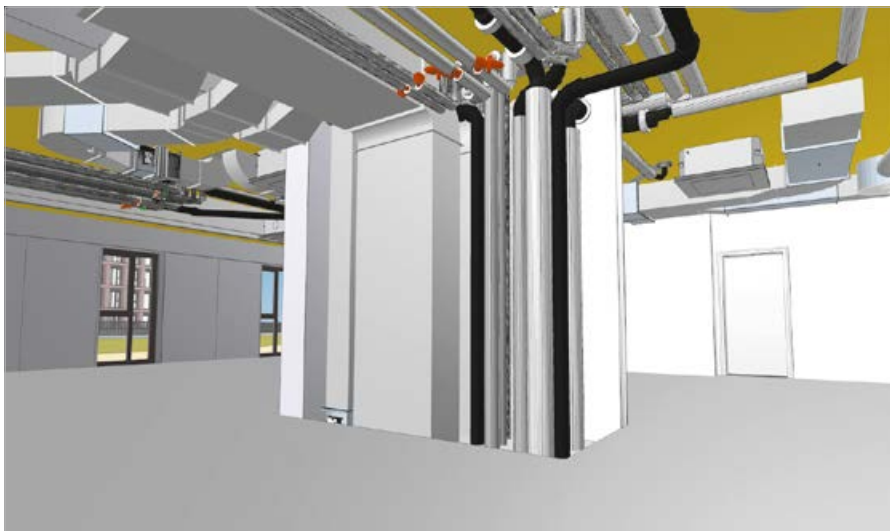


Фото: DES GmbH, des.de

❖❖ Рис. 2. Проектирование инженерных систем из проекта [Spandauer Ufer](#)

Благодаря использованию инновационного программного обеспечения [liNear](#), посредством технологии использования цифровых двойников можно сократить расходы, обеспечить стабильное качество и тайм-менеджмент.

Компания [DES GmbH](#) использует программное обеспечение [liNear](#), чтобы иметь возможность оптимально проектировать индивидуально созданные концепции здания с учётом архитектурного дизайна. Последний особенно важен в архитектуре, поэтому [DES GmbH](#) проектирует таким образом, чтобы инженерные системы оптимально вписывались в облик здания. Методы BIM также позволяют сообщать о статусе проекта. Цифровой двойник содержит всю необходимую информацию для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации квартала в будущем.

Всё это привело к тому, что уникальный проект [Spandauer Ufer](#), как видение будущего, смог быть реализован уже в настоящем. Получение золотого сертификата [DGNB](#) и прохождение сертификации [Wired Score](#) в конечном итоге создаёт предпосылки того, чтобы этот проект стал образцовым во всех отношениях.

Компания [liNear](#) очень рада, что её решения способствуют реализации подобных проектов, и всеми силами поддерживает инновационное строительство в области «зелёного» проектирования и устойчивого развития. Для этого разрабатываются соответствующие интеллектуальные программные решения, поддерживается постоянная взаимосвязь с инженерами и специалистами со всего мира, с целью адаптации программ для постоянно растущих требований и меняющихся условий международного рынка.

Благодаря разработке и внедрению BIM-инструментов для проектирования инженерных систем зданий, а также инструментов для совместной работы, программное обеспечение [liNear](#) позволяет автоматизировать процессы управления, сократить трудозатраты и увеличить производительность всех участников проекта вне зависимости от их местонахождения. При создании своего продукта компания [liNear](#) ставит энергоэффективность и экономичность во главу угла, учитывая при этом как различия гидравлических расчётов инженерных систем (например, отопления и вентиляции), так и нормы и стандарты конкретных государств, что намного упрощает процедуры прохождения государственных экспертиз.

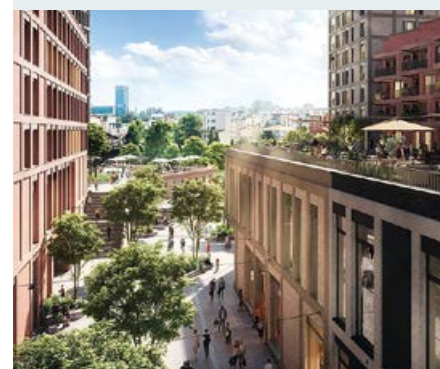


Фото: ASTOC Architects and Planners GmbH, astoc.de

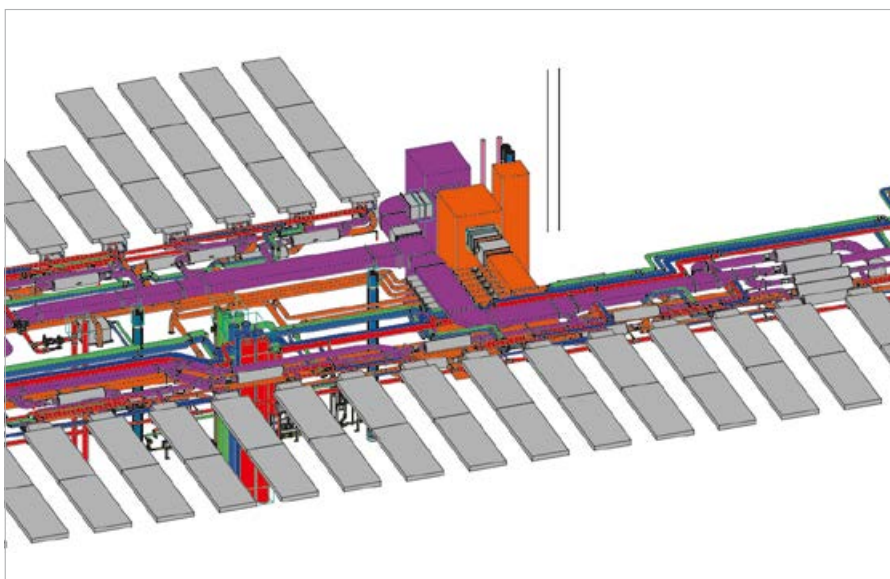


Фото: DES GmbH, des.de

❖❖ Рис. 3. Комплекс инженерного обеспечения здания, включающий в себя вентиляционные шахты, канализацию, системы водоснабжения и отопления, проверяется на наличие коллизий с помощью программного обеспечения [BIMcollab ZOOM](#)

Использование наборов данных оборудования конкретных производителей не только повышает точность проектирования до максимума, но и позволяет чётко и заранее спланировать бюджет. Благодаря прозрачности расчётов и точности спецификаций можно заказывать ровно столько материалов, сколько необходимо. Именно поэтому программное обеспечение [liNear](#) является неотъемлемым инструментом инженеров-проектировщиков, идущих в ногу со временем.

Вся команда [DES GmbH](#) гордится тем, что принимает участие в этом перспективном и экоустойчивом проекте. В будущем застройщики обязательно последуют примеру компаний [merz](#) и [FAY](#) и внедрят принципы устойчивого развития в свои проекты, чтобы искоренить существование гринвошинга на рынке. ●





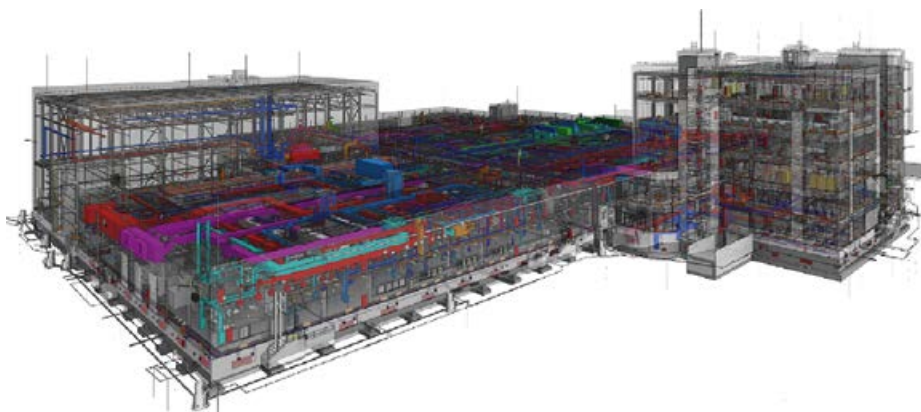
## Цифровой двойник объекта для стадии эксплуатации

В настоящее время в России тема «цифровых двойников» применительно к объектам капитального строительства выходит на новый уровень востребованности. Это обусловлено прежде всего тем, что по итогам предыдущих стадий жизненного цикла происходит накопление цифровых данных, в том числе в результате BIM-проектирования (рис. 1), и заказчик или владелец объекта задумывается, чем же эти данные могут быть полезны при обслуживании объекта...

Автор: Пётр МАНИН, к.т.н., эксперт в области цифрового строительства

Следующим драйвером повышения интереса к цифровым двойникам (ЦД), помимо обозначенного во вступлении к статье, становятся глобальные технологические тренды: те объёмы информации, которые ранее обрабатывались вручную или в полуправоматическом режиме, сейчас полностью подпадают под новые методы работы с так называемыми «большими данными» (Big Data), в том числе с возможностями использования искусственного интеллекта и/или машинного обучения (ИИ), «облачных» технологий и кластерных вычислений.

В строительстве мы только идём к этому. На сегодняшний день отсутствует единое определение, разные эксперты по-разному оценивают сущность ЦД и его отношение к BIM-модели. Для единого понимания и не настаивая на конечной точности, автор предлагает следующее определение: «цифровой двойник — это виртуальная копия физического объекта, которая полностью определяет его реальный прообраз и изменяется вместе с ним, включая геометрическое представление и моделирование поведения в реальных условиях строительства и эксплуатации».



❖ Рис. 1. Информационная модель как поставщик данных для цифрового двойника объекта

Наконец, стоит отметить тенденцию сближения (конвергенции) технологий для цифрового строительства и производства, реализуемых в конкретных САПР. Этот тренд в том числе предопределяет ещё более активное применение передовых наработок, которые уже повсюду используются, например, в автомобиле- и авиастроении для решения задач строительной отрасли. Так, цифровые двойники изделий уже давно используются как для предиктивного анализа, так и для моделирования различных сценариев функционирования уже готового изделия («что, если?») без прерывания его работы. В 2021 году в России уже появился [ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»](#).

Необходимо также ввести иерархию цифровых двойников. Глобальное развитие моделирования, например, промышленного или производственного объекта будет включать все аспекты: моделирование изготовления изделий, конвейера, расположения оборудования в здании и технологическое планирование потоков людей при обслуживании (рис. 2); взаимное расположение корпусов завода на его территории, моделирование логистики и складов и другие. В этой связи видится логичным разделение цифровых двойников на уровни: «изделие» — «цех» — «предприятие» («кластер предприятий»). Создание каждого из них имеет вполне конкретные цели. Зачастую ЦД уровня «изделие» является поставщиком данных для двойника цеха и наоборот.



Таким образом, можно отметить бесшовный информационный обмен, как один из принципов функционирования цифровых двойников.

Как было уже упомянуто ранее, существует две основные макроцели применения цифровых двойников: предиктивные аналитика и расчёты, а также задачи эксплуатации. ЦД на этапе создания концепции объекта может помочь выйти на его оптимальные характеристики без необходимости трудозатрат на долгие расчёты и пересчёты в будущем, а также перепроектирования и перестройки уже готовых зданий для улучшения их характеристик, что зачастую невозможно.

Для изделий цифровой двойник отменяет необходимость создания опытных физических экземпляров, значительно сокращая время от начала разработки идеи

Основные преимущества использования цифрового двойника напрямую переключаются с формированием так называемого «цифрового актива» объекта. Он получается на основе BIM-модели стадии «как построено» (as built) или исполнительной модели. В дальнейшем эта модель «живёт» и изменяется вместе с реальным объектом благодаря многочисленным датчикам обратной связи и системам обслуживания и ремонта (ТОИР).

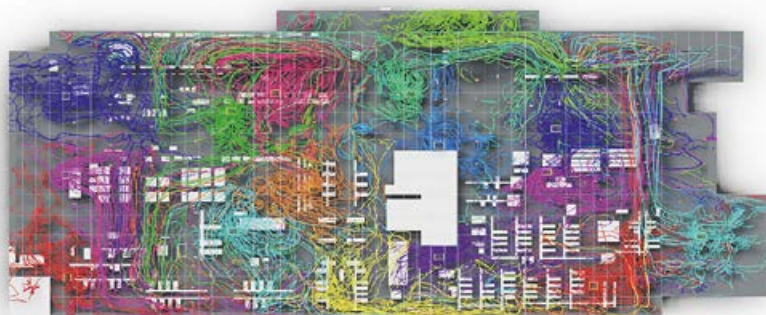
Таким образом, цифровой двойник в любой момент времени является виртуальной копией реального физического объекта, оправдывая своё название.

Естественно, такой подход подразумевает отдельное внимание и ресурсы для обновления и поддержания в надлежащем состоянии модели и параметров её компонент.

Давайте перечислим основные задачи ЦД на стадии эксплуатации:

- уменьшение сроков выполнения работ по обслуживанию и предупреждение ремонтов, что достигается интеграцией с датчиками и контроллерами оборудования, а также обменом информацией с системами управления инженерными данными (СУИД), ТОИР и EAM (Enterprise Asset Management) и системами в части двусторонней передачи данных;
- радикальное уменьшение времени на разработку электронных паспортов и доступа к ним, уточнение расчёта объёмов и необходимых средств;
- общий мониторинг объекта, достижение нового уровня понимания происходящего на объекте;
- рост производительности и квалификации персонала за счёт применения перспективных технологий обучения, уменьшение человеческого фактора и количества «незаменимых» работников;
- оперативный дистанционный доступ к цифровой информации на всех этапах в режиме реального времени, сквозная передача информации в различные системы эксплуатирующей компании (рис. 3);
- оптимизация логистики, потоков людей и загрузки оборудования, реализация расчётных моделей работы и проверка сценариев изменения технологических процессов завода;
- предиктивная аналитика ремонтов, сценарии применения ИИ при работе с цифровыми данными.

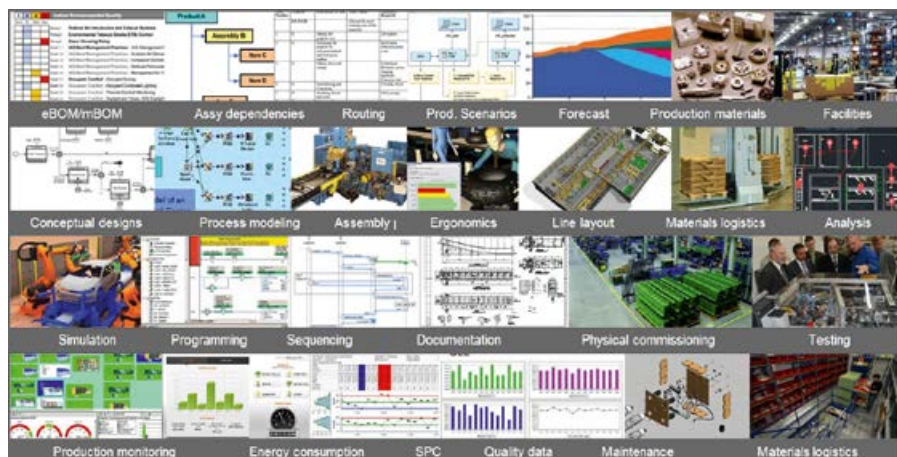
Тема получения и использования цифровых двойников в строительстве поистине обширна. Эта статья лишь вводная в данную тематику и может быть отдельно раскрыта для каждого аспекта. Автор надеется, что конструктивная дискуссия по мотивам статьи и выступления окажется полезной для проникновения понимания и использования технологий цифровых двойников в российской специфике. ●



●● Рис. 2. Пример расчётов с использованием ЦД уровня цеха. Моделирование потоков людей

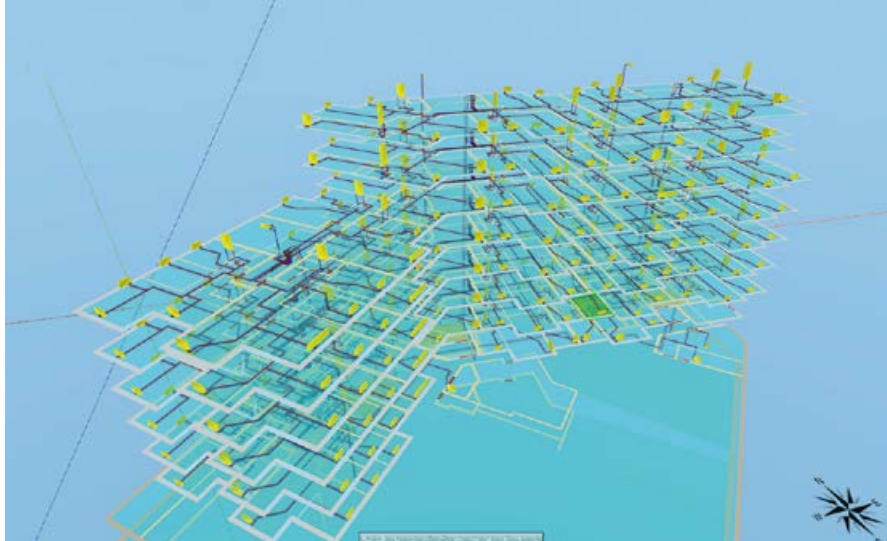
до конечного запуска решения и его выхода на рынок (time to market). Такой подход позволяет гарантировать необходимое заданное качество объекта капитального строительства и его реальную энергоэффективность в будущем. И здесь главный помощник — инструментарий имитационного, математического и физического моделирования (Simulations), не путать с информационным моделированием.

«Цифровые двойники для задач эксплуатации» — основная тема доклада автора на [V Ежегодной конференции «ВІМ и ВЕМ как инструменты оптимизации современного инженерного обустройства зданий» \(ВІМ & ВЕМ 2022\)](#).



●● Рис. 3. Различные вычисления с использованием ЦД или его данных





## Применение программ **Audytor** в реалиях российского проектировщика и ВІМ-проектирования

В современном мире стремительно внедряются цифровые технологии. Не осталась в стороне и строительная отрасль: принят [Федеральный закон от 27 июня 2019 года №151-ФЗ](#), в котором введено понятие «информационного моделирования» объектов капитального строительства. На дворе 2022 год, и принято [Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 года №331-ПП](#), согласно которому объекты с привлечением бюджетных средств при разработке проектной документации и строительстве должны использовать технологию информационного моделирования...

**Автор:** Виталий БАТУХТИН, представитель компании [Sankom Sp. z o.o.](#) (г. Варшава)

Цифровизация строительной отрасли уже проводится, вектор развития задан, и большей части проектных организаций рано или поздно придётся при разработке проектной документации использовать технологию информационного моделирования. «На бумаге» всё может выглядеть довольно просто, но на деле организации и проектировщики будут сталкиваться с множеством сложностей, которые возникнут в процессе работы. О проблемах можно говорить бесконечно долго, обсуждая каждое из препятствий, которое встретится на пути. Мы предлагаем рассмотреть возможности, которыми можно будет воспользоваться для того, чтобы решить поставленные задачи и преодолеть препятствия, которые могут возникнуть у компании при использовании информационного моделирования.

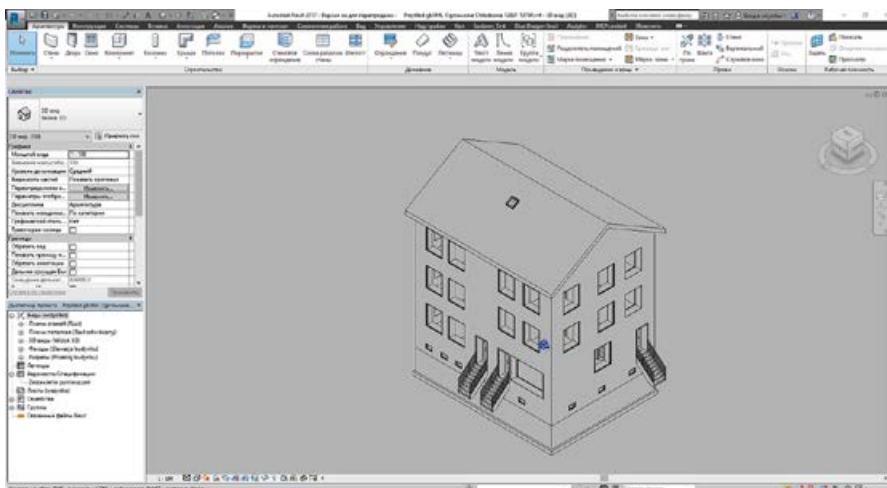
### Программа **Audytor SET 7.2 Pro**

Рассмотрим программное обеспечение под названием **Audytor SET 7.2 Pro**, которое разработала фирма [Sankom Sp. z o.o.](#) Фирма уже более 25 лет специализируется на разработке и распространении программного обеспечения, помогающего проектировать системы отопления и водоснабжения. Пользователями данного программного обеспечения являются инженеры-проектировщики и вообще все заинтересованные в том, чтобы пра-

вильно и быстро проектировать системы отопления, водо- и холодоснабжения для жилых и общественных зданий.

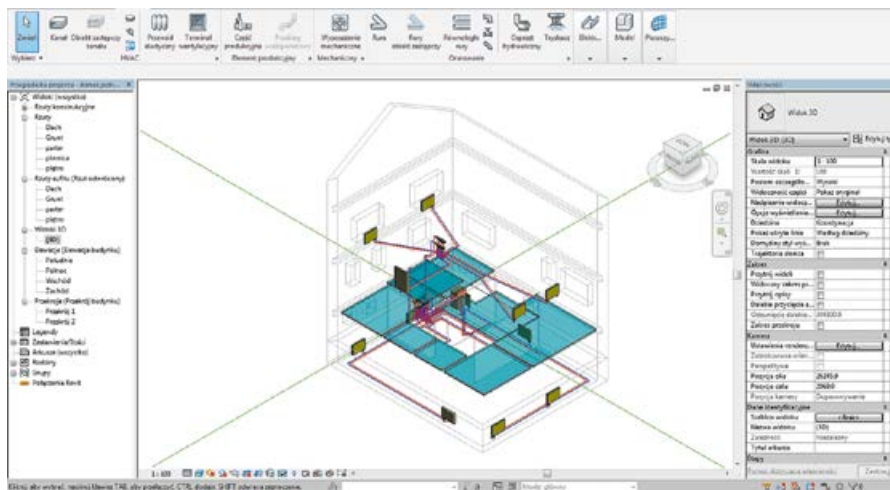
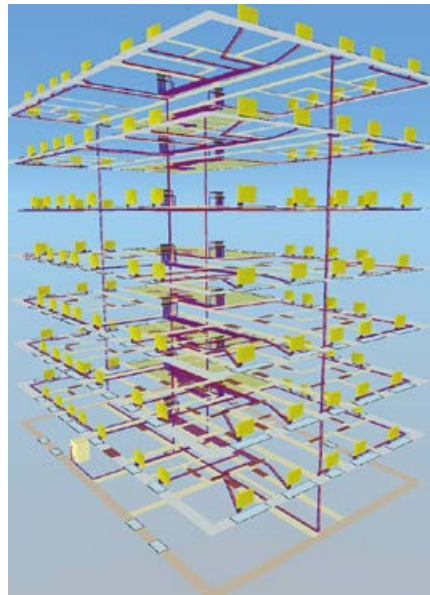
Независимо от того, в какой программе и каким способом будет выполняться поставленная задача, будь то «классическое» проектирование с использованием карандаша, линейки и т.д., или современное информационное моделирование, перед проектировщиком всегда стоит задача расчёта системы и подбора оборудования — от этого никуда не деться. С этой задачей легко позволяет справиться программа **Audytor SET 7.2 Pro**. На данный момент программа позволяет выполнить не только гидравлический расчёт с подбором оборудования, но также экспортировать результаты подбора в программу [Autodesk Revit](#) (версии 2018–2022), что в значительной степени упростит жизнь инженера-проектировщика и поможет ему в решении поставленных задач.

Давайте подробно рассмотрим, как будет происходить этот процесс. Процесс проектирования происходит на планах. Есть возможность подгрузить планы здания различных форматов (PDF, DWG, PNG и другие), также есть возможность подгрузки архитектуры здания напрямую из программы [Autodesk Revit](#). После их подгрузки одним из выбранных способов проходит процесс черчения инженерных систем в программе **Audytor SET 7.2 Pro**.



По расчерченным планам программа строит 3D-модель системы, а также выполняет гидравлический расчёт с подбором оборудования: подбор длины/ширины/высоты отопительного прибора, диаметра арматуры, настройки на арматуре, диаметров трубопроводов, толщины изоляции, расчёт контуров тёплого пола, смесительных групп и многое другое.

Программа имеет интуитивно понятный графический набор инструментария для черчения, который позволит освоить её в кратчайшие сроки. Если инженер-проектировщик знаком с интерфейсом программ [AutoCAD](#), [Revit](#) и Excel, освоение [Audytor SET 7.2 Pro](#) не вызовет каких-либо значительных трудностей, и это очень важный момент, так как современному человеку приходится работать во множестве различных программ.

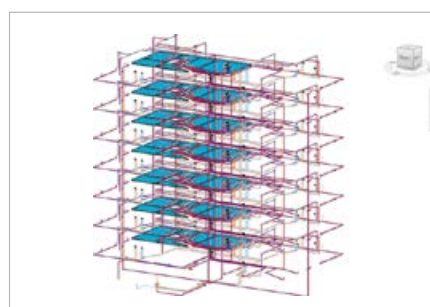


Программа обладает множеством встроенных инструментов, которые могут ускорить работу проектировщика, таких как горячие клавиши, черчение двойного трубопровода, фильтрация элементов по категориям, автоматическое подключение отопительного прибора к трубопроводу, «интеллектуальное» размещение элементов (автоматическое размещение отопительных приборов под окнами; автоматическое создание контуров тёплого пола внутри помещения; автоматическое рисование трубопровода тёплого пола внутри контура) и многое другое.

В программе есть встроенные библиотеки производителей инженерного оборудования, которые постоянно дополняются и обновляются. Это позволяет не задумываться о создании и поддержании в актуальном состоянии собственной электронной базы оборудования. Библиотеки составлены по техническим данным от производителей, с учётом гидравлических характеристик, которые требуются при расчёте.

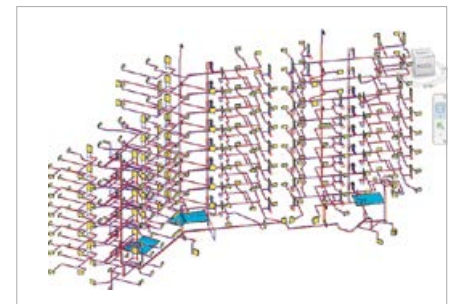
В базах указаны кодовые номера, обозначения и краткое описание, а также показана актуальность (некоторое оборудование может быть снято с производства или быть доступно только под заказ). Для удобства поиска необходимого оборудования есть фильтры и картинки для визуального восприятия, что значительно облегчает поиск по базе.

По итогам расчёта программа предоставит итоговую таблицу со всеми значениями подобранных параметров, спецификацию по категориям оборудования и анализ ошибок. Последние подразделя-



ются на категории, а серьёзные ошибки в расчёте будут выделены красным, они рекомендуются к исправлению. При нажатии на ошибку программа покажет, в каком именно месте на чертеже она находится, — таким образом, вы сэкономите время, что особенно актуально в больших проектах.

По итогам расчёта с помощью специально разработанного плагина систему можно выгрузить в [Revit](#) и в дальнейшем работать с уже готовой и рассчитанной системой уже в нём.



Уточнение: выгрузка — это не обобщённая модель или что-либо не редактируемое, а полноценные семейства, которые имеют свои категории: трубопроводы, соединительные детали трубопроводов, арматура трубопроводов, оборудование и прочее.

При выгрузке из программы семейства имеют заполненные свойства: фитинги — диаметр, наименование, код; арматура трубопроводов — название, значение предварительной настройки (если есть), диаметр, код и прочее. Из вышесказанного следует, что по результатам выгрузки будет возможно составить спецификацию. Целесообразно отметить, что с помощью плагина можно не только импортировать/экспортировать данные, а также использовать плагин как бесплатную библиотеку семейств, которые можно использовать при проектировании.

**Заключение**

Благодаря использованию программы [Audytor SET 7.2 Pro](#) мы получаем следующие преимущества:

- гидравлический расчёт системы с анализом ошибок и рекомендациями;
- спецификация на используемое оборудование;
- моделирование системы в [Revit](#) с возможностью редактирования;
- смоделированная система имеет заполненные технические характеристики, то есть она пригодна для формирования спецификации;
- семейства, с помощью которых формируется информационная модель, можно использовать в проекте независимо. ●



## Building Information Modeling

more



• • • • • BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЕ • • • • •

# Как сократить дефицит квалифицированных кадров на стройке

В строительном комплексе России активно обсуждается вопрос кадрового дефицита. Эта проблема стала актуальной с начала 1990-х годов, когда основной причиной было отсутствие знаний в области актуальных технологий. Теперь же к этой проблеме добавилась нехватка рабочих рук, обострившаяся с приходом коронавируса.

### Темпы строительства, отток мигрантов и студенты строительных вузов

Объёмы строительства в 2021 году достигли рекордных 90 млн м<sup>2</sup> и выросли на 15% в сравнении с предыдущим годом. Об этом сообщил вице-премьер РФ Марат Хуснуллин на заседании правительственной комиссии по региональному развитию 28 декабря 2021 года. Цифры, конечно, внушительные, но вместе с нарастающими объёмами строительства в пропорциональном объёме увеличивается и нехватка кадров. Согласно оценкам экспертов, дефицит кадров на строительном рынке в 2021 году составляет от одного до двух миллионов человек, и не хватает как рабочих, так и инженеров.

Более полутора лет прошло после того, как по распоряжению мэра Сергея Собянина из-за пандемии строительные работы были приостановлены на несколько недель. Возобновление авиасообщения стабилизировало ситуацию на рынке, и застройщики нашли решение, самостоятельно привлекая кадры из-за рубежа и приглашая на работу людей из российских регионов. Но трудоспособное население на стройке всё ещё в дефиците.

Проблему усугубляет ещё и то, что 50% выпускников строительных образовательных учреждений не идут работать на стройки.

Конечно, высокотехнологичный бизнес давно решает вопрос подготовки кадров для своих потребностей практиче-

ски самостоятельно, но вот для небольших частных строительных компаний этот вопрос остаётся открытым.

В марте 2021 года глава Минстроя Ирек Файзуллин отмечал, что в России планируется открыть учебные центры по кадровой подготовке и переподготовке специалистов. Кроме того, Минстрой намерен содействовать строительному

**Объёмы строительства жилья в России в 2021 году достигли рекордных 90 млн м<sup>2</sup> и выросли на 15% в сравнении с предыдущим годом. Согласно оценкам экспертов, дефицит кадров на строительном рынке в 2021 году составляет от одного до двух миллионов человек — не хватает как рабочих, так и инженеров**

комплексу в обеспечении квалифицированными кадрами востребованных профессий, к которым относится образование в области BIM, поскольку с помощью цифровизации строительства можно кардинально поменять отрасль.

На сегодня специалистов с опытом работы по BIM-технологиям в строительстве катастрофически мало и верный курс строительных вузов на обучение студентов цифровым технологиям в строительстве может также повлиять на строительную сферу.

### Мнение эксперта

По информации управляющего директора портала «Авито Работы» Артема Кумпеля, к марту 2021 года за предыдущие два года прирост количества вакансий в сфере строительства составил 130%. Активность соискателей также растёт, но менее значительно — интерес кандидатов увеличился на 20% и 50% по сравнению с аналогичным периодом 2020 и 2019 годов. «В частности, разнорабочих в 2021 году стали искать на 190 процентов чаще, чем в прошлом году, прорабов — на 100, строителей — на 70, монтажников — на 65 процентов. Самой востребованной профессией в сфере строительства среди соискателей стал разнорабочий; на подобные вакансии откликнулись на 40 процентов чаще, чем в прошлом году», — говорит Кумпель.

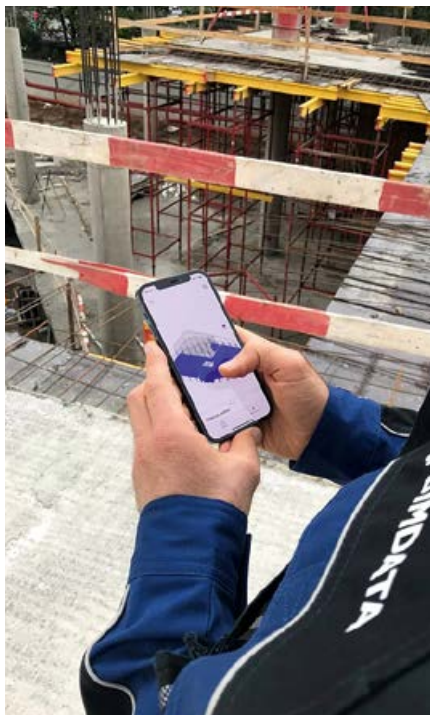
Автор: Сергей КАЧАНОВ, основатель и генеральный директор компании [BIMDATA](#)

### Чем поможет цифровизация?

Переход от классического планирования к организационно-технологическому моделированию инвестиционно-строительных проектов позволит минимизировать потребность в трудовых ресурсах в условиях непрерывных изменений внешних и внутренних факторов.

**Мы не можем найти кадры, но можем предложить решение, сокращающее потребность в кадрах за счёт оптимального использования трудовых ресурсов.**

«На данный момент нет точных данных, насколько BIM-решения действительно помогут сократить количество специалистов на стройке, однако, опираясь на текущий опыт использования цифровых технологий в управлении строительством, можно рассчитывать на сокращение рабочего и линейного персонала на стройке до 30 процентов», — делится соображениями Александр Малышев, ру-



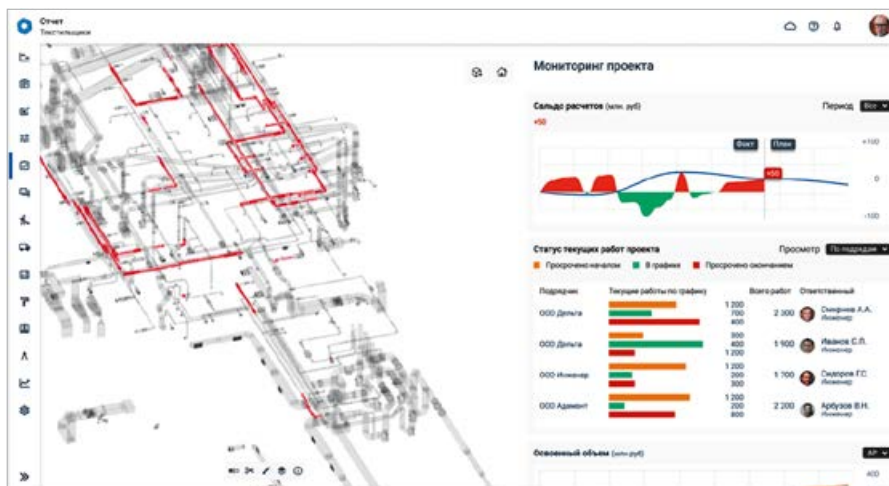
«Это помогло сократить трудозатраты на каждую станцию пускового участка и соблюсти сроки выполнения работ в период пандемии, когда подрядчики были ограничены в возможности привлечь рабочих», — рассказал Андрей Бочкарёв на запуске нового участка Большой кольцевой линии Московского метро.

Так, на цифровой платформе [BIMDATA](#) ещё до начала строительства можно задать пространственную и технологическую последовательность производства работ, а также указать для каждой работы оптимальное количество персонала, работающего на одной захватке, что позволяет автоматически планировать работы и распределять доступные ресурсы.

«Использование общей среды данных, позволяющей ежедневно вести календарно-сетевое планирование, даёт возможность избежать переизбытка или нехватки рабочего и линейного персонала и распределять трудовые ресурсы согласно технологической и пространственной последовательности выполнения работ, заданной в ЦИМ», — разъясняет Александр Малышев.

С учётом того, что темпы строительства растут, ускоряется развитие цифровых технологий, а трудовых ресурсов всё так же не хватает, строительным компаниям следует больше внимания уделять роботизации, применяя на производстве технологии «виртуальной реальности» и «дополненной реальности» (VR и AR), внедряя цифровые технологии.

Российский строительный рынок уже приступил к цифровизации, и те компании, которые ещё не осознали все преимущества цифровых технологий, могут не справиться с конкурентами. ●



ководитель Департамента строительных проектов российской компании «Цифровая стройка».

Следует отметить, что сокращение «кадрового голода» даже на 10% приведёт к значительной экономии, даже не принимая во внимание сокращение стоимости и сроков строительства благодаря цифровизации отрасли.

В свою очередь, заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Андрей Бочкарёв считает, что рабочих на стройке должно быть в три раза меньше, при этом строить можно в три раза быстрее. По его словам, цифровизация в системе координации при строительстве помогает выявлять возникающие проблемы и своевременно их решать. Бочкарёв добавил, что цифровая система позволяет оптимизировать использование трудовых ресурсов.







:: Анализатор окиси кремния  
и фосфатов Navigator 600

## Управление контролем коррозии с помощью фосфатных анализаторов

### Введение

В Беларуси для питьевого водоснабжения крупных городов (кроме трёх) и малых населённых пунктов используются исключительно подземные воды. На большинстве разведанных и эксплуатируемых месторождений качество воды не соответствует требованиям, предъявляемым к воде питьевого назначения по содержанию железа.

Так, превышение норм по железу в воде есть в 41 % белорусских артезианских скважин, концентрация которого достигает 5–6 мг/л и более. На ряде водозаборов имеется превышение допустимых концентраций марганца, азотистых соединений и др. [1]. Поэтому поступающая белорусскому потребителю питьевая вода по центральному водопроводу предварительно проходит очистку от железа. Осуществляется и обеззараживание воды, которое должно обеспечивать её безопасность в эпидемиологическом отношении по установленным показателям [2].

В то же время результаты обследования систем холодного водоснабжения зданий 1990-х годов постройки выявляют повышенный коррозионный износ металлических трубопроводов [3], и этот процесс связан в том числе и с качеством транспортируемой питьевой воды. Как и во многих других процессах, борьба с коррозией в системах водоснабжения требует тонкого баланса между множеством факторов очистки воды и эксплуа-

тации трубопроводов. Чаще всего в Беларуси используются реагентные методы хлорирования воды, что в дальнейшем увеличивает риск внутренней коррозии металлических трубопроводов (рис. 1). Однако имеются альтернативные стратегии, снижающие коррозию, с использованием либо повышенного pH, либо фосфатов. Поэтому для контроля коррозии тре-

**В Республике Беларусь превышение норм по железу в воде есть в 41 % артезианских скважин, причём концентрация этого элемента достигает 5–6 мг/л и более. На ряде водозаборов имеется превышение допустимых концентраций марганца, азотистых соединений и других веществ**

буется продуманная стратегия и надёжное выполнение рекомендаций, как по эксплуатации, так и по внедрению новых технологических процессов на станциях водоподготовки.

Цель данной работы — определить инструментальные подходы к решению проблемы повышения коррозионной стойкости внутренней поверхности водопроводных труб на предварительной стадии очистки воды с использованием полифосфатов.

Рецензия эксперта на статью получена 19.01.2022 [The expert review of the article received on January 19, 2022].

УДК 160.193. Научная специальность 05.23.04.

### Управление контролем коррозии с помощью фосфатных анализаторов

**А. Б. Невзорова**, д.т.н., профессор, [Белорусский государственный университет транспорта \(БелГУТ, г. Гомель, Республика Беларусь\)](#)

Предложены инструментальные подходы к решению проблемы коррозии водопроводных труб на предварительной стадии очистки воды с использованием фосфатов. Рассмотрены варианты повышения коррозионной стойкости внутренней поверхности водопроводных труб с использованием автоматического способа контроля добавления одной из форм неорганического фосфата при водоподготовке и дальнейшей подаче воды в систему водоснабжения.

**Ключевые слова:** коррозия, водопровод, фосфатирование, анализаторы, система дозирования.

UDC 160.193. The number of scientific specialty: 05.23.04.

### Corrosion control using phosphate analyzers

**A. B. Neuzorava**, Doctor of Technical Sciences, Professor, [Belarusian State University of Transport \(Gomel, Republic of Belarus\)](#)

Instrumental approaches to solving the problem of corrosion of water pipes at the preliminary stage of water purification using phosphates are proposed. Variants of increasing the corrosion resistance of the inner surface of water pipes using an automatic method for controlling the addition of one of the forms of inorganic phosphate during water treatment and further supply of water to the water supply system are considered.

**Key words:** corrosion, water supply, phosphating, analyzers, dosing system.

НОВИНКА!

# BWT D1

## РЕДУКТОР ДАВЛЕНИЯ



# ЭТАЛОН ДЛЯ ВСЕХ КЛАССОВ

ГИГИЕНИЧНОСТЬ

УВЕЛИЧЕНИЕ ПОТОКА ПРИ  
СНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ

ВЫСОКАЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

ЭКОНОМИЯ ВОДЫ  
И ФИНАНСОВЫХ РАСХОДОВ

Подробнее на сайте







Рис. 1. Внутренняя коррозия водопроводных труб

### Фосфатирование воды

Повышенный уровень pH (щёлочности) воды может быть использован для борьбы с коррозией, несмотря на сопутствующие риски снижения эффективности дезинфекции хлором и увеличения затрат на очистку. Этот подход может быть использован в тех случаях, когда исходная вода имеет высокое значение pH или когда использование фосфатов не допускается.

Хлорирование воды производит как хлорноватистую кислоту, так и ионы гипохлорита, а уровни pH воды влияют на баланс между этими двумя веществами. При более низких уровнях pH большая часть хлора доступна в виде хлорной кислоты, которая очень эффективна при проникновении в клеточные стенки бактерий для дезинфекции, но не обеспечивает длительного остаточного действия. При более высоких уровнях pH большая часть хлора доступна в виде гипохлорит-иона, который имеет более длительное остаточное время, но также не проникает через стенки клеток бактерий, что требует более высоких объёмов дозирования и, следовательно, более высоких затрат хлора для достижения желаемой дезинфекции.

Если эти побочные эффекты с повышенным pH слишком проблематичны, то одним из альтернативных вариантов рекомендуется вместо хлорирования использовать формы неорганического фосфата.

### Баланс дозировки как ключевой технологический фактор

Многочисленными исследованиями установлено, что добавление формы неорганического фосфата (ортофосфата, полифосфата, стекловидного или биметаллического фосфата) при водоподготовке и дальнейшей подаче воды в систему водоснабжения создаёт защитное покрытие на внутренней поверхности трубопровода при длительной их эксплуатации. Это сводит к минимуму как коррозию, так и вероятность выщелачивания свинца или меди в питьевую воду. Однако, как и в случае с методом определения pH, использование фосфатов для борьбы с коррозией в системе распределения питьевой воды также способно вызвать противоположные последствия, а именно:

□ недозагрузка может привести к ненормативным показателям качества воды, если в систему распределения очищенной

воды попадёт больше допустимых уровней выщелачивания свинца и меди;

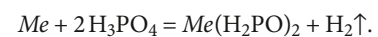
□ передозировка может привести к дополнительным затратам на процессы очистки воды — это происходит из-за чрезмерных трат на дозирование фосфатов или затрат дополнительных средств на последующие операции по очистке для снижения концентрации фосфатов в сточных водах до допустимого [4].

### Фосфатные и оксидные защитные плёнки

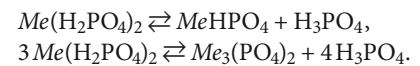
Большинство металлов в атмосферных условиях покрыты оксидными плёнками. Однако эти плёнки не всегда обеспечивают защиту от коррозии.

При фосфатировании  $H_3PO_4$  может образовываться три вида солей  $Me_3(PO_4)_2$ , где  $Me$  — двухвалентный металл. В воде растворяются только фосфаты аммония и щелочных металлов. Двух- и трёхзамещённые фосфаты железа, марганца и цинка малорастворимы. Следовательно, если создать условия для их образования, то они останутся на поверхности металла.

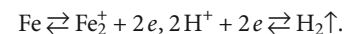
При взаимодействии металла с фосфорной кислотой первоначально образуются дигидрофосфаты:



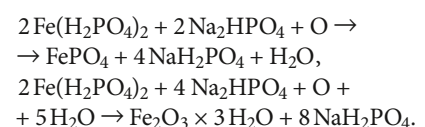
При снижении концентрации фосфорной кислоты получают вторичные и третичные соли:



В образовании фосфатной плёнки участвуют продукты взаимодействия фосфорной кислоты с металлом и вещества, входящие в состав раствора для фосфатирования. Предполагается, что образованию фосфатной плёнки предшествуют реакции ионизации железа:



Железо, переходящее в раствор, связывает фосфорную кислоту и равновесие реакций смещается вправо. Выпадающие в осадок ди- и трифосфаты кристаллизуются на внутренней поверхности стальной трубы, образуя плотное кристаллическое покрытие:



Предполагается, что образование слоя фосфата железа (рис. 2) в дальнейшем будет предотвращать образование коррозионных процессов в металлических трубах системы водоснабжения [5].

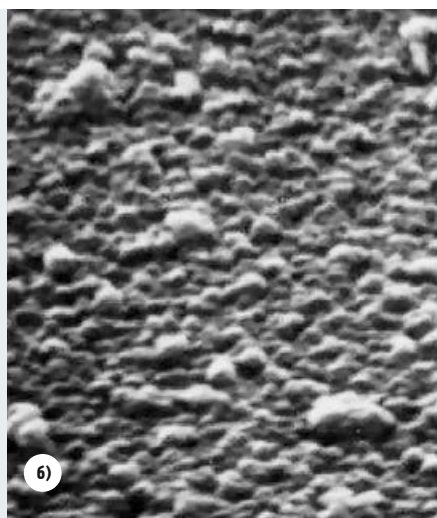
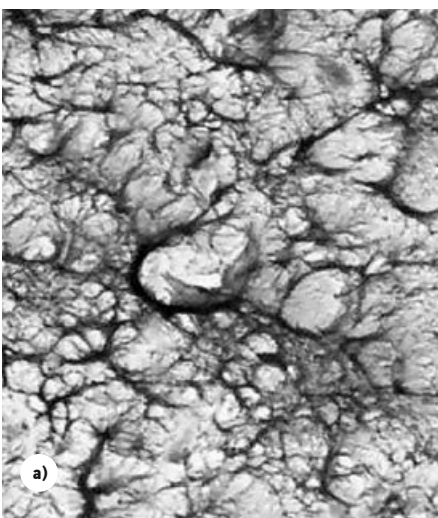
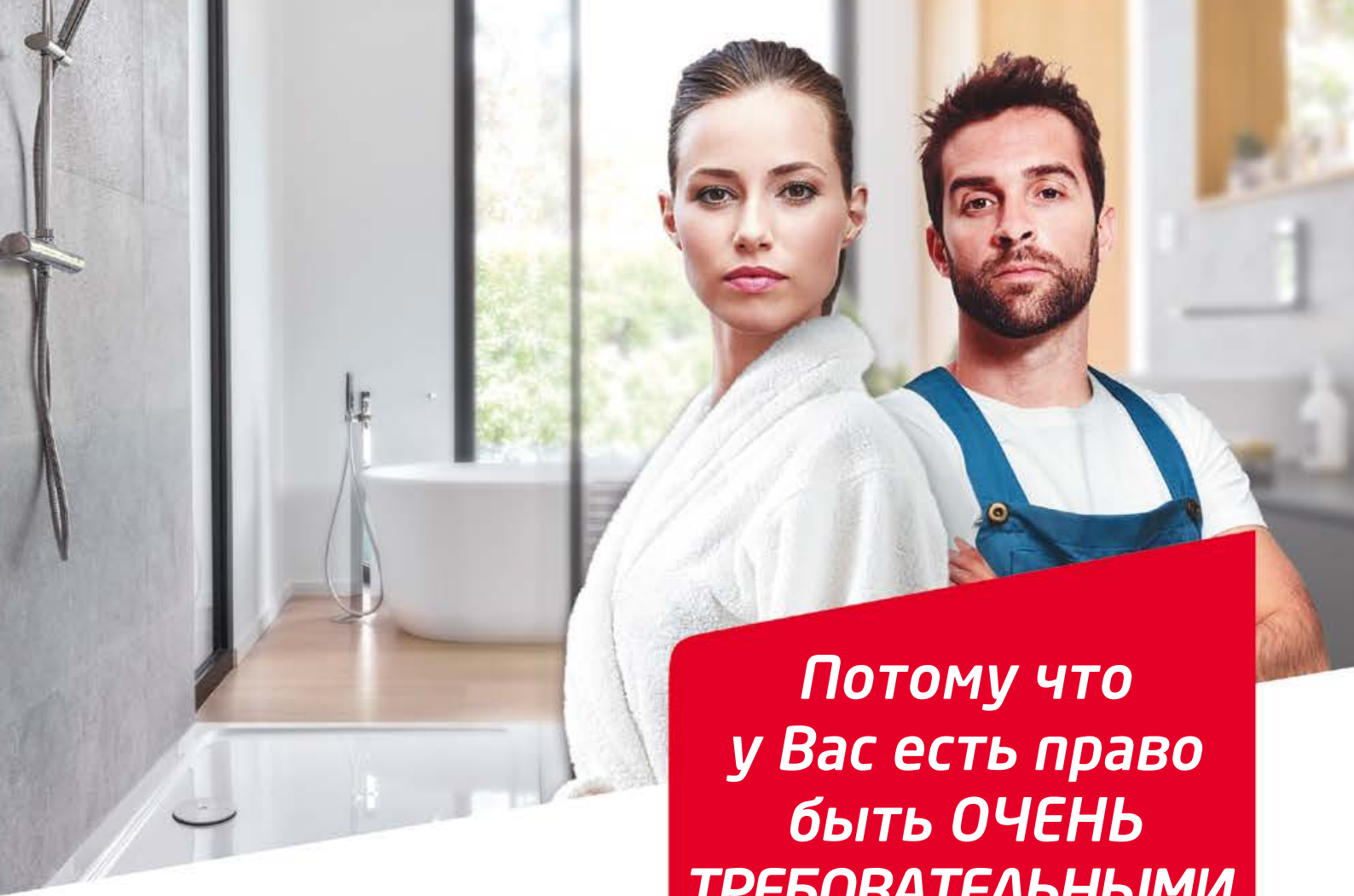


Рис. 2. Слой фосфата железа (а — «лёгкий» железозосфат, плотность 0,3 г/м<sup>3</sup>, ув. ×32 000; б — «тяжёлый» железозосфат, плотность 0,8 г/м<sup>3</sup>, ув. ×16 700)



**Потому что  
у Вас есть право  
быть ОЧЕНЬ  
ТРЕБОВАТЕЛЬНЫМИ**

# **SLIM<sup>+</sup>**

## **Сверхплоский сифон для душа**



Технология  
**УМНОЙ  
Мембраны**

### **СВЕРХЧИСТЫЙ**

- > Нейтрализует неприятные запахи
- > Вынимаемый фильтр для удобства прочистки



### **СВЕРХНАДЕЖНЫЙ**

- > Интегрированные в корпус прокладки: 100 % герметичность
- > Фиксирующая пластина и винты из нержавеющей стали



### **СВЕРХКОМПАКТНЫЙ**

- > Идеально подходит для сверхплоских поддонов

**wirquin** / **Smart  
For Good**



### Какое можно найти решение, чтобы оптимально поддерживать баланс фосфатов?

Любой подход к управлению обработкой фосфатов сопряжён с сопутствующими затратами — будь то объём закупаемого фосфата, средства управления приложениями фосфатов или возможность перерасхода в результате передозировки. Вполне логично, что лучшим подходом должен быть тот, который обеспечивает оптимальное предотвращение коррозии при наименьших затратах за подготовку 1 м<sup>3</sup> питьевой воды. Такую задачу можно решить с созданием системы непрерывного мониторинга, которая оптимизирует инвестиции в использование фосфатов для каждого кубометра воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Ключ к своевременному мониторингу и контролю заключается в способности быстро адаптироваться к изменениям как расхода воды, так и концентрации фосфатов. Рассмотрим два вида режима контроля.

**1. Ручной режим.** Проблема с периодическим считыванием показаний концентрации фосфатов визуальна заключается в том, что это даёт только моментальное представление о химическом составе воды во время считывания. Поскольку станция водоподготовки работает 24/7 в две смены по 12 ч, то показания производятся в начале каждой смены, уровень фосфатов может быть нарушен на срок до 12 ч.

### В системе водоснабжения для оптимизации процесса предпочтителен автоматический способ контроля добавления одной из форм неорганического фосфата при водоподготовке и дальнейшей подаче воды в систему водоснабжения

Даже если снимать показания и чаще корректировать подачу вручную, практически было показано, что процессы ручной подачи приводят к повышенным эксплуатационным расходам. Столь же плохим является случай, когда скорость потока увеличивается без ручной регулировки скорости подачи, в результате чего концентрация фосфатов остаётся ниже желаемого уровня до тех пор, пока скорость потока не вернётся в норму.

**2. Непрерывный режим.** В отличие от моментального подхода к периодическому мониторингу, автоматизированный анализ фосфатов в режиме реаль-

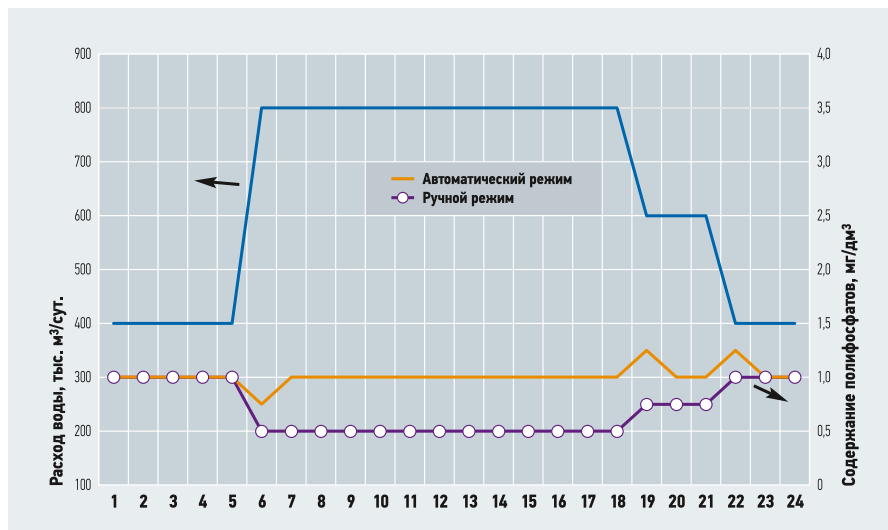


Рис. 3. Регулирование подачи полифосфатов в зависимости от расхода воды в течение суток

ного времени обеспечивает непрерывное представление уровня фосфатов в режиме реального времени и может использоваться для автоматической настройки систем непрерывной подачи фосфатов. Это позволяет системе адаптироваться к постоянным изменениям в скорости производства воды или к потерям эффективности насоса (например, из-за его износа).

Автоматизированная система подачи фосфатов, управляемая непрерывным анализатором фосфатов в режиме реального времени, быстро приспосабливается к изменениям расхода, в то время как автоматическая система ручной подачи может привести к нежелательному снижению концентрации фосфатов (рис. 3).

### Выбор правильного анализатора фосфатов

Если исследованиями установлено, что применение фосфатов — лучшее решение для борьбы с коррозией, то оптимальным будет использование анализатора колориметрических процессов для автоматического и непрерывного (онлайн) измерения фосфатов в потоке воды независимо от расхода [6, 7]. Они отличаются диапазоном измерений от 0,01 до 10 ppm (0,1–10 мг/дм<sup>3</sup>). Устройства бывают в различных исполнениях, построены в соответствии с принципом измерения ISO 6878. Анализаторы конфигурируются как компактное устройство, включающее измерительную и контрольную электронику, фотометр, реакционную камеру, индикатор расхода, систему дозирования реагентов и контейнеры с реагентами. С их помощью можно контролировать поток пробы и уровень заполнения реагента. Анализаторы имеют широкий спектр коммуникационных соединений, а также обеспечивают гибкость взаимодействия

с различными системами подачи фосфатов и системами сбора или мониторинга данных в диспетчерской.

### Заключение

Таким образом, показано, что для оптимизации процесса улучшения качества воды и снижения коррозионных процессов в системе водоснабжения может быть использован автоматический способ контроля добавления одной из форм неорганического фосфата при водоподготовке и дальнейшей подаче воды в систему водоснабжения, которое при определённых условиях может создать кристаллическую плёнку в несколько микрометров на внутренней поверхности трубопровода, тем самым повышая коррозионную стойкость внутренней поверхности водопроводных труб и увеличивая срок их безаварийной эксплуатации. ●

1. Китиков В.О., Гурский В.Л., Болтрукевич А.О. Анализ тенденций и рисков развития водопроводно-канализационного хозяйства в Республике Беларусь на современном этапе / Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. — Минск: Изд-во БНТУ, 2019. Вып. 9. С. 152–169.
2. СанПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества / Утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь 02.09.2010 №105.
3. Невзорова А.Б., Толкачёв С.М. Определение физического износа систем водоснабжения зданий 1990-х годов постройки // Журнал СОК, 2021. №10. С. 25–27.
4. Житенев Б.Н., Йорданова Л.Е. Очистка промывных вод станций обезжелезивания подземных вод коагулированием в присутствии фосфатов // Вестник МГСУ, 2020. Т. 15. Вып. 4. С. 553–568.
5. Грилихес С.Я. Окислирование и фосфатирование металлов. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Под ред. П.М. Вячеславова. — М.: Машиностроение, 1971. 120 с.
6. Orchestrating corrosion control with phosphate analyzers [Электр. текст]. Swan Analytical USA. Режим доступа: wateronline.com. Дата обрац.: 10.01.2022.
7. Анализатор фосфата. Все промышленные производители [Электр. текст]. Direct Industry. Режим доступа: directindustry.com.ru. Дата обрац.: 12.01.2022.

References — see page 96.

## Новая эра сервиса ОВК: цифровая мультибрендовая сеть РЯДОМ

XXI век — эпоха сервисной революции. Мы заказываем такси или продукты одной кнопкой и получаем это за минуты. Всё больше товаров превращаются в сервис по подписке, будь то музыка, ПО, самокат или автомобиль. О том, что давно назрело в отрасли производства и продаж оборудования ОВК и что является основой революционного проекта, рассказывает Сергей ФЕДОРИНОВ, сооснователь проекта «РЯДОМ.Сервис».

### ❖ Расскажите, как появилась идея создания проекта?

**С.Ф.:** С сервисом я разбирался ещё давно, когда создавал технологии для федеральной интернет-сети «Юлмарт». Уже тогда было очевидно, что потенциал сервиса не в обеспечении гарантии на какое-либо изделие, а в непрерывной поддержке клиента на всём жизненном цикле пользования оборудованием.

К 2018 году мы с командой уже сделали революцию в отрасли ритейла и сервиса электроники и бытовых товаров и обратили внимание на этот «ламповый» рынок домашней инженерии, который в такой революции нуждается ещё острее.

Сегодня всё выглядит так: есть конечный потребитель, который за всё платит, но в итоге живёт от ремонта до ремонта, а обращение в местные сервис-центры — это как повезёт. Мастера, в свою очередь, не имеют прямого канала заказов и «одного окна» покупки оборудования и комплектующих, а также прямых обучений от производителей. Последнее, в свою очередь, не имеет возможности влиять на качество монтажа и сервиса своего оборудования, если только не инвестируют существенные ресурсы в создание своей сети управляемых мастеров. Это и есть предпосылки для нашего проекта.

### ❖ В чём уникальность вашего проекта РЯДОМ.Сервис и каковы основные преимущества для всех его участников?

**С.Ф.:** РЯДОМ.Сервис — единая платформа, объединяющая всех участников этого рынка и дающая полноценный сервис одного окна каждому. Потребителям — единое окно сервиса на всё оборудование в доме с паспортизацией оборудования, а значит — с автоматическими планами сервиса для недопущения поломок. Сервис-партнёрам и мастерам — прямой поток заказов и комплектующих без посредников. Производителю мы предлагаем обеспечение сервиса каждого изделия от продажи и монтажа до регулярного обслуживания и последующей замены по заданным стандартам. С управлением и получением отчётов в единой форме.

Сегодня большая часть производителей вынуждена взаимодействовать с сотнями разных сервис-партнёров и довольствоваться трудно проверяемым отчётом о гарантийных обращениях. С нашим сервисом производитель будет взаимодействовать через одно окно удобного для него интерфейса, где в онлайн-режиме отображается не только текущее обслуживание клиентов, но и качество, с которым оно реализуется.

Дополнительно, общаясь со всеми потребителями напрямую и имея полную информацию о каждом обращении, визите и изделии, мы формируем бесценную базу данных и аналитики обращений по его оборудованию.



На правах рекламы

### ❖ Сергей Федоринов, серийный предприниматель, визионер и архитектор инновационных проектов; основал «Юлмарт» и сделал его №1 интернет-ритейла России

Ядро проекта — технология диспетчеризации заявок, которые принимаются централизованно и сразу от клиента, перерабатываются в удобный заказ для конкретного сервис-партнёра с контролем исполнения. Таким образом, находясь на стороне производителя и конечного клиента, мы помогаем каждому сервис-партнёру исполнить заказ на высшем уровне. В итоге выигрывают все — как и должно быть при создании современного, экосистемного бизнеса.

Мы развиваем свою сеть более комфортных и выгодных отношений с сервис-партнёрами, предоставляя прямые программы технической поддержки и обучения от производителей, а также более удобные инструменты заказа комплектующих, чтобы сервис на любой территории продаж производителя был на требуемом уровне.

И здесь снова не обходится без современных инструментов маршрутизации и контроля заказов конкретного мастера с учётом его квалификации, графика и рейтинга. При этом, в отличие от агрегаторов, мы отвечаем за качество исполнения каждого мастера.

### ❖ Каковы планы по развитию проекта на ближайшее время?

**С.Ф.:** В будущем центральным элементом технологии будет являться цифровой паспорт каждой единицы оборудования. В нём будет вся информация от монтажа до реновации, включая сервисы и ремонты. Сейчас эта технология в обкатке. Ну и, конечно, всё это вместе — это прямые каналы продаж комплектующих и оборудования через мастеров с помощью уже отработанных технологий электронных витрин, как для мастеров, так и для конечных потребителей. Да, это непростой проект и непростой рынок, но мы с командой в большом воодушевлении от того, что уже получается и какие перспективы открываются в этой области. Мы действительно на пороге новой эры сервиса оборудования ОВК.

Пользуясь случаем, приглашаю всех на первую презентацию сети РЯДОМ, которая пройдёт в рамках выставки [Aquatherm Moscow 2022](#), а также на наш стенд А6074. ●



## Конденсационные котлы **Power HT+**

Рынок современных высокоэффективных теплогенераторов в России растёт с каждым годом. Доля конденсационной техники на рынке увеличивается не только за счёт нового строительства, но и при реконструкции котельных — в ходе замены устаревшего оборудования на современную экономичную и экологичную технику.

Компания «БДР Термия Рус», как лидер рынка конденсационных котлов в России, уделяет особое внимание развитию направления инновационного оборудования и старается с каждым годом увеличивать своё присутствие на рынке, предлагая своим клиентам не только обновлённые линейки существующих котлов, но и новые продукты.

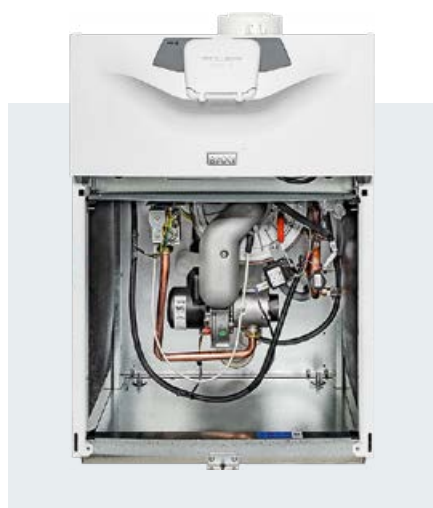
Линейка напольных конденсационных котлов **Power HT+** является логическим продолжением линейки **Power HT**. Котлы **BAXI Power HT** поставляются в Россию с 2007 года и показали себя как современный, экономичный и надёжный продукт.

На сегодняшний день в России эксплуатируются тысячи напольных конденсационных котлов **Power HT**. Но прогресс не стоит на месте, и на смену старому доброму **Power HT** пришло новое поколение котлов, которое уже успело себя успешно зарекомендовать на европейском рынке.

Новые модели **Power HT+** стали экономичнее, при этом сохранили все преимущества этой серии котлов, такие как надёжность, компактность, доступность, модульная автоматика и большой выбор доступных аксессуаров для установки в каскаде.

Все котлы новой серии **Power HT+** оснащены съёмной панелью управления с многострочным дисплеем и сочетают в себе простоту установки и эксплуатации. В этом поколении модельный ряд расширен котлами мощностью 200 и 250 кВт. Они позволяют оптимизировать общую стоимость котельной и сделать её компактной.

В отличие от старой линейки котлы **Power HT+** выполнены в белом корпусе. Производство расположено в Италии в городе Бассано-дель-Грappa (провинция Виченца, область Венеция).



⚙️ Устройство котла серии **Power HT+**



⚙️ Напольный конденсационный газовый котёл серии **Power HT+**

**Power HT+** предлагаются для объектных поставок и призваны решать вопросы теплоснабжения малых и средних объектов строительства: автотехцентров, физкультурно-оздоровительных комплексов, офисных зданий, а также частных коттеджей. Для партнёров **BAXI** действует программа защиты проектов.



⚙️ Штатная автоматика напольных конденсационных газовых котлов серии **Power HT+** имеет широкие возможности и позволяет управлять каскадной котельной до 16 котлов

Котлы **Power HT+** отличаются широким мощностным рядом от 50 до 250 кВт. Штатная автоматика полностью идентична настенным конденсационным котлам **BAXI Luna Duo-tec MP+**, имеет широкие возможности и позволяет управлять каскадной котельной до 16 котлов.

Теплообменник котла **Power HT+** изготовлен из кислотоустойчивой высоколегированной нержавеющей стали AISI 316L и оснащён современной горелкой с полным предварительным смешением газозвушной смеси. Это позволяет котлам **Power HT+** работать с коэффициентом модуляции 1:9 (1:5 в моделях мощностью свыше 110 кВт).

Все типоразмеры имеются в наличии на складах **ООО «БДР Термия Рус»** для возможности оперативной комплектации объекта в кратчайшие сроки. ●

Автор: Никита КРУПИН, руководитель по развитию продаж инновационного оборудования **ООО «БДР Термия Рус»**

# BAXI

ТЕПЛО БЕЗ ГРАНИЦ



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

8-800-555-17-18

На правах рекламы





ОТОПЛЕНИЕ И ГВС



## Kiturami – 60 лет успеха!

В этом году корейская компания Kiturami отмечает своё 60-летие. За более чем полувековую историю компания превратилась в международный холдинг и одного из мировых лидеров в области производства отопительного и климатического оборудования. В состав холдинга [Kiturami Group](#) входят 16 производственных, научно-исследовательских и финансовых компаний в Южной Корее и Китае. Ежегодно холдинг производит более одного миллиона котлов.

Компания [Kiturami](#) производит широчайший ассортимент отопительного и климатического оборудования: газовые котлы в настенном и напольном исполнении, дизельные, пеллетные, твёрдотопливные и паровые котлы, горелки, чиллеры, осушители и увлажнители воздуха, системы кондиционирования и т.д.

Сегодня [Kiturami Group](#) представляет собой развитый концерн, располагающий собственными исследовательскими, научными и производственными мощностями. Это позволяет создавать долговечное, надёжное и эффективное оборудование. Уровень локализации собственного производства внутри холдинга достигает 98%.

В России продукция [Kiturami](#) появилась ещё в середине 1990-х годов.

Сегодня котлы [Kiturami](#) можно встретить во всех уголках России от Москвы до Владивостока. Продукция компании пользуется заслуженным спросом у россиян благодаря своей надёжности, простоте, неприхотливости и, конечно, относительно невысокой стоимости.

### Газовые настенные котлы

Газовый настенный котёл является в России одним из самых популярных и массовых отопительных приборов. Начиная с прошлого года компания [Kiturami](#) предлагает в России три полноценные серии настенных котлов, которые можно условно разделить на «эконом», средний ценовой уровень и премиум-сегмент.

Отличительной особенностью всех настенных котлов [Kiturami](#) является встроенный в агрегат датчик утечки газа. Его наличие гарантирует потребителю дополнительную защиту от несчастного случая. В случае выявления утечки газа котёл автоматически прекращает работу и таким образом предотвращает возможную аварийную ситуацию.

Также все настенные котлы [Kiturami](#) оборудованы сейсмодатчиком, который одновременно является датчиком уровня котла для защиты от некачественного монтажа.

### Серия [World Alpha](#)

На сегодняшний день это самые популярные в России котлы [Kiturami](#). Модельный ряд включает двухконтурные котлы мощностью от 13 до 35 кВт. Несмотря на свою относительно невысокую стоимость, котлы данной серии имеют целый ряд существенных преимуществ, которые позволяют выделить их среди котлов других производителей.



❖❖ Настенный газовый двухконтурный котёл [Kiturami](#) серии [World Alpha](#)

Котёл укомплектован выносным пультом управления с комнатным термостатом и цифровой индикацией, что обеспечивает экономичную и комфортную работу техники с учётом реальной температуры в помещении. На пульт также выводятся коды ошибок, скорость вращения вентилятора, температуры теплоносителя и воды в системе горячего водоснабжения (ГВС).

Котлы [World Alpha](#) имеют максимальную степень защиты от любых неполадок. В случае любых видов неисправностей (отключение электропитания, перегрев теплообменника, падение давления газа или неисправность вентилятора) автоматически прекращается подача газа, и агрегат выключается.

Котлы [World Alpha](#) имеют два отдельных теплообменника — один на отопление и один на ГВС. Первичный теплообменник — двухуровневый и выполнен из нержавеющей стали. Теплообменник ГВС — пластинчатый.

Уникальная двухуровневая конструкция первичного теплообменника гарантирует максимально эффективный теплообмен, исключает возникновение зон перегрева и, таким образом, значительно повышает срок службы котла. Циркуляционный насос с мокрым ротором работает практически бесшумно.

Котлы серии [World Alpha](#) имеют вентилятор с электронной модуляцией скорости вращения. Это обеспечивает оптимальное соотношение газа и воздуха в камере сгорания, что гарантирует экономичную и стабильную работу котла даже при изменении воздушного сопротивления в дымоходе.

### Серия [World Alpha S](#)

Это двухконтурные котлы среднего ценового класса мощностью от 15 до 35 кВт. Пульт управления котлом расположен на передней панели агрегата.



❖ Газовый котёл [Kiturami](#) серии [World Alpha S](#)

Благодаря дополнительной крышке камеры сгорания котлы имеют низкий уровень шума — всего 39 дБ(А), что особенно важно при размещении котла в жилых помещениях, например, на кухне. В остальном техника этой линейки схожа с представителями предыдущей серии.

### Серия [World Alpha C](#)

Это котлы премиум-класса. Мощностей ряд — от 15 до 35 кВт. Агрегаты имеют медный двухуровневый теплообменник и комплектуются насосами [Grundfos](#). Данные котлы также имеют пониженный уровень шума — всего 39 дБ(А).



### О компании [Kiturami](#)

Компания [Kiturami](#) («[Китурами](#)») была основана в 1962 году в Республике Корея и на сегодняшний день является одним из крупнейших мировых производителей отопительного оборудования. В состав холдинга [Kiturami Group](#) входят 16 производственных, научно-исследовательских и финансовых подразделений. [Kiturami](#) производит широчайший ассортимент отопительного и климатического оборудования: газовые настенные и напольные котлы, дизельные, пеллетные, твёрдотопливные котлы, горелки, паровые котлы, чиллеры, осушители и увлажнители воздуха, системы кондиционирования и т.д.

Все настенные газовые котлы [Kiturami](#) имеют увеличенный гарантийный срок три года при условии, что котёл был запущен официальным сервисным центром [Kiturami](#). Все подобные агрегаты [Kiturami](#) адаптированы к российским условиям эксплуатации. Они устойчиво работают даже при самом низком давлении газа — от 3 мбар и выдерживают скачки напряжения  $\pm 30\%$  от 220 В.

В качестве опции настенные котлы производства [Kiturami](#) могут комплектоваться дистанционным пультом с управлением через Wi-Fi, что даёт пользователю дополнительный комфорт и удобство пользования агрегатом.

В настенных газовых котлах [Kiturami](#) предусмотрена возможность подсоединения как коаксиального, так и отдельного дымохода.



❖ [Kiturami](#) выпускает широчайший диапазон климатического оборудования



### Напольные газовые котлы

Новинкой от [Kiturami](#), представленной на российском рынке в конце 2021 года, стали бытовые газовые напольные котлы серии [TGB Hifin](#). Это стальные двухконтурные агрегаты с теплообменником ГВС из нержавеющей стали и встроенной турбоциклонной горелкой. Мощностной ряд включает модели от 15 до 35 кВт. Благодаря специальной конструкции дымовых каналов эти котлы имеют повышенный КПД — до 96 %, что позволяет существенно снизить расходы на отопление. Данная техника тоже комплектуется выносным пультом управления, одновременно выполняющим функцию термостата.

Кроме того, в ассортименте бытовых напольных газовых котлов [Kiturami](#) есть агрегаты серии [STSG](#). Эти котлы тоже двухконтурные и по основным техническим характеристикам схожи с агрегатами [TGB Hifin](#). Их отличительной особенностью является то, что оба теплообменника (и первичный, и теплообменник ГВС) выполнены из нержавеющей стали. Благодаря этому теплообменники не подвержены коррозии, что значительно увеличивает срок службы котла.

### Газовые котлы большой мощности

Также [Kiturami](#) предлагает российским потребителям газовые котлы увеличенной мощности для промышленного применения. Котлы серии [KSG Hifin](#) имеют широкий мощностной ряд в диапазоне от 58 до 465 кВт. Все агрегаты этой серии — двухконтурные. Основной теплообменник выполнен из стали, а теплообменник ГВС — из нержавеющей стали. Последний имеет большое проходное сечение каналов, что практически исключает выход из строя по причине образования накипи и обеспечивает стабильную подачу горячей воды в большом объёме.



•• Котёл [Kiturami](#) серии [KSG Hifin](#)



•• Напольный газовый двухконтурный котёл [Kiturami](#) серии [TGB Hifin](#)

Дымовые каналы котлов [KSG Hifin](#) имеют особую конструкцию рёбер, обеспечивающую повышенный теплосъём, что значительно снижает расходы на отопление. Благодаря этому уменьшены габаритные размеры котла. Агрегаты [KSG Hifin](#) комплектуются турбоциклонной горелкой и газовым клапаном [Honeywell](#). Котёл укомплектован выносным пультом управления с функцией комнатного термостата. [KSG Hifin](#) предназначены для отопления производственных помещений, гостиниц и складов, а их стоимость ниже любых европейских аналогов.

### Бытовые дизельные котлы

[Kiturami](#) в России в течение многих лет является лидером по продаже дизельных котлов. В этом сегменте компания предлагает самый широкий ассортимент котлов как бытового, так и промышленного назначения. Среди бытовых моделей безусловным лидером продаж являются дизельные двухконтурные котлы серии [Turbo](#) с диапазоном мощности от 15 до 35 кВт. Это простые и надёжные бытовые двухконтурные котлы со стальным теплообменником и теплообменником ГВС из нержавеющей стали. Они имеют встроенную турбоциклонную горелку, которая работает с минимальным потреблением топлива и позволяет достичь наивысшей эффективности сжигания топлива за счёт аэродинамического циклонного потока в зоне горения и вторичного дожига продуктов сгорания в специальной цилиндрической камере, нагретой до 950 °С.

Котлы серии [Turbo](#) тоже комплектуются выносным пультом управления, который одновременно является и комнатным термостатом. Дизельные агрегаты [Turbo](#) востребованы в первую очередь в тех российских регионах, где отсутствует газоснабжение.

В бытовом сегменте [Kiturami](#) предлагает также и котлы [STSO](#). По основным техническим характеристикам они схожи с котлами [Turbo](#), но имеют первичный теплообменник из нержавеющей стали, что существенно увеличивает долговечность агрегата.

### Промышленные дизельные котлы

Помимо бытовых дизельных котлов [Kiturami](#) предлагает и широкий ассортимент промышленных дизельных котлов серии [KSO](#), которые идеально подходят для отопления гостиниц, школ, детских садов, небольших предприятий и складов. Стоит отметить, что все котлы данной серии являются двухконтурными и обеспечивают потребителю не только отопление, но и снабжение горячей водой. Первичный теплообменник котлов [KSO](#) выполнен из стали, а теплообменник ГВС — из нержавеющей стали. Агрегаты комплектуются турбоциклонными горелками, топливными насосами [Danfoss](#) и пультами дистанционного управления. Серия [KSO](#) включает модели мощностью 58, 82, 116, 174, 232, 348 и 465 кВт.

Все модели котлов постоянно находятся на складе в Москве и могут быть поставлены заказчику в кратчайшие сроки.

### Пеллетные котлы

В модельном ряду [Kiturami](#) пеллетные котлы представлены двумя моделями [KRP](#) мощностью 28 и 52 кВт. Данные котлы тоже являются двухконтурными и имеют первичный трёхходовой стальной теплообменник. Трёхходовая система отведения продуктов сгорания обеспечивает высокий КПД за счёт полного отбора тепла дымовых газов. Теплообменник ГВС выполнен из нержавеющей стали и имеет увеличенное сечение проходных каналов. В комплекте с котлами поставляется бункер для пеллет. Пеллетные котлы [KRP](#) от [Kiturami](#) имеют такие основополагающие функции, как функция очистки турбулизатора, функция энергосбережения, функция самодиагностики, автоматическое выключение котла. Котлы комплектуются выносным пультом управления с функцией термостата.

Кроме пеллетных котлов компания [Kiturami](#) также предлагает российскому потребителю комбинированные котлы «дрова/дизель» и котлы только на твёрдом топливе (дровах).

Таким образом, сегодня [Kiturami](#) предлагает в России самый широкий ассортимент котельного оборудования на всех видах топлива, способный удовлетворить практически любые запросы российского потребителя. ●

## Вертикальные биметаллические радиаторы **RIFAR Convex**: дизайн-радиаторы для российских условий

Привычно видеть радиатор под окном, но бывают ситуации, когда их нужно размещать в других местах.



Порой необходимо установить радиаторы в помещениях с панорамным остеклением, с большой площадью и потребностью в дополнительном тепле. И классические радиаторы, низкие и широкие, не очень удобны для таких целей. Другое дело дизайн-радиаторы — высокие и стильные. Они прекрасно вписываются в декоративные ниши помещения или проемы между мебелью, занимают совсем мало места и дают много тепла.

С 2022 года вертикальные дизайн-радиаторы появились в линейке **RIFAR**. Новая модель **RIFAR Convex** запатентованной конструкции разработана специально для настенной установки в любых помещениях. Это вертикальный биметаллический радиатор: внутренняя часть секции прибора выполнена из стали марки Coptex, а наружная — из алюминиевого сплава. Секции соединены по особой технологии «гидрозамка», при котором используются уплотнительное кольцо из эластичного этиленпропиленового каучука (EPDM) и ниппель специальной конструкции собственного производства. Оригинальный профиль коллектора и строго цилиндрическая поверхность ниппеля в месте соединения секций позволяют обеспечить классическое гидравлическое уплотнение для высоких (более 150 атм) нагрузок, при этом каучуковое кольцо не имеет контакта с алюминиевым сплавом. Всё это делает прибор очень прочным: рабочее давление — 30 атм, испытательное — 45 атм.

Отличительная черта радиатора **RIFAR Convex** — его полная адаптация к вертикальному положению. Хотя секции установлены горизонтально, оребрение на них — вертикальное, что способствует естественной конвекции и повышает теплоотдачу. Система креплений радиатора тоже продумана с учётом вертикальной конструкции прибора, вес радиатора после установки равномерно распределяется по кронштейнам.

Особое внимание уделено дизайну прибора. Секции с лёгким изгибом формируют стильную, выпуклую лицевую панель прибора, излучающую тепло в помещение. В результате **RIFAR Convex** сочетает высокие теплотехнические и прочностные характеристики биметалла с эстетикой настоящего дизайн-радиатора.

**RIFAR Convex** также легко превратить в полотенцесушитель, для него специально разработан аксессуар — полочка-держатель для полотенца, которую можно установить перед прибором. Она выполнена из полосы нержавеющей стали шириной 40 мм и толщиной 3 мм.

Дизайн-радиаторы всегда на виду, поэтому для них особенно важен цвет, чтобы пользователи могли подобрать оттенок, сочетающийся с интерьером помещения. **RIFAR Convex**, помимо белого цвета, доступен в нескольких стандартных цветовых вариациях — «титан» и «антрацит», уже известных потребителю по моделям **RIFAR SUPReMO** и **RIFAR Monolit**.



❖ Дизайн-радиатор **RIFAR Convex**

Кроме того, под заказ возможно окрашивание в любой оттенок по палитре RAL.

**RIFAR** серийно выпускает вертикальные радиаторы в двух типоразмерах — **Convex 500** с 18 секциями (высота 1440 мм) и **Convex 500** с 22 секциями (высота 1760 мм). Теплоотдача этих приборов составляет 1782 и 2176 Вт, соответственно, вес моделей — 31,3 и 38,3 кг. Ширина обеих моделей — 550 мм.

Обе модели доступны в разных исполнениях — с нижним подключением с межосевым расстоянием 500 мм и с центральным нижним подключением (модификация **Ventil**) под стандартный узел с межосевым расстоянием 50 мм. Приборы в модификации **Ventil** уже оборудованы термостатическими клапанами. Все радиаторы **RIFAR Convex** поставляются с необходимой арматурой для подключения, в том числе переходниками, заглушками, воздухо-спускными клапанами. Фирменные кронштейны в цвет модели тоже входят в комплект. Для облегчения монтажных работ на внутреннюю сторону упаковки радиатора нанесён шаблон для разметки отверстий под кронштейны. Это упростит разметку точек крепления — не придётся поднимать тяжёлый прибор.

**RIFAR Convex** можно устанавливать в системах отопления как частных, так и многоквартирных домов, использовать с разными видами теплоносителей — водой, маслом, незамерзающими жидкостями. Максимальная температура теплоносителя для этих приборов составляет 120 °С. Радиаторы **RIFAR Convex** защищены СПАО «Ингосстрах». ●



## Этажные коллекторные узлы [Pro Aqua](#) — эффективное использование и возможность индивидуального учёта тепла

В настоящее время большинство современных отопительных систем в многоэтажных зданиях проектируется с учётом горизонтальной разводки теплоносителя. Горизонтальные системы отопления позволяют обеспечить эффективное регулирование и индивидуальный учёт тепла для каждого потребителя.

В горизонтальных системах отопления стояк выносится за пределы квартиры и располагается на лестничной площадке, что исключает риск причинения ущерба жилым помещениям в случае аварии. Для присоединения квартир к стоякам и распределения теплоносителя между ними на лестничной площадке размещается этажный коллекторный узел, что позволяет предоставить к нему свободный доступ для эксплуатирующей организации с целью контроля его работы, настройки, обслуживания и сбора показаний теплосчётчиков.

Для современных инженерных систем компания [«Про Аква»](#) предлагает готовые решения — этажные коллекторные узлы [Pro Aqua](#). Комплектация и сборка этажных коллекторных узлов производится на заводе [«Про Аква»](#) в городе Хотьково Московской области. После опрессовки и проверки узлы поставляются на объект заводской сборки.

**Этажные коллекторные узлы [Pro Aqua](#) — это качественное и надёжное решение для комплектации современной отопительной системы, предлагаемое компанией [«Про Аква»](#). Комплектация и сборка этажных коллекторных узлов производится на заводе [«Про Аква»](#) в городе Хотьково Московской области**

Этажные коллекторные узлы [Pro Aqua](#) состоят из модуля ввода, распределительного коллектора, подающих и обратных отводов к потребителям.

Модуль ввода состоит из запорной арматуры, фильтра, регулятора перепада давления и клапана-партнёра. Балансировочные клапаны в составе коллекторного узла [Pro Aqua](#) представлены итальянской компанией [Giacomini](#).

### Преимущества этажных коллекторных узлов заводской сборки [Pro Aqua](#):

1. Высокое качество производства и сборки в заводских условиях.
2. Опрессовка каждого узла на заводе после сборки.
3. Возможность подготовки узла по индивидуальному заказу.
4. Значительное упрощение и уменьшение сроков монтажа.
5. Гарантия от одного производителя на весь узел, а не на компоненты.
6. Единое окно для обращений по сервисным вопросам.
7. Ускорение и упрощение процесса проектирования.
8. Единовременная поставка на объект всего узла целиком (компоненты поштучно могут прийти в разные сроки и создать проблемы на строительной площадке).



❖ Этажный коллекторный узел [Pro Aqua](#) с балансировочными клапанами на отводах



❖ Этажный коллекторный узел [Pro Aqua](#) с балансировочными клапанами на отводах



❖ Этажный коллекторный узел [Pro Aqua](#) с запорно-регулирующими клапанами на отводах

Автоматический балансировочный клапан — регулятор перепада давления [R206C-1](#) производства [Giacomini](#) поддерживает постоянный перепад давления на входе и выходе в квартирную систему отопления, тем самым гидравлически увязывая работу узла с остальными элементами системы отопления здания. Ручной балансировочный клапан-партнёр устанавливается в паре с регулятором перепада давления для ограничения максимального расхода теплоносителя на этаже и измерения текущего расхода.

Этажные коллекторные узлы [Pro Aqua](#) из высококачественной нержавеющей стали AISI 304 выпускаются на заводе ком-

пании «[Про Аква](#)», специализирующемся только на коллекторных блоках. Пропускная способность коллекторов увеличена на 20% за счёт квадратного сечения, тогда как в большинстве аналогов сечение происходит лучшее удаление воздуха из теплоносителя, что поможет избежать коррозии в контуре системы отопления квартиры. Уже на заводе коллектор оснащается ручным воздухоотводчиком, а опционально можно установить автоматический воздухоотводчик.

На подающих и обратных отводах устанавливается запорная арматура для дренажа и перекрытия потока, ремонтные

вставки для теплосчётчиков или сами теплосчётчики, а также ручные балансировочные клапаны для точной настройки и обеспечения необходимого расхода каждому потребителю.

Этажные коллекторные узлы [Pro Aqua](#) являются качественным и надёжным решением для комплектации современной отопительной системы. Гарантия на продукцию составляет пять лет.

С 2018 года компания «[Про Аква](#)» активно участвует в развитии BIM-проектирования и готова предоставить своим клиентам широкий ассортимент моделей на русском и английском языках.

Технология Building Information Model (BIM) может рассматриваться как информационная модель (цифровой двойник) строительного оборудования или материала. Компании, работающие в среде BIM, экономят огромное количество времени при проектировании, поскольку разные отделы могут работать над проектом параллельно и наблюдать за тем, какие произошли изменения в здании и где проходят различные системы на плане, тем самым избегая коллизий.

Все стандартные типы квартирных и этажных узлов [Pro Aqua](#) представлены в виде BIM-семейств для упрощения работы и сокращения времени проектирования внутренних систем отопления и водоснабжения.

Специалисты компании «[Про Аква](#)» постоянно получают обратную связь от своих клиентов и учитывают все пожелания при разработке новых моделей и модернизации старых. ●



❖ Автоматический балансировочный клапан [Giacomini R206C-1](#) в составе этажного коллекторного узла [Pro Aqua](#)



## Гибкие тепло-изолированные трубы Flexalen — время работает на нас!

Гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы [Thermaflex Flexalen](#) («Флексален»), предназначенные для наружной прокладки и используемые в системах теплоснабжения (отопления), горячего и холодного водоснабжения, известны в мире с далёкого 1981 года. Опыт практического применения трубопроводов [Flexalen](#) насчитывает более 40 лет!

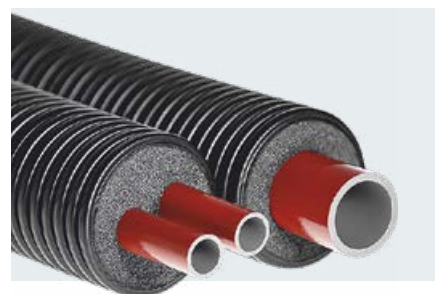
Автор: А.В. МАКСИМЕНКО, руководитель направления [Flexalen ООО «Термафлекс. Изоляция+»](#), российского отделения [Thermaflex International Holding b.v.](#)

Можно сколько угодно рассуждать о теоретическом сроке службы тех или иных трубопроводов, но наиболее весомым доказательством всегда будет практический опыт применения и эксплуатации. И здесь мало кто из производителей аналогичных систем может сравниться с [Thermaflex](#). В Европе гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы [Flexalen](#) уже отпраздновали свой 40-летний юбилей, в России они широко применяются с 2004 года. Именно в этом году на территории Российской Федерации было открыто производственное предприятие международного холдинга [Thermaflex International Holding b.v.](#), производящего тепловую изоляцию для инженерных систем и многотрубные системы гибких теплоизолированных трубопроводов.

В чём же заключается секрет долголетия? В трубопроводах [Flexalen](#) применяются **уникальные напорные трубопроводы из полибутилена** (полибутена) PB-1 (ПБ-1). Профессор Джулио Натта (Giulio Natta), «отец» полипропилена, получивший в 1963 году Нобелевскую премию, был первым, кто синтезировал PB-1 в лабораторных условиях. Десять лет спустя, в 1964 году, химик Верк Хюльс (Werke Hüls) основал первое промышленное производство PB-1 в Европе. Этот материал соединил в себе преимущества таких широко известных материалов, как сшитый полиэтилен PE-X, полипропилен PP и полиэтилен повышенной термостойкости PE-RT, и в то же время полибутилен лишён ряда их недостатков.

«Материал имеет высокую устойчивость к растрескиванию под нагрузкой, в 50 раз меньшую в сравнении с полиэтиленом ползучесть, высокие гибкость, износоустойчивость, морозостойкость, химическую стойкость» — сказано об этом материале в «Википедии», хотя, безусловно, это только малая часть информации. В химической промышленности полибутилен активно используется в качестве компаундов для улучшения свойств других материалов полиолефиновой группы.

Одним из важнейших свойств труб из полибутилена является их высокая долговременная прочность. Это показатель MRS (Minimum Required Strength) — характеристика материала



На правах рекламы.



❖ Одно-, двух- и четырёхтрубные гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы [Thermaflex Flexalen](#)

трубы, численно равная напряжению в МПа в стенке трубы, возникающему при действии постоянного внутреннего давления, которое труба способна выдержать в течение 50 лет.

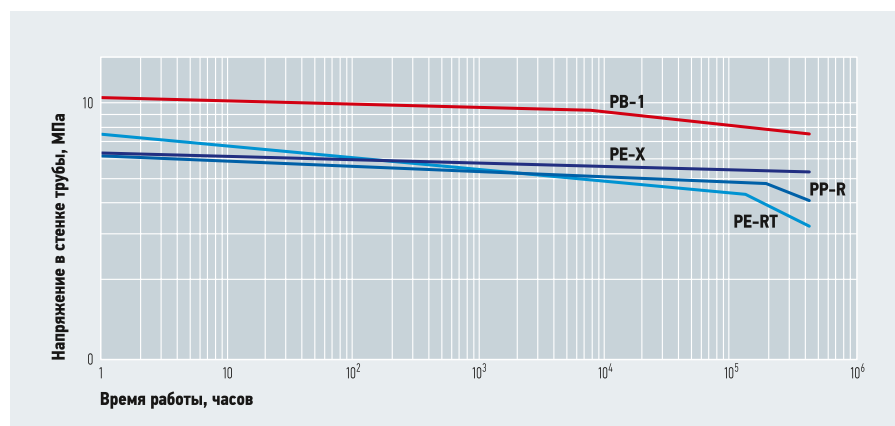
Среди таких однородных материалов, как сшитый полиэтилен PE-X, полипропилен PP, полиэтилен повышенной термостойкости PE-RT, равных полибутилену нет, что показывают кривые регрессии этих материалов, представленные на рис. 1, где они построены согласно европейским стандартам [ISO 15875-2](#) для PE-X, [ISO 15876-2](#) для PB-1, [ISO 15874](#) для PP-R и [ISO 22391-2](#) для PE-RT. Эта информация также нашла своё отображение в российском [ГОСТ Р 56730-2015 «Трубы полимерные гибкие с тепловой изоляцией для систем теплоснабжения. Общие технические условия»](#).

Процитируем [ГОСТ Р 56730-2015](#):

«Максимальная рабочая температура не должна превышать 95 °С.

4.3.2 Трубопроводы по настоящему стандарту могут быть рассчитаны на рабочее давление из ряда 0,6; 0,8; 1,0 МПа.

Для температурного режима по таблице 2 стандартное размерное отношение SDR (серия S) напорной трубы и соответствующее рабочее давление указаны в таблице 3».



❖ Рис. 1. Кривые регрессии материалов PB-1, PE-X, PP-R и PE-RT

❖ «Таблица 3» из ГОСТ Р 56730–2015 (п. 4.3.2)

Материал напорной трубы	Рабочее давление, МПа (бар)		
	0,6 (6)	0,8 (8)	1,0 (10)
	Стандартное размерное отношение SDR (серия S)		
PE-X	SDR 11 (S 5)	SDR 9 (S 4)	SDR 7,4 (S 3,2)
PB	SDR 13,6 (S 6,3)	SDR 11 (S 5)	SDR 9 (S 4)
PE-RT тип II	SDR 9 (S 4)	SDR 7,4 (S 3,2)	SDR 6 (S 2,5)

табл. 1

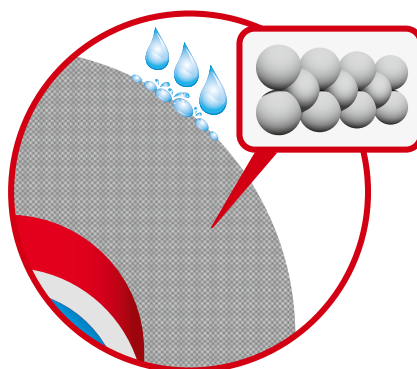
В нашем материале таблица 3 из ГОСТ Р 56730–2015 представлена в виде табл. 1. Можно констатировать, что при одинаковой толщине стенки трубы из полибутилена выдерживают рабочее давление приблизительно на 30 % большее, чем трубы из PE-X, и более чем на 30 % большее по сравнению с PE-RT II.

Вторым важным фактором является **уникальная система теплоизоляции труб**.

Thermaflex International Holding — одно из мировых лидеров и старейших в мире предприятий, специализирующихся на производстве тепловой изоляции для инженерных систем отопления, холодного и горячего водоснабжения, кондиционирования и вентиляции. Отличительной чертой этой тепловой изоляции является её закрытая ячеистая структура, благодаря которой она практически не подвержена воздействию влаги. Подземная прокладка трубопроводов подразумевает контакт с грунтовыми водами, и очень важно, чтобы теплоизоляция не впитывала влагу. Поскольку вода является прекрасным проводником тепла, намокшая изоляция теряет свои теплоизоляционные свойства.

В тепловой изоляции гибких трубопроводов Flexalen сорбционное увлажнение по ГОСТ 17177–94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний» составляет не более 0,8% по объёму, то есть менее 1%. Это значит, что даже если повредить внешний защитный кожух, то тепловая изо-

ляция не намокнет. С внешней стороны теплоизолированные трубопроводы защищены от механического воздействия грунта наружным полимерным гофрированным кожухом с добавлением карбона.



❖ Гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы Flexalen за счёт уникальной структуры своей тепловой изоляции практически не подвержены проникновению влаги

Ещё одно важное преимущество трубопроводной системы Flexalen — **лёгкость монтажа**. Систему протяжённостью до 300 м можно без единого соединения и устройства специального канала укладывать из бухты прямо в траншею. Благодаря гибкости системы она укладывается в трассу любой конфигурации. Также важной отличительной особенностью системы Flexalen является то, что полибутиленовые трубы, входящие в систему, можно монтировать не только традиционными компрессионными механическими и пресс-фитингами, но и фитингами для электрофузионной и рас-трубной сварки (аналогично полипропилену). Применение неразъёмных сварных соединений повышает надёжность системы и не требует обеспечения монтажного и инспекционного доступа к местам соединений трубопроводов, что позволяет избежать устройства дорогостоящих монтажных колодцев.

Трубопроводы Flexalen прошли всесторонние испытания в ОАО «ВНИПИЭнергопром» и Центральном научно-исследовательском институте строительных конструкций (ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко). Получено заключение, что данные трубопроводы могут быть рекомендованы к применению даже в районах с сейсмичностью 7–9 баллов.

Ассортиментный ряд трубопроводов из полибутилена включает в себя трубопроводы диаметрами от 16 до 315 мм включительно. Это многообразие включает в себя как трубы без дополнительной тепловой изоляции, которые широко применяются для устройства стояков и разводящих трубопроводов в многоквартирных и многоэтажных зданиях, так и предварительно теплоизолированные трубопроводы для прокладки наружных тепловых сетей. Последние применяются как в индивидуальном коттеджном строительстве (прокладка труб от котельной до дома), так и при реконструкции и прокладке новых инженерных сетей в городах и посёлках.

Трубопроводы из полибутилена с 2004 года широко применяются на всей территории Российской Федерации от Калининграда до Владивостока, а в Европе — с 1981 года. По всему миру смонтированы тысячи километров труб из данного материала. Кроме того, трубы Flexalen нашли применение в суровых условиях Антарктиды — трубопроводами Flexalen смонтированы инженерные сети на российской полярной станции «Прогресс».

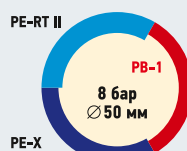
Более подробную информацию об особенностях материала и его применении специалисты могут найти на сайте Ассоциации производителей трубопроводных систем из полибутилена (АПТС) [pbpsa.com](http://pbpsa.com) или обратившись в компанию ООО «Термафлекс Изоляция+» — российское производственное подразделение [Thermaflex International Holding b.v.](http://thermaflexinternationalholding.com)

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

## Трубы из полибутилена PB-1 как трубы с более высоким классом SDR

«Стандартное размерное отношение» трубы (Standart Dimension Ratio, **SDR**) определяется как «отношение номинального наружного диаметра трубы  $d_n$  к её номинальной толщине стенки  $e_n$ ». Трубы из полибутилена (полибутена) PB-1 (ПБ-1) обладают более высоким классом SDR, что обеспечивает следующие преимущества:

- ❑ меньшая толщина стенки при высоких показателях прочности;
- ❑ меньше материала (меньшая масса трубопровода);
- ❑ больший внутренний диаметр и, соответственно, увеличенная площадь проходного сечения трубы, что улучшает условия течения транспортируемой жидкости (уменьшается гидравлическое сопротивление трубы и снижается общая скорость потока).



Материал трубы	SDR	Внешний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Сечение трубы, мм <sup>2</sup>	Масса метра трубы, кг/м
PE-RT II	7,4	50	6,9	1,029	0,934
PE-X	9,0	50	5,6	1,182	0,780
PB-1	11	50	4,6	1,307	0,666





# Особенности применения антифризов в автономных системах теплоснабжения с настенными газовыми котлами

Применение незамерзающих теплоносителей в автономных системах теплоснабжения индивидуальных домов обусловлено естественными климатическими условиями территории России, возможными перебоями в электроснабжении, экономическими причинами, связанными с циклическим использованием отапливаемых помещений. Для решения этих вопросов рекомендуется заполнять контур отопления именно антифризом, но насколько правильно это решение?

Автор: А.Л. ТОРОПОВ, главный конструктор завода «Ардерия»

В последнее время выпускается большое количество таких специальных теплоносителей — водных смесей этиленгликоля, пропиленгликоля с комплексными присадками, обеспечивающими стабильность свойств и низкую коррозионную активность. Компании, продающие данные антифризы для автономных систем отопления, при продажах уделяют внимание запаху, цвету, экологическим аспектам и заявляют о том, что, заполнив систему отопления антифризом, потребитель гарантированно решит проблему неразрушения контура отопления своего загородного дома при отрицательных температурах и сэкономит большую сумму, поскольку при этом нет необходимости отапливать помещение при отсутствии в нём жильцов. Также утверждается, что включить систему на нагрев помещения можно даже удалённо, используя систему дистанционного запуска через Интернет.

Рассмотрим вопрос применения антифризов с другой точки зрения — работы главного элемента системы автономного отопления. Им является газовый настенный котёл. Такие котлы обычно исполь-

зуются для объектов площадью до 400 м<sup>2</sup>. Однако, прежде чем изучить вопрос применения антифризов в контуре отопления, пожалуйста, ответьте себе на следующий вопрос.

В любой автономной системе теплоснабжения присутствует подготовка горячей воды, для которой необходимо наличие холодной воды, удовлетворяющей санитарным нормам (безопасный контакт с кожей, возможность использования для приготовления пищи). При использовании настенного газового котла вопрос ГВС решается вторым контуром нагрева холодной воды в битермическом варианте теплообменника или вторичным пластинчатым теплообменником комбинированного бойлера (ёмкостного накопителя). Но в обоих случаях присутствует санитарная холодная вода. Если контур отопления можно заполнить антифризом, то контуры ХВС и ГВС — нет.

Следовательно, когда мы говорим о решении проблемы замерзания контура отопления путём применения антифриза, то должны понимать, что контуров ГВС и ХВС в системе не должно быть вообще.

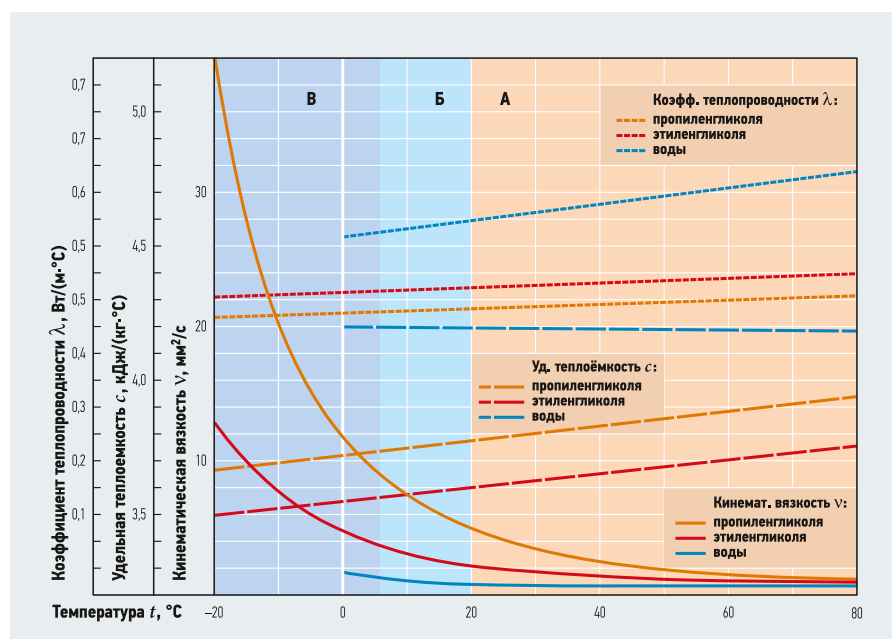


Рис. 1. Основные физические характеристики воды и антифризов



# BRUGMAN

## СТАЛЬНЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ РАДИАТОРЫ

Сделаны в России по лицензии Vasco (Бельгия)

**МОДЕЛЬ FEK**

боковое подключение

**Длина**  
400 - 2000 мм

**Модель FEV**

вентильное исполнение,  
нижнее подключение

11, 21, 22, 33 тип

**Высота 300, 500 мм**

Сталь толщиной **1,24 мм**

Рабочее  
давление **10 бар**

Цвет белый (RAL 9016)

**Оборачиваемые радиаторы\***

**Профильная поверхность**

Реклама  
\*Кроме радиаторов 11 типа





# СТАЛЬНЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ РАДИАТОРЫ

## ПРОИЗВОДСТВО ГОРЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПОЛНЫЙ ЦИКЛ



от 0,2 до 20 МВт



Работаем  
с уникальным  
топливом клиента



192241, г. Санкт-Петербург,  
ул. Софийская, д. 63

+7 (911) 007-02-11  
+7 (931) 201-77-22

09:00–21:00 (без выходных)

info@technoflame.ru

technoflame.ru

Или же надо слить воду из них, чтобы она не замёрзла и не разрушила котёл и весь контур.

Теперь рассмотрим особенности работы заполненного антифризом контура системы отопления, включающего настенный газовый котёл.

### Режим №1

**Работа контура в нормальном, стандартном режиме** — поддержание заданной температуры в помещениях, установленной воздушным термостатом или алгоритмом работы котла в диапазоне модуляции мощности.

**Скорость движения теплоносителя определяется гидравлическим сопротивлением контура отопления. Вязкость теплоносителя непосредственно связана со скоростью движения. Если вязкость жидкости выше, то и сопротивление движению теплоносителя по контуру отопления в разы больше**

Сравним технические характеристики воды, этиленгликолевых и пропиленгликолевых антифризов.

Из рис. 1 видно, что существует три зоны. Зона «А» — от 20 до 80°C. Она соответствует диапазону устойчивой работы системы отопления в варианте управления работы воздушным термостатом или алгоритмами работы настенных газовых котлов в установленном режиме. При этом видно, что значение вязкости теплоносителя у этиленгликолей в среднем в два-три раза, а у пропиленгликолей — в четыре-пять раз выше таковых показателей для воды. Теплоёмкость и теплопроводность антифризов отличаются от характеристик воды примерно на 20%.

Скорость движения теплоносителя определяется гидравлическим сопротивлением контура отопления. Вязкость теплоносителя непосредственно связана со скоростью движения. Если вязкость жидкости выше, то и сопротивление движению теплоносителя по контуру отопления при заполнении его антифризом в разы превышает сопротивление при заполнении системы водой. Теплоёмкость жидкости — характеристика, влияющая на передаваемую тепловую энергию. Перемещая объём воды, нагретой котлом, с определённой скоростью (с по-

мощью циркуляционного насоса), мы переносим тепловую энергию от котла к приборам отопления. А теплопроводность теплоносителя — это параметр, показывающий, как быстро тепловая энергия передаётся отопительным приборам. В случае применения антифризов в зоне «А» изменения температур мы получаем уменьшение скорости движения, меньшую переносимую энергию и пониженную способность передавать эту энергию приборам отопления.

Поскольку паспортные характеристики любого котла подразумевают использование воды в качестве теплоносителя, все параметры работы газовой горелки, теплообменников, датчиков движения жидкости, диаметров труб, местные сопротивления внутренней обвязки котла, характеристики процессов теплообмена в его вторичном теплообменнике ГВС (подробнее всё это описано в работах [1, 2]) при заполнении контура отопления антифризом будут значительно отличаться от паспортных, причём в худшую сторону. Циркуляционный насос настенного котла не будет справляться с прокачкой нагретого теплоносителя, что вызовет снижение энергетической эффективности всей системы.

Работа системы в зоне «А», указанной на рис. 1, при заполнении контура отопления антифризами, возможна. Это обусловлено тем, что реальная температура в контуре отопления при постоянной работе составляет около от 50 до 60°C. Изменение вязкости при этой температуре по сравнению с водой не такое значительное.

Однако для обеспечения заявленных характеристик мощности котла и реализации этой мощности приборами отопления необходимо установить в контур отопления дополнительный циркуляционный насос для увеличения напора примерно в два раза. В противном случае произойдёт значительное снижение эффективности нагрева приборов отопления. Это приведёт к постоянным дополнительным финансовым затратам.

Если перед вами стоит задача защиты только контура отопления вашего дома от возможного замерзания и разрушения, и если вопрос защиты контура горячего водоснабжения от замерзания решён каким-то другим способом (например, сливом), то антифризы в данном режиме работы можно использовать в системах автономного теплоснабжения.



## Режим №2

Посмотрим, как будет работать автономная система отопления после остывания помещения до температуры 5–7°C.

На рис. 1 эта зона выделена диапазоном «Б». В этом диапазоне температуры помещения в момент старта работы котла большое значение имеет тип антифриза. Если у этиленгликолей при +5°C кинематическая вязкость составляет около 3,5 мм<sup>2</sup>/с, то у пропиленгликолей — 8 мм<sup>2</sup>/с, при том, что вязкость воды для этих значений температуры — всего 1,6 мм<sup>2</sup>/с. Запуск котла при данной температуре (+5°C) может привести к слишком медленному движению теплоносителя в первичном теплообменнике, что приведёт к его перегреву и остановке работы газовой горелки. Через некоторое время, в зависимости от алгоритма запуска котла, может произойти повторный запуск работы устройства, но некоторые модели котлов в своих алгоритмах имеют ограничения на количество повторных пусков. То есть рассматриваемый нами теплоагрегат прекратит работу, так и не перейдя в установившийся режим работы.

К сожалению, у пропиленгликолей вязкость по сравнению с этиленгликолями повышена в несколько раз, хотя это экологически безопасные антифризы, которые рекомендуются к использованию в системах отопления многими компаниями. Но чем ниже температура, тем хуже ситуация.

В связи с этим запуск котлов в системах отопления, заполненных пропиленгликолевыми антифризами, при температуре менее +10°C без специалиста — это, увы, задача неординарная. Сама зона «Б», указанная на рис. 1, соответствует зоне неустойчивого применения котельного оборудования. Чем ближе температура запуска системы к 0°C, тем больше проблем. Но всё-таки запуск системы может произойти, как и возможен выход котла на устойчивый рабочий режим.

## Режим №3

Теперь рассмотрим работу автономной системы отопления после остывания помещения ниже температуры 0°C.

Использование воды в качестве теплоносителя при данных условиях невозможно. Но что произойдёт, если в качестве теплоносителя выступает антифриз? Если посмотреть на рис. 1 при отрицательной температуре, например, –10°C, то становится понятно, что кинематическая вязкость для пропиленгликолей равняется 20 мм<sup>2</sup>/с, что в 20 раз (!) превышает вязкость воды, для которой и рассчитаны все рабочие характеристики настенных



котлов. Это значение не позволяет осуществлять движение теплоносителя по каналам первичного теплообменника с заданной скоростью, которая обеспечивает нагрев теплоносителя. При горении газа температура в зоне первичного теплообменника конвекционного газового котла составляет около 900°C. При низкой скорости движения антифриза по каналам теплообменника неминуемо произойдёт его перегрев и закипание.

## Применение антифризов даёт возможность сохранения системы отопления в случае отключения электричества и не допускает разрушение контура отопления и его элементов, но только для одноконтурных котлов без систем горячего и холодного водоснабжения

В работе [3] указано: «*Важнейший параметр для антифризов — максимальная рабочая температура. Так, большинство этиленгликолевых растворов начинает кипеть при 104–112°C при атмосферном давлении. Принципиальное значение этот параметр имеет потому, что, в отличие от воды, при превышении допустимой температуры происходит необратимое разложение гликолевых растворов. Если температура в какой-либо точке системы превысит критическое (для данной марки антифриза) значение, произойдёт термическое разложение гликоля и антикоррозионных присадок с образованием кислот и выпадением твёрдого осадка.*

Запустить в работу систему отопления с газовым котлом при температурах ниже нуля в помещении практически невозможно. Даже если он запустится, то сразу остановится по причине перегрева. А при повторных запусках перейдёт в режим «тактования» (постоянного включения-выключения), сопровождаемого закипанием антифриза, выпадением осадка

и зарастанием каналов теплообменника, падением давления в системе за счёт удаления образовавшегося при кипении кислорода, с необходимостью последующей подпитки системы водой. Но откуда её взять — непонятно, ведь для наличия воды в системе должен быть какой-то её источник, не замерзающий при отрицательных температурах.

Запуск газового котла автономной системы отопления из состояния с длительным охлаждением системы при отрицательных температурах с заполнением контура антифризами без контроля специалиста вообще невозможен. Для запуска системы в этих условиях нужно как минимум: а) нагреть помещение, выждать четыре часа, б) открыть котёл, феном прогреть его внутренности, в) постепенно, с маленькими интервалами, попытаться запустить котёл. Вопрос удалённого (через Интернет) запуска котла, остывшего до минусовых температур в промёрзшем помещении, рассматривать не имеет смысла даже теоретически.

## Вывод

Если планируется использовать автономную систему отопления с газовым котлом, то, как в случае заполнения контура отопления в качестве теплоносителя антифризом, так и в случае использования для этой цели воды, нужно учитывать, что котёл должен работать постоянно. Температура в отапливаемом помещении при запуске котлов не должна быть ниже +10°C. Допускать охлаждение помещения ниже нуля с целью экономии денежных средств на отопление при отсутствии жильцов нельзя категорически.

Применение антифризов даёт возможность сохранения системы отопления в случае отключения электричества и не допускает разрушение контура отопления и его элементов — причём только для одноконтурных котлов без систем горячего и холодного водоснабжения. Но применение антифризов значительно снижает энергоэффективность системы теплоснабжения и требует установки дополнительных устройств — как минимум, более мощных циркуляционных насосов. ●

1. Торопов А.Л. Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Ч. 1. Конвекционные настенные газовые котлы: учебное пособие. — М.: ИД Академии естествознания, 2020. 60 с.
2. Торопов А.Л. Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Ч. 2. Конденсационные настенные газовые котлы: учебное пособие. — М.: ИД Академии естествознания, 2020. 60 с.
3. Великов С.Е. Незамерзающие теплоносители. — М.: Изд-во «Аква-Терм», 2013. 56 с.



КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ  
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ



КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО- И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ  
УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ



ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА



ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ



ТРУБЫ PPR, PEX, PERT, PEX-AL-PEX И PB



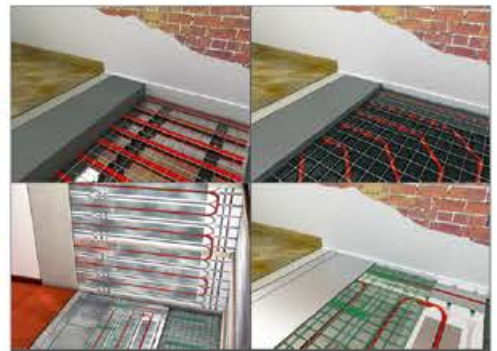
КОЛЛЕКТОРЫ



БАЛАНСИРОВОЧНАЯ АРМАТУРА



МОДУЛИ УЧЁТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА  
И ОХЛАЖДЕНИЯ



БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ  
КОТЕЛЬНОЙ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА  
И ОХЛАЖДЕНИЯ

ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД НА ВЫСТАВКЕ «AQUATHERM-MOSCOW».  
15-18 ФЕВРАЛЯ 2022 г.



ОТ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДО КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ.  
РЕШЕНИЯ GIACOMINI ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОМФОРТА

Giacomini: высококачественные компоненты для создания комфортных систем климата и водоснабжения жилых и общественных зданий. Тысячи продуктов, которые входят в нашу повседневную жизнь. Giacomini: часть жизни.

GIACOMINI S.p.A. • ООО «Джакомини Рус» • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com

На правах рекламы.



## Новинки Giacomini 2021–2022 годов

Итальянский производитель [Giacomini](#), широко представленный на российском рынке запорной и регулирующей арматурой, трубопроводами, коллекторами, системами водяного тёплого пола и арматурой для котельных, в преддверии нового сезона подготовил некоторые новинки. Наиболее интересные и прогрессивные решения компании относятся к области регулирующих и балансировочных клапанов, а также проектированию — для многоэтажного строительства — это распределительные коллекторные узлы для поквартирного регулирования и учёта тепла и воды.

[Giacomini](#) представляет технологию динамической балансировки — автоматического регулирования и поддержания расхода в отопительных приборах и коллекторах напольного отопления посредством установки динамических термостатических клапанов. Их применение позволяет в ряде случаев отказаться от использования балансировочных клапанов в системах отопления, при этом дополнительно можно увеличить энергетическую эффективность систем.

До недавнего времени динамические термостатические клапаны [Giacomini серии DB](#) поставлялись в Россию в размере только  $\frac{1}{2}$ ", но в последнее время эта серия получила значительное расширение. В производственную программу были добавлены размеры с подсоединением  $\frac{3}{4}$ ", появилась модификация углового осевого клапана, и были выпущены клапаны с наружной резьбой подключения к трубопроводу.

Принцип действия динамических термостатических клапанов заключается в автоматическом поддержании расхода теплоносителя, поступающего в отопительные приборы. Клапаны [серии DB](#) имеют функцию установки постоянного значения расхода (преднастройки) при помощи специального ключа. Впоследствии расход поддерживается постоянным благодаря изменению пропускного сечения регулирующей вставки, состоящей из гибкой мембраны и картриджа с отверстиями особой формы. Таким образом, использование новых клапанов позволяет сохранить постоянным расход теплоносителя через отопительные приборы, в случае изменений нагрузки внутри системы, без использования балансировочных клапанов. Это решение позволяет упростить настройку и уменьшить

**Принцип действия динамических термостатических клапанов заключается в автоматическом поддержании расхода теплоносителя, поступающего в отопительные приборы. Клапаны [Giacomini серии DB](#) имеют функцию лёгкой и удобной установки постоянного значения расхода (преднастройки) при помощи спецключа**

время ввода в эксплуатацию систем отопления, а в ряде случаев — снизить стоимость оборудования при сохранении высоких показателей энергоэффективности и гидравлической стабильности системы.

Новые динамические термостатические клапаны имеют исключительно широкий рабочий диапазон — показатель перепада давления, при котором (фактически, что немаловажно!) обеспечивается постоянство расхода, составляет 150 кПа, а значение расхода — до 250 л/ч. Диапазон этих характеристик намного превосходит параметры аналогичной арматуры, присутствующей на рынке. Также особенностью новых клапанов [Giacomini](#), по сравнению с аналогами других производителей, является стойкость к загрязнениям — клапаны сохраняют работоспособность долгое время даже при работе с относительно загрязнённым теплоносителем.

В 2021 году компания [Giacomini](#) начала выпуск распределительных коллекторов для систем отопления [серии DB](#), которые также снабжены новыми динамическими регулируемыми вентилями. Настройка расхода устанавливается на коллекторе и поддерживается постоянной при помощи свойств картриджа динамической балансировки.



•• Динамические термостатические клапаны [Giacomini серии DB](#)

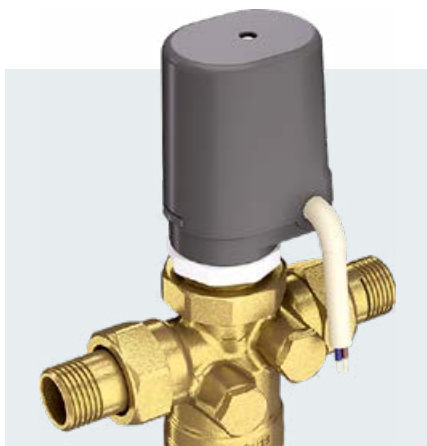
Таким образом, при любых изменениях параметров системы отопления расход контуров, например, напольного отопления, будет постоянным, что увеличивает стабильность системы и обеспечивает сохранение тепловой энергии в системе отопления до 25%, согласно исследованиям Туринского политехнического университета (Politecnico di Torino).

Новые коллекторы выпускаются в виде предварительно собранных на кронштейнах блоков из подающего и обратного коллекторов на число подключений от двух до 12. Блоки коллекторов [серии DB](#) имеют модификацию, рассчитанную на низкий (от 20 до 160 л/ч) либо на высокий (от 10 до 250 л/ч) расход.

Также особое внимание [Giacomini](#) уделяет развитию конструкции и ассортимента балансировочной арматуры.

В 2021 году модернизации и расширению подверглась серия клапанов [R206A-1](#). Клапаны автоматического регулирования расхода (независимые от давления) предназначены для установки и поддержания постоянного расхода в регулируемом участке систем отопления и/или охлаждения и позволяют устанавливать сервопривод для регулирования клапана и перекрытия трубопровода. На сегодняшний момент клапаны выпускаются в размерах до Ду32 включительно, и в течение 2022 года запланировано начало выпуска клапанов Ду40 и Ду50.

Клапаны [R206A-1](#) выпускаются в двух модификациях: для стандартного и увеличенного расхода, также поставляются регулирующие картриджи для переоборудования клапанов, уже смонтированных в систему. Клапаны поддерживают расход постоянным независимо от изменения перепада давления в широком диапазоне: 25–400 кПа для стандартной модели и 25–800 кПа для модели с увеличенным расходом. Максимальное рабочее давление — 16 бар, максимальная температура — 120°C. Клапаны имеют заглушенные отверстия для подключения зондов дифференциального манометра — для измерения давления.



⚡ Автоматический балансировочный клапан (регулятор расхода) [Giacomini R206A-1](#) с электротермическим сервоприводом [R473](#)

На клапаны [R206A-1](#) можно установить один из двух типов сервоприводов: компактный электротермический [Giacomini R473](#) с возможностью дистанционного открытия и закрытия клапана или механический мотор [K281](#) — для пропорционального регулирования.

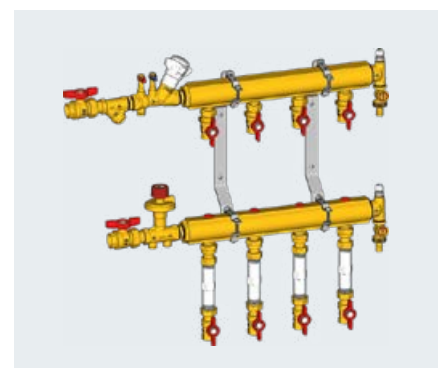
Ещё одна новинка [Giacomini](#) относится к оборудованию, применяемому в типовых проектах систем отопления и водоснабжения многоэтажных зданий.



⚡ Комплект коллекторного узла [R553FKDB](#) с динамическим регулированием расхода

Это распределительные коллекторные узлы для поквартирного регулирования и учёта тепла и воды. Разработанная в начале 2022 года модель узлов для отопления [GE553D](#) использует латунные коллекторные планки со встроенными запорно-регулирующими вентилями, которые позволяют установить проектное значение расхода независимо по каждому контуру (квартире), фиксировать настроечное положение, а также полностью перекрыть контур системы отопления.

### Новые коллекторные узлы выпускаются для 2–12 контуров, в вариантах подключения к системе Ду20 и Ду25



⚡ Распределительные коллекторные узлы [Giacomini GE553D](#) компактной серии

Включение в состав коллекторной планки функционала регулировки и перекрытия позволяет исключить из состава коллекторного узла значительную часть балансировочной и запорной арматуры, итогом получается более компактная конструкция с меньшей, по сравнению со стандартными моделями, стоимостью.

Новые коллекторные узлы выпускаются на число контуров от двух до 12, в вариантах подключения к системе Ду20 и Ду25, с балансировочной парой для регулирования общего расхода и поддержания перепада давления. На отводах коллектора подачи установлены шаровые краны со штуцером для температурного датчика теплосчётчика, для независимого и индивидуального съёма показателей по потреблению, а на обратном коллекторе арматура имеет соединения с накидными гайками для монтажа теплосчётчика.

Как и ранее, абсолютно вся арматура, используемая в распределительных узлах [Giacomini](#), выполнена из латуни, что обеспечивает высокую долговечность узлов в целом, по сравнению с изделиями, выполненными на базе стальных гребёнок с потенциально более низкой коррозионной стойкостью. ●

## О компании [Giacomini](#)

Компания [Giacomini S.p.A.](#) является самым крупным в Европе производителем продукции из латуни для систем отопления, водоснабжения и климатизации. Компания разрабатывает и внедряет передовые системы терморегулирования, эффективного энергоснабжения с нулевыми или минимальными выбросами вредных веществ. Концепция [Giacomini](#) подразумевает 100%-е производство в Италии. Продукция компании представлена на 90 национальных рынках, предприятие имеет представительства или филиалы в 16 странах. Оборудование [Giacomini](#) поставляется в Россию с 1994 года и широко применяется в системах отопления, охлаждения и водоснабжения зданий.





# Термодинамическая эффективность сферической капсулы теплового накопителя энергии

Рецензия эксперта на статью получена 24.12.2021 [The expert review of the article received on December 24, 2021].

УДК 620.97. Научная специальность: 05.14.04.

## Термодинамическая эффективность сферической капсулы теплового накопителя энергии

**П. Ю. Дворниченко**, аспирант; **М. И. Куколев**, д.т.н., [Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого \(СПбПУ\)](#)

В статье предложены зависимости для оценки термодинамической эффективности сферической капсулы с плавящимся теплоаккумулирующим материалом при обтекании её потоком теплоносителя. Рассмотрено влияние на температуры обтекающего потока и стенки капсулы и на энергетический коэффициент полезного действия процессов конвекции или теплопроводности при использовании капсулы для накопления энергии.

**Ключевые слова:** тепловой накопитель, термодинамическая эффективность, теплоаккумулирующий материал, капсула.

UDC 620.97. The number of scientific specialty: 05.14.04.

## Thermodynamic effectiveness of a spherical capsule for a thermal storage systems at charging

**P. Yu. Dvornichenko**, postgraduate student; **M. I. Kukolev**, Doctor of Technical Sciences, [Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University \(SPbPU\)](#)

The article proposes dependences for assessing the thermodynamic efficiency of a spherical capsule with a melting heat-accumulating material when flowing around it with a coolant flow. The effect on the temperatures of the flow around and the walls of the capsule and on the exergy efficiency of convection or heat conduction processes when the capsule is used for energy storage is considered.

**Key words:** thermal storage system, thermodynamic effectiveness, thermal storage material, capsule.

В оборудовании различного назначения с успехом применяются теплообменные аппараты, содержащие сферические элементы. Достаточно подробно исследованы процессы теплообмена при обтекании таких элементов потоком теплоносителя энергетической установки [1, 2]. При этом в качестве сферических элементов рассматривались объекты без фазовых переходов внутри них. Представляет интерес оценка влияния на температуру обтекающего потока фазопереходных процессов (плавление, парообразование, затвердевание и конденсация) внутри сферических капсул. Такие капсулы применимы для тепловых накопителей (ТН).

### Постановка задачи

Рассмотрим задачу в следующей постановке: сферическая капсула заполнена плавящимся теплоаккумулирующим материалом (ТАМ) — обычно это смесь солей щелочных металлов или кристаллогидраты неорганических солей, но для нашей задачи это неважно; она обтекается потоком горячего теплоносителя; внутри капсулы давление постоянно (рис. 1).

Необходимо оценить влияние процесса переноса теплоты на температуру обтекающего потока.

Набегающий на сферу поток теплоносителя имеет температуру  $T_{ci}$ . Температура ТАМ —  $T_{ТАМ}$ , граница фазового перехода перемещается от внешнего диаметра к внутреннему.

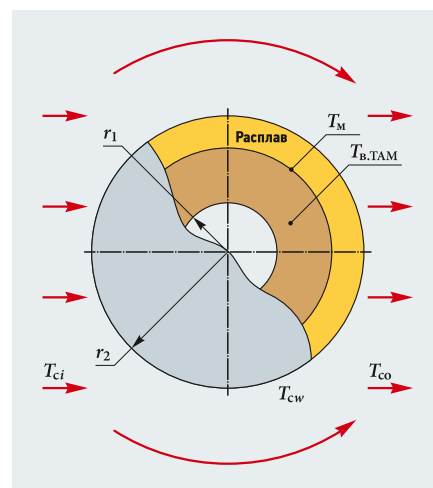


Рис. 1. Схема рассматриваемой задачи о сферической капсуле с плавящимся теплоаккумулирующим материалом

### Моделирование

Температура обтекающего потока теплоносителя за сферической капсулой [3]:

$$T_{co} = T_{ci} - (T_{ci} - T_{ТАМ}) \frac{N_c w_c}{\eta_c} R_c, \quad (1)$$

где  $N_c$  — безразмерное число теплопередачи;  $w_c$  — безразмерная скорость передвижения границы фазового перехода;  $\eta_c$  — энергетический коэффициент полезного действия;  $R_c$  — коэффициент формы капсулы.

Безразмерное число теплопередачи зависит от числа теплопередачи  $K_c$ , площади поверхности теплообмена  $F(r_1)$ , секундного массового расхода обтекающего ячейку потока  $m_c$  и его удельной теплоёмкости  $c_p$ :

$$N_c = \frac{K_c F(r_1)}{m_c c_p}. \quad (2)$$

В свою очередь, безразмерная скорость передвижения границы фазового перехода для процесса конвекции:

$$w_{cII} = \frac{1 - \exp(-N_c)}{N_c R_{cI}} \eta_c, \quad (3.1)$$

и теплопроводности:

$$w_{cII} = -0,5 \frac{N_c + 1}{\tau_c \eta_c} + \sqrt{\left(0,5 \frac{N_c + 1}{\tau_c \eta_c}\right)^2 + \frac{1}{R_{cII} \tau_c}}. \quad (3.2)$$

Безразмерное время процесса  $\tau_c$  зависит в том числе и от теплофизических свойств ТАМ:

$$\tau_c = \frac{t_c K_c^2 (T_{ci} - T_{ТАМ})}{\lambda_l \rho_l L}, \quad (4)$$

где  $t_c$  — размерное время протекания процесса;  $\lambda_l$ ,  $\rho_l$  и  $L$  — теплопроводность, плотность и скрытая удельная теплота плавления теплоаккумулирующего материала, соответственно.

### Представляет интерес оценка влияния на температуру обтекающего потока фазопереходных процессов внутри сферических капсул с плавящимся теплоаккумулирующим материалом, которые применимы для тепловых накопителей

Коэффициент формы ячейки  $R_c$  учитывает соотношение начальной и конечной площадей границы фазового перехода и зависит от безразмерного времени  $\tau_c$ :

$$R_c = \left(\frac{w_c \tau_c}{p_c} - 1\right)^2, \quad (5)$$

причём комплекс  $p_c$  зависит от начального диаметра границы фазового перехода  $d_{c1}$  и отношения коэффициента теплопередачи  $K_c$  к коэффициенту теплопроводности расплава:

$$p_c = \frac{K_c d_{c1}}{2 \lambda_l}. \quad (6)$$

Тогда зависимость безразмерной скорости передвижения границы фазового перехода для сферической ячейки при конвекции:

$$w_{cI} = \frac{p_c^2 - \sqrt{p_c^3 \left(p_c + 4 \frac{b}{\tau_c}\right)}}{2b} + \frac{p_c}{\tau_c}, \quad (7.1)$$

где  $b = \frac{1 - \exp(-N_c)}{N_c} \tau_c^2 \eta_c$ ,

и теплопроводности:

$$w_{cII} = \frac{ap_c^2 + p_c}{\tau_c - p_c^2} - \frac{\sqrt{a^2 p_c^4 + 2ap_c^3 + p_c^4 - 2p_c^2 \tau_c + p_c^2 + \tau_c^2}}{\tau_c - p_c^2}, \quad (7.2)$$

где  $a = 0,5 \frac{N_c + 1}{\tau_c \eta_c}$ .

Затем определим температуру стенки ячейки с теплоаккумулирующим материалом:

$$T_{cw} = T_{ТАМ} + (T_{ci} - T_{ТАМ}) w_c^2 \tau_c R_c. \quad (8)$$

Эффективность процесса заряда оценивается эксергетическим коэффициентом полезного действия:

$$\psi_c = \eta_c \frac{\bar{T}_{ТАМ} - 1}{\bar{T}_{ТАМ}} \frac{\bar{T}_{ci} A}{\bar{T}_{ci} A + \eta_c \ln\left(1 - \frac{A}{\eta_c}\right)}, \quad (9)$$

где  $A = \left(1 - \frac{\bar{T}_{ТАМ} - 1}{\bar{T}_{ci}}\right) N_c w_c R_c$ ,

$$\bar{T}_{ТАМ} = \frac{T_{ТАМ}}{T_{ds}} \text{ и } \bar{T}_{ci} = \frac{T_{ci}}{T_{ds}}.$$

Теперь задаёмся значениями числа теплопередачи  $K_c$ , площади поверхности теплообмена  $F(r_1)$ , секундного массового расхода обтекающего ячейку потока  $m_c$  и его удельной теплоёмкости  $c_p$ .

По формуле (2) рассчитываем безразмерное число теплопередачи.

Далее, используя теплофизические свойства расплавленного ТАМ (температуру плавления  $T_{ТАМ}$ , теплопроводность  $\lambda_l$ , плотность  $\rho_l$  и скрытую удельную теплоту фазового перехода  $L$ ), число теплопередачи  $K_c$ , время заряда  $t_c$  и температуру потока перед капсулой  $T_{ci}$ , вычисляем по формуле (4) безразмерное время процесса.

По предлагаемым зависимостям (7.1) и (7.2) находим значения безразмерной скорости передвижения границы фазового перехода при конвекции  $w_{cI}$  и теплопроводности  $w_{cII}$ .

Следует отметить, что, если определяющим механизмом переноса теплоты в капсуле является конвекция, то, подставив формулу (3.1) в формулу (1), получим зависимость:

$$T_{co} = T_{ci} - (T_{ci} - T_{ТАМ}) [1 - \exp(-N_c)], \quad (10)$$

из которой видно, что  $T_{co}$  не зависит от формы капсулы и безразмерной скорости границы фазового перехода, что совпадает с результатами работы [4].

Выражения (7.1) и (7.2) потребуются для определения температуры стенки капсулы и эксергетического коэффициента полезного действия.

## КОТЕЛ HYDROMOTRIX EVOLUTION

25 - 32 - 45 кВт



НОВИНКА 2022  
45 кВт  
ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ  
ТЯГА

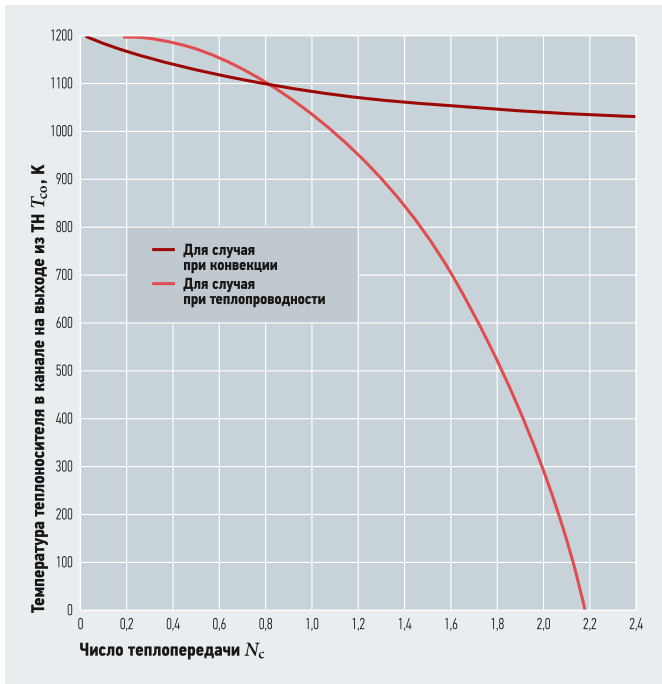
Низкотемпературный котел премиум класса, Идеально подходит для реновации котельной

- **одноконтурный или двухконтурный**
- **настенный или напольный**
- **насос стандарта ErP**
- **встроенная функция модульной котельной**

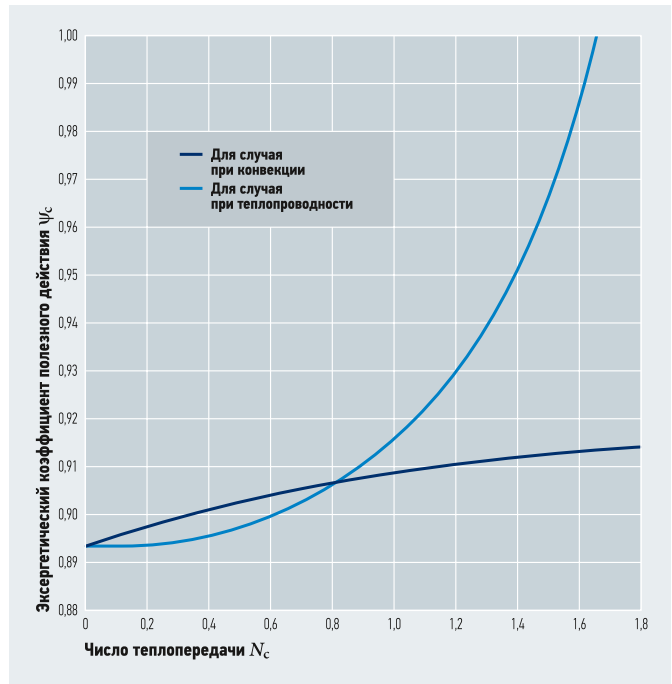
[www.frisquet.com](http://www.frisquet.com)

ООО «ФРИСКЕ РУС»  
125040, Российская Федерация, г. Москва  
3-я ул. Ямского Поля, дом 28





•• Рис. 2. Зависимость температуры теплоносителя в канале на выходе из теплового накопителя от безразмерного числа теплопередачи



•• Рис. 3. Зависимость эксергетического коэффициента полезного действия от безразмерного числа теплопередачи

**Пример**

Оценим влияние безразмерных числа теплопередачи  $N_c$ , времени  $\tau_c$  на безразмерную скорость передвижения границы фазового перехода в ТАМ при конвекции и теплопроводности, а также на температуру обтекающего потока теплоносителя за сферической капсулой (рис. 1).

Зададим исходные данные, представленные в табл. 1 и 2.

Будем рассматривать изменение безразмерного числа теплопередачи  $N_c$  в диапазоне от 0,01 до 3,0. Результаты расчёта по формулам (8) и (9) приведены на рис. 2 и 3.

Термодинамическая эффективность процесса заряда оценивается с помощью эксергетического КПД по формуле (9).



**Заключение**

Диапазоны величин, приведённых на рис. 2 и 3, связаны с ограниченным количеством теплоаккумулирующего материала. Как при конвекции, так и при теплопроводности наступает момент полного расплавления материала в капсуле. Однако, как это наглядно видно из характера кривых, при конвекции этот процесс происходит быстрее.

Анализ приведённых на рис. 2 и 3 зависимостей показывает, что увеличение безразмерного числа теплопередачи приводит к возрастанию безразмерного времени процесса, при этом безразмерная скорость передвижения границы фазового перехода при конвекции снижается, а при теплопроводности — возрастает.

Тем не менее, это не является противоречием. Так, увеличение  $N_c$  приводит к уменьшению температуры теплоносителя  $T_{c0}$  за сферой в обоих случаях, и термодинамическая эффективность процесса заряда возрастает. ●

•• Исходные данные

табл. 1

№	Параметр	Значение
1	Начальный диаметр границы фазового перехода, м	0,1
2	Удельная теплоёмкость потока, Дж/(кг·К)	518
3	Длительность процесса заряда, с	600
4	Температура потока перед капсулой, К	1200
5	Температура окружающей среды, К	293
6	Эксергетический КПД	0,95
7	Секундный массовый расход потока, кг/с	0,0185

•• Свойства ТАМ (67% LiF + 33% MgF)

табл. 2

№	Параметр	Значение
1	Температура плавления, К	1013
2	Скрытая удельная теплота плавления, Дж/кг	$1,24 \times 10^6$
3	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2200
4	Теплопроводность, Дж/(кг·К)	1,5

1. Деменок С.Л., Медведев В.В., Сивуха С.М. Гидродинамика и теплообмен в шаровых укладках: монография. — СПб.: Страта, 2012. 192 с.
2. Сорокин В.В. Гидравлика и теплообмен шаровых засыпок в условиях активной зоны водо-водяных ядерных реакторов с микроТВЭЛами. — Минск: Беларусь. наука, 2010. 191 с.
3. Кужолев М.И. Основы проектирования тепловых накопителей энергии. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. 240 с.
4. Aceves-Saborio S., Nakamura H., Reistad G. Optimum efficiencies and phase change temperatures in latent heat storage systems. Journal of Energy Resources Technology. 1994. Vol. 116. Pp. 79–86.

References — see page 96.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

## Эволюция котлов «Сигнал»: всё во благо потребителя

История газовых котлов «Сигнал» началась более 25 лет назад. За эти годы российский рынок прошёл большой путь — от газового котла АОГВ по типу бочки до современного, энергоэффективного агрегата с компактными размерами...



❖ Бытовые напольные газовые котлы компании «Сигнал-Теплотехника»

За период с 2004 по 2020 годы рынок напольных газовых котлов «пропустил через себя» 11 млн котлов. Можно сказать, что компания «Сигнал-Теплотехника» прошла весь путь становления HVAC-рынка в нашей стране. И за эти годы котлы торговой марки «Сигнал» уверенно заняли своё место на рынке. Это подтверждает количество котлов, проданных в России, — более 450 тыс.

На сегодняшний день хитом продаж в компании «Сигнал-Теплотехника» является серия **S-Term**, известная в народе как «СКС». Данная серия представлена мощным рядом 7; 10; 12,5; 16; 20 и 25 кВт.

В устройстве этого котла нашли своё применение современные технологии, но при этом **S-Term** («СКС») является простой и очень надёжной техникой, ориентированной на российского потребителя.

Оптимальное соотношение цены и качества даёт **S-Term** право называться «самым честным котлом на рынке». Важной конструктивной особенностью котлов **S-Term** является уникальный водотрубный теплообменник. Система направленной циркуляции теплоносителя, сформированная оптимальным углом наклона труб в теплообменнике, снижает внутреннее гидравлическое сопротивление и способствует увеличению скорости циркуляции. Это особенно важно в гравитационных системах (с естественной циркуляцией) и способствует более эффективной теплопередаче (экономит средства потребителя), а также снижению вероятности отложения солей жёсткости (накипи). Соответственно, продлевается срок службы отопительного прибора.

Котёл имеет малые габариты, что позволяет разместить его наиболее удачно. Вертикальное расположение подающего патрубка теплоносителя положительно влияет на снижение дополнительного сопротивления тепло-

**Котлы «Сигнал-Теплотехника» оборудованы системой контроля безопасности. При проведении итоговой приёмки проверяется качество работы всех систем. Каждый котёл проходит приёмо-сдаточные испытания**

обменника, и помогает заменить старые котлы, снятые с производства. Теплообменник котла оборудован специальным сливным отверстием в самой нижней точке, через которое удобно при необходимости промыть теплообменник от отложений магнетита и шлама, не отсоединяя котёл от системы отопления. Это позволяет продлить срок службы циркуляционного насоса и системы отопления в целом.

В топочной камере размещён поддон из оцинкованной стали с пазами для равномерного распределения вторичного воздуха вдоль основных горелок. В тоже время он же является и отражателем, снижающим тепловые потери.

Специально разработанные инженерами компании «Сигнал-Теплотехника» крепления внутри теплообменника позволяют применять котёл в системах отопления с высотой нейтральной точки («верхняя» точка системы отопления) до 10 м (дом в два-три этажа).

Агрегаты оборудованы системой контроля безопасности. Датчик контроля пламени, датчик перегрева, датчик контроля тяги в комплексе с плавным автоматическим регулированием мощности обеспечивают надёжную и экономичную эксплуатацию прибора. При проведении итоговой приёмки проверяется качество работы всех систем. Каждый котёл проходит приёмо-сдаточные испытания.

В котлах применяется газогорелочное устройство, обеспечивающее сжигание газа на уровне высоких показателей экологичности. Устройство простое в управлении и энергонезависимое — не зависит от внешних источников электроэнергии.

Также в ассортименте компании представлены уже зарекомендовавшие себя жаротрубные котлы — серия «Комфорт» и «Котлы большой мощности» (мощностной ряд от 10 до 150 кВт), а также новинки 2021 года: энергозависимый 200-киловаттный агрегат и электрический котёл E-Term мощностью от 3 до 15 кВт.

Начиная с 2020 года компания «Сигнал-Теплотехника» модернизирует свою производственную базу и на постоянной основе работает над расширением ассортимента выпускаемой продукции. ●

**000 «Сигнал-Теплотехника»**

Тел. +7 (927) 137-24-30

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

[signal-teplo.ru](http://signal-teplo.ru)



ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

## Независимость, смелость, развитие отрасли и забота о будущем планеты

Слова, вынесенные в заголовки статьи, — лишь некоторые из характеристик, определяющих стратегию развития компании [Schlösser](#) в ближайшей перспективе.



На правах рекламы.

[Schlösser Heiztechnik Gruppe Polska](#) является одним из ведущих производителей термостатической арматуры в Восточной Европе. Вот уже более десяти лет компания представлена на рынке России и в странах ЕАЭС. В июне 2021 года было открыто новое производство. Переезд на новое место стал для нас не только нелёгким вызовом, но и успешным итогом 2021 года. Турбулентность пандемии означала, что для реализации этой бизнес-стратегии потребуется гораздо больше мужества, решимости и самоотдачи, чем предполагалось. Собственными силами было налажено полное производство компонентов, ранее частично переданных на аутсорсинг, был расширен участок порошковой окраски, запущена линия литья под давлением и в три раза увеличено количество складских мест. Очередной этап автоматизации производства включил в себя установку линии лазерной маркировки и упаковки продукции, оборудования для регулировки RTL-головак, а также автоматизированной линии для резки и обработки кабеля.



### Исследовательская лаборатория

Как производитель отопительной арматуры, марка [Schlösser](#) уделяет особое внимание исследованиям и испытаниям выпускаемой продукции. В новой аккредитованной лаборатории установлено восемь новых автоматизированных испытательных стендов, благодаря которым проводятся испытания и анализ характеристик выпускаемой продукции, согласно техническому регламенту.



### Популярные изделия в 2022 году

В наступившем году в производственном плане будут преобладать интерьерные решения в различной цветовой гамме по палитре RAL и не только. Бесспорным лидером, когда речь заходит о цвете аксессуаров, включая отопительную арматуру, является чёрный цвет. По результатам опроса, независимо от типа продукта, было выявлено желание потребителей, чтобы цвет соответствовал тренду, которому [Schlösser](#) и следует.





*Установите  
оптимальную  
температуру  
20°C!*



### Экологическое образование от Schloesser

В связи с непростой глобальной климатической ситуацией тема экологического образования в различных формах сейчас у всех на устах. Являясь производителем в сфере отопления, мы заботимся о том, чтобы этот посыл нашёл отклик в странах, в которых мы работаем. Мы пытаемся донести до партнёров, специалистов и конечных потребителей, что регулирование температуры также означает экологичный подход к использованию ресур-

сов нашей планеты. Мы формируем понимание того, что «умное» отопление означает, с одной стороны, экономии тепловой энергии и реальное ограничение выбросов CO<sub>2</sub>, а с другой — заботу о здоровье ваших близких. Исследования показывают, что 20°C — оптимальная температура для нормального функционирования человеческого организма.

Мы должны научиться разумно подходить к ежедневному использованию тепловой энергии. Давайте не будем тратьте тепло впустую и изменим старые

привычки: перестанем перегревать наши дома, напрасно растрачивая ресурсы и финансовые средства, будем регулировать комнатную температуру и использовать тепло рачительно. ●

**000 «Рековер» — официальное представительство фирмы Schloesser Heiztechnik Gruppe Polska sp.k на территории РФ и ЕАЭС**

**Тел. +7 (812) 380-76-92**

**E-mail: [info@schlosser.su](mailto:info@schlosser.su)**

**[www.schlosser.su](http://www.schlosser.su)**





КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ  
И ВЕНТИЛЯЦИЯ

## Горизонты сотрудничества ТПХ «Русклимат» и Toshiba

Торгово-производственный холдинг «Русклимат» и Toshiba 20 января 2022 года представили стратегию развития сотрудничества на российском рынке. Мероприятие было посвящено открытию самого передового в Европе маркетинг-холла Toshiba в центральном офисе холдинга в Москве.

«Мы планируем полный перезапуск всех продуктовых линеек в климатическом направлении Toshiba на российском рынке. На сегодняшний день во всём мире более 50 процентов кондиционеров используют технологии, которые придумала именно Toshiba. В сотрудничестве с легендарной японской компанией мы представляем в России инновационные решения — от бытовых сплит-систем до VRF-систем. Также планируем развивать новую категорию — энергоэффективные тепловые насосы для отопления и кондиционирования в частных домах, которые производятся на новом заводе Toshiba в Польше», — сообщил руководитель направления дивизиона «Системы кондиционирования воздуха» ТПХ «Русклимат» Алексей Петров.

«Русклимат» с марта 2021 года является стратегическим партнёром Toshiba и определяет ценовую и дистрибуторскую политику систем кондиционирования воздуха японской компании на территории России и Республики Беларусь.

В конце прошлого года холдинг открыл в Москве инновационную бренд-зону Toshiba, которая сделана с применением нестандартных материалов и сложных конструкций. Экспозиция организована совместно с официальным представительством японского бренда в России. В самом крупном маркетинг-холле Европы представлены все категории систем кондиционирования Toshiba для различных видов жилья и коммерческой недвижимости — от классических блоков в минималистическом японском стиле до дизайнерских моделей.

Флагманская модель — первый кондиционер с тканевым покрытием Haori, получивший две престижные премии в сфере



На правах рекламы.

дизайна: iF Design Award 2021 в номинации «Продуктовый дизайн» и Good Design Award 2021 в номинации «Кондиционеры для дома».

В рамках презентации старший менеджер Toshiba, господин Тошихиро Ямамото, пригласил посетить стенд компании на выставке Aquatherm Moscow 2022, которая пройдёт в МВЦ «Крокус Экспо» с 15 по 18 февраля 2022 года.

Гости смогли погрузиться в японскую культуру — на мероприятии было продемонстрировано традиционное японское искусство каллиграфии и представлена аутентичная японская кухня. С помощью уникального песочного шоу была воссоздана история создания легендарного бренда. Также были протестированы уникальные новинки Toshiba 2022 года.

Корпорация Toshiba стояла у самых истоков рынка кондиционирования.

В 2021 году исполнилось ровно 60 лет со дня создания первой в мире бытовой сплит-системы и 40 лет со дня создания первого в мире инверторного кондиционера. А общая история в области технологических разработок насчитывает более 140 лет. Сегодня Toshiba — это более 200 тыс. сотрудников по всему миру. Глобальная инновационная сеть корпорации Toshiba включает восемь производственных предприятий и шесть R&D центров, которые занимаются исследованиями и инновационными разработками. Объём продаж составляет более \$30 млрд в год. Кондиционеры Toshiba поставляются более чем в 120 стран мира.

ТПХ «Русклимат» работает на рынках России, стран СНГ и Балтии с 1996 года. Холдинг непрерывно расширяет географию — филиальная сеть в настоящее время насчитывает 175 представительств. Ассортимент включает более 350 тыс. наименований продукции, которая поставляется в 50 стран мира. Это бытовые и промышленные системы вентиляции, кондиционирования, отопления, водоснабжения и очистки воздуха. Разработка и производство продуктов осуществляются на девяти высокотехнологичных предприятиях в России и Китае. ●





**МИР КЛИМАТА**

**EXPO 2022**

**EXPO  
КОНГРЕСС  
HVAC/R  
ИНДУСТРИЯ**

1-4 марта 2022  
Москва  
ЦВК «Экспоцентр»

**Новая реальность –  
новый формат**

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

Главное  
отраслевое  
событие года



# VRF или чиллер? Сравнительный анализ фреоно- вых и водяных систем конди- ционирования воздуха. Часть 1

В далёком 2005 году в журнале СОК вышла первая статья автора [1] со сравнением чиллерных и мультizonальных систем, которая вызвала жаркие споры. Прошло 17 лет, и эти споры не утихают до сих пор...

Автор: С.В. БРУХ, технический редактор журнала СОК

## Введение

Современная климатическая техника, включая системы с переменным расходом хладагента (VRF) и водяные системы («чиллер-фанкойлы»), ушла далеко вперёд, и сегодня многие выводы, сделанные 17 лет назад, уже потеряли свою актуальность. Но и в мире в целом, и в России в частности активно продолжается установка центральных систем кондиционирования и продолжают споры проектировщиков и заказчиков о том, какая же всё-таки система больше подходит для конкретного объекта.

Отмечу, что, как и раньше, однозначного ответа на этот вопрос нет. Прежде всего необходимо исходить из критериев оценки и требований, которые возникают на том или ином объекте.

Попробуем сегодня повторить этот «подвиг» и проведём анализ уже современных систем. Анализ будем проводить с разбивкой на группы критериев сравнения, а именно:

- Критерии функционально-технологические** (степень выполнения системой заданных функций, поддержание определённой температуры, влажности, подвижности и чистоты воздуха и т.д.).
- Критерии конструктивно-компоновочные** (габариты, вес, занимаемая площадь, технологичность, удобство монтажа, расход материалов при монтаже и т.д.).
- Критерии эксплуатационно-энергетические** (максимальный и сезонные расходы энергии, материалы для эксплуатации и ремонта, расходы топлива).
- Критерии экономические** (величина капитальных и текущих затрат, приведённые затраты).

И прежде, чем начать наше сравнение, обратимся к рис. 1. Это график, показывающий объём реализации в мире систем VRF и систем «чиллер-фанкойлы» по годам в стоимостном выражении.

**Какая система центрального кондиционирования больше подходит для конкретного объекта? Ответа на это вопрос до сих пор нет. Но можно провести сравнительный анализ соответствующих систем и понять, на чьей стороне преимущество**

Что же мы видим? Вывод из рис. 1 предельно простой — VRF-системы вытесняют системы «чиллер-фанкойлы» с мирового рынка. Дальнейшие рассуждения в статье будут, по сути, объяснением этого процесса.

Сразу отметим, что для сравнения характеристик нужно сравнивать оборудование одного класса и в одинаковых условиях, желательно одного производителя. Если в 2004 году такой возможности не было, так как производители систем VRF и чиллеров были разные, то сегодня множество производителей выпускают это оборудование одновременно. Поэтому осуществим наш анализ на оборудовании китайского производителя М. Хотя, если сравнить оборудование любого другого производителя, результаты будут принципиально те же. Сравним наиболее применяемые варианты оборудования, то есть полноразмерные двухтрубные VRF и чиллеры-моноблоки наружной установки. Итак, начнём.

## Функционально-технологические критерии Фактическая производительность внутренних блоков VRF и фанкойлов

В технических каталогах и рекламных проспектах обычно приводится так называемые «номинальные характеристики» внутренних блоков, которые определяются при температурных условиях, представленных в табл. 1.

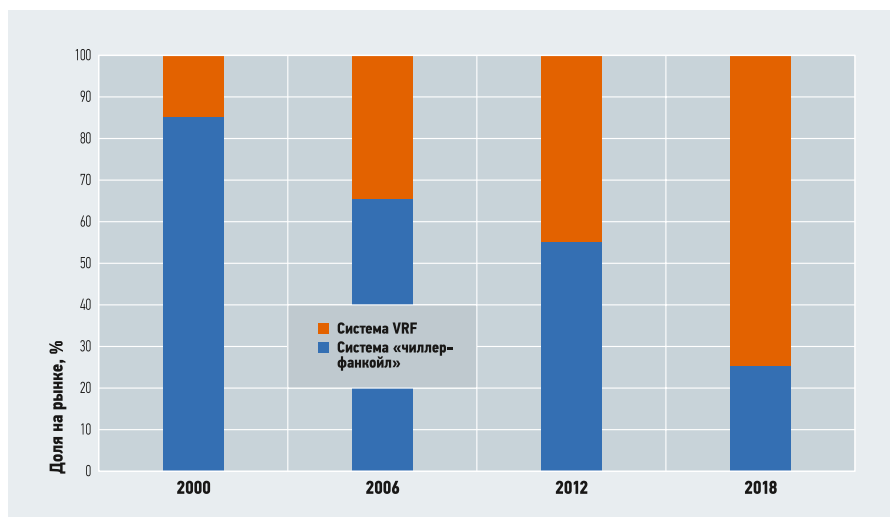


Рис. 1. Доля систем VRF и чиллеров на мировом рынке. Оценка по стоимости

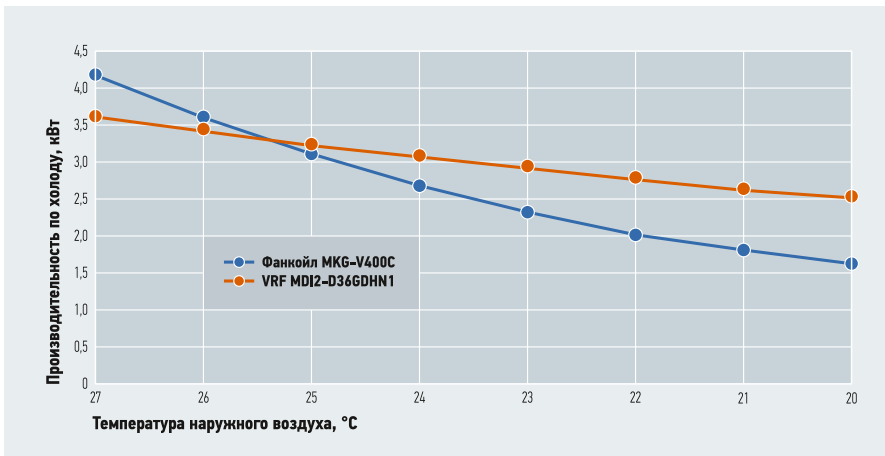


Рис. 2. Изменение производительности по холоду внутренних блоков VRF-систем и фанкойла

Оптимальные параметры внутреннего воздуха, принимаемые при расчётах систем кондиционирования воздуха для тёплого периода года, приведены в табл. 2. В настоящее время в нашей стране требования к температуре и оптимальной скорости движения внутреннего воздуха немного поменялись. Оптимальная скорость движения стала ограничиваться 0,15 м/с, температура — 23–25 °С.

При сравнении табл. 1 и 2 мы видим, что параметры внутреннего воздуха из каталогов не попадают в нормируемый оптимальный диапазон, указанный в табл. 2. Очевидно, что снижение расчётной температуры внутреннего воздуха снизит температурный напор между теплообменником и проходящим через него воздухом, что приведёт к снижению производительности внутреннего блока (рис. 2).

С точки зрения фактической производительности внутренних блоков ничего не изменилось. При снижении температуры в обслуживаемом помещении фактическая производительность как внутренних блоков VRF, так и фанкойлов падает, но падает по-разному. Например, при расчётной температуре +24 °С падение производительности VRF составляет 14 %.

Для фанкойлов в тех же условиях падение производительности уже будет 36 %. Если мы рассматриваем в качестве расчётной внутреннюю температуру +20 °С, то тогда для внутренних блоков VRF мы должны вычесть 30 % номинальной производительности, а для фанкойлов — уже 62 %.

Среди проектировщиков бытует практика считать фанкойлы по явной, а не полной производительности. В принципе результат получается тот же, необходимо принимать в проекте фанкойлы на два или три типоразмера больше, чем производительность, указанная в каталоге.

Объяснить эффект снижения производительности просто. Дело в разнице температур между теплообменивающимися средами, то есть температурами воз-

духа и теплообменника. Чем эта разница меньше, тем меньше количество тепловой энергии, переданной через теплообменник. Температура кипения хладагента во внутреннем блоке VRF составляет +5 °С, а средняя температура хладоносителя в фанкойле равна +10 °С, следовательно, изначально потенциал для теплопередачи в системах VRF выше.

**Вывод №1.** Реальная производительность внутренних блоков VRF и фанкойлов значительно ниже, чем указано в каталоге и зависит от расчётной температуры воздуха в помещении. Потери при +24 °С составят для внутреннего блока VRF 14 %, для фанкойла в тех же условиях — 36 %.

**Фактическая производительность наружных блоков VRF и чиллеров**

Рассмотрим теперь, от чего зависит фактическая производительность источников холода, то есть наружных блоков VRF и чиллеров. Для систем VRF фактическая производительность наружного блока зависит главным образом от длины трубопроводов между наружным блоком и самым удалённым внутренним. Зная эту длину, можно по графику в сервисных или технических каталогах узнать величину потерь производительности в реальных условиях (рис. 3).

Номинальные температурные условия

табл. 1

Параметры	Режим охлаждения
Температура внутреннего воздуха по сухому / влажному термометру, °C	27 / 19

Оптимальные параметры внутреннего воздуха

табл. 2

Данные	Период года	Температура воздуха, °C	Относит. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха [м/с], не более	Источник
2004 год	Тёплый	20–22 / 23–25	60–30 / 60–30	0,2 / 0,3	СНиП 41-01-2003
2021 год	Тёплый	23–25	60–30	0,15	ГОСТ 30494-2011

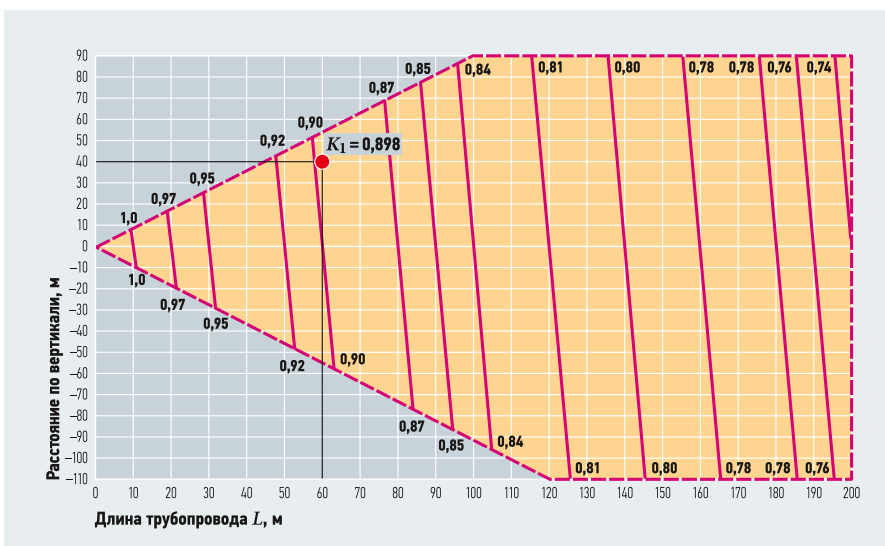


Рис. 3. График потерь производительности наружного блока MDV V6 в зависимости от длины главного трубопровода и перепада высот

Особенностью регулирования производительности VRF-систем является поддержание определённых давлений в подающем и обратном трубопроводах наружного блока. Следовательно, при увеличении реальной длины труб выше стандартных 7,5 м возникают потери давления по длине, которые наружный блок компенсирует уменьшением расхода хладагента. То есть это не потери энергии в полном смысле этого слова, а скорее регулирование производительности. Но фактическая производительность наружного блока VRF будет меньше. Как следует из рис. 3, реальная производительность наружных блоков VRF будет меньше номинальной примерно на 15 % при длине главного трубопровода 100 м и примерно на 25 % при длине 200 м.



# TOSHIBA



GOOD  
DESIGN  
AWARD  
2021



DESIGN  
AWARD  
2021

Кондиционеры серии HAORI получили две престижные премии в области промышленного дизайна GOOD DESIGN AWARD 2021 и iF DESIGN AWARD 2021.



# HAORI

## 羽織

ХАОРИ – ВЕРХНЯЯ ОДЕЖДА (ЖАКЕТ) ПОВЕРХ КИМОНО – ОСОБЕННОСТЬ ЯПОНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОСТЮМА, УВЕРЕННО ВОШЕДШАЯ В СОВРЕМЕННОСТЬ.

ИДЕИ НА ТЕМУ «ХАОРИ» НАШЛИ СЕБЯ И В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ.

ХАОРИ – первый кондиционер с тканевым покрытием внутреннего блока – проводник в мир интерьерного дизайна. Легко изменить цвет, материал, а вместе с ним и стиль.



АБСОЛЮТНО  
БЕСШУМНЫЙ



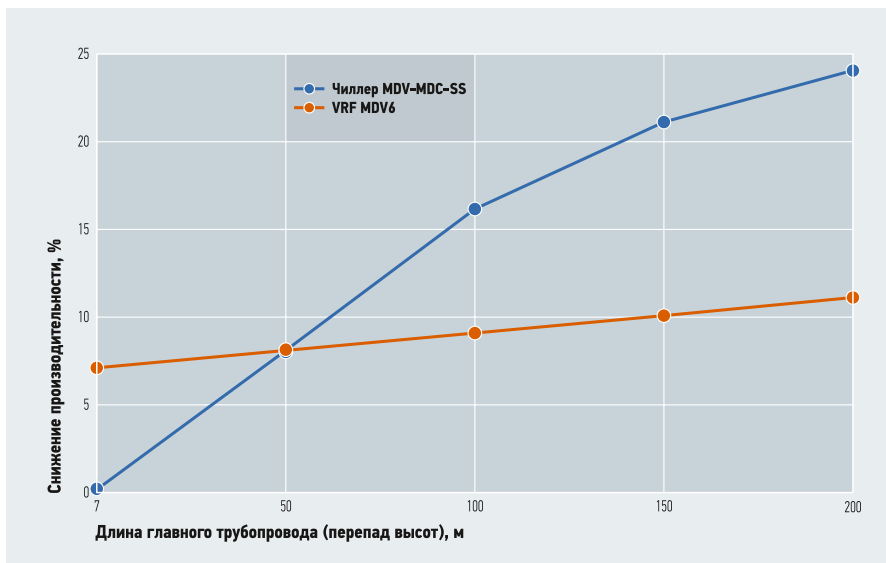
Необыкновенно стильный пульт дистанционного управления, с интуитивно понятным интерфейсом и широким выбором функций.



Теперь обратим внимание на аналогичную характеристику у чиллера. Чиллер «не знает», на каком расстоянии от него находятся приёмники холода. Фанкойлы могут находиться на расстоянии и 10 м, и 1000 м от источника холода. Так, например, в Японии один из районов Токио централизованно снабжается холодом от единого холодильного центра, который находится на удалении от потребителей на расстоянии более 2 км.

Но фактическая производительность чиллера всё же часто бывает меньше, чем указанная при стандартных условиях в каталоге. За счёт чего это происходит?

**а) Использование незамерзающих теплоносителей** (табл. 3). В российских условиях эксплуатации использование незамерзающих жидкостей для чиллера является гарантией, что агрегат снова заработает после зимы. Минусовая температура у нас зимой есть везде, даже в Сочи или Крыму, поэтому обычная вода в холодильном контуре зимой обязательно замёрзнет. После этого летом начнётся трудоёмкое и не всегда успешное восстановление холодильного контура чиллера, часто с заменой компрессоров. Исключением могут служить разве что чиллеры внутренней установки с выносным конденсатором, но чаще всего применяются наружные моноблоки. Так сколько же потеряет чиллер



•• Рис. 4. Потери производительности источников холода

своей производительности при применении раствора пропиленгликоля? Зависит от концентрации (табл. 3), но примерно 3–5%. Примем в среднем 4%.

**б) Нагрев хладоносителя за счёт работы насосов.** Для циркуляции охлаждённой жидкости требуется работа насосов. Насосы потребляют электроэнергию и передают эту энергию движущейся жидкости. За счёт турбулентности потока, потерь давления по длине и на местных сопро-

тивлениях энергия привода насоса переходит в тепловую энергию и снижает фактическую производительность системы по холоду (при работе на тепло происходит обратный процесс). Около 3–5% полезной производительности чиллера по холоду теряется за счёт работы насосов.

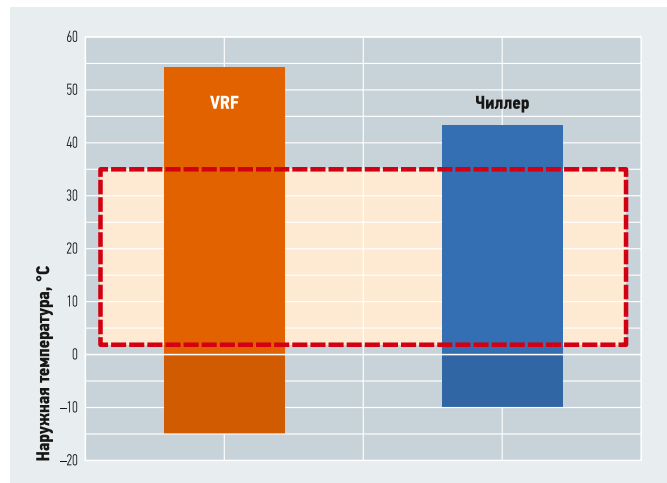
**в) Потери холода через теплоизоляцию трубопроводов.** Температура охлаждённой жидкости в системе «чиллер-фанкойлы» обычно равна 7–12°C. Температура окружающего воздуха составляет от 20 до 25°C, следовательно, обязательно произойдут потери через стенки трубопроводов, которые будут зависеть от площади поверхности трубопроводов, коэффициента теплопередачи и величины температурного перепада (рис. 4).

Отметим, что около 2–3% производительности чиллера теряется на нагрев охлаждающей жидкости в циркуляционных трубопроводах.

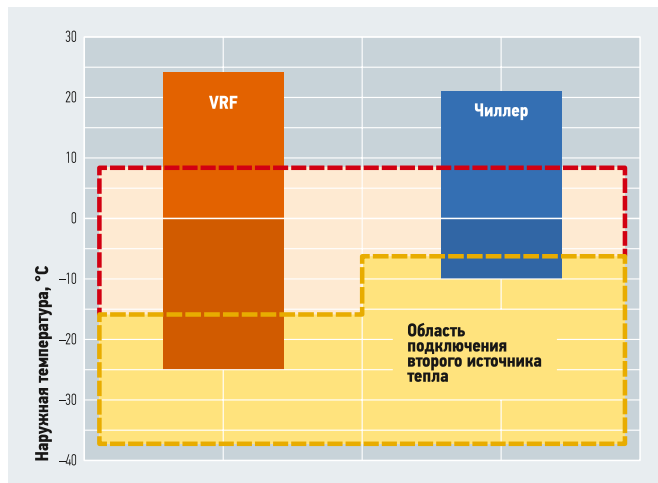
•• Поправочные коэффициенты при использовании пропиленгликоля

табл. 3

Весовое содержание этиленгликоля в хладоносителе, %	Поправочный коэффициент				Точка замерзания, °C
	Холодопроизводительность	Потребляемая мощность	Гидросопротивление испарителя	Расход воды	
10	0,993	0,996	1,056	1,021	-3
20	0,984	0,992	1,083	1,054	-8
30	0,975	0,989	1,136	1,082	-15
40	0,969	0,983	1,162	1,125	-23
50	0,958	0,978	1,197	1,157	-35



•• Рис. 5. Возможный и требуемый в условиях России температурные диапазоны работы на холод



•• Рис. 6. Возможный и требуемый в условиях РФ температурные диапазоны работы на обогрев

**Вывод №2.** Реальная производительность источников холода (наружных блоков VRF и чиллеров) ниже, чем указано в каталоге, и зависит главным образом от длины трубопроводов. Потери для наружного блока VRF составляют в среднем 15 %, для чиллера в тех же условиях — около 9 %. Потери производительности VRF меньше на коротких трассах (до 50 м). На трассах длиной от 50 м и выше потери меньше у чиллерных систем.

**Возможный диапазон работы по температуре наружного воздуха**

В летний период номинальные параметры наружного воздуха для испытания систем кондиционирования воздуха составляют 35 °С. Это значительно выше, чем расчётные температуры тёплого периода для нашей страны, которые лежат в диапазоне 25–32 °С. Но бывают отдельные дни, когда температура снаружи поднимается выше +35 °С. Также, например, на тёмной крыше в солнечный день возможно локальное повышение температуры на величину большую, нежели температура окружающего воздуха в тени. Но, как правило, и для чиллерных систем, и для систем VRF наружная летняя температура в нашей стране не является проблемой (рис. 5). Совершенно другая ситуация — при работе систем кондиционирования зимой. Причём есть отличия по работе «на тепло» и «на холод».

Работа на холод систем кондиционирования в зимний период необходима для небольшой части помещений. Это помещения с большими удельными теплоизбытками, например, серверные, источники бесперебойного питания и т.д., то есть технологические помещения. В 95 % административных, жилых или торговых помещений зимой дополнительного охлаждения не требуется, так как достаточно просто снизить теплопоступления от системы отопления либо ассимилировать небольшие теплоизбытки с помощью системы вентиляции. Но для технологических помещений действуют совершенно другие требования к резервированию систем, расчётной температуре внутреннего воздуха, к режиму работы и т.д., поэтому эти помещения охлаждаются специальными системами. Теоретически можно поставить в серверную внутренний блок или фанкойл, подключённые к общей системе, но будет нелогично, если, например, в переходный период года большая часть внутренних блоков переключится на режим обогрева, и лишь один внутренний блок в системе в серверной будет требовать охлаждения.

Диапазон работы систем VRF на холод по наружной температуре составляет от -15 до +54 °С. Диапазон работы чиллерных систем на холод по наружной температуре — от -10 до +43 °С.

Принципиально требуемый для условий России температурный диапазон для охлаждения помещений составляет от +5 до +35 °С, что полностью перекрывается возможностями обеих систем.

Работа на тепло (рис. 6) в режиме теплового насоса более важна. Изначально идея монтировать одну систему, которая будет решать и задачи охлаждения помещений в тёплый период, и задачи обогрева в холодный, достаточно интересна. Во-первых, в большинстве южных стран, от Японии и Китая до Испании и Греции, системы поддержания микроклимата универсальны. Это дешевле с точки зрения капитальных затрат и удобнее при эксплуатации (можно один раз установить на пульте требуемую температуру и автоматический режим её поддержания).



## Видит всё Думает за вас

Новый тепловизор testo 883  
Разработан специально для профессионалов в области энергоаудита зданий и превентивной диагностики

- **Лучшее качество изображения:** разрешение 320x240 пикселей (640x480 пикселей с функцией SuperResolution)
- **Автоматическое управление термограммами:** привязка изображения к правильному объекту измерения
- **Профессиональное документирование:** быстрое создание отчётов, профессиональное ПО
- Приложение **testo Thermography App**
- Внесен в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений



Для большинства европейских стран расчётная зимняя температура составляет  $-15^{\circ}\text{C}$ . Современные системы VRF гарантируют работу в режиме теплового насоса до температуры  $-25^{\circ}\text{C}$ , что с избытком перекрывает нижнюю границу в Европе. Да, тепловой насос при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$  не так эффективен, как при  $0^{\circ}\text{C}$ , но, с одной стороны, есть решения, повышающие эффективность за счёт утилизации тепла вытяжного воздуха. С другой стороны — есть бивалентные решения: это когда 90% времени здание отапливается

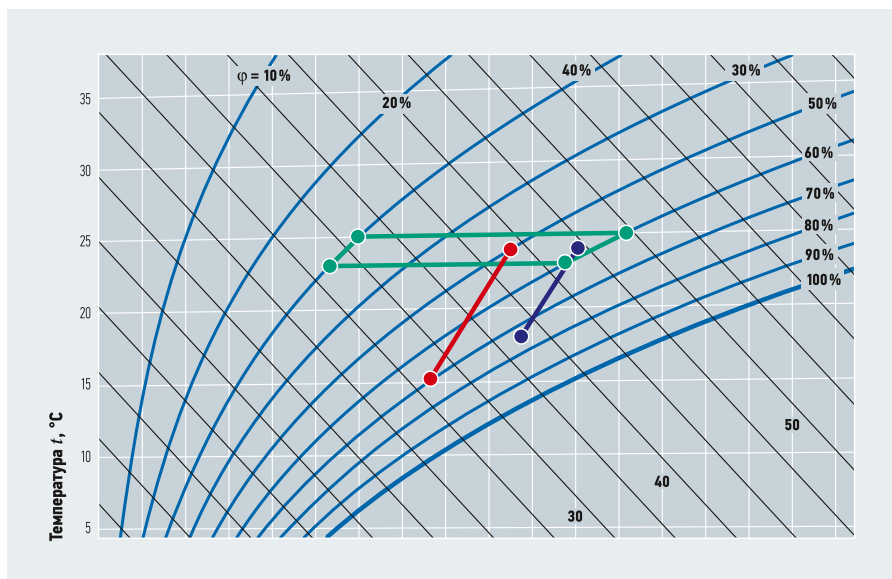
**Вывод №3.** Диапазон работы по наружной температуре у систем VRF больше, чем у чиллеров. В режиме теплового насоса для VRF он составляет от  $-25$  до  $+24^{\circ}\text{C}$ . Для чиллерных систем — от  $-10$  до  $+21^{\circ}\text{C}$ . Этот критерий становится важен для большинства стран с мягким климатом и южных районов РФ, где можно использовать одну систему как в тёплый период, так и в холодный. Отопление с помощью фанкойлов так же возможно, но при параллельном подключении отдельной системы теплоснабжения в зимний период.

ной влажности 30–60% и температуры  $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$  (рис. 7). Системы комфортного кондиционирования, к которым, без сомнения, принадлежат VRF-системы и системы «чиллер-фанкойлы», должны поддерживать параметры внутреннего воздуха в пределах данной области.

Если значения требуемой температуры внутреннего воздуха можно задавать и поддерживать с помощью внутреннего блока местного кондиционера, то значения относительной влажности нельзя задавать и поддерживать с помощью систем данного класса, хотя в процессе охлаждения воздуха будет происходить его осушение. С другой стороны, количество поступающей влаги в помещения от людей, с приточным воздухом и т.д. постоянно изменяется. Поэтому значение относительной влажности, которое установится в помещении, зависит как от характеристик кондиционера (температура теплообменника), так и от характеристик помещения (луч процесса). Луч процесса (угловой коэффициент) зависит только от величины тепло- и влагоизбытков помещения и не зависит от типа или конструкции внутреннего блока.

Для офисных помещений, как наиболее часто использующих системы кондиционирования, луч процесса принимает значения от 5000 до 15000 кДж/кг. Процесс обработки внутреннего воздуха системами кондиционирования типа VRF и «чиллер-фанкойлы» выглядит следующим образом (рис. 7). Так как средняя температура холодоносителя в системах «чиллер-фанкойлы» больше, чем температура кипения фреона во внутренних блоках VRF-систем, линия процесса обработки воздуха фанкойлами на  $i-d$ -диаграмме сдвинута вправо при равном угловом коэффициенте. Это приводит к повышенному значению относительной влажности помещений для водяных систем при одинаковой температуре внутреннего воздуха. Повышенная влажность внутреннего воздуха ведёт к ухудшению теплообмена организма человека с окружающей средой, поэтому для обеспечения теплового комфорта необходима пониженная температура внутреннего воздуха, что, в свою очередь, требует больших энергозатрат.

**Вывод №4.** При одинаковой температуре внутреннего воздуха в помещениях с системами кондиционирования типа «чиллер-фанкойлы» поддерживается более высокое значение относительной влажности. Это приводит к ухудшению теплообмена организма человека с окружающей средой и необходимости понижения температуры внутреннего воздуха.



•• Рис. 7. Область оптимальных значений внутреннего воздуха (зелёные линии), процесс обработки воздуха VRF-системами (красная линия), процесс обработки воздуха фанкойлами (синяя)

только за счёт теплового насоса, а 10% времени — за счёт теплового насоса и любого другого источника тепла. С учётом скандального взлёта в 2021 году цены на газ, в 2022-м в Европе и Азии ожидается массовый переход на такие решения.

Диапазон работы систем VRF на тепло по наружной температуре составляет от  $-25$  до  $+24^{\circ}\text{C}$ . Диапазон работы чиллерных систем на тепло по наружной температуре — от  $-10$  до  $+21^{\circ}\text{C}$ .

Для условий РФ требуемый температурный режим для обогрева помещений составляет, например, для Краснодарского края  $-16^{\circ}\text{C}$ , что полностью перекрывается диапазоном работы VRF-систем. Для остальных территорий России отопление с помощью только теплового насоса невозможно, но возможны комбинированные решения. Например, система VRF совместно с утилизацией тепла вытяжного воздуха (которая повышает температуру вокруг наружного блока) плюс локальные электроконвекторы в помещениях для обогрева от  $-15^{\circ}\text{C}$  и ниже. Это значительно дешевле, чем установка отдельных систем отопления и кондиционирования.

**Поддержание относительной влажности внутреннего воздуха**

Эта тема вызвала наиболее жаркие споры, поэтому необходимы более подробные объяснения сути происходящих процессов. Процесс охлаждения влажного воздуха в любом теплообменном устройстве описывается  $i-d$ -диаграммой («энтальпия — влагосодержание») и в общем случае выглядит как прямая линия, которая начинается от температуры воздуха в помещении и заканчивается на пересечении линии 100%-й влажности и температуры теплообменника (рис. 7). Температура кипения хладагента в современных системах VRF может регулироваться, но в расчётном режиме поддерживается около  $+5^{\circ}\text{C}$ . Как мы уже выяснили, температура теплообменника фанкойла меняется от  $+7$  до  $+12^{\circ}\text{C}$  (в среднем  $+10^{\circ}\text{C}$ ). Это значит, что точка пересечения линии охлаждения влажного воздуха и линии 100%-й влажности в фанкойлах будет на  $i-d$ -диаграмме правее.

Область комфортных (оптимальных) значений параметров внутреннего воздуха ограничена линиями относитель-

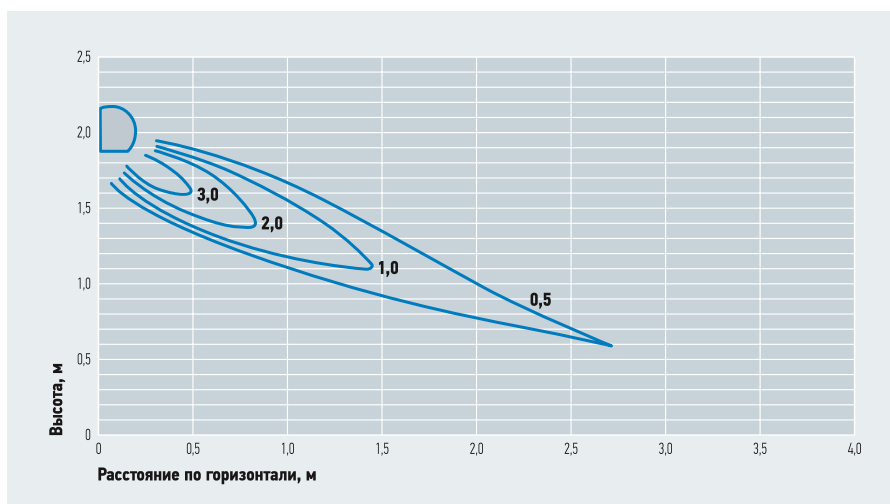


Рис. 8. Эпюры скорости воздушного потока, истекающего из настенных внутренних блоков системы кондиционирования воздуха

**Воздушный режим кондиционируемых помещений**

Когда я работал в службе эксплуатации большого офисного здания, мне часто приходили жалобы на систему кондиционирования из серии «из кондиционера дует!» Люди чувствовали дискомфорт от потока холодного воздуха, который выходил из кондиционера. Многие по-настоящему простужались и приобретали летом кашель, как после ночёвки в зимнем лесу в Сибири. Почему это происходило? Давайте попробуем разобраться.

Предельная комфортная скорость воздушного потока ограничивается в рабочей зоне обслуживаемых помещений 0,15 м/с (табл. 2). Скорость воздуха на выходе из внутреннего блока составляет около 4–6 м/с, что примерно в десять раз больше, чем нужно для комфорта человека. Но на расстоянии 2 м скорость воздуха уже меньше — около 2–3 м/с. А на расстоянии 4–6 м поток воздуха уже постепенно рассеивается и приобретает необходимую скорость 0,15 м/с (рис. 8).

То есть, исходя из рис. 8, оптимальной воздушной зоной является та часть помещения, где нет прямых потоков холодного воздуха от кондиционера. Например, пространство под кондиционером является самым комфортным, так как находится в зоне обратных потоков воздуха с низкими скоростями.

Кстати, по критерию воздушного комфорта в помещении более предпочтительны внутренние блоки кассетного типа, чем настенные, поскольку:

- кассетные блоки сразу делят поток на четыре части, следовательно, поток воздуха быстрее теряет свою скорость, чем один большой от настенного блока;
- кассетные блоки выпускают потоки воздуха максимально близко к потол-

ку, поэтому расстояние до людей, находящихся в комнате, получается больше, то есть воздух доходит до рабочей зоны опять-таки с меньшими скоростями.

Теперь возвращаемся к сравнению внутренних блоков VRF и фанкойлов.

В табл. 4 посчитана очень интересная характеристика — это удельный расход воздуха на 1 кВт производительности.

Внутренние блоки VRF-системы MDV V6 и фанкойлы MDV

табл. 4

Модели внутренних блоков VRF	MDI2-28 GDHN1	MDI2-36 GDHN1	MDI2-45 GDHN1	MDI2-56 GDHN1
Мощность охлаждения, кВт	2,8	3,6	4,5	5,6
Расчётный расход воздуха, м³/ч	417	656	594	747
Удельный расход воздуха, м³/(ч·кВт)	148	182	132	133
Уровень звукового давления, дБ(А)	31	33	35	38
Модели фанкойлов	MKG-V 250C	MKG-V 300C	MKG-V 400C	MKG-V 600C
Мощность охлаждения, кВт	2,93	3,19	4,16	4,87
Расчётный расход воздуха, м³/ч	492	585	825	979
Удельный расход воздуха, м³/(ч·кВт)	167	182	198	201
Уровень звукового давления, дБ(А)	32	32	45	44

Для внутренних блоков VRF эта величина находится в пределах 130–150 м³/ч на 1 кВт. Для фанкойлов, как правило, она больше — от 150–200 м³/ч на 1 кВт. Это приводит к тому, что изначально скорости воздуха в помещениях с фанкойлами будут на 20–30 % больше, чем в помещениях с блоками VRF.

Параметры внутренних блоков фреоновых и водяных систем кондиционирования также приведены в табл. 4 (номинальные условия).

**Вывод №5.** Средняя скорость воздушных потоков в кондиционируемом помещении при использовании фанкойлов на 20–30 % больше, чем средняя скорость воздушных потоков при использовании внутренних блоков VRF-систем.

**Уровень шума внутренних блоков**

Уровень шума (звукового давления) в значительной степени зависит от расхода воздуха через внутренний блок (фанкойл). При одинаковой мощности охлаждения VRF-системы обладают меньшими расходами воздуха, а следовательно, и меньшим уровнем шума (табл. 4).

Причём сравнивать уровни шума внутренних блоков нужно именно при максимальной скорости воздуха, так как именно для такой скорости указана производительность. Часто в каталогах производители лукавят и производительность по холоду указывают при максимальной скорости воздуха, а уровень шума — при минимальной. Исключением в нашем случае является выпадающий из этого правила внутренний блок VRF на 3,6 кВт, так как он изначально обладает завышенным удельным расходом воздуха. Но тем самым подтверждается приведённое выше правило, что с точки зрения уровня шума от внутренних блоков важен именно удельный расход воздуха.

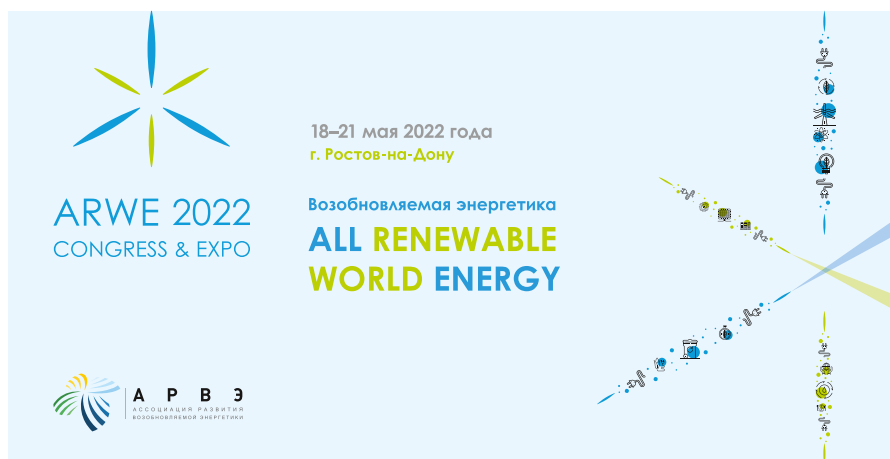
Анализируя табл. 4 можно увидеть разницу в уровнях звукового давления 6 дБ(А) или даже 10 дБ(А). Много это или

мало с точки зрения обычного потребителя? Я напомню читателю, что уровень шума считается по логарифмическому закону, следовательно, разница в уровне звукового давления 3 дБ(А) означает разницу в уровнях шума для человека в два раза. Соответственно, конкретный фанкойл с индексом 600 из табл. 4 шумит в четыре раза сильнее, чем аналогичный по производительности внутренний блок VRF с индексом 56.

**Вывод №6.** Уровень шума внутренних блоков VRF-систем меньше уровня шума фанкойлов при равной холодопроизводительности. ●

1. Брух С.В. VRF или чиллер? Сравнительный анализ на основе теории оптимизации // Журнал СОК. 2005. №1. С. 82; №2. С. 80–83; №3. С. 78–81.





## Объявлены даты Международного форума «Возобновляемая энергетика»

Объявлены даты проведения Международного форума «Возобновляемая энергетика» (ARWE 2022). Форум пройдёт с 18 по 21 мая 2022 года в Ростове-на-Дону.

Форум ARWE 2022 проводится при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации. Организаторами Форума выступают Фонд «Росконгресс», Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), правительство Ростовской области и Российское энергетическое агентство (ФГБУ «РЭА»).

Журнал СОК является информационным партнёром Форума.

«В свете возросшего внимания к вопросам климатической повестки использование возобновляемых источников энергии в энергосистеме приобретает всё большее значение. При этом важно соблюсти разумный баланс интересов между надёжностью снабжения потребителя и работы энергосистемы в целом, декарбонизацией и диверсификацией источников снабжения электроэнергией», — подчеркнул заместитель министра энергетики Российской Федерации Павел Сниккарс.

ARWE 2022 должен стать главным событием года по развитию возобновляемой энергетики России. Ожидается, что в мероприятии примут участие более 1000 человек, спикеры — из как минимум десяти стран мира. По мнению организаторов, это позволит сформировать новые возможности в части эффективной кооперации в рамках реализации государственных и корпоративных стратегий низкоуглеродного будущего.

«Вопросы экологии, “зелёной” энергетики волнуют каждого, и мы рассчитываем, что тема заинтересует не только специалистов, но и обычных граждан страны. Ростовская область уже несколько лет уделяет особое внимание развитию “зелёной” энергетики и сегодня является лидером среди регионов России по установленной мощности ветрогенерации. Мы готовы поделиться наработанным опытом и создать все условия для эффективной работы и продуктивного диалога участников. Уверен, что решения, принятые на форуме, помогут изменить наш мир к лучшему», — отметил губернатор Ростовской области Василий Голубев.



### Международный форум по возобновляемой энергетике All Renewable World Energy 2022 (ARWE 2022)

Международный форум по возобновляемой энергетике ARWE 2022 — это крупнейшая B2B-площадка в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ), созданная в целях общения и содействия развитию отрасли возобновляемой энергетики в России.

Главная цель проведения ARWE 2022 — содействие развитию рынка ВИЭ в Российской Федерации посредством объединения участников отрасли возобновляемой энергетики и демонстрации технологического развития. Форум, как масштабное мероприятие в рамках мировой климатической повестки, открывает новые возможности для обсуждения актуальных вопросов, включая нормативно-правовое регулирование и технологические тренды, популяризацию развития отрасли ВИЭ в России, воспитание более бережного и экономного отношения к природе у населения.

Помимо деловой программы планируются развлекательные мероприятия для жителей Ростова-на-Дону: в один из дней форума пройдёт большой городской фестиваль. Выставка ВИЭ, мастер-классы, фудкорт, игровая зона и воздушные змеи — это элементы интерактивной программы по знакомству ростовчан с экологической проблемой и необходимостью ответственного отношения к окружающей среде.

Подробнее — на официальном сайте мероприятия [arwe-expo.ru](http://arwe-expo.ru). ●



## Ассоциация НОЭ: обсуждаем проекты двух профстандартов

[Ассоциация «Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» \(НОЭ\)](#) выносит на профессиональное общественное обсуждение проекты двух профессиональных стандартов. К обсуждению приглашаются профильные эксперты и специалисты.

Ознакомиться с предлагаемыми к обсуждению профессиональными стандартами можно по следующим ссылкам.

1. Специалист по обеспечению энергосбережения и повышения энергетической эффективности:



2. Специалист по инженерной защите окружающей среды:



В частности, профстандарт по обеспечению инженерной защиты окружающей среды разрабатывается в целях выделения из общепринятого понятия «эколог» такого направления, как инженерная защита окружающей среды. Оно предусматривает ведение профессиональной деятельности по выявлению рисков для окружающей среды при осуществлении хозяйственной деятельности, анализу наилучших инженерных решений по

улучшению экологических показателей организации, определению их потенциала при внедрении в конкретном технологическом процессе, внедрение и эксплуатация новых природоохранных инженерных решений.



После обсуждения стандарты будут доработаны и рассмотрены на рабочей группе по профессиональным стандартам при Национальном совете при Президенте РФ по профессиональным квалификациям. Планируется, что до 30 июня 2022 года документы пройдут окончательную доработку и будут переданы в Министерство труда РФ для утверждения.

В настоящее время проекты двух стандартов вынесены на профессиональное общественное обсуждение, которое продлится до 15 марта 2022 года.

Замечания и предложения, а также отзывы можно направлять на электронную почту [g.donskykh@no-e.ru](mailto:g.donskykh@no-e.ru).



### 06 Ассоциации НОЭ

[Некоммерческое партнёрство «Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» \(НОЭ\)](#) было создано в 2011 году. За время своего существования НОЭ внесло заметный вклад в повышение энергетической эффективности российской экономики.

На сегодняшний день НОЭ объединяет 30 организаций, включая СПО в области энергетического обследования и другие ассоциации и компании, работающие в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности: производителей приборов учёта и центры мониторинга энергопотребления; производителей оборудования, экспертов, разработчиков программного обеспечения в области энергоаудита; энергосервисные и консалтинговые компании; банки, страховые компании; разработчиков и производителей в сегменте ВИЭ. Официальный интернет-ресурс НОЭ: [no-e.ru](http://no-e.ru).



## Геотермальная энергетика: всемирный обзор 2020. Часть 2\*

Представляем вниманию читателя окончание материала [1], рассказывающего об основных достижениях всех стран, которые ввели в эксплуатацию новые геотермальные электростанции в период с 2015 по 2019 годы. Приведённые в статье данные и факты взяты из официальных обзорных документов Country Update, озвученных на Всемирных геотермальных конгрессах 2015–2020 годов, и дополнены верифицированной информацией из Интернета и/или из общения со специалистами.

**Перевод:** Г.Б. БАДАВОВ, старший научный сотрудник, [Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики \(ИПГВЭ\)](#) — филиал [Объединённого института высоких температур Российской академии наук \(ОИВТ РАН\)](#), г. Махачкала

Примечание: автор выражает искреннюю благодарность ведущему инженеру [ИПГВЭ](#) Светлане Ивановне Володиной за помощь в редактировании перевода.

\* Окончание. Начало см. журнал [СОК № 12/2021 \(11\)](#).

### Исландия

С 1969 года Исландия постепенно увеличивала применение геотермальной энергии для централизованного теплоснабжения и отопления помещений, сельского хозяйства, аквакультуры, лёгкой промышленности и многих других видов прямого использования, а также для производства электроэнергии. Геотермальная энергия в настоящее время обеспечивает 62 % производства энергии в стране.

Установленная мощность электроэнергетического сегмента Исландии составляет 663 МВт (5245 ГВт·ч/год), а к 2020 году прогнозировалась выработка на уровне 755 МВт (около 6010 ГВт·ч/год) на восьми объектах, расположенных на трёх вулканических хребтах, пересекающих всю страну. Действующие на данный момент в стране ГеоЭС и их установленные мощности: «Крафла» (Krafla, 60 МВт), «Сварсенги» (Svartsengi, 76,4 МВт), «Бьярнарфлаг» (Bjarnarflag, 5 МВт), «Несъявеллир» (Nesjavellir, 120 МВт), «Рейкьянес» (Reykjanes, 100 МВт), «Хедлискейди» (Hellisheiði, 303 МВт), «Тейстарейкир» (Geistareykir, 90 МВт) и «Флудир» (Flúðir, 0,6 МВт) [2].



Геотермальное поле «Тейстарейкир» (Geistareykir) площадью 45 км<sup>2</sup> расположено на севере Исландии в 25 км от города Хусавик (Husavik). Геотермальные запасы (извлекаемые) здесь оцениваются как минимум в 400 МВт. Опасность вулканической активности невелика — напряжение в недрах «сбрасывается» рифтогенезом.

Фото: The National Power Company of Iceland (Landsvirkjun), landsvirkjun.com

Что касается будущего расширения использования геотермальной энергии, то Исландия недавно заключила контракт на приобретение новейших энергомодулей Climeon Heat Power Unit производства шведской компании Climeon. Эти энергомодули, используя принципы органического цикла Ренкина (ORC), работают при низких температурах теплоносителя



Фото: Verkis HF, verkis.com

•• ГеоЭС «Тейстарейкир» (Geistareykir) установленной мощностью 2×45 МВт

Особое значение для периода, рассматриваемого в отчёте WGC 2020, имеет ГеоЭС «Тейстарейкир», которая была построена в 2016–2017 годах. Электроэнергия вырабатывается двумя одноконтурными энергоблоками мощностью 45 МВт. Температура термальной воды составляет примерно 178°C, расход — около 560 т/ч, передача в энергосистему — 738 ГВт·ч/год.

(от 80 до 150°C) и при компактных размерах (2,1×2,2×3 м) генерируют 150 кВт электроэнергии. Они будут установлены на нескольких площадках, первая из них во Флудире, где вода при 116°C в настоящее время используется для выработки 0,6 МВт, а отработанная вода при 76°C направляется каскадом в систему централизованного теплоснабжения.

Оригинал данного материала (на англ. языке):

[Gerald W. Huttner. Geothermal Power Generation in the World 2015–2020 Update Report. Proc. of the World Geothermal Congress 2020+1. Reykjavik, Iceland. April — October 2021.](#)

Подробнее об авторе этого материала [Джеральде В. Хаттрере](#) см. [1], стр. 73.





Фото: iStock

❖ ГеоЭС «Крафла» (Krafla) мощностью 60 МВт задействует 33 скважины и считается крупнейшей электростанцией в Исландии. Она способна производить 500 ГВт·ч электроэнергии в год

Ежегодно в Исландии бурятся от четырёх до восьми высокотемпературных скважин, что является свидетельством постоянной интенсификации использования геотермальной энергии. Особый интерес вызвало бурение глубокой скважины на вулканическом поле Рейкьянес (Reykjanes) в рамках Исландского проекта глубокого бурения (IDDP). Скважина была начата в августе 2016 года и завершена в январе 2017-го. Были зарегистрированы температуры выше 500 °С и наличие проницаемости на глубинах 3–4 км. На время создания отчёта скважина ещё не прошла эксплуатационные испытания.

В период 2015–2019 годов, как и ранее, правительство Исландии и несколько частных исландских компаний активно «продвигали» геотермальную энергетику в «Обители Снежной королевы» и во всём мире. Исландские консалтинговые и буровые фирмы играют ключевую роль в множестве проектов в развивающихся странах на всех континентах, кроме арктических и антарктических областей.

### Индонезия

Индонезия обладает самым большим геотермальным потенциалом в мире — ожидается, что с более чем 300 объектов будет получено 29 ГВт мощности. С 2015 по 2018 годы были введены в эксплуатацию



Фото: Kyushu Electric Power Co., Inc., kyuden.co.jp

❖ 110-мегаваттная ГеоЭС «Сарулла» (Sarulla) в провинции Северная Суматра, Индонезия



Фото: Greinar Ivarsson, en.wikipedia.org

❖ Комбинированная ГеоТЭЦ «Несьявеллир» (Nesjavellir) в районе Хенгилл (Hengill), Исландия

три новых проекта, в результате чего общая установленная мощность увеличилась на 465 МВт до 1948,5 МВт.

Кроме того, были завершены работы по увеличению мощности на следующих объектах: в 2016 году — «Лакхендонг» (Lakhendong, 40 МВт), «Улубелу» (Ulubelu, 55 МВт) и «Сарулла» (Sarulla, 110 МВт); в 2017 году — «Улубелу» (55 МВт) и «Сарулла» (110 МВт); в 2018 году — «Караха» (Karahā, 30 МВт) и «Сарулла» (110 МВт). К концу 2018 года в стране вырабатывалось 14,01 ГВт·ч/год электричества [3].

В 2019 году ввели в эксплуатацию следующие новые электростанции: «Лумут Балай» (Lumut Balai) мощностью 55 МВт, блоки №1 и №2 «Сорик Мерапи» (Sorik Merapi) мощностью 20 и 30 МВт, соответственно, блок «Сокория» (Sokoria) мощностью 5 МВт и блок №1 «Муара Лабох» (Muara Laboh) мощностью 80 МВт, суммарно 190 МВт. Таким образом, к декабрю 2019 года общая установленная мощность составляла 2138,5 МВт. В период с 2015 по

2018 годы было пробурено 187 скважин на 23 отдельных участках.

Несмотря на все усилия правительства Индонезии по ускорению освоения геотермальной энергии, амбициозные целевые показатели установленной мощности, поставленные в 2015 году, не были достигнуты, и скорость разработки проектов фактически замедлилась с 2017 года. Целевой показатель правительства Индонезии по установленной мощности к 2020 году составлял 2289 МВт и 7 ГВт на период до 2025 года. Однако непривлекательные цифры прибыли, высокие предполагаемые риски, связанные с соглашениями о закупке электроэнергии, а также значительные экологические и социальные проблемы делают достижение этого показателя маловероятным.



### Италия

Производство геотермальной энергии в Италии и вообще во всём мире началось в городе Лардерелло (Larderello), область Тоскана, в 1904 году. По состоянию на 2018 год насчитывалось 37 электростанций, расположенных на трёх основных геотермальных месторождениях: Лардерелло, гора Амиата (Amiata) и Травале-Радикондоли (Travale-Radicondoli). Общая установленная мощность составляет 915,5 МВт, чистая выработка с использованием более 500 скважин равна 807 МВт, а валовой отпуск электроэнергии в сеть достигает 6105 ГВт·ч/год. Геотермальная энергия составляет всего 2,1% от национальных потребностей в электроэнергии, но обеспечивает более 30% электроэнергии, необходимой для Тосканы [4].

В период с 2015 по 2019 годы было пробурено 28 скважин, в том числе 14 подпиточных и две новых скважины обратной закачки, отремонтировано 16 скважин на участках Лардерелло и Травале-Радикондоли. С 2015 года не было построено ни одной новой электростанции, но \$263 млн было потрачено на разработку, капитальный ремонт и усовершенствование месторождений, особенно в отношении борьбы с некоонденсируемыми газами. Все эти средства были инвестированы частным сектором.

Единственный новый строящийся геотермальный объект в Италии — станция «Монтеротондо-2» (Monterotondo 2) мощностью 20 МВт. Геологоразведочные работы были успешно завершены в 2018 году, а предварительное бурение велось по состоянию на август 2019 года. Эта геотермальная установка планировалась к запуску в 2020 году. В целом рост использования всех возобновляемых источников энергии в Италии прогнозируется небольшой, в первую очередь из-за низких цен на электроэнергию и сокращения так называемых «базовых поощрительных сборов». Кроме того, геотермальные электростанции не имеют права на получение льгот, доступных для других ВИЭ.

Деятельность, осуществляемая итальянской транснациональной компанией Enel Green Power (EGP) с 2015 года, сосредоточена в основном в районах Лардерелло и Травале-Радикондоли и направлена на оптимизацию управления месторождениями с целью снижения и контроля естественного падения выработки электроэнергии. Однако следует отметить, что местные жители уже препятствовали развитию геотермального проекта в районе горы Амиата, где можно было бы продолжить разработку глубокого коллектора с высоким потенциалом.



В живописнейшей итальянской Тоскане, около города Лардерелло, находится колыбель мировой геотермальной электроэнергетики. Здесь, на геотермальном поле Долина Дьявола (Valle del Diavolo), изобретатель Пьеро Джинори Конти (Piero Ginori Conti) в 1904 году успешно испытал первый в мире геотермальный генератор на сухом паре, обеспечив свечение пяти ламп накаливания. В 1913 году им была создана Larderello 1 — старейшая ГеоЭС в мире, мощностью 250 кВт, которая использовалась для электроснабжения железнодорожной станции и близлежащих деревень Лардерелло и Вольтерра. Сейчас на геотермальных месторождениях Лардерелло, Травале-Радикондоли и Амиата функционируют 34 ГеоЭС, вырабатывающих более 790 МВт.

Фото: Janerichebe, pt.wikipedia.org

### Япония

В период с 2000 по 2012 годы в Японии было относительно мало геотермальных разработок. Затем на добычу геотермальных ресурсов был введён льготный тариф, и темпы строительства генерирующих блоков резко возросли, так что к 2018 году их было 69 по сравнению с 20-ю в 2000-м.

Большинство этих новых станций были небольшими — от 100 кВт до 5 МВт, в среднем около 500 кВт. Соответственно, совокупное увеличение мощности составило всего 24,4 МВт. Поскольку несколько блоков были довольно старыми и неэффективными, они были выведены из эксплуатации, и мощность снизилась на 68,2 МВт. Далее, в 2019 году, началось строительство двух крупных электростанций в Васабизаве (Wasabizawa, 46,2 МВт) и Мацуо-Хатимантай (Matsuo-Nachimantai, 7,5 МВт), чтобы увеличить мощность

на 53,7 МВт. К 2020 году общая установленная мощность в Японии составит 550 МВт, валовая выработка — 2409 ГВт·ч в год, а полезная выходная мощность электростанций около 275 МВт [6].

Есть три причины столь медленных темпов развития геотермии в Японии: суровые нормативные акты, ограничивающие реализацию проектов, связанных с бурением недр, в национальных парках; высокие риски и затраты, связанные с такими проектами; отрицательное отношение японцев, проживающих вблизи термальных источников и высказывающих опасения, что на состояние горячих ванн негативно повлияют буровые работы и тем более работа ГеоЭС. Правительство Японии знает об этих препятствиях и пытается их преодолеть, чтобы оптимально использовать превосходный геотермальный потенциал страны.



Фото: The Japan Times, japantimes.co.jp (Nuzawa Geothermal Power Generation Corp. / Via Kyoto)

ГеоЭС «Васабизава» (Wasabizawa) установленной мощностью 46 МВт, Япония





Фото: Quartz Africa (Quartz Media, Inc.), qz.com

•• ГеоЭС «Олкария-4» (Olkaria IV) мощностью 140 МВт в округе Накүру (Nakuru), Кения

### Кения

Рост геотермальных мощностей Кении в период с 2015 по 2019 годы был одним из самых быстрых в мире. Всего установлено 218 МВт, поступающих от станций «Орпауэр-4» (Oropower 4, 45 МВт) и «Олкария V» (Olkaria V, 173,2 МВт). Их общая установленная мощность равна 865 МВт, что составляет 29% от суммарной выработки по стране. К настоящему времени в отдельных частях рифтовых зон пробурено более 380 скважин.

Правительство Кении планирует обеспечить к 2030 году передачу 5 ГВт в энергосети, и, поскольку государственное финансирование в настоящее время ограничено, правительство Кении лицензировало 13 независимых производителей энергии (IPP) на исследование 12 новых месторождений, потребовав от них осуществления бурения в течение трёх ближайших лет [7].

Все геотермальные разработки Кении, кроме двух, были выполнены при государственном финансировании. Остальные две были оплачены из частных источников за счёт собственных средств предпринимателей и банковских кредитов. Для повышения нормы прибыли, как в государственном, так и в частном секторах, стало обычным использование устьевых генераторов. На сегодняшний день установлено 15 таких небольших блоков, таким образом, первоначальный срок получения дохода сократился с 36 месяцев до примерно шести.

Недавний быстрый рост геотермальной энергетики в Кении был обеспечен прогрессивной государственной политикой, поддерживающей частные инвестиции. Положения нового «Закона об энергетике» (The Energy Act) от 2019 года прояснили рынок электроэнергии с точки зрения защиты окружающей среды, доли прибыли бизнес-сообществ и местных



•• ГеоЭС в Мексике (слева направо и вниз): Cerro Prieto, Los Humeros, de San Pedro, Los Azufres III

администраций округов от геотермальной генерации, приоритета диспетчеризации, и увеличили налоговые льготы, доступные разработчикам. Такие стимулы включают освобождение от пошлин на оборудование, связанное с геотермальными проектами, налоговые каникулы для корпораций и «письма поддержки» (letters of support) от кенийского правительства, которые действуют как политическая гарантия. Частным инвесторам также разрешено репатриировать всю или часть прибыли, полученной от подобных рискованных предприятий.

В дополнение к 865 МВт мощности 2019 года в стадии строительства находятся ещё 188 МВт, а 140 МВт были профинансированы, но пока не строятся. Таким образом, к 2020 году в Кении общая установленная мощность генерации могла бы составить 1193 МВт при валовой выработке 9930 ГВт·ч/год [7].

### Мексика

Общая установленная мощность пяти освоенных геотермальных месторождений в Мексике в 2019 году составила 1005,8 МВт. Чистая мощность, доступная электросетям, по всем пяти проектам достигла 947,8 МВт (5375 ГВт·ч/год). Установленная мощность снизилась на 1,1% по сравнению с показателем 2015 года, но передача энергии в сеть увеличилась на 13% благодаря высокой эффективности новых блоков [8].

Геотермальная электроэнергия в Мексике вырабатывается с 1982 года, когда были установлены первые блоки в Серро-Прието (Cerro Prieto) и Лос-Азуфрес (Los Azufres). Хотя на месторождении Серро-



Фото: Michal Kruszewski, Grupo Dragón (dragon.com.mx), Wikipedia

Прието максимальная мощность достигала 720 МВт, теперь установленная мощность равна 570 МВт. На месторождении Лос-Азуфрес вырабатывается 270,5 МВт. Предприятие в Лос-Хумерос (Los Humeros), введённое в эксплуатацию в 1990 году, даёт 119,8 МВт, а построенное в 2002 году в Лас-Трес-Виргенес (Las Tres Virgenes) может вырабатывать 10 МВт. Новейшее, осваиваемое с 2015 года месторождение Домо-де-Сан-Педро (Domo de San Pedro) имеет мощность 35,5 МВт.

Несмотря на увеличение мощности, поставляемой в сеть с 2015 года, годовые коэффициенты мощности на всех пяти месторождениях довольно низкие, хотя они варьируются от одного месторождения к другому. Например, в 2018 году девять электростанций, работающих в Серро-Прието, произвели 3251,2 ГВт·ч, что соответствует среднегодовому коэффициенту использования мощности 65,1%.



Однако в том же году при общей выработке 1441,1 ГВт·ч восемь действующих станций в Лос-Азуфресе достигли коэффициента использования установленной мощности 74,8%, что является самым высоким показателем в стране. Самый низкий коэффициент был на месторождении Лас-Трес-Виргенес (в среднем 54,3% в год). КИУМ нового месторождения Домо-де-Сан-Педро, разрабатываемого Dragon Group, составил 56,7%, а выработка электроэнергии, поставляемой в энергосистему, составила 126,6 ГВт·ч в год.



ГеоЭС Los Humeros III (25 МВт)

За последние пять лет в эксплуатацию были введены следующие электростанции: в 2015 году блок №17 Лос-Азуфрес (50 МВт), блок №1 Домо-де-Сан-Педро (5 МВт, противодавление) и блок №2 Домо-де-Сан-Педро (5 МВт, противодавление); в 2016-м — блок №3 Домо-де-Сан-Педро (25,5 МВт), в 2019-м — блок №18 Лос-Азуфрес (26,5 МВт). Таким образом, в период 2015–2019 годов в общей сложности в энергосистему было добавлено 112 МВт энергии.

С 2015 года Федеральной комиссии по электроснабжению (CFE) передано 13 перспективных участков для изучения и разработки. Компании частного сектора также получили ещё 13 концессий. Если на некоторых или на всех этих площадках будет достигнут прогресс, Министерство энергетики Мексики прогнозирует, что к 2030 году будет вырабатываться 1670 МВт геотермальной электроэнергии.

В период с 2015 по 2019 годы в масштабах страны было потрачено \$55,9 млн на исследования и разработки, включая разведочное бурение, и \$313,3 млн на обустройство месторождений. В сумме это составляет \$369,2 млн при среднегодовых инвестициях в \$73,8 млн. Результаты на 11,8% превышают оценочные цифры за предыдущий пятилетний период. Следует отметить увеличение инвестиций частного сектора, которые достигли более 22% от общей суммы или около \$82,44 млн. Это более чем в четыре раза выше, чем инвестиции частного сектора за период 2010–2014 годов, когда они составляли около \$16,5 млн.

**Новая Зеландия**

В Новой Зеландии в секторе геотермальной электроэнергетики с 2015 года после периода быстрого роста в предыдущие десять лет наблюдается период консолидации. Две электростанции недавно введены в эксплуатацию или строятся. В сентябре 2018 года около города Каверау (Kawerau) заработала электростанция «Те Ахи О Мауи» (Te Ahi O Maui) мощностью 25 МВт, а ГеоЭС мощностью 31,5 МВт в Нгаве (Ngāwha) находится на начальной стадии строительства. В Новой Зеландии вырабатывается более 1032 МВт (7474 ГВт·ч/год) установленной мощности геотермальной электроэнергии, что составляет около 18% электроэнергии в национальной системе, в которой всё больше доминируют возобновляемые источники энергии.

По всей Новой Зеландии выявлено 129 геотермальных зон, из которых 14 находятся в диапазоне температур 70–140°C, семь — в диапазоне 140–220°C и 15 — более 220°C. Большинство высокотемпературных полей расположено в вулканической зоне Таупо (Taupō), которая простирается от вулкана Вакаари (Whakaari) в заливе Пленти (Plenty) на юго-запад до горы Руапеху (Ruapehu).

За последние пять лет для выработки электроэнергии было пробурено всего семь скважин: три добывающие и четыре нагнетательные. В стадии строительства находится объект на 31,5 МВт, так что к 2020 году общая установленная мощность должна составить примерно 1064 МВт, обеспечивая передачу около 7728 ГВт·ч/год энергии в национальную электросеть [9].



ГеоЭС «Каверау» (Kawerau, 100 МВт) около горы Каверау на Северном острове Новой Зеландии



ГеоЭС «Вайракей» (Wairakei, 181 МВт)

Министерство иностранных дел и торговли Новой Зеландии (MFAT) управляет программой помощи развитию зарубежных стран и использует геотермальный опыт Новой Зеландии для поддержки стран-партнёров. За последние пять лет MFAT оказал поддержку Индонезии, Восточной Африке, Карибскому региону, в основном островам Сент-Винсент и Доминика, а также архипелагу Вануату.

Почти все геотермальные разработки Новой Зеландии осуществлялись частными или полугосударственными структурами, что отличается от сценария, который осуществляется в других 25 странах, производящих сейчас геотермальную электроэнергию. Новозеландское правительство играло важную финансовую роль в Международной геотермальной школе (IGS); однако, как и в случаях с городами Пиза (Италия) и Рино (штат Невада, США), эта поддержка была прекращена, и для продолжения деятельности IGS потребовался поиск других источников финансирования.



### Никарагуа

В Никарагуа геотермальные исследования начались в 1960-х годах, и впечатляющий геотермальный потенциал страны оценивается примерно в 1,1 ГВт, но на сегодняшний день используется лишь минимальная его часть, покрывающая примерно 10% национальной потребности в электроэнергии. Существуют пять геотермальных зон, но только на двух из них есть электростанции: Момотомбо (Momotombo, 77 МВт) и Сан-Хасинто-Тизате (San Jacinto-Tizate, 82 МВт). Со времени WGC 2010 были запущены блоки 2×36 МВт в Сан-Хасинто-Тизате [10]. Общая установленная мощность составляет 159 МВт, а энергия, поставляемая в сеть, исчисляется величиной 492 ГВт·ч/год.

Геологическая служба Никарагуа и исландские исследователи провели разведку района Касита — Сан-Кристобаль (Casita, San Cristobal) на севере страны (пробурены четыре скважины), а также Масая (Masaya), Апоя (Apoya) и Манагуа Чилтепе (Managua Chiltepe), где пробурены три скважины, и Момбачо (Mombacho) в центральной части страны с многообещающими результатами, однако развитие этих перспективных зон было отложено из-за политических проблем. Соответственно, запланированное финансирование от Всемирного банка было приостановлено до разрешения ситуации.

### Папуа — Новая Гвинея

В Папуа — Новой Гвинее имеется 55 известных геотермальных месторождений, которые были идентифицированы и зарегистрированы [11]. На сегодняшний день разработан только один участок на острове Лихир (Lihir). Геологическое картирование, отбор проб из горячих источников и геохимический анализ были выполнены в семи регионах, что определило перспективные зоны: Таласи (Talasea), Хоскинс (Hoskins), Вау-Булоло (Wau Bulolo) и Кайриру (Kairiru), Манус (Manus), Фергюссон (Fergusson) и остров Фени (Feni). Эти участки в той или иной степени были обследованы частными организациями и федеральным Управлением по минеральным ресурсам (MRA).

В 2003 году на острове Лихир была построена электростанция с противодавлением мощностью 6 МВт (брутто). Предприятие было построено в чрезвычайно горячей вулканической кальдере Луиза (Luise), которая уже разрабатывалась на предмет содержания в ней эпitherмального золота. В 2005 году была добавлена импульсная установка мощностью 30 МВт, а в 2007 году — на 20 МВт. В 2009 году электростанция мощностью 6 МВт была



•• ГеоЭС Никарагуа: «Момотомбо» (77 МВт) [вверху] и «Сан-Хасинто-Тизат» (82 МВт)



•• Остров Лихир (Lihir) и ГеоЭС «Лихир» мощностью 50 МВт, Папуа — Новая Гвинея

выведена из эксплуатации, поэтому текущая установленная мощность составляет 50 МВт (брутто). Однако из-за снижения давления на устье скважины, вызванного отказом от закачки отработанных рассолов, сейчас станция вырабатывает около 15–18 МВт и обеспечивает только 15% растущей потребности острова Лихир в электроэнергии. В первые годы геотермальная энергетика обеспечивала потребности местных предприятий в энергии на 50% и значительно улучшала их экономичность. Несмотря на упомянутые выше потери электроэнергии и проникновения солёной воды, объект по-прежнему эксплуатируется австралийской компанией Newcrest Mining, Ltd.

По обобщённым подсчётам исследователей, общий потенциал геотермальной энергии в Папуа — Новой Гвинее может составлять 3–4 ГВт, однако планы по развитию геотермальной энергетики на следующие пять-десять лет правительством пока не объявлены. Принятие «Национальной энергетической политики на 2017–2027 годы» должно стать позитивным шагом, поскольку её положения включают директивы по своевременному составлению правил и положений геотермальной отрасли. Наличие таких документов должно стимулировать инвестиции в геотермальную энергетику со стороны правительства, международных кредитных организаций и частного сектора. Финансирование ускоренного развития геотермальной энергетики в основном осуществляется Всемирным банком и правительством Исландии.

Другие препятствия на пути разработки геотермальной энергии, которые необходимо преодолевать в каждом конкрет-



Фото: Ormat Technologies Inc. (ormat.com) и Power Engineers Inc. (powereng.com)  
 Фото: Reykjavik Geothermal Ltd., (rgj.is), Lihirinfo, IRENA (irena.org), MTL NZ Ltd. (mtlnz.co.nz)





Фото: Maibaraga Geothermal, Inc.

ГеоЭС «Майбарара» (Maibaraga, 12 МВт) — ведущий геотермальный проект в Филиппинах

### Филиппины

Хотя Филиппины являются третьим по величине производителем геотермальной энергии (после США и Индонезии), за последние пять лет только одна электростанция мощностью 12 МВт на энергоблоке №2 «Майбарара» (Maibaraga) была введена в эксплуатацию в 2018 году.

В настоящее время в стране действуют семь геотермальных месторождений. Их общая установленная мощность составляет 1918 МВт, они передают в сеть 1770 ГВт·ч/год электроэнергии. Это покрывает около 11 % энергопотребностей страны. В стадии разведки находятся 18 перспективных площадей, и в 2021–2026 годах ожидается добавление около 91 МВт. Было подсчитано, что потенциал освоения геотермальных ресурсов Филиппин составляет около 4024 МВт [12].

Чтобы темпы ввода в эксплуатацию филиппинских геотермальных электростанций увеличились, правительству необходимо развивать и согласовывать с инвесторами «геотермальную» политику

для устранения рисков и других проблем. Текущие оценки месторождений и предварительные геологоразведочные работы при поддержке правительства важны, но в дальнейшем по-прежнему требуется соответствующая финансовая и регулирующая политика государства.



Фото: Energy International Srl, energy-irc.com

ГеоЭС «Пико Альто» (Pico Alto) установленной мощностью 4 МВт (брутто), Азорские острова



Фото: Iceland Drilling Co., iardboranir.is

В 2020 году на Азорах началось бурение восьми скважин для увеличения мощности существующих ГеоЭС до 12,5 МВт. Заказчик — EDA Renováveis S.A., подрядчик — Iceland Drilling Co.

### Португалия

Высокотемпературные геотермальные ресурсы, используемые на сегодняшний день в Португалии, расположены на Азорских островах (Açores) — архипелаге из девяти островов, лежащем в Атлантическом океане вдоль тройного стыка литосферных плит и называемом «Южной Исландией» из-за необыкновенно высокой геотермальной активности.

Все геотермальные месторождения Азорских островов впервые были разработаны в 1980 году на участках Рибьера-Гранде (Ribeira Grande) и Пико-Вермелью (Pico Vermelho) на острове Сан-Мигель (São Miguel), а затем производство было расширено за счёт включения месторождения Пико-Альто (Pico Alto) на острове Терсьера (Terciera), где в апреле 2017 года сдана в эксплуатацию электростанция на цикле Ренкина мощностью 4 МВт (брутто) и 3 МВт (нетто). Это единственная новая электростанция, построенная за период 2015–2019 годов.

Текущие планы заключались в увеличении мощности электростанции в Рибьера-

Гранде с 27,8 МВт до примерно 30 МВт к 2020 году. Таким образом, производство энергии должно было составить около 183 ГВт·ч/год.

Предоставленные данные [13] показывают, что текущая общая установленная мощность на Азорских островах равна 33 МВт, рабочая — 26 МВт. Выработка энергии составляет 216 ГВт·ч/год. Выделены средства ещё на 10 МВт, но строительство пока не начато. Общие инвестиции в производство и использование электроэнергии с 2015 года достигли \$12,5 млн. При этом половина из них поступила из государственной казны, а другая — средства частного сектора. За этот период было затрачено около 185 человеко-лет, но новых скважин пробурено не было.





Фото: ООО «Стройпанель», stroypanel.ru

❖ Мутновская ГеоЭС (50 МВт) — крупнейшая в России. Расположена в Елизовском районе Камчатского края, к северо-востоку от Мутновской сопки, на высоте около 800 м над уровнем моря

### Российская Федерация

Россия исследует и разрабатывает свои геотермальные ресурсы с 1950-х годов. Текущая установленная «геотермальная» мощность составляет около 82 МВт, при этом в будущем планируется добавить около 12 МВт. Поставляемая энергия оценивается в 440 ГВт·ч/год [14]. В период с 2015 по 2019 годы новых ГеоЭС построено не было, и ни мощность, ни вклад геотермальной энергии не изменились.

Самые крупные и качественные геотермальные ресурсы в России находятся в дальневосточной части страны. Камчатка и Курильские острова обладают наибольшим потенциалом с расчётной генерирующей мощностью до 2000 МВт. С середины 1950-х годов на Камчатских геотермальных месторождениях проводятся геофизические исследования и бурение. На сегодняшний день пробурено 385 скважин на глубину от 170 до 1800 м, в том числе 44 скважины, которые производят двухфазные жидкости с температурами на устье более 160 °С. В 1966 году в южной части Камчатки была введена

в эксплуатацию Паужетская геотермальная электростанция. В настоящее время она вырабатывает самую дешёвую электроэнергию в регионе. Оценочный потенциал этого геотермального месторождения составляет 50 МВт на срок до 30 лет.

В настоящее время на Камчатке успешно работают три геотермальные электростанции: 12 и 50 МВт на Верхне-Мутновском и Мутновском месторождениях, соответственно, и 11 МВт на Паужетском месторождении. На Курильских островах (Кунашир и Итуруп) есть две небольшие ГеоЭС мощностью 3,6 МВт каждая. В ближайшем будущем запланировано строительство Паужетской бинарной электростанции мощностью около 2,5 МВт и расширение Мутновской ГеоЭС с целью выработки дополнительных 12 МВт.

Россия обладает огромными запасами геотермального тепла, энергия которого может быть в 8–12 раз больше, чем потенциал углеводородных запасов страны. При оптимальном освоении геотермальные ресурсы могут радикально изменить энергетический баланс страны.



Фото: ПАО «РусГидро», rushydro.ru

❖ Паужетская ГеоЭС (12 МВт) расположена на Камбальском месторождении парогидротерм в пос. Паужетка около вулканов Кошелева и Камбального (юго-запад Камчатского полуострова)

### Тайвань

В Тайване геотермальные ресурсы изучаются с 1970-х годов, итогом чего явилось строительство двух небольших электростанций в 1980-х. Одна ГеоЭС в местности Циншуй (Qingshui) мощностью 3 МВт была построена в 1981 году и выведена из эксплуатации в 1993-м, а вторая мощностью 0,26 МВт в районе Тучэн (Toucheng) была построена в 1985 году и выведена из эксплуатации в 1994-м. Причинами закрытия станций были отсутствие обратной закачки, солеотложение, устаревшее оборудование и малый масштаб проектов, а также чрезмерные эксплуатационные расходы, высокие риски бурения и ограниченные данные о подземных геологических коллекторах.



Фото: CNA, cna.com.tw

❖ ГеоЭС «Циншуй» (Qingshui) мощностью 3 МВт

В 2019 году была построена новая установка мощностью 0,3 МВт с выработкой 0,256 ГВт·ч/год в Циншуй. В дальнейшем было профинансировано её расширение до 4,2 МВт, и в настоящее время станция находится в стадии строительства. Соответственно, установленная мощность, вырабатываемая в Тайване за счёт геотермальных ресурсов, к 2020 году составила 4,5 МВт, а вклад в энергосистему — около 0,35 ГВт·ч/год.

Предприятия ещё на 12 МВт планируется построить на трёх площадках в 2021–2022 годах, и профинансировано строительство электростанций общей мощностью 150 МВт на пяти месторождениях. К последним относятся: город Нью-Тайбэй (New Taipei, 100 МВт), округ Илан (Ilan, 29 МВт), округ Хуалянь (Hualien, 3 МВт), округ Тайдун (Taitung, 15 МВт) и округ Нанью (Nantoo, 3 МВт) [15].

С 2014 по 2019 годы Тайвань потратил около \$12,5 млн на исследования и разработку геотермальных месторождений. Полевые работы включали бурение шести скважин, все они были предназначены для подтверждения наличия качественных ресурсов для электрогенерации. Общественный вклад в эту работу составил от 75 до 100 %, остальная часть была профинансирована частным сектором.





•• Установленная мощность ГеоЭС «Памукорен» (Pamukören) в Турции достигла 144,5 МВт

### Турция

С момента начала геотермальной разведки в Турции в 1960-х годах было выявлено 460 перспективных месторождений. По состоянию на июнь 2019 года на 27 из них построено 56 ГеоЭС с текущей общей установленной мощностью 1549 МВт, что обеспечивает выработку 8168 ГВт·ч/год. Гидротермальный потенциал страны оценивается в 4,5 ГВт по цене \$0,1 за 1 кВт·ч с десятилетней гарантией закупочной цены [16]. Значительное внимание уделяется разведке ресурсов для применения «усовершенствованных геотермальных систем»\* (EGS). Скважины пробурены до глубины 4,5 км, где были зарегистрированы температуры выше 295°C. Потенциал добычи при помощи EGS оценивается примерно в 20 ГВт при цене \$0,15 за 1 кВт·ч с 15-летней гарантией цены.

Интересной характеристикой турецких ресурсов является наличие в них (по всей стране) значительного количества углекислого газа, который образуется на глубине в результате взаимодействия между карбонатными пластами-коллекторами и термальными водами. С момента начала широкомасштабного бурения давление CO<sub>2</sub> снизилось. Вследствие этого возникла необходимость в использовании большого количества скважинных насосов, поскольку CO<sub>2</sub>, будучи отрицательным фактором для выработки электроэнергии, способствует выходу артезианских вод, которые в некоторых районах Турции разливаются в бутылки.

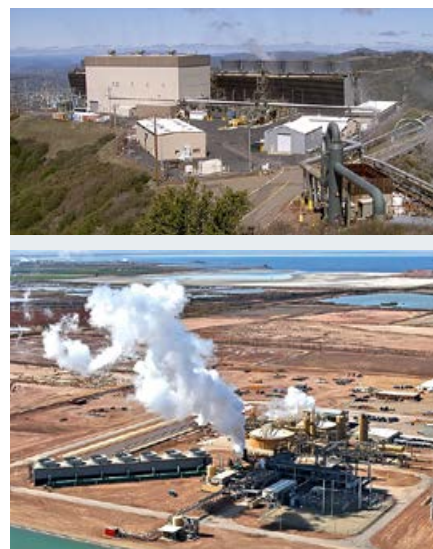
С 2015 года было пробурено 200 добывающих и 90 нагнетательных скважин, в результате чего выработка электроэнергии увеличилась с 721 до 1549 МВт. Сейчас в Турции строится предприятие на

48 МВт (около 253 ГВт·ч/год) и выделены средства на строительство станций ещё приблизительно на 332 МВт с перспективой выработки около 1751 ГВт·ч/год.

С 2015 по 2019 годы в Турции инвестиции в исследования составили \$2,3 млрд, а в разработку месторождений и бурение — \$1,2 млрд, то есть на общую сумму \$3,3 млрд. Частный сектор профинансировал 90% этой суммы, а оставшиеся 10% покрыли государственные источники.

### Соединённые Штаты Америки

Хотя США лидируют в мире по производству геотермальной энергии с общей установленной мощностью в 2019 году около 3,7 ГВт (18,4 ТВт·ч/год), в период 2015–2019 годов новые геотермальные месторождения не разрабатывались. Вместо этого произошла значительная перестройка, консолидация, совместное размещение с другими видами возобновляемой энергии, делался акцент на повышение производительности в жарком



•• ГеоЭС Sonoma Calpine 3 (78 МВт) и Hudson Ranch I (55 МВт) в штате Калифорния, США

климате за счёт объединения систем воздушного и водяного охлаждения и расширение существующих месторождений. Эту тенденцию можно объяснить продолжающейся и усиливающейся конкуренцией со стороны недорогих возобновляемых источников энергии, таких как солнце и ветер, а также природного газа, что усугубило истечение срока действия ранее существовавших местных и федеральных налоговых льгот. Несмотря на эти «нетехнические» ограничения, объём геотермальной энергии, произведённой за последние пять лет, вырос на 7–10% благодаря мерам, описанным выше.

Геотермальная электроэнергия вырабатывается в основном в Калифорнии (2683 МВт) и Неваде (795 МВт), а остальная энергия поступает от электростанций на Гавайях, в штатах Аляска, Айдахо, Нью-Мексико, Орегон и Юта. Геологоразведочные работы проводились в семи западных и южных штатах, но новых электростанций построено не было. Предоставленные данные показали, что общая установленная мощность составила 3806 МВт в 2018 году (16 ТВт·ч/год), а запланированный прирост выработки к 2023 году не менее 111 МВт (примерно 40 МВт в год). Геотермальная энергия в США в настоящее время составляет около 2% от всех ВИЭ и обеспечивает около 0,4% общей национальной выработки электроэнергии [17].

Министерство энергетики США (DoE) профинансировало многочисленные программы на низовом уровне, посвящённые различным темам, связанным с повышением темпов освоения геотермальной энергии. Эти государственные программы посвящены как «обычным» гидротермальным ресурсам, так и перспективным ресурсам EGS, и являются весьма широкомасштабными и новаторскими.

Американские специалисты в области геотермальной энергетики являются членами и участниками Новозеландской кооперации (NZC), осуществляющей исследования способов извлечения минералов из термальных вод и прямого использования геотермальной энергии, а также изучения сверхкритических геотермальных систем, и консорциума Geothermica, которая занимается предоставлением финансовых средств и передачей геотермальных технологий с участием членом 18 научно-исследовательских организаций из 14 стран. Наконец, геотермальное сообщество США участвует в деятельности Международной энергетической ассоциации (International Energy Association, IEA), Международного партнёрства по геотермальным технологиям (IPGT) и Глобального геотермального альянса (GGA).

\* Подробнее об «усовершенствованных геотермальных системах» (Enhanced Geothermal System, EGS) см. [1], стр. 69.



### Другие страны, планирующие освоение геотермальной энергии Доминика (Dominica)

Геотермальные ресурсы тропического острова Доминика, расположенного в восточной части Карибского моря, более 30 лет изучаются представителями ООН, агентствами правительств США и Франции, а также специалистами международных кредитных организаций. Большой объём научных данных был собран в нескольких перспективных районах, и в 2013 году правительство Доминики при поддержке европейского Банка многостороннего развития (MDB) спонсировало бурение трёх небольших разведоч-

### Монтсеррат (Montserrat)

Геотермальный потенциал острова Монтсеррат (архипелаг Малые Антильские острова в Карибском море) был изучен до и после извержения вулкана Суфриер-Хиллз (Soufriere Hills) в 1995 году, что привело к бурению двух разведочных скважин глубиной более 2350 м компанией Icelandic Drilling по контракту с Министерством международного развития Великобритании (DFID). Была зафиксирована температура 298 °С, и в 2019 году осуществили разработку третьей скважины Мон-3, чтобы иметь две добывающие и одну нагнетательную скважину, необходимые для обслуживания ГеоЭС мощ-

Ожидается, что этот объект будет обеспечивать текущие и будущие потребности жителей острова в электроэнергии. Стоимость проекта оценивается в \$ 20 млн.

### Невис (Nevis)

В 2008 году на острове Невис, принадлежащем к группе Малых Антильских островов в Карибском море, компания West Indies Power Co. (WIP) пробурила три разведочные скважины небольшого диаметра на расстоянии примерно 3,7 км друг от друга на глубину от 782 до 1134 м в районах Спринг-Хилл (Spring Hill), Джессапс (Jessups) и Гамильтон Эстейт (Hamilton Estates). Во всех трёх скважинах темпера-



Фото: Nikon George, Quick Link Productions via Dominica GDC

❖ Геотермальный проект на острове Доминика оценивается в 7 МВт



Фото: Government of Montserrat, gov.ms

❖ Участок скважины Мон-1 на острове Монтсеррат в 2016 году

ных скважин в районе Уоттон-Вэйвен (Wotton Waven). В этих скважинах были зарегистрированы температуры выше 235 °С, и в период с 2014 по 2015 годы была пробурена первая из трёх запланированных эксплуатационных скважин с аналогичными температурами, обнаруженными на глубине чуть более 1,5 км.

В октябре 2019 года скважина WW-P1 в Лаудате (Laudat) была вновь открыта после остановки на пять лет. Газообразный сероводород на пятнадцать лет удалён, прошли двухнедельные испытания. На начальном этапе планировалось построить электростанцию мощностью 7 МВт (2 × 3,5 МВт). В настоящее время проект находится под контролем специально созданной госкомпании Dominica Geothermal Development, которая готова потратить \$50 млн из национальных фондов. Техническая помощь была предоставлена компанией Jacobs New Zealand, Ltd., и Французским агентством развития (AFdD). Завершена оценка воздействия ГеоЭС на окружающую среду и социальную сферу, исследованы маршруты трубопроводов отбора и закачки, и ожидалось, что электростанция будет запущена уже в 2021 году.

ностью от 2,5 до 3,5 МВт. Бурение Мон-3 столкнулось со значительными трудностями, и от неё пришлось отказаться до достижения проектной глубины.

Несмотря на это, в планах правительства Монтсеррат по-прежнему находится строительство геотермальной электростанции с использованием пара, полученного из скважин Мон-1 и Мон-2, пробуренных до 2015 года.



Фото: Clean Power Nevis Project (Nevis Electric Co. and NREI), cleanpowernevis.com

❖ В 2020 году на о. Невис было анонсировано строительство ГеоЭС мощностью 10 МВт

тура превышала 225 °С, и было произведено значительное количество пара. Геотермометрические прогнозы предполагают, что пластовая температура составляет не менее 260 °С.

В ноябре 2013 года компания Nevis Renewable Energy Int. (NREI) была выбрана администрацией острова Невис в качестве разработчика ресурсов вместо WIP. В 2018 году NREI заключила контракт с геотермальной компанией DOSECC из города Солт-Лейк-Сити (штат Юта, США) на бурение скважины малого диаметра на бывшем участке «Гамильтон Эстейт». Тестирование скважины №4 показало, что породы имеют высокую проницаемость и температуру 256 °С, а термальные воды обладают и другими характеристиками, подходящими для использования в качестве «топлива» для электростанции.

Начиная с 2019 года NREI планирует определить источники финансирования, а затем построить сетевую электростанцию мощностью 9 МВт для выработки электроэнергии для бытовых нужд, а также, если это будет возможно, экспортировать электричество на близлежащий остров Сент-Китс (St. Kitts).



### Сент-Китс (St. Kitts)

Несмотря на дымящиеся фумаролы, в избытке обнаруженные в кратере горы Лиамуига (Liamuiga), геотермальные признаки на Сент-Китсе (также остров из группы Малых Антильских островов) выражены менее чётко, чем на других островах Карибского моря. В 2017 и 2018 годах французской компанией, базирующейся в Гваделупе, проводились исследования поверхности острова. Данная работа, финансируемая Карибским банком развития (CDB) и Карибским сообществом (CARICOM), выявила потенциал геотермальных ресурсов, способных обеспечить выработку 18–35 МВт электроэнергии.



Фото: Sonya Bobb, flickr.com

•• Вид на остров Невис с острова Сент-Китс

Федерация Сент-Китс и Невис получит от Европейского союза €5 млн на развитие сектора возобновляемых источников энергии и энергоэффективных технологий, хотя по состоянию на конец 2019 года ни одна компания не объявила о каких-либо планах относительно дальнейших геотермальных работ.

### Сент-Люсия (St. Lucia)

В 2015 и 2016 годах при финансовой поддержке Всемирного банка и правительства Новой Зеландии было проведено комплексное научное исследование впадины (по одной из теорий, это древняя кальдера) Квалибу (Qualibou) на острове Сент-Люсия в Карибском море.

Были произведены геологическое картирование, отбор геохимических проб, гравиметрическая, аэромагнитная, магнитотеллурическая и аудиомангнитотеллурическая съёмки, а также съёмка по технологии лазерного 3D-сканирования LIDAR. Интерпретация результатов этой работы показала наличие двух перспективных участков во впадине и ещё одного южнее. В настоящее время в рекомен-

дующих областях планируется бурение минимум трёх скважин малого диаметра. Целью является обнаружение химически малоактивных, но достаточно горячих и обильных геотермальных ресурсов, чтобы обеспечить производство около 30 МВт электроэнергии после 2020 года.

Правительство Сент-Люсии сотрудничает со Всемирным банком при оценке их позиции в отношении существующего меморандума о взаимопонимании. Оно также ведёт переговоры с опытной международной девелоперской компанией по вопросам эксплуатационного бурения и проектирования, строительства и эксплуатации электростанции.

### Сент-Винсент (St. Vincent)

В ноябре 2018 года компании Saint Vincent Geothermal Co., Ltd., Reykjavik Geothermal и Iceland Drilling Co. подписали контракт на бурение четырёх скважин на острове Сент-Винсент в Карибском море в надежде подтвердить наличие геотермальных ресурсов, указанных в ходе предыдущих исследований. В 2021 или 2022 году планируется ввод в эксплуатацию ГеоЭС мощностью около 10 МВт, которая поможет островному государству Сент-Винсент и Гренадины сэкономить примерно 140 тыс. баррелей сырой нефти. Текущие работы финансируются Карибским банком (CDB) и Межамериканским банком



Фото: Government of Saint Lucia, govt.lc

•• Геотермальный потенциал острова Санта-Люсия — около 30 МВт



Фото: Stv Online The Saint Vincent and The Grenadines, facebook.com

•• На острове Сент-Винсент осуществляется строительство ГеоЭС 10 МВт

развития (IADB). Компании Jacobs New Zealand, Ltd., и Mannivit of Iceland будут основными инженерными консультантами по проекту.

В мае 2019 года полноразмерная геотермальная буровая установка была перемещена на площадку на Бамбуковом хребте (Bamboo Range) недалеко от сезонной речки Рабакка (Rabacca) в северо-центральной части острова, к югу от вулкана Суфриер (Soufriere). Первая скважина (скважина № 1) пробурена на глубину около 2,7 км и прогрета перед испытанием. Сообщается, что проницаемость во время бурения была незначительной. В августе, сентябре и октябре 2019 года за 83 дня была пробурена вторая скважина (скважина № 3) глубиной около 2,8 км. Первоначальные измерения показали температуру около 215 °С и выше. Текущие планы предусматривали завершение бурения к декабрю 2019 года, ремонт скважины № 1 к февралю 2020 года, начало испытаний скважины в марте 2020 года и поиск проектировщика электростанции в августе или сентябре 2020 года, с началом строительства станции в 2021 году.





В провинции Саскачеван около города Эстеван будет построена ГеоЭС минимум за \$50 млн

### Канада

Канадская геотермальная энергетика имеет несколько проблем, напрямую влияющих на развитие отрасли. Во-первых, отсутствует политика поддержки и программы финансирования на ранних этапах, как на местном, так и на федеральном уровнях. Кроме того, несколько территориальных юридических организаций не смогли разработать нормативно-правовую базу для использования геотермальной энергии. Это создаёт неопределённость для инвесторов и затрудняет разработчикам продвижение проектов после фазы разведки. Чтобы изменить эту ситуацию, были предприняты некоторые инициативы. К ним относятся создание Канадской национальной базы данных по геотермальной энергии (CNGD), картографирование благоприятных геотермальных ресурсов на уровне провинций и территорий, программы повышения энергетической грамотности населения и усилия Канадской ассоциации геотермальной промышленности (CanGEA) по обеспечению местной и федеральной поддержки геотермальной индустрии.

В настоящее время на различных стадиях находятся восемь проектов по производству геотермальной энергии: от получения разрешений до проведения наземных геологических исследований, бурения скважин и строительства демонстрационных объектов. Эта работа проводится в провинциях Британская Колумбия (три проекта) и Альберта (два), на Северо-Западных (Northwest) территориях, территории Юкон (Yukon) и в Саскачеване (Saskatchewan) — по одному проекту.

Провинция Британская Колумбия обладает одним из самых качественных геотермальных ресурсов в Канаде. Проекты по производству электроэнергии и/или тепла представляют собой для сельских и удалённых сообществ путь к достижению энергетической безопасности и независимости. В настоящее время компания Vorealis GeoPower разрабатывает два



Геотермальный потенциал островов Милос, Нисирос, Лесбос и др. оценивается в сотни МВт

проекта в Британской Колумбии: проект «Каноз Рич» (Canoe Reach) в 30 км к югу от города Валемаунт (Valemount) и проект «Лакелсе» (Lakelse) в 10 км к югу от города Террас (Terrace). В рамках проекта «Каноз Рич» планируется создать «особую геотермальную экономическую зону» (GeoHeat Park), где местные предприятия будут использовать геотермальное тепло, а производство электроэнергии составит вторую фазу проекта. Проект «Лакелсе» также может включать создание GeoHeat Park и ГеоЭС мощностью 15 МВт [18].

В настоящее время в провинции Альберта реализуются два демонстрационных проекта: проект, финансируемый компанией Alberta Innovates, на нефтяном месторождении «Свон Хиллз» (Swan Hills), в рамках которого рассматривается возможность производства 3–5 МВт электроэнергии с использованием совместно добываемых жидкостей; проект, осуществляемый компанией E3 Metals Corp., в рамках которого геотермальная энергия будет использоваться на предприятии по добыче лития из нефти. Кроме того, компания Terrapin Geothermics и два партнёра получили национальное финансирование в размере \$25 млн на планируемый

проект «Альберта-1» мощностью 5 МВт, который будет генерировать тепловую и электрическую энергию.

Наконец, в провинции Саскачеван разработчик геотермального проекта в городе Эстеван (Estevan) подписал в ноябре 2018 года соглашение о покупке электроэнергии с правительством провинции. Проект в Эстеване может стать первым геотермальным объектом по производству электроэнергии в Канаде, обеспечивая передачу 5 МВт электроэнергии в энергосеть и вырабатывая тепло для возделывания агрокультур в теплицах.

### Греция

В 1970-х годах в Греции на острове Милос (Milos) в Эгейском море была построена электростанция мощностью 2 МВт, однако она была остановлена из-за чрезмерного солеотложения и непопулярности среди жителей. Бурение на скалистом острове Нисирос (Nisyros) в том же десятилетии показало очень высокие температуры (более 320°C), но с исключительно агрессивным химическим составом термальных вод. Соответственно, в настоящее время в Греции нет электростанций, работающих на геотермальных ресурсах.

В 2018 году компания Public Power Corp. провела международный тендер на разработку высокотемпературных ресурсов, которые, как известно, в достатке имеются на островах Лесбос (Lesbos), Метана (Methana), Нисирос и островном комплексе Милос-Кимолос (Milos-Kimolos). Компания Helector S.A. выиграла право на партнёрство с PPC, и, возможно, в будущем может начаться реализация проектов на территориях Лесбоса и/или Метаны. Национальный план энергетики и климата от 2019 года прогнозирует, что геотермальная энергия составит 100 МВт к 2030 году и 300 МВт к 2040-му [19].





Экспериментальные скважины на геотермальном поле Мешгиншехр (Meshginshahr) в Иране

### Иран

В Иране весьма велик потенциал развития геотермии для ресурсов с низкими, умеренными и высокими температурами. Температуры термальных источников колеблются от 20 до 80 °С. Перспективными считаются площади в 14 регионах страны [20]. Среди них район Сабалан (Sabalan), по-видимому, обладает лучшими ресурсами, при этом месторождение Мешгиншехр (Meshginshahr) в настоящее время имеет приоритет для строительства геотермальной электростанции. Завершены наземные геологоразведочные работы, бурение и оценка ресурсов. Численное моделирование коллектора и ТЭО проекта показывают, что доказана перспективность строительства электростанции мощностью 5 МВт на месторождении площадью 5 км<sup>2</sup>. Возможно дальнейшее расширение площади месторождения до приблизительно 20 км<sup>2</sup>, и в этом случае может быть достигнута общая установленная мощность около 250 МВт.

В период с 2015 по 2019 годы было пробурено 13 скважин для проектов геотермальной электроэнергетики, на что израсходовали \$ 22 млн, предоставленных государством. К 2020 году общие установленные геотермальные мощности Ирана, как ожидается, вырастут до 5 МВт, обеспечивая 35 ГВт·ч электроэнергии в год для энергосети в северной части страны.

### Эквадор

В ноябре 2017 года на горном участке Чачимби́ро (Chachimbiro) была пробурена первая глубокая геотермальная разведочная скважина в Эквадоре РЕС-1. Узкая скважина диаметром 6 1/8" расположена на возвышенности 3460 м и достигла глубины 1978 м, где была зафиксирована температура 235 °С. Работы проводились с использованием грантов и помощи япон-

ского концерна JICA для Национальной электрической компании (CELEC). Следующий этап, который будет финансироваться JICA в счёт государственного займа, может включать бурение пяти дополнительных скважин для подтверждения ресурсов и установку устьевого блока мощностью 5 МВт. Если эта фаза проекта будет успешной, будет рассмотрена возможность расширения до 50 МВт.

Участок Чачимби́ро — первая из 11-ти перспективных площадок, завершивших этап предварительного технико-экономического обоснования успешным бурением глубокой разведочной скважины. Три других высокотемпературных участка, а именно Чакана-Яманко (Chacana-Jamanco), Чакана-Качияку (Chacana-Cachi-yacu) и Туфиньо-Чилес (Tufiño-Chiles), а также один низкотемпературный участок Чалпатан (Chalpatán) всё ещё находятся на подготовительной стадии глубокого бурения.

Остальные шесть перспективных объектов — вулканические зоны Чалупас (Chalupas), Гуапан (Guarán), Чимборасо (Chimborazo), Чакана-Оякачи (Chacana-Oyacachi), Баньос-де-Куэнка (Baños de Cuensa) и Альседо (Alcedo). Все они ожидают государственного финансирования для завершения предварительных технико-экономических обоснований и выявления участков для размещения глубоких разведочных скважин [21].

С 2015 по 2019 годы 111 человеко-лет работы были предприняты сотрудниками правительства Эквадора, национальной энергетической компании, университетов и организаций, предоставляющих иностранную помощь. На геотермальные работы было потрачено в общей сложности около \$ 22,57 млн, из которых 30 % поступило из государственных источников, а 70 % — от частного сектора.

### Выводы

Хотя количество стран, которые используют геотермальную энергию для производства электричества, всё ещё невелико по сравнению со странами, которые применяют свои тепловые ресурсы напрямую (для централизованного отопления, сельского хозяйства, аквакультуры и лёгкой промышленности), можно отметить, что к «мировому геотермальному движению» присоединяются всё новые страны. С 2015 года ими стали Бельгия, Чили, Хорватия, Гондурас и Венгрия.

Кроме того, в течение нового десятилетия, начавшегося в 2020 году, освоение или значительное увеличение мощности геотермальной энергетики будет доступно в Аргентине, Австралии, Канаде, Китае, Доминике, Эквадоре, Греции, Иране, Тайване, на островах Монтсеррат, Невис, Сент-Люсия и Сент-Винсент.

В настоящее время ведутся исследования и в нескольких африканских странах, прилегающих к Восточно-Африканской рифтовой зоне (Танзания, Уганда, Руанда и Малави). Первоначальные попытки освоения геотермальной энергии могут быть относительно небольшими (менее 20 МВт), но геотермальный энергоресурс может обеспечивать значительную часть национального спроса на электрическую энергию и способствовать растущей международной тенденции перехода к «зелёной» энергетике.



Страны с наибольшей общей установленной мощностью используемых геотермальных ресурсов (в порядке убывания): США, Индонезия, Филиппины, Турция, Новая Зеландия, Мексика, Италия, Кения, Япония и Коста-Рика. В Индонезии расположены четыре крупнейшие в мире электростанции, самая большая из которых — «Гунунг Салак» (Gunung Salak) — имеет мощность 375 МВт. При объявленных темпах, согласно которым Индонезия планирует развивать большую часть своих очень значительных геотермальных ресурсов, вполне возможно, что она сможет превзойти США и стать лидером мирового рынка примерно к 2027 году.

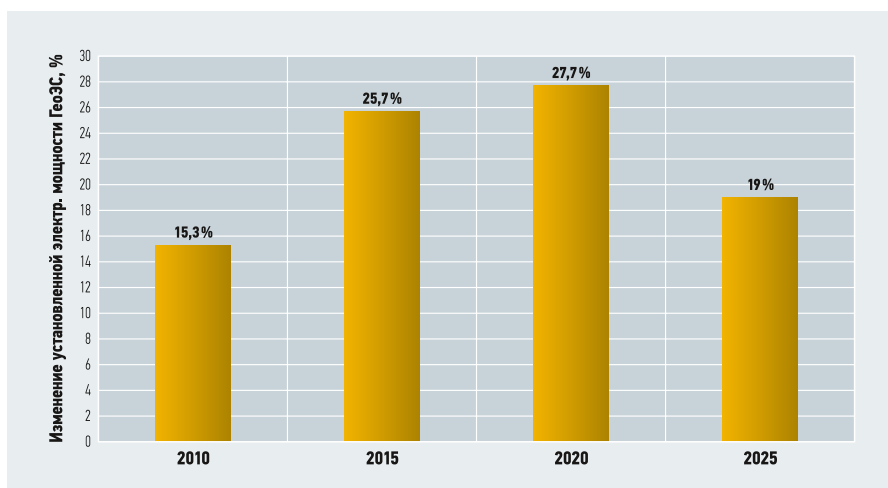


Рис. 1. Изменение установленной мощности за период 2010–2025 годов (рис. 2 из [1])

Очень обнадеживает документальное подтверждение значительного роста общих установленных мощностей в Турции (1074 МВт), Индонезии (998 МВт), Кении (599 МВт), США (234 МВт), Исландии (73 МВт), Новой Зеландии (59 МВт), Китае (19,5 МВт) и Германии (16 МВт).

Также за последние пять лет возросло внимание к возможностям инновационных технологий «усовершенствованных геотермальных систем» (EGS), что позволит задействовать огромные тепловые ресурсы геологических формаций с низкой естественной проницаемостью. Эта работа продолжается в США, Исландии, Великобритании, Германии, Китае, Португалии и Нидерландах.

Следует отметить, что в настоящее время высокорисковые начальные фазы проектов с использованием геотермальных ресурсов финансируются правительствами, полугосударственными организациями и международными кредитными организациями, а не частным сектором. Турция, Филиппины и США, похоже, являются единственными исключениями из этой тенденции. Привлечение госсредств

на ранней стадии позволяет снизить риски, осознаваемые частниками. После того, как предполагаемые ресурсы будут разведаны, охарактеризованы и предварительно определены их масштабы, перспективное развитие может быть передано в частный сектор для подтверждения, разработки, добычи и бурения нагнетательных скважин, а также проектирования и строительства электростанций вместе с завершением всех необходимых работ и для передачи генерируемой энергии в национальные энергосети. Судя по комментариям, сделанным в нескольких докладах для WGC 2020, вполне вероятно, что эта тенденция развития геотермальной энергетики продолжится в следующем десятилетии из-за глобальной экономической и политической неопределённости, которая негативно влияет на желание большинства частных инвесторов стать пионерами отрасли.

На рис. 1 представлено процентное изменение установленной мощности мировых ГеоЭС за каждый пятилетний период, начиная с 2010 года. При взгляде на рис. 1 становится очевидным, что прогнозные

цифры роста геотермальной электроэнергетики на 18,5% в период между 2020 и 2025 годами ниже темпов роста около 25%, зафиксированных за последние десять лет. Считается, что это в первую очередь связано с конкуренцией со стороны солнечной и ветровой энергии и установок на природном газе, которые имеют более низкие риски, меньшие удельные затраты на киловатт-час и малые сроки окупаемости. Также можно посоветовать на медленные темпы внедрения законов, правил и положений «геотермальной» политики в некоторых странах.

Свою роль играют и бюрократические проволочки, которые значительно увеличивают время, затраты и риски, необходимые для получения доступа к земельным участкам, смягчения воздействия на частную собственность местных жителей, преодоления экологических, социально-культурных и других препятствий. Глобальная и локальная бюрократия во многих странах значительно увеличивает сроки получения всех необходимых разрешений на разведку, разработку, строительство и ввод в эксплуатацию всех компонентов геотермального месторождения, электростанций и объектов электропередачи. Последнее может увеличить время, необходимое для завершения геотермального проекта, до нескольких лет по сравнению с одним годом или даже несколькими месяцами, которые обычно требуются для строительства и эксплуатации ветряных и солнечных электростанций.

Будем надеяться, что описанная выше ситуация будет преодолена или, по крайней мере, изменится к лучшему, и темпы роста геотермальной энергетики в международном масштабе смогут вернуться к своим прошлым высоким уровням. ●

- Бадавов Г.Б. Геотермальная энергетика: всемирный обзор 2020. Часть 1 / Под ред. С.И. Володиной // Журнал СОК, 2021. №12. С. 66–74.
- Ragnarsson Á., Steingrímsson B., Thorhallsson S. Geothermal development in Iceland 2015–2019. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Darma S., Imani Y.L., Shidqi N.A., Dwikorianto T., Daud Y. Country Update: The fast growth of geothermal energy development in Indonesia. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Serra D., Cei M., Lupi M. Geothermal energy use — Country Update for Italy (2015–2019). Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Lund J.W. 100 years of geothermal power product. Proc. of the 30th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering. Stanford University. Stanford, California (US). 2005. 10 p.
- Yasukawa K., Nishikawa N., Sasada M., Okumura T. Country Update of Japan. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Omenda P., Mangi P., Ofwona C., Mwangi M. Country Update for Kenya 2015–2019. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Gutiérrez-Negrín L.C., Félix Is.C., Romo-Jones Jo.M., Quijano-León Jo.L. Geothermal energy in Mexico: update and perspectives. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Carey B., Daysh S., Doorman P., Luketina K., White B., Zarrouk S. New Zealand Country Update (2015–2020). Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Bertani R. Geothermal power generation in the World 2010–2014 Update Report. Proc. of the World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia. 2015.
- Lahan M., Villafuerte G., Stevens L. Geothermal energy resources of Papua New Guinea: Country Update. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Fronza A., Lazaro V., Halcon R. Geothermal energy development: The Philippines Country Update. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Nunes Jo.C., Coelho L., Carvalho Jo.M., Carvalho M.d.R., Garcia Jo. Portugal Country Update 2020. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Svalova V., Povarov K. Geothermal resources and energy use in Russia. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Shen-Rong S. and the Geothermal Energy Research Teams of NTU. Current developments of the geothermal energy in Taiwan. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Mertoglu O., Simsek S., Basarir N. Geothermal energy use — Projections, Country Update for Turkey. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Robertson-Tait A., Harvey W. The United States of America Country Update — Electric power generation. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Thompson A., Harmer Z., Wainer D. Geothermal development in Canada — 2020 Country Update. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Papachristou M., Dalabakis P., Arvanitis A., Mendrinos D., Andritsos N. Geothermal developments in Greece (Country Update 2015–2020). Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Mousavi S. Z., Jalilinasrabadi S. Geothermal Country Update Report of Iran (2015–2020). Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.
- Beate B., Urquiza M., Lloret A. Geothermal Country Update for Equador (2015–2020). Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland. 2020.





## Методика расчёта графиков регулирования подачи теплоты в систему отопления\*

Представляем вниманию читателей заключительную часть статьи [«Новая редакция СП 60.13330.2020\\*\\* не позволяет правильно рассчитать тепловую нагрузку и годовое теплотребление системы отопления зданий»](#) [1], включая вторую часть предлагаемого дополнения к [Приложению А СП 60 — «Методики расчёта графиков регулирования подачи теплоты в системы отопления»](#). Первая часть указанных материалов была опубликована в [ноябрьском номере журнала СОК за 2021 год](#).

**Автор:** В.И. ЛИВЧАК, к.т.н., независимый эксперт по энергоэффективности зданий и систем их инженерного обеспечения

\* Окончание статьи [1], опубликованной в [СОК №11/2021](#).  
\*\* СП 60.13330.2020 далее по тексту именуется как СП 60, а СП 50.13330.2012 — как СП 50.

Измерение фактического теплотребления домов с улучшенной теплоизоляцией, в соответствии с требованиями Изменений №3 к [СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника»](#), утверждённых [постановлением Минстроя России от 11 августа 1995 года №18-81, МГСН 2.01–1999 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению»](#) и [СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий»](#), показало, что экономии тепловой энергии в домах, построенных после 2000 года (в Москве по [МГСН 2.01–1999](#)), и ожидаемой в размере 50% по сравнению со зданиями, построенными до 1995 года, так и не произошло — теплотребление уменьшилось всего на 15–20%.

В табл.1 представлены данные фактического теплотребления на отопление 3183 многоквартирных домов (МКД) типовых серий, построенных до и после 2000 года в Москве, и пересчитанного на нормализованный отопительный период (НОП) для сравнения с ожидаемыми годовыми расходами теплотребления по проектным данным, исходя из пересчёта расчётного расхода теплоты на отопление (согласно Приложению 22 [СНиП 2.04.07–86 «Тепловые сети»](#)), взятого из проекта или из [Московского территориального строительного каталога \(МТСК\)](#), плюс 7% надбавка для многосекционных зданий или 5% для односекционных домов-башен на потери тепла трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях (см. [параграф А.10 Приложения А к СП 60\\*\\*](#) в статье [1]), и требуемыми в соответствии со стандартом [СТО НОП 2.1–2014 «Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания»](#), выполненного автором.

Требуемый расчётный расход теплоты на отопление рассчитан исходя из задач поддержания температуры воздуха в квартирах на комфортном уровне, обеспечения нагрева наружного воздуха для вентиляции квартир в объёме нормативного воздухообмена (30 м<sup>3</sup>/ч на одного жителя при заселённости 20 м<sup>2</sup> общей

площади квартир на человека) и с учётом бытовых теплопоступлений в размере 17 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади квартир при указанной заселённости.

Годовое требуемое теплотребление на отопление определено исходя из увеличения доли бытовых теплопоступлений в квартирах в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха и с учётом перехода на сниженные расчётные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при выявленном запасе тепловой мощности этой системы.

**Требуемый расчётный расход теплоты на отопление рассчитан исходя из задач поддержания температуры воздуха в квартирах на комфортном уровне, обеспечения нагрева наружного воздуха для вентиляции квартир в объёме нормативного воздухообмена (30 м<sup>3</sup>/ч на одного жителя) и с учётом бытовых теплопоступлений в размере 17 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади квартир при указанной заселённости**

Для возможности сопоставления фактического теплотребления систем отопления МКД различных серий между собой и с ожидаемыми годовыми проектными и требуемыми расходами количественные значения переводятся в удельные по отношению к 1 м<sup>2</sup> площади квартир каждого дома: в расчётных показателях —  $q_{от}^p$  в кВт/м<sup>2</sup>, в годовом теплотреблении —  $q_{от}^{год}$  в кВт·ч/м<sup>2</sup> площади квартир без летних помещений.

Как следует из табл.1, фактическое удельное, пересчитанное на нормализованный отопительный период, средневзвешенное теплотребление системами отопления домов 3-го поколения строительства [серии КОПЭ и П (нормальным шрифтом в табл.1)] по измерениям в 112 домах составило 19 413/112 = 173 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Сопоставление проектных и требуемых значений удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление\*

табл. 1

Серия дома, завод и годы строительства	Кол-во обл. зданий	$K_{зап} = q_{от}^{нр-р} / q_{от}^{тр-р}$	$q_{от}^{нр-год},$ кВт-ч/м <sup>2</sup>	$q_{от}^{тр-год},$ кВт-ч/м <sup>2</sup>	$q_{от}^{факт-год},$ кВт-ч/м <sup>2</sup>	$q_{от}^{факт-год} / q_{от}^{тр-год}$
1	2	3	4	5	6	7
КОПЭ/18–22, производства ДСК-2, строительства 1980–1998 гг.	20	94/89 = 1,06	254	195	192	0,98
КОПЭ/18–22, строительства 1984–1998 гг. (из отчёта)	9	94/89 = 1,06	254	195	191	0,98
<b>КОПЭ–2000/22, стр-ва 2002–2009 гг. (из отчёта)</b>	<b>3</b>	<b>61/53 = 1,15</b>	<b>164</b>	<b>106</b>	<b>159</b>	<b>1,5</b>
П-3/10–17, производства ДСК-3, строительства 1990–1995 гг.	16	77/74 = 1,04	207	157	150	0,96
<b>П-3М/12–17, строительства 1999–2002 гг.</b>	<b>12</b>	<b>54/43 = 1,25</b>	<b>146</b>	<b>86</b>	<b>141</b>	<b>1,64</b>
П-3/16, строительства 1976–1982 гг. (из отчёта)	3	77/74 = 1,04	207	157	186	1,18
<b>П-3М/14–17, строительства 2005–09 гг. (из отчёта)</b>	<b>5</b>	<b>54/43 = 1,25</b>	<b>146</b>	<b>86</b>	<b>164</b>	<b>1,91</b>
П-44/16, производства ДСК-1, строительства 1980–1981 гг.	15	85/86 = 0,98	223	189	179	0,95
П-44/16*, строительства 1986–1990 гг.	7	78/77 = 1,01	210	167	161	0,96
П-44/10–17, строительства 1991–1996 гг.	11	81/73 = 1,11	218	158	146	0,92
<b>П-44Т/10–17, строительства 2001–2002 гг.</b>	<b>23</b>	<b>77/51 = 1,51</b>	<b>212</b>	<b>105</b>	<b>156</b>	<b>1,49</b>
П-44/16, строительства 1982–1986 гг. (из отчёта)	6	85/86 = 0,98	223	189	180	0,95
П-44/16*, строительства 1987–1990 гг. (из отчёта)	3	78/77 = 1,01	210	167	192	1,15
П-44/17, строительства 1993–1995 гг. (из отчёта)	4	81/73 = 1,11	218	158	186	1,18
<b>П-44Т/10–17, строительства 2001–2002 гг. (из отчёта)</b>	<b>9</b>	<b>77/51 = 1,51</b>	<b>212</b>	<b>105</b>	<b>181</b>	<b>1,72</b>
П-46/12–14, производства ГМПСМ, строительства 1974–1998 гг.	18	91/86 = 1,06	245	188	171	0,91
<b>П-46М/7 и 12, производства ГМПСМ, строительства 2001–2002 гг.</b>	<b>8</b>	<b>65/47 = 1,37</b>	<b>175</b>	<b>97</b>	<b>152</b>	<b>1,57</b>
II-49/9, пр-ва ДСК-1 до серии П44, стр-ва 1962–1980 гг.   <b>после капремонта</b>	964 7	69/75 = 0,92   <b>56/45 = 1,26</b>	186 151	182 86	190 163	1,04 1,90
1-515/9, пр-ва ГМПСМ, стр-ва 1965–1980 гг.   <b>после капремонта</b>	351 5	70/79 = 0,89   <b>57/47 = 1,21</b>	188 155	191 91	177 158	0,93 1,74
II-18/9Б, пр-ва ГМПСМ, стр-ва 1960–1974 гг.   <b>после капремонта</b>	480 6	83/89 = 0,93   <b>69/51 = 1,35</b>	225 186	192 100	194 167	1,01 1,67
II-18-01/12, пр-ва ГМПСМ, стр-ва 1966–1980 гг.   <b>после капремонта</b>	973 31	75/80 = 0,94   <b>57/49 = 1,16</b>	195 156	185 95	194 164	1,05 1,73
1605АМ/12, пр-ва ДСК-2, стр-ва 1970–1980 гг.   <b>после капремонта</b>	225 2	78/77 = 1,01   <b>55/44 = 1,25</b>	210 148	185 85	192 164	1,04 1,93

\* Для жилых домов типовых серий с фактическим теплоснабжением. Примечания: а) в обозначении серии типового проекта в знаменателе указывается этажность здания; б) П-44/16\* — 16\* означает 17 этажей [по Московскому территориальному строительному каталогу (МТСК)]; в) жирным шрифтом выделены дома с повышенной теплозащитой, класс энергоэффективности «нормальный»; г) (из отчёта) — по результатам отчёта ГУП «НИИ Мосстрой» «Анализ энергопотребления введённых в эксплуатацию жилых зданий» (2013 год), результаты которого были доложены 22 мая 2014 года на заседании секции «Энергоэффективное домостроение» Объединённого научно-технического совета по вопросам градостроительной политики и строительства (ОНТС) города Москвы.

Требуемое теплоснабжение этих домов, рассчитанное по стандарту [СТО НОП 2.1–2014](#), оказалось намного ниже проектного и в пределах ± 5% почти совпало с фактическим, за исключением домов П-3/16 строительства 1976–1982 годов, в которых фактическое теплоснабжение (186 кВт-ч/м<sup>2</sup>) было на 18% выше ожидаемого, но всё равно ниже проектного — 207 кВт-ч/м<sup>2</sup>, и домов серии П-44/16\* строительства 1987–1990 годов и П-44/17 строительства 1993–1995 годов, где фактическое теплоснабжение (192 и 186 кВт-ч/м<sup>2</sup>) было, соответственно, на 15 и 18% выше ожидаемого, но также ниже проектного — 210 и 218 кВт-ч/м<sup>2</sup>.

Эти отклонения объясняются местными условиями теплоснабжения и при осреднении методом отсечения крайних значений не противоречат выводу, что фактическое теплоснабжение на отопление совпадает с требуемым, что косвенным образом подтверждает правильность принятой методики.

Запас тепловой мощности домов 3-го поколения практически не превышает 10%, а домов 2-го поколения (нижние пять строк табл. 1 нормальным шрифтом) ниже  $K_{зап} = 1$  также в пределах 10–12%. В отношении домов 4-го поколения, построенных с повышенной теплозащитой

(те же дома серии КОПЭ и П, но жирным шрифтом в табл. 1), а также домов 2-го поколения, но прошедших комплексный капитальный ремонт с утеплением (нижние пять строк жирным шрифтом в табл. 1), — они отличаются тем, что запас тепловой мощности (превышение проектной тепловой нагрузки над требуемой) для домов серии ПЗМ составляет 25%, серии П46М — 37% и серии П44Т — 51%. То же



для домов после комплексного капитального ремонта — превышение составляет от 16% (дома серии П-18-01/12) до 35% (дома серии П-18/9Б).

Вообще, по типовым домам 4-го поколения ожидаемое годовое теплоснабжение по проектному режиму значительно превышает требуемое для домов: серии П-3М в 1,7 раза (146/86), серии П-46М — в 1,8 раза (175/97), серии П-44Т — в 2,0 раза (212/105). То же после капитального ремонта с утеплением для домов: серии П-18-01/12 в 1,64 раза (156/95), серии 1-515/9 в 1,7 раза (155/91), серии 1605АМ/12 в 1,74 раза (148/85), серии П-49/9 в 1,76 раза (151/86) и серии П-18/9Б в 1,86 раза (186/100).

**Это огромный перерасход теплоты!** Причём фактическое теплоснабжение подтверждает такой же перерасход в сравнении с ожидаемым требуемым теплоснабжением (колонка 7 табл. 1):

а) по обработанным данным, представленным в отчёте ГУП «НИИ Мосстрой», для домов: серии П44Т — в 1,72 раза, серии ПЗМ — в 1,91 раза;

б) по данным, которыми располагает автор, для домов: серии П44Т — в 1,49 раз, серии ПЗМ — в 1,64 раза, серии П46М — в 1,57 раза, после капитального ремонта — от 1,67 до 1,93 раз.



Наглядным примером динамики изменения удельного расхода тепловой энергии на отопление МКД за отопительный период может служить рис. 1, полученный из табл. 1 на примере домов серии П-49 и П-44.

Из рис. 1 видно, что, если до выхода СНиП П-33-75, когда при расчёте системы отопления не учитывались бытовые теплопоступления, а теплопотери с инфильтрацией принимались в размере всего 8 % от теплопотерь через наружные ограждения, проектный и требуемый удельный расходы тепловой энергии на отопление за отопительный период были близки (серия П-49), то в последующие годы проектный расход за отопительный период пришедшим им на смену домам серии П-44/16 на 20–35 % превышал требуемый (из-за учёта при определении последнего увеличивающейся в тепловом балансе дома доли бытовых теплопоступлений с повышением температуры наружного воздуха выше расчётной величины). Вследствие этого фактическое годовое теплопотребление, за исключением домов, построенных после 2000 года, было близко к требуемому (отличие — менее 10 %), а после введения в 2000 году повышенной теплозащиты и установленного по непонятной причине 50%-го запаса тепловой мощности ожидаемое годовое теплопотребление по проекту оказалось в два раза больше требуемого и может быть снято путём перехода на более низкие расчётные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления.

Доказательством такого снижения фактического теплопотребления до требуемого служат результаты эксперимента исследовательской группы под руководством автора данной статьи, проведённого в 12-этажных домах серии П-18-01/12 в Москве (на ул. Обручева) после выполненного в них комплексного капремонта. На этот эксперимент была ссылка в предыдущей статье автора [1], включавшая описание достигнутых теплотехнических и санитарно-гигиенических показателей, позволивших добиться тепловой нагрузки системы отопления  $Q_{от}^{р.тр} = 175,7$  кВт или удельного значения

$$q_0^{р.тр} = \frac{Q_{от}^{р.тр}}{A_{кв}} = \frac{175,7}{3618} = 48,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

на 1 м<sup>2</sup> площади квартир.

Проектная тепловая нагрузка системы отопления дома по сумме расчётных теплопотерь всех помещений, по которым были подобраны отопительные приборы в проекте, с учётом 5 % надбавки к расчётным теплопотерям на потери тепла трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях (осталь-

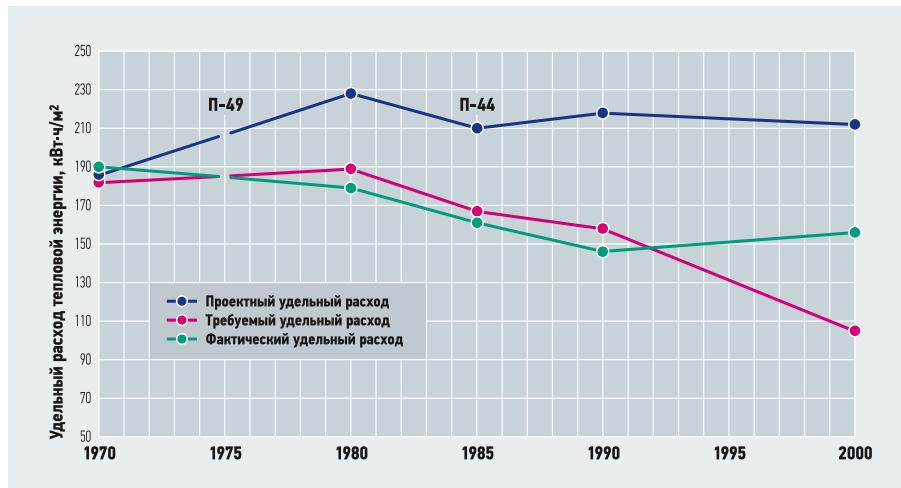


Рис. 1. Динамика изменения удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период в зданиях производства ДСК-1 типовых серий П-49 и П-44

ные дополнительные и добавочные теплопотери учтены при подборе площади нагрева отопительных приборов), составила  $Q_{от}^{р.пр} = 195,4 \times 1,05 = 205,2$  кВт или  $q_{от}^{р.пр} = 205,2/3618 = 56,7$  кВт·ч/м<sup>2</sup>. Отсюда коэффициент запаса тепловой мощности системы отопления составил

$$K_{зап} = \frac{Q_{от}^{р.пр}}{Q_{от}^{р.тр}} = \frac{205,2}{175,7} = 1,17.$$

Проектная тепловая нагрузка системы отопления дома серии П-18-01/12 до капитального ремонта составила величину 290 кВт.

Выполнение капитального ремонта с повышением теплозащиты до базового уровня [нормативные значения по СНиП 23-02-2003 (в СП 50.13330.2012, актуализирующем этот СНиП и вышедшем на его замену, также как и в приказе Минстроя России от 17 ноября 2017 года №1550 «Требования энергетической эффективности зданий...», не предусматривается повышение теплозащиты при выполнении

капитального ремонта МКД) при осуществлении обязательного автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления в автоматизированном индивидуальном тепловом пункте (АИТП) или автоматизированном узле управления (АУУ) при теплоснабжении от ЦТП или квартальных котельных] позволяет сократить тепловую нагрузку на систему отопления до требуемого значения в 1,65 раза (290/175,7).

Годовой расход тепловой энергии на отопление в условиях авторегулирования его подачи по стандартному проектному графику составит, по аналогии с [1]:

$$Q_{от.до.капрем}^{год.пр} = \frac{290}{20+26} \times (20+3,1) \times 214 \times 24 \times 1,1 \times 10^{-3} = 822,8 \text{ МВт}\cdot\text{ч}.$$

Удельное значение годового расхода тепловой энергии на 1 м<sup>2</sup> площади квартир:

$$q_{от.до.капрем}^{год.пр} = \frac{822,8 \times 10^{-3}}{3618} = 227,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Результаты обработки измерений теплопотребления системами отопления домов\* табл. 2

Месяц	Обручева 57	Обручева 47	Обручева 49	Обручева 61	Обручева 51	Обручева 63
Октябрь, $t_n = +5,8^\circ\text{C}$	32,4/50,5*1	43,07/67,1*1	40,87/63,7*1	43,18/67,3*1	56,29/87,8*1	48,34/75,4*1
Ноябрь, $t_n = +2,2^\circ\text{C}$	39,11/63	41,12/66,2	36,59/58,9	44,50/71,7	65,22/105,1	56,21/90,6
Декабрь, $t_n = -6,5^\circ\text{C}$	62,13/96,9	68,37/106,6	94,25/146,9	79,67/124,2	110,05/171,6	98,76/154
Январь, $t_n = -14,5^\circ\text{C}$	83,83/130,7	91,96/143,4	109,18/170,2	96,11/149,8	142,20/221,7	128,33/200,1
Февраль, $t_n = -8,4^\circ\text{C}$	59,57/102,8	66,87/115,4	67,49/116,5	68,65/118,5	107,88/186,2	98,25/169,6
Март, $t_n = -1,1^\circ\text{C}$	49,56/77,3	52,11/81,2	52,84/82,4	54,09/84,3	84,89/132,3	77,96/121,5
Апрель, $t_n = +8,3^\circ\text{C}$	21,38/34,4	27,66/44,6	28,79/46,4	28,65/46,2	47,27/76,2	42,94/69,2
Итого с 2009 по 2010 годы при $T_{н.ср} = -2,0^\circ\text{C}$	348/118*3	391/133*2	430/146*2	415/141*2	614/209*2	551/188*2

\* Для домов серии П-18-01/12 в городе Москве по ул. Обручева за отопительный период 2009–2010 годов. \*1 В числителе — измеренный расход теплоты на отопление за месяц в Гкал, в знаменателе — величина фактического теплопотребления за средний час месяца в киловаттах. \*2 В итоговой строке: в числителе — фактическое теплопотребление на отопление дома за отопительный период в Гкал, в знаменателе — удельный расход тепловой энергии на отопление дома в кВт·ч/м<sup>2</sup>, приведённый к нормализованному по СНиП 23-02-2003 отопительному периоду (ТСОП = 4943 градусо-сутки). \*3 Если определять фактическое теплопотребление д. 57 только по периоду работы контроллера в заданном оптимизированном режиме с 18 ноября 2009 года до 27 марта 2010 года непрерывно, то нормализованный удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период составил бы 99,3 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

В сравнении с ожидаемым годовым теплотреблением, требуемым после капитального ремонта (из той же статьи [1])  $Q_{\text{от.после капрем}}^{\text{год.тр}} = 359,2$  МВт·ч (соответственно, удельное значение  $q_{\text{от.после капрем}}^{\text{год.тр}} = 359,2 \times 10^3 / 3618 = 99,3$  кВт·ч/м<sup>2</sup>), годовое теплотребление на отопление сократится в 2,3 раза (822,8/359,2). Реальное фактическое теплотребление за отопительный период 2009–2010 годов, с пересчётом на нормализованный отопительный период, составило (табл. 2):

- для домов 51 и 63 до капитального ремонта величину  $(209 + 188) / 2 = 188,5$  кВт·ч/м<sup>2</sup>;
- для домов 47, 49 и 61 с выполненным капремонтом и с авторегулированием подачи теплоты на отопление по графику проектного режима, без учёта имеющегося запаса тепловой мощности системы отопления и увеличивающейся доли бытовых теплоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха, величину  $(133 + 146 + 141) / 3 = 140$  кВт·ч/м<sup>2</sup>, что «не дотягивает» до минимально возможного при соблюдении комфортных условий по температуре и воздухообмену в квартирах  $q_{\text{от.после капрем}}^{\text{год.тр}} = 99,3$  кВт·ч/м<sup>2</sup>, то есть превышает требуемое (минимально необходимое) удельное значение фактического теплотребления на  $(140 - 99,3) \times 100 / 99,3 = 41\%$ .

Следует заметить, что такой режим был реализован не на нескольких днях, а в течение более четырёх месяцев непрерывной работы, что подтверждает наличие в квартирах этого дома комфортных условий пребывания жителей. Значит, можно при желании добиться в реальных условиях эксплуатации соответствия фактического теплотребления системой отопления здания рассчитанному в проекте.

Это реальный резерв энергосбережения, который достигается путём перенастройки контроллера регулятора подачи теплоты на отопление на вводе в здание и при уточнении производительности циркуляционного насоса, что предлагается для включения в изменения к СП 60. Это выполнимо на практике и без дополнительных капиталовложений, поскольку в новом строительстве и при капремонте зданий необходимое оборудование уже должно быть установлено.

Для исполнения изложенного следует дополнить Приложение А СП 60 расчётом требуемого графика регулирования подачи теплоты в систему отопления и закрепить необходимость подтверждения его реализации, поручив экспертизе в процессе теплотехнических испытаний перед сдачей дома в эксплуатацию оценивать его энергоэффективность с учётом выполнения изложенных в данной статье положений, повышающих рациональность использования тепловой энергии на отопление и снижающих выбросы углекислого газа в атмосферу. Это нужно делать как в новом строительстве, так и при выполнении капремонта здания, в том числе каждого типового здания или повторного применения.

Согласно [Федеральному закону от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении...»](#), утверждает класс энергетической эффективности построенного и капитально отремонтированного многоквартирного дома или общественного здания Госстройнадзор, но эта организация расчёты не проводит и не проверяет их, а должна ориентироваться на результаты заключения экспертизы по проектной документации и подтверждение застройщиком этих результатов с использованием инструментально-расчётных методов при вводе здания в эксплуатацию.

**Первая часть предлагаемых автором изменений и дополнений к Приложению А СП 60 опубликована в предыдущей части материала ([1], стр. 69–73). Вторая часть приведена далее в этом номере (стр. 90–92).**



## Фантастическая тройка

приборов для настройки и диагностики систем отопления и тепловых насосов

- Smart измерения
- Турбо анализ
- Лёгкое документирование

Ждём вас на выставке  
Aquatherm Moscow 2022  
Стенд № В1053



Авторское Приложение к данной статье (часть 2)\*

Продолжение [предлагаемого дополнения к Приложению А СП 60.13330.2020](#) (начало в [1])  
**Методика расчёта графиков регулирования подачи теплоты в системы отопления**

**Параграф А.17:**

При построении температурных графиков центрального регулирования подачи тепловой энергии на отопление в ИТП или АУУ согласно Приложению 18 [СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов»](#) необходимо знать алгоритм изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха, который может отличаться для зданий различного назначения и состояния тепловой защиты наружных ограждений.

Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление, в зависимости от температуры наружного воздуха  $t_n$  для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования, приведены на рис. А.1.

**Параграф А.18:**

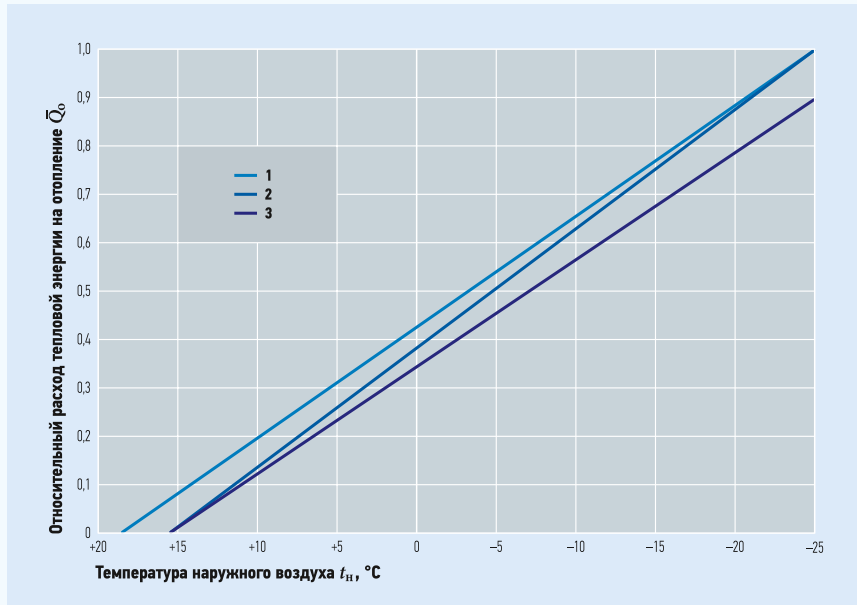
Для стандартного графика регулирования подачи теплоты в систему отопления, при котором не учитывается, что с повышением температуры наружного воздуха доля бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома возрастает (рис. А.1, линия 1), относительный расход тепловой энергии на отопление будет:

$$\bar{Q}_{от.ст} = \frac{Q_{от}}{Q_{от}^{р.тр}} = \frac{t_b - t_n}{t_b - t_n^p}, \quad (A.23)$$

где  $Q_{от}$  — расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха  $t_n$ , кВт;  $Q_{от}^{р.тр}$  — расчётный расход тепловой энергии на отопление при расчётной температуре наружного воздуха для проектирования отопления  $t_n^p$ , кВт;  $t_b$  — расчётная температура внутреннего воздуха в здании, °С;  $t_n$  — текущая температура наружного воздуха, °С;  $t_n^p$  — расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

**Параграф А.19:**

Для оптимизированного графика регулирования подачи теплоты в систему отопления, при котором учитывается увеличение доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха, за счёт чего можно сократить подачу тепловой энергии на отопление по сравнению с величиной, определённой



**Рис. А.1.** Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление  $\bar{Q}_{от}$  в зависимости от температуры наружного воздуха  $t_n$  для разных режимов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление [1 — стандартный проектный по формуле (A.23); 2 — оптимизированный с учётом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха, по формуле (A.24); 3 — то же, что и предыдущий график, но ещё и с учётом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления (на данном рисунке — в 10%)]

ной по формуле (A.23), относительный расход тепловой энергии на отопление  $\bar{Q}_{от.опт}$  определяют по формуле:

$$\bar{Q}_{от.опт} = \frac{1 + Q_{быт}}{Q_{от}^{р.тр}} \times \frac{t_b - t_n}{t_b - t_n^p} - \frac{Q_{быт}}{Q_{от}^{р.тр}}, \quad (A.24)$$

где  $Q_{от}^{р.тр}$  — то же, что в формуле (A.23);  $Q_{быт}$  — среднечасовые за отопительный период теплопоступления, включая бытовые (технологические) тепловыделения в квартирах, Вт;  $t_b$ ,  $t_n$  и  $t_n^p$  — то же, что и в формуле (A.23).

**Параграф А.20:**

Для определения температуры наружного воздуха, при которой следует отключать отопление, уравнение (A.24) приравнивается к нулю и из него находится  $t_n$  при  $\bar{Q}_{от.опт} = 0$  — это вторая реперная точка для построения графика:

$$t_{n.при \bar{Q}_{от.опт}=0} = \frac{t_b + \frac{t_n^p Q_{быт}}{Q_{от}^{р.тр}}}{1 + \frac{Q_{быт}}{Q_{от}^{р.тр}}}. \quad (A.25)$$



\* Первая часть опубликована в [СОЖ №11/2021](#) (11, стр. 69–73).



Первая реперная точка — это расчётный расход тепловой энергии на отопление  $Q_{от}^{р.тр}$  при расчётной для проектирования отоплении температуре наружного воздуха  $t_n^p$ . Если по уравнению (А.23) график приходит в ноль относительно расхода теплоты при  $t_n = 18-20^\circ\text{C}$ , то по уравнению (А.24), в зависимости от степени утепления здания и соотношения  $Q_{быт}/Q_{от}^{р.тр}$ , график приходит в ноль при температурах наружного воздуха  $12-15^\circ\text{C}$ .

Переход на график по уравнению (А.24) для домов муниципального типа с заселённостью  $20-25\text{ м}^2$  на одного человека позволяет получить годовую экономию теплоты от 15 до 20 %.

**Параграф А.21:**

Исходя из изменения доли бытовых теплопотуплений в тепловом балансе жилого или общественного здания в зависимости от температуры наружного воздуха, следует пересмотреть традиционную формулу пересчёта фактически измеренного расхода тепловой энергии, потреблённого системой отопления здания за какой-то период времени, на нормализованный отопительный период (НОП), используемый при эксплуатации и изображённый линией 1 на рис. А.1, построенном из расчёта, что  $Q_{от} = 0$  при  $t_n = 18^\circ\text{C}$ :

$$Q_{от.ф.НОП} \text{ для } Q_{от}=0 \text{ при } t_n=18^\circ\text{C} = \frac{Q_{от.ф} ГСОП}{(t_b - t_{н.ср.НОП}) z_{фп}} \quad (\text{А.26})$$

При регулировании подачи теплоты в дом по оптимизированному графику, изображённому линией 2 на рис. А.1, пересекающей нулевой расход теплоты при температуре  $t_n < 18^\circ\text{C}$ , для пересчёта фактически измеренного расхода тепловой энергии на нормализованный отопительный период в формулу (А.26)

вводится специальный коэффициент пересчёта  $K_{пер.НОП}$ , равный отношению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период при средней температуре наружного воздуха в измеряемый период, к такому же расходу, определённому при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре, приведённый в табл. А.5, по следующей формуле:

$$Q_{от.ф.НОП} \text{ для } Q_{от}=0 \text{ при } t_n < 18^\circ\text{C} = \frac{Q_{от.ф} ГСОП}{(t_b - t_{н.ср.фп}) z_{фп}} \frac{1}{K_{пер.НОП}} \quad (\text{А.27})$$

где  $Q_{от.ф.НОП}$  — фактический измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения (за весь отопительный период или его часть), пересчитанный на нормализованный отопительный период, Гкал;  $Q_{от.ф}$  — фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения, Гкал;  $ГСОП$  — градусо-сутки нормализованного отопительного периода, которые принимаются по формуле (5.2) СП 50 с учётом табл. 3.1 из СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» (для города Москвы по СНиП 23-01-99\*, поскольку расчёт выполняется по испытаниям 2009–2010 годов),

$ГСОП = (t_b - t_{н.ср.НОП}) z_{НОП} = (20 + 3,1) \times 214 = 4943$  градусо-суток;  $t_b$  — расчётная температура внутреннего воздуха в здании,  $t_b = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{н.ср.НОП}$  — средняя температура наружного воз-

духа нормализованного отопительного периода, для Москвы  $t_{н.ср.НОП} = -3,1^\circ\text{C}$ ;  $z_{НОП}$  — длительность нормализованного отопительного периода, для Москвы  $z_{НОП} = 214$  суток;  $t_{н.ср.фп}$  — средняя температура наружного воздуха за фактический период измерения;  $z_{фп}$  — длительность фактического периода измерения, сутки.

**Параграф А.22:**

При выявлении несоответствия фактической производительности системы отопления  $Q_{от}^{р.тр}$  (проектный расчётный расход тепловой энергии на отопление, на который подобраны отопительные приборы; принимают из проекта или по результатам фактических испытаний) требуемому расчётному расходу тепловой энергии на отопление  $Q_{от}^{р.тр}$  (определяют согласно разделу 9 стандарта [СТО НОП 2.1-2014](#)) необходимо рассчитать новые значения расчётных температур воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления.

Выразив отношение фактической производительности системы отопления к требуемому расходу тепловой энергии на отопление из энергетического паспорта проекта конкретного здания в виде коэффициента запаса поверхности нагрева отопительных приборов  $K_{зап} = Q_{от}^{р.тр}/Q_{от}^{ф.тр}$ , определяют требуемые значения температур воды в подающем  $t_{от1}^{тр}$  [ $^\circ\text{C}$ ] и обратном  $t_{от2}^{тр}$  [ $^\circ\text{C}$ ] трубопроводах системы отопления, соответственно, по формулам:

$$t_{от1}^{тр} = t_{в.мин} + 0,5(\tau_{от1} - \tau_{от2}) \frac{\bar{Q}_{от}}{K_{зап}} + \left( \frac{\tau_{от1} + \tau_{от2}}{2} - t_{в.мин} \right) \left( \frac{\bar{Q}_{от}}{K_{зап}} \right)^{\frac{1}{1+m}} \quad (\text{А.28})$$

$$t_{от2}^{тр} = t_{от1}^{тр} - (\tau_{от1} - \tau_{от2}) \frac{\bar{Q}_{от}}{K_{зап}} \quad (\text{А.29})$$

где  $t_{в.мин}$  — минимальная из допустимых температур внутреннего воздуха [ $^\circ\text{C}$ ], которую принимают исходя из требований [ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»](#);  $\tau_{от1}$  — расчётная температура теплоносителя в подающем трубопроводе отопления,  $^\circ\text{C}$ ;

⌘ Коэффициенты пересчёта на нормализованный отопительный период\* табл. А.5

$t_{н.ср}, ^\circ\text{C}$	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2,2	-1	0	+1	+2
$K_{пер.НОП}^{*1}$	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,85
$K_{пер.НОП}^{*2}$	1,15	1,13	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,97	0,94	0,90	0,87

\* Пересчёта на нормализованный отопительный период измеренного расхода тепловой энергии  $K_{пер.НОП}$  в формуле (А.27) при разных средних температурах наружного воздуха (от -10 до +2  $^\circ\text{C}$ ) для  $ГСОП = 4943$  градусо-суток и  $t_{н.ср.НОП} = -3,1^\circ\text{C}$ , также  $ГСОП = 4551$  градусо-суток и  $t_{н.ср.НОП} = -2,2^\circ\text{C}$ . \*1 и \*2 — для  $ГСОП_{НОП}$ , равных 4943 и 4551 градусо-суток, соответственно.



$\tau_2$  — расчётная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °C;  $\bar{Q}_{от}$  — относительный расход тепловой энергии на отопление, который принимают по формулам (A.23) или (A.24), в зависимости от назначения здания;  $m$  — показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора, определяемый по рис. A.2 и A.3.

На рис. A.2 и A.3 представлены графики изменения относительной температуры воды в подающем

$$(\tau_{01}^T - t_B) / (\tau_{01} - t_B)$$

и обратном

$$(\tau_2^T - t_B) / (\tau_2 - t_B)$$

трубопроводах системы отопления с постоянной циркуляцией воды (температурного критерия системы отопления) в зависимости от относительного теплового потока на отопление  $\bar{Q}_{от}$ , с учётом возможных значений показателя степени  $m$  в формуле коэффициента теплопередачи отопительного прибора (здесь и далее с индексом «Т» — значения температур при текущей температуре наружного воздуха).

Используя эти графики, находят искомую температуру воды в подающем или обратном трубопроводах при различных температурах наружного воздуха: для требуемой  $t_n$  находят по формулам (A.23) и (A.24) или из рис. A.1 величину относительного расхода теплоты на отопление  $\bar{Q}_{от}$ , и уже по ней из рис. A.2 или A.3 определяется температурный критерий.

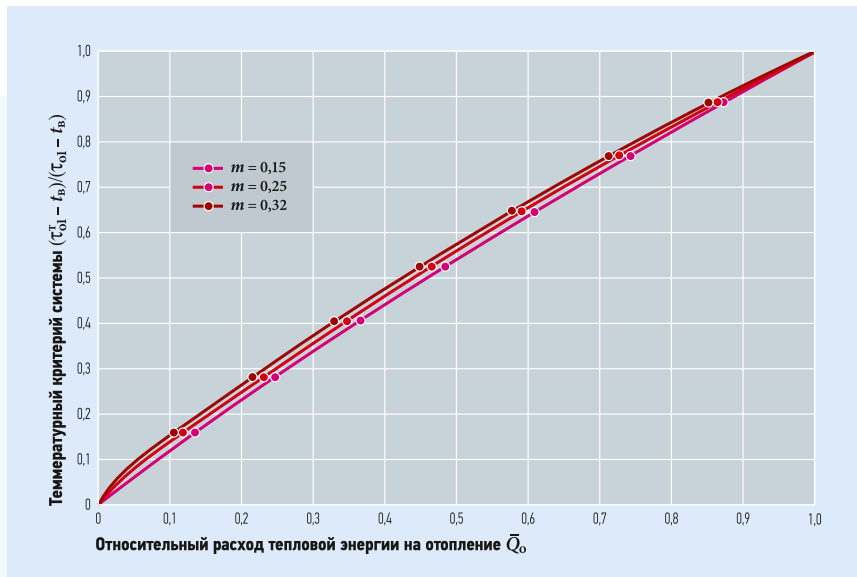


Рис. A.2. Графики изменения температурного критерия системы отопления по температуре воды в подающем трубопроводе  $(\tau_{01}^T - t_B) / (\tau_{01} - t_B)$  для различных значений показателя степени  $m$  и при постоянной циркуляции теплоносителя в системе

Затем по перечисленным ниже формулам определяют искомую температуру воды в трубопроводах:

$$\tau_{01}^T = t_B + \frac{\tau_{01}^T - t_B}{\tau_{01} - t_B} (\tau_{01} - t_B); \quad (A.30)$$

$$\tau_2^T = t_B + \frac{\tau_2^T - t_B}{\tau_2 - t_B} (\tau_2 - t_B), \quad (A.31)$$

**Примечание:** составляющие, входящие в формулы температурного критерия, не сокращаются с составляющими формул (A.30) и (A.31).

Кривизна графиков температур зависит от типа отопительных приборов и способов прокладки стояка. Так, в системах отопления с замоноличенными стояками и конвекторами «Прогресс»  $m = 0,15$ , в системах отопления

с чугунными радиаторами —  $m = 0,25$ , в системах отопления с конвекторами «Комфорт» и открыто проложенными стояками —  $m = 0,32$ .

Для определения значений требуемых температур при расчётной для проектирования отопления температуре наружного воздуха  $t_n^P$  необходимо в формулы (A.28) и (A.29) подставить  $\bar{Q}_{от} = 1,0$ .

При завышении поверхности нагрева отопительных приборов, например, на 20%, температуры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, составляют в расчётных условиях величины 84–63 °C вместо 95–70 °C.

**Параграф A.23:**

Расчётный расход теплоносителя  $[м^3/ч]$ , циркулирующего в системе отопления, следует определять из уравнения:

$$G_{от}^P = \frac{3600 Q_{от}^P 10^{-3}}{t_{01}^{TP-P} - t_2^{TP-P}} \frac{1}{\rho_{вод} c_{вод}}, \quad (A.32)$$

где  $G_{от}^P$  — расчётный расход теплоносителя,  $м^3/ч$ ;  $Q_{от}^P$  — расчётная тепловая нагрузка на систему отопления  $[кВт]$ , которую следует определять по формулам (A.15), (A.17) и (A.21);  $t_{01}^{TP-P}$  и  $t_2^{TP-P}$  — то же, что и в формулах (A.28) и (A.29)  $t_{01}^{TP}$  и  $t_2^{TP}$ , получаемые после подстановки  $\bar{Q}_{от} = 1$ ;  $\rho_{вод}$  — плотность воды,  $\rho_{вод} = 1,0$   $кг/л$ ;  $c_{вод}$  — удельная теплоёмкость воды,  $c_{вод} = 4,19$   $кДж/(кг \cdot ^\circ C)$ .

Надеюсь, авторы [СП 60.13330.2020](#) внесут указанные изменения, приведённые с обоснованиями в [1] и в данном материале автора, или же обоснуют на страницах журнала своё несогласие. ●

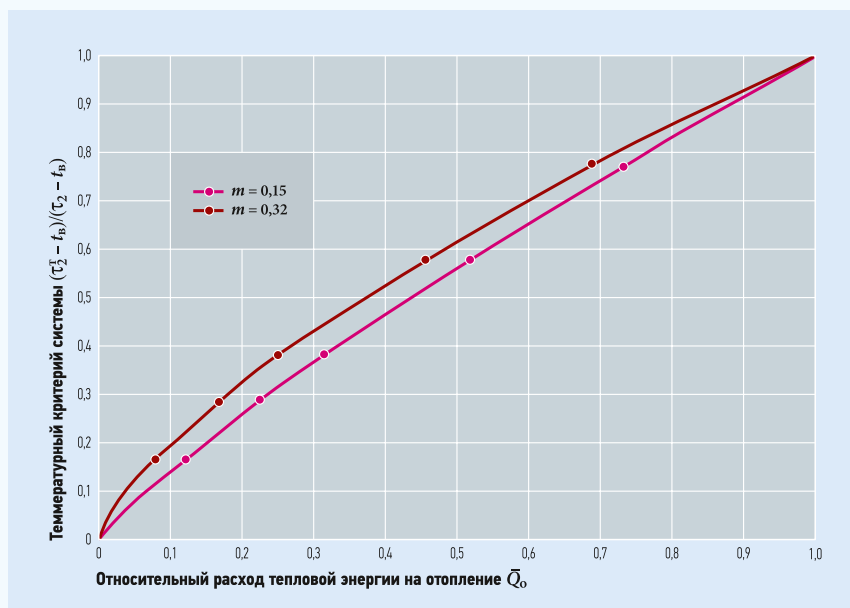


Рис. A.3. Графики изменения температурного критерия системы отопления по температуре воды в обратном трубопроводе  $(\tau_2^T - t_B) / (\tau_2 - t_B)$  при постоянной циркуляции воды в системе (для упрощения:  $t_i$  и  $t_{iонт}$  — это то же, что и  $t_B$  из формулы A.23)

1. Ливчак В.И. Новая редакция СП 60.13330.2020 не позволяет правильно рассчитать тепловую нагрузку и годовое теплопотребление системы отопления зданий // Журнал СОК, 2021. №11. С. 64–73.



## Виртуальные электростанции и целесообразность их использования в России

Доля возобновляемой энергетики в мире неуклонно растёт. Так, в 2015 году объём ввода объектов возобновляемой энергетики превысил объём ввода объектов традиционной энергетики. С учётом существования систем государственной поддержки ВИЭ в более чем 170 странах в 2018 году (45 стран в 2006 году) и Парижского соглашения 2015 года в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, целью которого является удержание роста средней температуры за счёт снижения эмиссии углекислого газа, можно сделать вывод о наличии очевидного тренда на замещение традиционных источников энергии возобновляемыми.

Несомненным преимуществом возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является их неистощаемость и относительная, по отношению к органическому топливу, экологическая безопасность [1]. Однако, если доля использования ВИЭ в общем балансе производства электрической энергии оказывается существенной, это приводит к определённым рискам, сложностям и дополнительным потерям в энергосистеме [2].

Эффективным решением данных проблем и многих других может быть применение виртуальной электростанции (ВЭ). Виртуальная электростанция — это «умная» система, которая эффективно агре-

гирует сразу несколько производителей и/или потребителей электроэнергии (рис. 1), что позволяет повысить надёжность сети, обеспечить энергетическую безопасность, оптимизировать баланс электроснабжения в пиковые часы за счёт технологий «управления спросом» (demand response), максимизировать доход, получаемый с оптового и розничного рынка, вывести на оптовый рынок объекты распределённой генерации, участвовать на рынке системных услуг, что, в свою очередь, может положительно отразиться как на поставщиках электроэнергии, так и на её покупателях (концепция win-win) — рис. 1.

**Виртуальная электростанция — «умная» система, которая эффективно агрегирует сразу несколько производителей и/или потребителей электроэнергии**

Функционирование виртуальной электростанции основано на современном программном обеспечении и технологиях Smart Grid. За последнее десятилетие началась успешная интеграция виртуальных электростанций в энергосистемы развитых стран, таких как США, Германия, Австралия и т.д.

Рецензия эксперта на статью получена 13.12.2021 [The expert review of the article received on December 13, 2021].

УДК 621.311. Научная специальность: 05.14.08.

### Виртуальные электростанции и целесообразность их использования в России

**В. А. Зубакин**, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой (базовой) возобновляемых источников энергии; **А. И. Величко**, магистрант, [Губкинский университет \(РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва\)](#)

В данной работе был проанализирован международный опыт применения виртуальных электростанций и их бизнес-модели. Были определены основные виды классификации моделей виртуальных электростанций. Также была проанализирована возможность имплементации виртуальной электростанции в России, оценены основные преимущества и недостатки для зон оптового рынка электроэнергии и мощности на изолированных территориях.

**Ключевые слова:** виртуальная электростанция, возобновляемые источники энергии, модели со стороны спроса/предложения, оптовый рынок электроэнергии и мощности, распределённая генерация, системы хранения энергии, «умные» сети, управление спросом, энергобезопасность.

UDC 621.311. The number of scientific specialty: 05.14.08.

### Virtual power plants and the feasibility of their use in Russia

**V. A. Zubakin**, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department (basic) of Renewable Energy Sources; **A. I. Velichko**, undergraduate student, [Gubkin University of Oil and Gas Industry](#) (Moscow city)

In this paper, the international experience of using virtual power plants and their business model was analyzed. The main types of models of virtual power plants were identified. The possibility of implementing a virtual power plant in Russia was also analyzed, the main advantages and disadvantages for the zones of the wholesale electricity and capacity market in isolated territories were assessed.

**Key words:** virtual power plant, renewable energy sources, supply side-based and demand response-based models, wholesale electricity and capacity market, distributed generation, energy storage systems, smart grids, demand management, Energy Security.



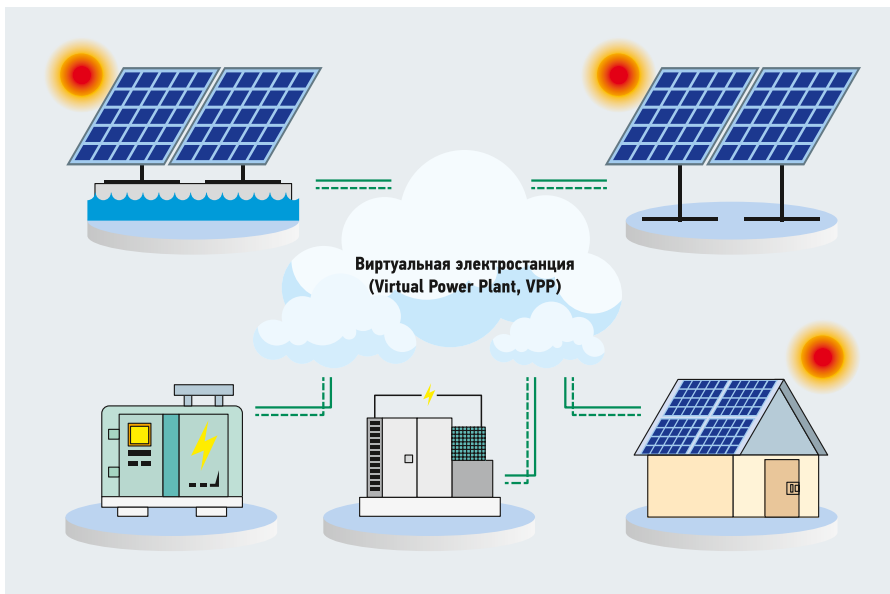


Рис. 1. Виртуальная электростанция

В большинство моделей существующих виртуальных электростанций входят следующие объекты:

- объекты распределённой генерации;
- управляемая нагрузка;
- системы хранения энергии;
- объекты ВИЭ большой мощности.

Однако не существует единственной правильной модели виртуальной электростанции. Например, предложенная модель виртуальной электростанции в Западной Австралии, мировом лидере по доле распределённой генерации в энергосистемах [3], включает 67 домов с установленными солнечными панелями, «умной» техникой и тепловыми насосами, а также аккумуляторными батареями, в которых использован окислительно-восстановительный потенциал ванадия.

Учёными из Университета Мердока (Murdoch University, город Перт, Западная Австралия) были проанализированы четыре различных сценария осуществления виртуальной электростанции:

1. Виртуальная электростанция с тепловыми насосами, с управлением спросом.
2. Виртуальная электростанция с тепловыми насосами, без управления спросом.
3. Виртуальная электростанция без тепловых насосов, с управлением спросом на часть «умной» техники (посудомойки, сушилки и стиральные машины).
4. Виртуальная электростанция без тепловых насосов и без управления спросом.

В результате анализа учёные пришли к выводу о снижении конечной цены для потребителей в случае использования виртуальной электростанции [4].



Одним из лидеров в области виртуальных электростанций является немецкая компания Next kraftwerke, которая начала работу в 2009 году, а в 2013-м достигла финансовой безубыточности, работая в восьми странах мира. Компания Next kraftwerke включает в себя 9966 объектов генерации с установленной мощностью более 8 ГВт [5].

Что касается отечественного бизнеса, то виртуальная электростанция в городе Плоешти (Румыния) является пока единственной такой электростанцией, находящейся в собственности у российской компании. В состав этой виртуальной электростанции, принадлежащей предприятию Lukoil Energy & Gas Romania, на данный момент входят ТЭЦ-2 совокупной установленной электрической мощностью 61 МВт, выполняющая основную работу по покрытию ошибок прогноза производства ВИЭ и потребления электроэнергии, и солнечная электростанция

**В большинство моделей существующих виртуальных электростанций входят следующие объекты: объекты распределённой генерации, управляемая нагрузка, системы хранения энергии, объекты использования ВИЭ большой мощности. Однако не существует единственной правильной модели виртуальной электростанции**

(СЭС) мощностью 9 МВт. Они расположены в Плоешти на площадях НПЗ «Петротел-Лукойл». С целью обеспечения эффекта естественного нивелирования недостаточной выработки СЭС на 9 МВт были подобраны ещё четыре СЭС общей мощностью 4,156 МВт. Территориальная диверсификация этих солнечных электростанций исключает возможность влияния ошибок прогнозирования одного метеорологического фактора одновременно на все агрегированные СЭС.

В результате анализа международного опыта применения виртуальных электростанций [6–10] можно выделить несколько видов структуризации бизнес-моделей виртуальной электростанции. Так, данные бизнес-модели делят на коммерческие и технологические. Также бизнес-модели различают на:

- модели со стороны спроса (demand response-based);
- модели со стороны предложения (supply side-based);
- комбинированные модели (mixed asset).

Компания Next kraftwerke имеет свою классификацию бизнес-моделей виртуальных электростанций (табл. 1). Также существует классификация бизнес-моделей виртуальной электростанции с точки зрения влияния на рынок. Так, виртуальная электростанция может быть «ценопринимательской» (price taker) или «ценоустановительной» (price maker) [11].

Выбор оптимальной модели виртуальной электростанции зависит от следующих факторов:

1. Структура рынка (наличие рынка мощности, возможный размер ценовой заявки, развитость рынка системных услуг и т.д.).
2. Бизнес-драйверы (цель создание виртуальной электростанции, предполагаемый уровень напряжения и т.д.).
3. Технологии (объём ВИЭ в энергобалансе, уровень электрификации, уровень IT-технологий).
4. Регуляторные ограничения (уровень либерализации рынка, система государственной/частной поддержки возобновляемой энергетики, структура механизма поддержки управления спросом).



В российской электроэнергетике выделяют три вида территорий с точки зрения электроснабжения и ценообразования: ценовые зоны, неценовые зоны, изолированные территории.

Так как выбор оптимальной бизнес-модели виртуальной электростанции в значительной степени зависит от принципа ценообразования, пропускной способности сетей и т.д., целесообразность имплементации виртуальной электростанции нужно оценивать для каждого вида территорий.

Так, для изолированных территорий, которые не подключены к ЕЭС и на которых отсутствует рыночное ценообразование, ключевыми аспектами являются объём объектов распределённой генерации, развитость технологий «умных сетей»

Модели ВЭ компании Next kraftwerke

табл. 1

№	Модель	Место использования
1	ВЭ с управлением спроса	Европа, Северная Америка, Австралия
2	ВЭ с объединением просьюмеров и потребителей	Европа, Северная Америка, Австралия
3	ВЭ с прогнозированием, торговлей и регулированием производства объектов ВИЭ	Европа
4	ВЭ с оптимизацией работы элементов распределённой генерации	Европа, Северная Америка, Австралия

Недостатки и преимущества имплементации виртуальной электростанции в России табл. 2

Зоны	Преимущества	Недостатки
Ценовые	Наличие большого потенциала у технологии управления спросом, потенциальная возможность интеграции микрогенерации в оптовый рынок, возможность предоставления системных услуг	Низкая волатильность «рынка на сутки вперёд» (PCB), бедность распределительных сетей, малый объём использования ВИЭ в энергобалансе, отсутствие физических прямых договоров
Неценовые	–	Отсутствие экономических стимулов у объектов потребления, малый объём ВИЭ
Изолированные	Наличие большого потенциала у технологий Smart Grid	Низкая плотность населения, малый объём ВИЭ

(Smart Grid) и т.д. А для ценовых зон оптового рынка ключевыми факторами являются законодательство в области управления спросом, волатильность спотовых рынков и другие. В табл. 2 представлены основные недостатки и пре-

Изолированные территории наиболее целесообразно рассматривать как площадку для интеграции виртуальной электростанции на базе технологий «умных» сетей, например, первым пилотным проектом виртуальной электростанции в Российской Федерации является проект на острове Русский [12]. ●

имущества имплементации виртуальной электростанции в данных зонах.

Таким образом, наиболее пригодными зонами для имплементации виртуальной электростанции являются ценовые зоны и изолированные территории. Так, в ценовых зонах оптового рынка электроэнергии и мощности существует большой потенциал у технологии управления спросом, потенциальная возможность интеграции микрогенерации в оптовый рынок и возможность оказания услуг по обеспечению системной надёжности.

Главными недостатками ценовых зон является низкая волатильность на «рынке на сутки вперёд» (PCB), малый объём стохастических объектов генерации в энергобалансе и недостаточный объём рынка системных услуг.

1. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика — основа устойчивого развития [Электр. текст]. Режим доступа: energosovet.ru. Дата обрац.: 08.05.2021.
2. Муратов В.П., Мартиросов С.Н. Экономическая оценка возобновляемой энергетике для автономного электроснабжения // Возобновляемая энергия, 1997. №1. С. 52–53.
3. Зарубежная электроэнергетика [Электр. текст]. НП «Совет рынка». Режим доступа: pr-sr.ru. Дата обрац.: 08.05.2021.
4. Behi B., Baniasadi Al., Aferi Al., Gorji Ar., Jennings Ph., Pivrikas Al. Cost-benefit analysis of a virtual power plant including solar PV, flow battery, heat pump, and demand management: A Western Australian case study. Energies. 2020. Vol. 13. Issue 10.
5. Компания Next Kraftwerke [Электр. текст]. Режим доступа: next-kraftwerke.com. Дата обрац.: 08.05.2021.
6. Wang Y.-W., Lin X., Xiao J.-W. Residential virtual power plant with photovoltaic output forecasting and demand response. Asian Journal of Control. 2019. Vol. 21. Issue 4.
7. Zhao Z., Luo J., Tian S., Gao Y., Yang W., Yang Y. Optimal operation modes of virtual power plants based on typical scenarios considering output evaluation criteria. Energies. 2018. Vol. 11. Issue 10.
8. Wang Q., Zhang C., Ding Y., Xydis G., Wang J., Østergaard J. Review of real-time electricity markets for integrating distributed energy resources and demand response. Applied Energy. 2015. Vol. 138.
9. Bakari El K., Kling W.L. Integration of distributed energy resources with virtual power plants technical, regulatory and socio-economic considerations. International Journal of Energy and Power. 2014. Vol. 3. Issue 3.
10. Компания kiwipower [Электр. текст]. Режим доступа: kiwipowered.com. Дата обрац.: 08.05.2021.
11. Сеть электроснабжения острова Русский как экспериментальная площадка для отработки технологий Virtual Power Plant, MicroGrid и MultiAgent [Электр. текст]. Портал «Энергопрорыв», проект «Гридология». Режим доступа: gridology.ru. Дата обрац.: 08.05.2021.
12. Baringo L., Rahimiyan M. Virtual power plants and electricity markets: Decision making under uncertainty. 1st edition. Springer. 2020. 393 p.

References — see page 96.



## PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

**Corrosion control using phosphate analyzers. Pp. 32–36.**

**Alla B. Neuzorava**, Doctor of Technical Sciences, Professor, [Belarusian State University of Transport](#) (Gomel, Republic of Belarus)

- V.O. Kitikov, V.L. Gurskij, A.O. Boltrukevich. *Analiz tendencij i riskov razvittija vodoprovodno-kanalizacionnogo hozjajstva v Respublike Belarus' na sovremenom jetape* [Analysis of trends and risks in the development of water supply and sewerage in the Republic of Belarus at the present stage]. *Jekonomicheskaja nauka segodnja: Sb. nauch. st.* [Economic science today: Coll. vol. of scientific articles]. Minsk. *Izd-vo BNTU* [Belarusian National Technical University Publishing House]. 2019. Issue 9. Pp. 152–169. [In Russian]
- SanPiN 10-124 RB 99* [Sanitary Norms and Regulations of the Republic of Belarus No. 10-124 RB 99]. *Pitjevaia voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pitjevogo vodosnabzhenija. Kontrol' kachestva* [Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control]. Appr. by the Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus No. 105 on August 2, 2010. [In Russian]
- A.B. Neuzorova, S.M. Tolkachev. *Opreделение fizicheskogo iznosa sistem vodosnabzhenija zdaniij 1990-h godov postrojki* [Determination of physical wear of water supply systems of buildings built in the 1990s]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2021. No. 10. Pp. 25–27. [In Russian]
- B.N. Zhitenev, L.E. Jordanova. *Ochistka promyvnnyh vod stancij obezhelezivaniija podzemnyh vod koagulirovanijem v prisutstvii fosfatov* [Purification of wash waters of groundwater iron removal stations by coagulation in the presence of phosphates]. *Vestnik MGSU* [Vestnik MGSU (Monthly Journal on Construction and Architecture) (Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering)]. 2020. Vol. 15. Issue 4. Pp. 553–568. [In Russian]
- S.Ja. Griliches. *Oksidirovanie i fosfatirovanie metallov* [Oxidation and phosphating of metals]. 3rd Edition, rev. and exp. Edited by P.M. Vyacheslavov. Moscow. *Mashinostroenie* ["Engineering Industry" Publishers]. 1971. 120 p. [In Russian]
- Orchestrating corrosion control with phosphate analyzers. Swan Analytical USA. Web-source: [wateronline.com](#). Access data: January 10, 2022.
- Analizator fosfata. Vse promyshlennye proizvoditeli* [Phosphate analyzer. All industrial manufacturers]. Direct Industry. Web-source: [directindustry.com.ru](#). Access data: January 10, 2022. [In Russian]

## HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

**Thermodynamic effectiveness of a spherical capsule for a thermal storage systems at charging. Pp. 54–56.**

**Pavel Yu. Dvornichenko**, postgraduate student; **Maxim I. Kukolev**, Doctor of Technical Sciences, [Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University \(SPbPU\)](#)

- S.L. Demenok, V.V. Medvedev, S.M. Sivuha. *Gidrodinamika i teploobmen v sharovyh ukadkah: monografija* [Hydrodynamics and heat transfer in ball packings: A monograph]. St. Petersburg. *Strata* ["Stratum" Publishers]. 2012. 192 p. [In Russian]
- V.V. Sorokin. *Gidravlika i teploobmen sharovyh zasypok v usloviyah aktivnoj zony vodo-vodjanyh jadernyh reaktorov s mikroTVElami* [Hydraulics and heat exchange of spherical fillings in the core conditions of pressurized water nuclear reactors with micro-fuel elements]. Minsk. *Belarus. navuka* ["Science of the Republic of Belarus" Publishers]. 2010. 191 p. [In Russian]

## HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

- M.I. Kukolev. *Osnovy proektirovanija teplovyh nakopitelej jenerгии* [Basics of designing thermal energy storage devices]. Petrozavodsk. *PetrGU* [Petrozavodsk State University]. 2001. 240 p. [In Russian]
- S. Aceves-Saborio, H. Nakamura, G. Reistad. Optimum efficiencies and phase change temperatures in latent heat storage systems. *Journal of Energy Resources Technology*. 1994. Vol. 116. Pp. 79–86.

## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

**Virtual power plants and the feasibility of their use in Russia. Pp. 93–95.**

**Vasily A. Zubakin**, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department (basic) of Renewable Energy Sources; **Alexander I. Velichko**, undergraduate student, [Gubkin University of Oil and Gas Industry](#) (Moscow city)

- P.P. Bezrukih. *Vozobnovljaemaja jenergetika — osnova ustojchivogo razvittija* [Renewable energy is the basis for sustainable development]. Web-source: [energosovet.ru](#). Access data: May 8, 2021. [In Russian]
- V.P. Murugov, S.N. Martirosov. *Jekonomicheskaja ocenka vozobnovljaemoj jenergetiki dlja avtonomnogo jelektronsnabzhenija* [Economic assessment of renewable energy for autonomous power supply]. *Vozobnovljaemaja jenergija* ["Renewable energy" Magazine]. 1997. No. 1. Pp. 52–53. [In Russian]
- Zarubezhnaja jelektronergetika* [Foreign electric power industry]. NP "Sovet rynka" [Association "Nonprofit Partnership Council for Organizing Efficient System of Trading at Wholesale and Retail Electricity and Capacity Market" (Association "NP Market Council")]. Web-source: [np-sr.ru](#). Access data: May 8, 2021. [In Russian]
- B. Behi, A.I. Baniyasi, A.I. Aferi, Ar. Gorjy, Ph. Jennings, A.I. Pivrikas. Cost-benefit analysis of a virtual power plant including solar PV, flow battery, heat pump, and demand management: A Western Australian case study. *Energies*. 2020. Vol. 13. Issue 10.
- Next Kraftwerke. Web-source: [next-kraftwerke.com](#). Access data: May 8, 2021.
- Y.-W. Wang, X. Lin, J.-W. Xiao. Residential virtual power plant with photovoltaic output forecasting and demand response. *Asian Journal of Control*. 2019. Vol. 21. Issue 4.
- Z. Zhao, J. Luo, S. Tian, Y. Gao, W. Yang, Y. Yang. Optimal operation modes of virtual power plants based on typical scenarios considering output evaluation criteria. *Energies*. 2018. Vol. 11. Issue 10.
- Q. Wang, C. Zhang, Y. Ding, G. Xydis, J. Wang, J. Østergaard. Review of real-time electricity markets for integrating distributed energy resources and demand response. *Applied Energy*. 2015. Vol. 138.
- K. El Bakari, W.L. Kling. Integration of distributed energy resources with virtual power plants technical, regulatory and socio-economic considerations. *International Journal of Energy and Power*. 2014. Vol. 3. Issue 3.
- kiwipower. Web-source: [kiwipowered.com](#). Access data: May 8, 2021.
- Set' jelektronsnabzhenija ostrova Russkij kak jeksperimental'naja ploshhadka dlja otrabotki tehnologij Virtual Power Plant, MicroGrid i MultiAgent* [The power supply network of the Russian Island as an experimental platform for testing Virtual Power Plant, MicroGrid and MultiAgent technologies]. "An energy breakthrough" ("Jenergoproryv") web-portal. The "Gridologia" Project. Web-source: [gridology.ru](#). Access data: May 8, 2021. [In Russian]
- L. Baringo, M. Rahimiyan. *Virtual power plants and electricity markets: Decision making under uncertainty*. 1st edition. Springer. 2020. 393 p.





МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

# RENWEX

«Возобновляемая энергетика  
и электротранспорт»

**21–23 ИЮНЯ 2022**

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,  
павильон №3

## КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ



Ветроэнергетика



Солнечная энергетика



Водородная энергетика



Гидроэнергетика



Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо



Энерго- и ресурсосберегающие технологии



Электротранспорт и зарядная инфраструктура



Реклама 12+

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

При поддержке



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИИ



МИНПРОТОРГ  
РОССИИ



А Р В Э  
АССОЦИАЦИЯ РАССУДКА  
КОМПАНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ



EURO  
SOLARRUSSIA



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ВЕТРОИНДУСТРИИ



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ВЕТРОИНДУСТРИИ

Под патронатом

Организатор



ТАИ РО



ЭКСПОЦЕНТР



• Москва • Санкт-Петербург • Краснодар • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тула • Тверь • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Москва • Санкт-Петербург • Владимир • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань •



# LUNDA

## для профессионалов

### 46 филиалов в 33 городах

Самара • Сестрорецк • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Адлер • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Шаховская • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Смоленск • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Москва • Волгоград • Санкт-Петербург • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Самара •

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