



26

Частотное  
регулирование  
от А до Я



36

Проверяем  
умячители  
воды



53

О сертификации  
отопительных  
приборов

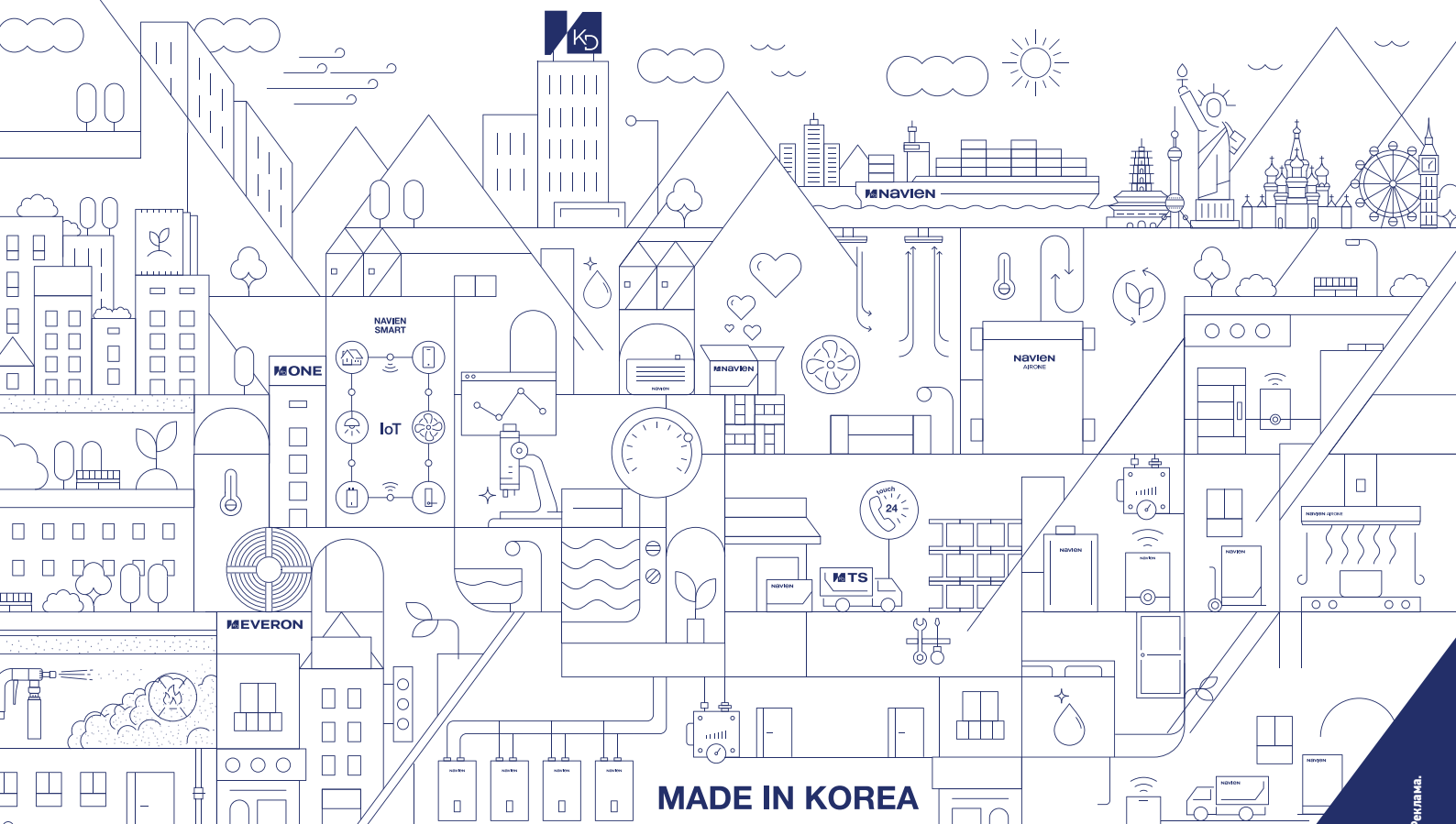


77

Десять  
прорывных идей  
в энергетике

## NAVIENT

Котлы и все комплектующие к ним производятся  
исключительно на собственных заводах в Корее





# TECE CLUB

Сообщество  
профессионального  
монтажа



Бонусная программа



Страхование объектов



Личное портфолио



Обучение в Академии

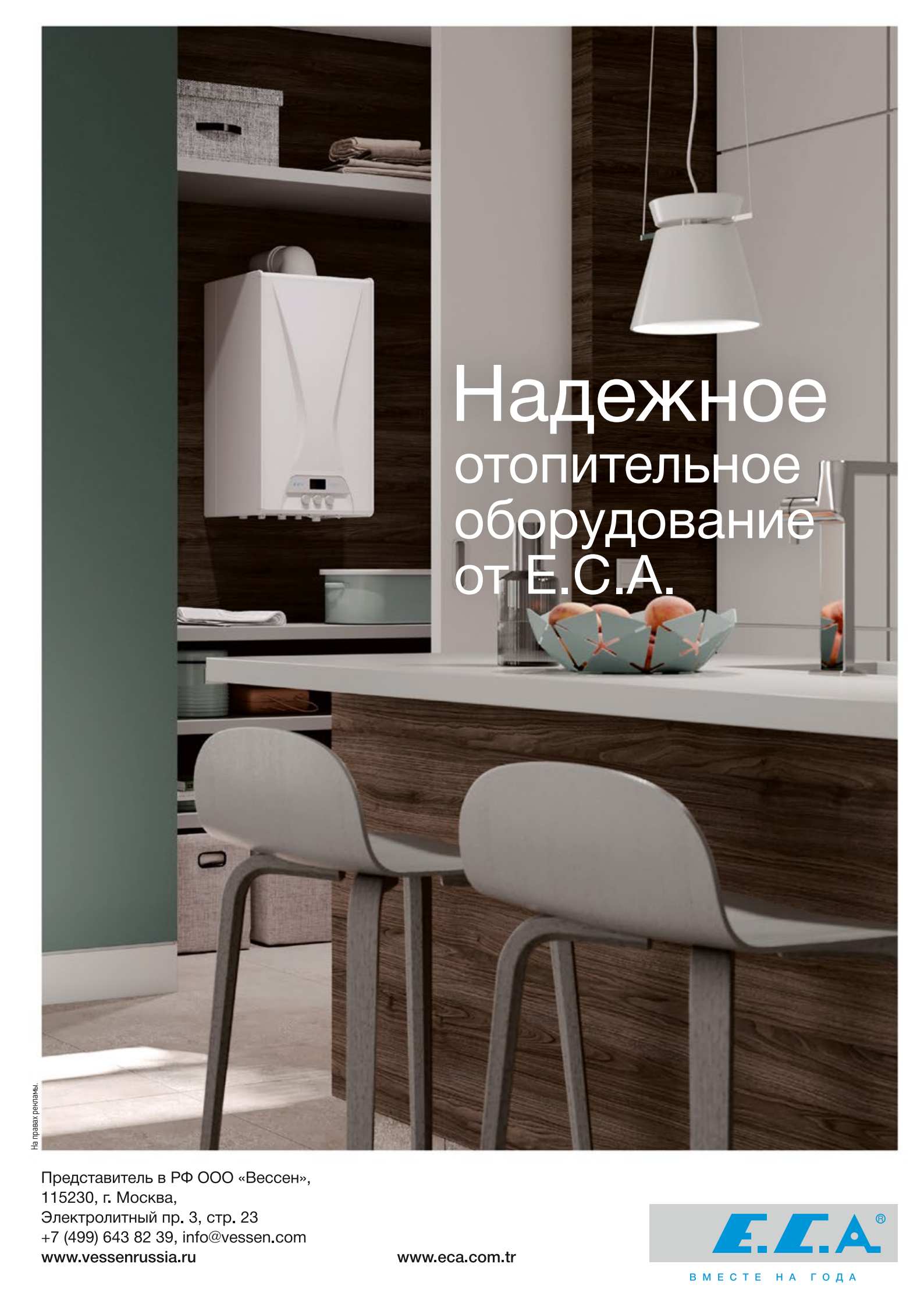


Проектная поддержка

Вступай  
в клуб!



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



# Надежное отопительное оборудование от E.C.A.

На правах рекламы

Представитель в РФ ООО «Вессен»,  
115230, г. Москва,  
Электролитный пр. 3, стр. 23  
+7 (499) 643 82 39, info@vessen.com  
www.vessenrussia.ru

[www.eca.com.tr](http://www.eca.com.tr)

**E.C.A.**<sup>®</sup>

ВМЕСТЕ НА ГОДА





### Лучшие проекты отраслевых компаний

В нашей традиционной рубрике «Проекты года», знаменующей завершение года отрасли, мы опубликовали статьи, посвящённые интересным проектам шести компаний. В представленных материалах отражён опыт, полученный профессионалами при решении поставленных заказчиками инженерных задач. Причём задачи эти были не всегда стандартными...

10–25



### «Оптимизация» проектов расстановки сильфонных компенсаторов

Большинство производителей рекомендуют оптимальную расстановку осевых сильфонных компенсаторов, направляющих и неподвижных опор систем ОВиК и ГВС. В статье поднимается вопрос о возможных пагубных последствиях, связанных с процессом «оптимизации» рекомендованных производителем схем расстановки.

44



### Частотное регулирование от А до Я

Управление электродвигателем на основе изменения частоты напряжения питания повысило производительность и энергоэффективность оборудования. Приводная техника широко распространена: например, решения на основе преобразователей частоты всё чаще реализуются в энергетике и ЖКХ. Это применение с насосами, вентиляторами, компрессорами.

26



### CFD-моделирование гидравлических режимов тепловых сетей

Для принятия технических решений по управлению гидравлическими режимами сетей централизованного теплоснабжения с зависимым присоединением систем отопления зданий надо выполнить расчёты с использованием компьютерных программ. В статье рассмотрена работа в программе CFD-моделирования.

50



### Обязательная сертификация отопительных приборов сохранится

Минпромторгом России совместно с Росстандартом в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины» подготовлен проект новой редакции единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации. Важно отметить, что в ней сохранён раздел «Радиаторы отопления и конвекторы отопительные».

53



### Десять прорывных идей в энергетике

Международная Ассоциация «Глобальная энергия» представила ежегодный доклад «10 прорывных идей в энергетике на следующие 10 лет». Его соавторы — учёные из разных стран. В докладе отражены основные положения исследований, направленных на борьбу с изменением климата, в том числе через развитие энергоэффективности и технологий ВИЭ.

77



## Новости

4

## События

[Способна ли ветроэнергетика производить самую дешёвую электроэнергию в России?](#)

9

## Проекты года

[Как насосы Grundfos помогают бороться с пандемией](#)

10

[«БиоДом». Жилой модуль и «умная» теплица](#)

14

[Конденсационные котлы BAXI для муниципального детского сада](#)

19

[Комплексный проект за 10 млн от De Dietrich. Инженерное обустройство объекта торговли](#)

20

[WOLF и его многоплановые проекты](#)

22

[BIM-проект дошкольного учреждения](#)

24

## Сантехника и водоснабжение

[Частотное регулирование от А до Я](#)

26

[Сравнение эффективности загрузочных материалов, применяемых в фильтрах на заключительных стадиях очистки воды](#)

32

[Простой способ узнать, работает ли установка Na-катионитового умягчения воды или нет](#)

36

## Отопление и ГВС

[Отопление на высоте](#)

40

[«Оптимизация» проектов расстановки сильфонных компенсаторов, направляющих и неподвижных опор: неоправданный риск](#)

44

[Ресурсные тестирования электромагнитных клапанов Danfoss](#)

46

[Viessmann представил в России систему ViCare Smart Climate](#)

48

[CFD-моделирование гидравлических режимов тепловых сетей](#)

50

[Обязательная сертификация отопительных приборов сохранится](#)

53

## Кондиционирование и вентиляция

[Знаковые объекты «ВЕЗА»](#)

54

## BIM-проектирование

[Лучшие силы российского BIM](#)

56

## Энергосбережение и ВИЭ

[Предложения по установлению долгосрочной динамики повышения требований к энергоэффективности зданий](#)

58

[Оптимизационная модель источников мощности промышленного энергоузла](#)

68

[Не задумат ли «зелёную» энергетику в России? Пан или пропал?](#)

[Спросим у правительства](#)

72

[Будущее электромобилей](#)

74

[Десять прорывных идей в энергетике](#)

77

## References

78

### Одной строкой

- Компания WIL0 SE, представившая технологию в городе Дортмунде, была удостоена награды в области устойчивого развития German Sustainability Award (Deutscher Nachhaltigkeitspreis, DNP) в сфере трансформации «Климата». Немецкая награда в области устойчивого развития German Sustainability Award присуждается компаниям, чья бизнес-модель направлена на устойчивое развитие.
- Цены на литий-ионные батареи, которые составляли \$ 1100 за 1 кВт·ч в 2010 году, упали к концу 2020 на 89%, до уровня \$ 120. Ожидается, что к 2023 году средняя стоимость аккумуляторов приблизится к \$ 100/кВт·ч, но уже сегодня, по информации Bloomberg NEF, впервые в истории стоимость батарей для электрических автобусов в Китае упала ниже психологически важной отметки в \$ 100 за 1 кВт·ч. Столь стремительное падение стоимости батарей для электромобилей сегодня является основным драйвером роста этой отрасли в целом.
- Несмотря на множество слухов Apple не стала закрывать проект по созданию своего собственного электромобиля. Об этом сообщает MacRumors со ссылкой на тайваньские СМИ. Более того, ожидается, что премьера беспилотной машины состоится на два года раньше запланированного срока — в третьем квартале 2021 года.
- Американский технологический гигант Google заменит дизельный генератор, установленный для резервного питания гигантского дата-центра Saint-Ghislain (Сен Гислен) в Бельгии, системой накопления энергии на основе литий-ионных батарей.
- Завод «Грундфос Истра» сократил количество твёрдые бытовых отходов (ТБО), большую часть которых составляют деревянные элементы упаковки, в которых на российское предприятие поставляются компоненты и продукция с заводов концерна Grundfos в Германии и Венгрии. По договорённости с зарубежными коллегами такие отходы собираются и возвращаются обратно для переработки и утилизации.
- Группа компаний «Хевел» и концерн «Шелл» подписали соглашение о сотрудничестве в сфере солнечной энергетики. Документ предусматривает реализацию комплекса мероприятий, направленных на развитие энергоэффективных технологий на объектах концерна, снижение углеродного следа, в том числе установку солнечных электростанций на АЭС «Шелл».

## Lunda

# Открытие новых филиалов компании Lunda



В 2020 году компанией Lunda было открыто семь филиалов в городах: Саратов, Саранск, Пенза, Смоленск, Орёл, второй филиал в Самаре и шестой филиал в Санкт-Петербурге. На сегодняшний день компания насчитывает 42 филиала на территории России, в которых клиентам предоставляется широкий выбор оборудования и инструментов для профессионального монтажа инженерных систем. В новых филиалах клиентам доступно около 14 тыс. уникальных артикулов товаров с Центрального склада, а также около 3000 артикулов с местного регионального склада. В офисах можно получить профессиональную помощь в подборе оборудования, оформить и получить заказ, взять в аренду инструмент, оплаты товар картой или наличными. Система логистики компании налажена таким образом, чтобы обеспечивать региональные филиалы необходимым количеством оборудо-

вания с Центрального склада в максимально короткие сроки, не более одного-двух дней в зависимости от удалённости филиала, а также осуществлять адресную доставку заказов в день оформления заявки.

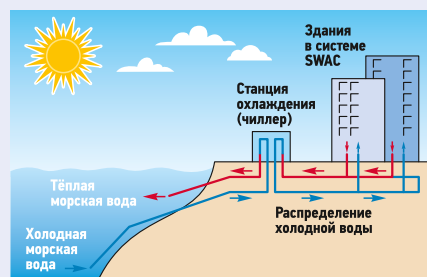
Расширение филиальной сети — это важнейшее условие развития компании, как мультисервисного дистрибьютора, дающее возможность региональным клиентам приобретать инженерное оборудование с высоким уровнем сервиса. Таким образом, компания Lunda стремится использовать в своей работе весь положительный опыт российских и иностранных компаний, работающих в сегменте снабжения материалами для отопления, водоснабжения, водоотведения и климата, и укрепить лидирующие позиции на российском рынке. Адреса новых филиалов:

- «Lunda — Орёл»: г. Орёл, ул. Михаличина, д. 10;
- «Lunda — Московское»: г. Самара, Московское шоссе 17 км, стр. 14/16;
- «Lunda — Смоленск»: г. Смоленск, Трамвайный проезд, д. 6а;
- «Lunda — Саратов»: ул. С.Ф. Тархова, д. 27, стр. А;
- «Lunda — Саранск»: ул. Строительная, д. 32, стр. В;
- «Lunda — Пенза»: ул. Светлая, д. 50б;
- «Lunda — СПб Гражданский»: ул. Ушинского, д. 12м.

## HVAC

# Система охлаждения морской водой

В журнале Energy Efficiency опубликовано исследование, проведённое с целью определения плюсов и минусов кондиционирования воздуха с использованием морской воды (SWAC). В работе рассматривается возможность переначки холодной (3–5 °С) морской воды с глубины от 700 до 1200 м на берег, где она обменивается теплом в системе кондиционирования. Учёные разработали вычислительную модель, используемую для оценки стоимости охлаждения и возможности использования системы в разных частях мира. Согласно результатам, всего один кубометр морской воды может обеспечить энергию для охлаждения, эквивалентную энергии, вырабатываемой 21 ветряной турбиной. Кроме того, несмотря на достаточно большие первоначальные инвестиции для установки системы SWAC, в дальнейшем она будет иметь более низкие эксплуатационные расходы. Исследование показало, что в прибрежных городах и на островах затраты на охлаждение можно снизить на 77%.

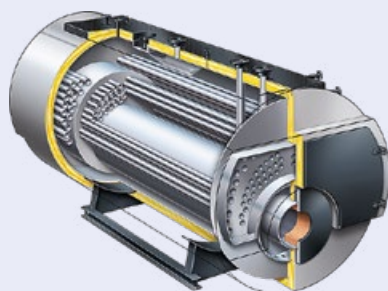


По мнению учёных, основными потребителями этой технологии будут аэропорты, отели и курорты, а также учреждения с высоким расходом электроэнергии. Такая система позволяет строить проекты с минимальной начальной охлаждающей нагрузкой и впоследствии модульно расширять систему и увеличивать охлаждающую нагрузку с меньшими дополнительными капитальными затратами. Система SWAC — это инновационная и экологически безопасная технология, которая имеет большой потенциал для превращения в эталонную систему охлаждения.

## Viessmann локализовал в РФ производство промышленных котлов Vitomax HS

Уже в 2021 году планируется выпустить не менее 30 единиц промышленных паровых котлов Vitomax HS на заводе в Липецке. Специалисты, которые будут заняты на сборке котлов, прошли комплексное обучение на производственных площадках концерна по промышленным котлам в Германии: руководитель производства, инженеры по сварочным работам, слесари и сотрудники отдела качества получили все необходимые теоретические и практические знания, чтобы обеспечить в России известное всему миру качество котлов Viessmann.

Липецкий завод будет выпускать паровые котлы высокого давления Vitomax HS для отечественного рынка мощностью до 9 тонн пара в час. Именно это оборудование пользуется наибольшим спросом в России. Производство котлов большей мощности будет возможно по специальному запросу — в линейку Viessmann в данном сегменте входят установки, способные выдавать до 31,5 тонны пара в час. Инженерные решения и технологии, которые положены в основу конструкции Vitomax HS, на сегодняшний день не имеют аналогов в мире. Устье горелки и поворотная задняя камера дымовых газов выполняются без применения шамотно-бетонных смесей и охлаждаются котловой водой. Большое паровое пространство и увеличенные расстоя-



ния между жаровыми трубами позволяют сглаживать циклические режимы работы оборудования, потребляющего пар. Эти решения позволяют добиться не только безотказности Vitomax HS, но и высокого КПД. Последний, при условии оснащения котла экономайзером, достигает 95–96%. Для производства Vitomax HS на завод в Липецке было закуплено новое оборудование, запуск сопровождала «ноу-хау»-команда, которая в продуктовой линейке «Промышленные котлы» отвечает за интеграцию передового опыта компании и единые стандарты качества для выпускаемой продукции на всех площадках. Уже в начале ноября с производственных линий липецкого завода сошёл первый паровой котёл высокого давления (10 бар) мощностью до 3,2 тонны пара в час.

### Экология

## Первый в Российской Федерации экологический стандарт



В Челябинской области приняли первый в России экологический стандарт. По словам губернатора Алексея Текслера, экостандарт — это некий свод правил и предложений по улучшению экологической ситуации в комплексе, от работы с главными загрязнителями окружающей среды до вопросов по твёрдым бытовым отходам (ТБО) и озеленению.

Как известно, Челябинская область занимает устойчивое положение в тройке самых экологически неблагополучных субъектов РФ. Принятие собственного экостандарта — один из путей улучшения экологической ситуации в регионе. Документ разрабатывался в течение года Координационным советом по вопросам экологии, сообщает сайт правительства региона.

В масштабном документе содержатся дополнительные меры, которые не предусмотрены федеральным и региональным законодательством в сфере экологии, они жёстче действующих нормативно-правовых актов.

Всего в экостандарте четыре больших блока: экология производства (выбросы и мероприятия по контролю за ними и их снижению), экология человека (создание комфортной среды), экология бизнеса (вопросы льгот) и экология природной среды (развитие национальных парков и ООПТ).



### Законодательство

## Базовый свод правил по ОВиК ждут изменения

Новая редакция СП 60.13330.2016 предусматривает требования к адаптивным системам вентиляции, в которых осуществляется регулирование расходов приточного и рециркуляционного воздуха по датчикам углекислого газа и температуры в зависимости от реального заполнения помещения людьми или загрузки технологического оборудования.

В составе документа уточнены схемы организации воздухообмена, которые помогут выполнять вариантное проектирование воздухораспределения в помещениях. Предусмотрены системы персональной, локализирующей и вытесняющей вентиляции. Также предусмотрены новые аэродинамические схемы с подачей неподогретого внутреннего или наружного воздуха и комбинированные схемы с подачей частично подогретого воздуха.



В документ будут включены и передовые технологии сокращения затрат тепловой и электрической энергии. Речь идёт прежде всего об использовании рекуперативных и регенеративных теплообменников для подогрева приточного воздуха (ВЭР), применении гибридных теплонасосных установок, солнечных коллекторов и ветрогенераторов (ВИЭ). В ходе работы над документом были проанализированы положения 60 СТУ, в результате чего, в частности, принято решение допустить организацию вентиляции автостоянок, встроенных в общественные здания, вытяжным воздухом систем общеобменной вентиляции. В перечне новых технологий для снижения аварийности систем отопления показаны способы повышения их тепловой и гидравлической устойчивости. Предусмотрено применение систем отопления с газовыми и электрическими инфракрасными излучателями. Более подробная информация представлена на сайте Минстроя России.



Lampe

## Пневматические заглушающие устройства Lampe

Пневматические заглушающие устройства (ПЗУ) производства компании Lampe для перекрытия трубопроводов диаметром 400–1000, 500–1500 и 1000–2200 мм успешно прошли все испытания по безопасности при проведении аварийных работ на действующих коллекторах в разных городах России.

По итогам испытаний пневматических заглушающих устройств Lampe в полевых условиях подтверждено следующее.



Все перекрытия, включая ПЗУ максимального диаметра 2200 мм, легко складываются до компактного размера и могут быстро устанавливаться в коллектор через стандартный люк 625 мм. Пневматические перекрытия не нуждаются в дополнительной фиксации и блокировке. Двухконусные ПЗУ выдерживают противодействие до 10 м водяного столба или до 1 бар. При увеличении внешнего давления или уменьшении внутреннего давления заглушки ПЗУ Lampe не изменяют своё положение в трубе. Возникает небольшая протечка в нижней точке трубы под перекрытием, но положение заглушки в трубе остаётся неизменным. Практичными и надёжными показали себя ПЗУ Lampe с усиленными крепежами. Если откачать водяной столб перед демонтажем заглушки не представляется возможным, то рекомендуется использовать ПЗУ с усиленной системой крепежа. Эти заглушки выдерживают «рывок» при быстрой потере воздуха в заглушке при изначальной высоте уровня воды в трубопроводе до 10 м. Lampe — это единственный производитель, чьи ПЗУ больших диаметров остаются на месте без дополнительного жёсткого крепления в случае аварийной потери воздуха.

Пневматические перекрытия на деле доказали, что полностью соответствуют заявленным характеристикам.

МГСУ

## Новым ректором МГСУ избран академик РААСН Павел Акимов



18 декабря состоялась конференция работников и обучающихся по выборам ректора НИУ МГСУ. В результате голосования ректором МГСУ избран академик РААСН, профессор, д.т.н. Павел Акимов, который до последнего времени был врио ректора МГСУ.

Президент НИУ МГСУ Валерий Теличенко — предшественник Павла Акимова на посту ректора МГСУ — искренне поздравил коллегу с избранием на эту должность.

Павел Акимов родился 12 августа 1977 года в городе Москве. В 1994 году поступил, а в 1999-м с отличием окончил факультет «Промышленное и гражданское строительство» Московского государственного строительного университета (специализация «Исследова-

ние и проектирование зданий и сооружений», присуждена квалификация инженера по специальности «Промышленное и гражданское строительство»).

Член диссертационных советов, созданных на базе НИУ МГСУ и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта».

Автор и соавтор 810 научных и учебно-методических работ, в числе которых десять монографий, два учебника и восемь учебных пособий, главный редактор обзорно-аналитического и научно-технического журнала «Строительная механика инженерных конструкций и сооружений», заместитель главного редактора международного научного журнала International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, заместитель главного редактора научного журнала «ACADEMIA. Архитектура и строительство», член редакционных советов и редакционных коллегий научных журналов «Академический вестник УралНИИпроект РААСН», «Вестник ВолгГАСУ», «Вестник МГСУ» (до 2018 года), «Вестник ТГАСУ», «Жилищное строительство», Russian Journal of Construction Science and Technology, American Journal of Civil Engineering, главный редактор ежегодного сборника трудов НИУ МГСУ «Вопросы прикладной математики и вычислительной механики».

ВИЗ

## «Хевел» установит солнечные электростанции на АЗС «Шелл»

Группа компаний «Хевел» и концерн Shell подписали соглашение о сотрудничестве в сфере солнечной энергетики. Данный документ предусматривает реализацию комплекса мероприятий, направленных на развитие энергоэффективных технологий на объектах концерна, снижение углеродного следа, в том числе установку солнечных электростанций на АЗС «Шелл». Стороны уже приступили к совместной работе. В начале декабря 2020 года в Республике Адыгея была открыта первая автозаправочная станция «Шелл», оснащённая солнечной энергетической установкой.

Солнечная электростанция, установленная на крыше АЗС, занимает 350 м<sup>2</sup> и состоит из 65 солнечных модулей российского производства. Установленная мощность станции составляет 20,48 кВт, прогнозная выработка — 25 МВт·ч в год, что эквивалентно использованию 7,5 тыс. м<sup>3</sup> природного газа.



Использование солнечных модулей позволит избежать выброса более 13 тонн CO<sub>2</sub> в атмосферу, а выработанная электроэнергия сможет обеспечить до 40% нужд АЗС.

## Ветроэнергетика всё более зависима от Китая



Мировая «зелёная» энергетика, в частности, ветроэнергетика, становится всё более зависимой от Китайской Народной Республики в отношении жизненно важных редкоземельных металлов. Об этом пишет Стефан Хайек, аналитик издания WirtschaftsWoche Online. ВЭС будут играть всё более важную роль в энергоснабжении мира в будущем. Ожидается, что к 2050 году мощность морской ветроэнергетики только в ЕС вырастет в 25 раз.

Магнитные металлы, такие как неодим, являются важными компонентами ветряных турбин, а также любого современного электродвигателя, включая те, которые используются практически в каждом автомобиле и подключаемом гибриде. По словам Хайека, это приводит к возникновению узких мест в основных секторах энергетического перехода, но на данную проблему обращают внимание очень немногие политические лидеры и руководители отрасли. Добыча и переработка неодима почти полностью находится в руках одной страны — Китая. Страна уже однажды (в 2009 году) использовала свою рыночную власть и парализовала целые отрасли по всему миру, объявив бойкот экспорту редкоземельных элементов для компьютеров. КНР может сделать это снова в других отраслях промышленности ввиду торгового конфликта с США, который, видимо, не будет ослаблен в период президентства Джо Байдена. По словам Хайека, на этот раз на карту поставлено даже больше, чем в 2009 году.



Инновации

## Разработана новая конструкция трубопроводного клапана

По сообщению РИА «Новости», новую конструкцию осевого клапана для трубопроводов, который меньше подвергается эрозии и повреждениям, разработали учёные Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) совместно с коллегами из НПО «Регулятор». Исследователи рассчитали воздействие различных процессов на износ деталей клапана, применив оригинальные методы математического моделирования. Результаты исследования опубликованы в журнале Chemical and Petroleum Engineering.



Авторам исследования удалось разработать новую конструкцию осевого регулирующего клапана с поворотным запорным устройством: открытие или закрытие осуществляется вращательным движением вокруг оси своего внешнего затвора. Это позволяет снизить нагрузку на клапан и как можно дольше сохранить его в исправном состоянии.

По словам учёных, одна из проблем подобных устройств — кавитация. Это процесс образования пузырьков в жидкости при резких перепадах давления, который сопровождается вибрацией и шумом. Она вызывает эрозию, повреждает детали и приводит к разрушению конструкции клапана.

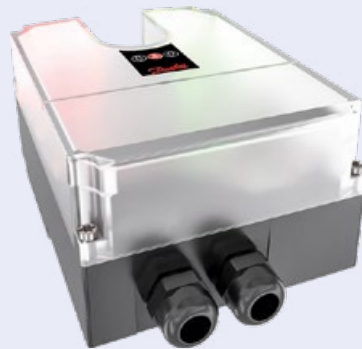
Учёные предложили и запатентовали решения по модернизации регулирующего клапана осевого типа и получили теоретико-экспериментальные подтверждения по снижению интенсивности кавитации уже на ранних стадиях её проявления. Применение поворотного запорного устройства также способствует уменьшению нагрузки на привод, повышению гидравлического сопротивления на фазах закрытия клапана и его герметичности.

Danfoss

## Новое поколение приводов для клапанов-регуляторов Virtus

Концерн «Данфосс» представляет электроприводы нового поколения iSET и iNET для регуляторов семейства Virtus. Их применение обеспечивает контроль и регулирование температур и гидравлического баланса в сетях тепло- и холодоснабжения в режиме реального времени. В отличие от классической конфигурации управления новинки расширяют функционал клапана прямого действия Danfoss VFG 22 PN16 с регулируемыми блоками AFP 2, AFD 2, AFA 2, AFPA 2, AFPQ 2.

Привод iSET превращает регулятор давления в интеллектуальное устройство, нормализующее работу теплового пункта. Функция автоматической стабилизации отслеживает скачки давления и автоматически изменяет настройки, благодаря чему расход теплоносителя постоянно находится в соответствии с требуемыми параметрами. Таким образом, привод iSET позволяет стабилизировать температурный режим у потребителя, обеспечивая комфортный внутренний климат в здании. Привод iNET незаменим для удалённой настройки перепадов давлений и легко интегрируется в SCADA-систему. Интеллектуальные функции снижают расход теплоносителя, поддерживают гидравлические режимы тепловых сетей и осуществляют плавное переключение источников теплоснабжения в лю-



бой момент времени. Привод iNET позволяет сбалансировать расход теплоносителя и увеличить  $\Delta t$  на первичном контуре за счёт снижения температуры в обратном трубопроводе. Это ведёт к уменьшению потерь теплоты и общему повышению КПД тепловой станции. Автоматизированное управление значениями давления благодаря приводам iSET и iNET ведёт к снижению количества протечек в трубопроводах и замедлению износа оборудования, сокращает энергопотребление электродвигателей насосных станций и снижает общие эксплуатационные затраты. Минимизация объёма ручных работ при переналадке перепада давлений за счёт дистанционного управления повышает производительность.

ЖКХ

## ЖЭКи могут игнорировать приборы учёта воды

Правила предоставления коммунальных услуг возлагают на собственников жилья обязанность самостоятельно приобретать и устанавливать индивидуальные приборы учёта холодного и горячего водоснабжения, а в ряде случаев — газа и отопления. В определённые сроки их предписывается поверять или заменять. При этом показания таких счётчиков принимаются к учёту только после ввода в эксплуатацию — опломбирования и документального оформления, которые на основании заявок потребителей должны осуществлять исполнители (управляющие организации, ТСЖ, ЖСК и др.).



Для защиты потребителей в утверждённые Правительством Российской Федерации Правила предоставления коммунальных услуг ещё семь лет назад была внесена специальная оговорка: в случае уклонения ЖЭКа от оформления прибор учёта считался введённым в эксплуатацию.

Поправки, внесённые в Правила, ограничили использование этой нормы только в отношении счётчиков электроэнергии. На приборы учёта воды защищающая потребителей оговорка не распространяется. Юридически прибор может считаться введённым в эксплуатацию только после документального оформления его в качестве прибора учёта, по показаниям которого осуществляется расчёт размера платы за коммунальные услуги, предоставленные их исполнителем в соответствующем МКД.

Изменённые Правила и их толкование чиновниками, по существу, легализуют злоупотребления со стороны управляющих компаний. Ведь в случае отсутствия прибора учёта потребители обязаны оплачивать коммунальные услуги по нормативам.

Энергетика

## Китай отдаёт приоритет развитию неископаемых энергоносителей



Пресс-канцелярия Госсовета КНР распространила официальную редакцию «Белой книги» Energy in China's New Era («Развитие энергетики Китая в новую эпоху»). Согласно ей, Китай увеличивает коэффициент использования ВИЭ. Поднебесная содействует использованию солнечной энергии, развивает ветроэнергетику и гидроэнергетику, а также стимулирует безопасное и упорядоченное развитие атомной энергетики, продвигая развитие биодизельной, геотермальной и океанской энергетики в соответствии с местными условиями. В 2019 году средний коэффициент потребления энергии ветра в стране достиг 96%, солнечной фотоэлектрической энергии — 98%, а гидроэнергии в бассейнах крупных рек 96%.

В документе говорится, что «развитие и использование ВИЭ является важным каналом перехода к низкоуглеродной и экологически безопасной энергетической системе». Отдавая приоритет развитию возобновляемых источников энергии, Китай также продвигает безопасное и эффективное развитие и использование ископаемых энергоносителей.

«Белая книга» указывает, что уголь остаётся основным источником энергии, при этом с 2012 года годовое производство рядового угля в стране колебалось от 3,41 млн до 3,97 млн тонн. Китай способствует безопасному, разумному и экологичному использованию угля. С 2016 по 2019 годы страна сократила в среднем более 900 млн тонн устаревших мощностей по добыче угля в год.

В «Белой книге» говорится, что «зелёное» развитие энергетического сектора сыграло важную роль в сокращении выбросов углекислого газа. В документе отмечается, что в 2019 году интенсивность выбросов углекислого газа в Китае снизилась на 48,1% по сравнению с 2005 годом, что превысило цель по снижению интенсивности выбросов углекислого газа на 40–45% в период с 2005 по 2020 годы, тем самым обуздывая тенденцию быстрого роста выбросов двуоксида углерода.

Источник: ИА «Синьхуа».

Энергетика

## Что значит для ТЭК России падение энергопотребления в ФРГ?

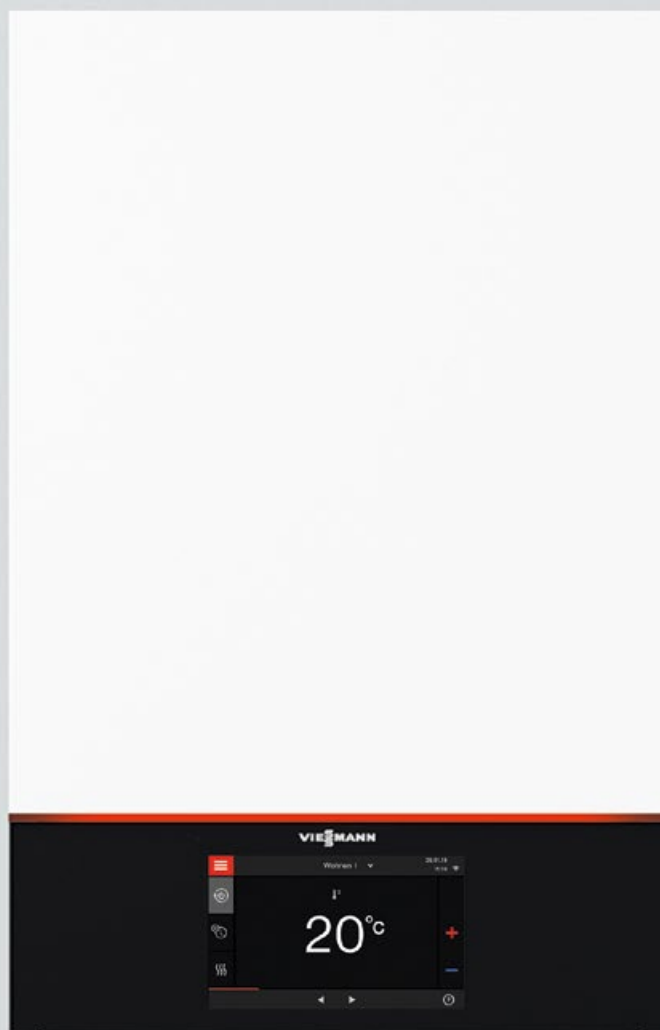
В 2020 году энергопотребление на рынке ФРГ упало на 8,7% по сравнению с 2019 годом и достигло минимума в истории объединённой Германии. Таковы предварительные итоги уходящего года, опубликованные «Рабочей группой по энергетическим отчётам» (AGEB). В ФРГ снизилось потребление энергии из всех источников, кроме возобновляемых: использование ВИЭ выросло на 3%. Особенно сильно, соответственно на 18,3 и 18,2%, упало потребление каменного и бурого угля. Потребление энергетического каменного угля упало в 2020 году более чем на 26%. Угольной промышленности РФ надо ждать потерь позиций на экспортном рынке ФРГ.

Природный газ увеличивает долю в топливно-энергетическом балансе Германии. Его потребление в ФРГ хотя и снизилось, но всего на 3,4%. У трубопроводного газа «Газпрома» неплохие шансы укрепить позиции на немецком рынке. Вывод для российского ТЭК: потребление газа на рынке ФРГ с большой долей вероятности увеличится. Одновременно



можно рассчитывать и на рост цен. Природный газ является источником энергии, доля которого в Германии в 2020 году выросла с 25,1 до 26,6%. У нефти доля упала с 35,2 до 33,9%, её потребление снизилось в 2020 году на 12,1%. Вывод из статистики AGEB: решающий фактор для роста поставок российской нефти на рынок ФРГ — возрождение гражданской авиации. По меньшей мере до середины 2021 года процесс пойдёт медленно. Одновременно и быстрый рост числа электромобилей, и расширение внедрения «зелёных» технологий в разных сферах приведут к падению спроса на нефтепродукты.





# Газовый котёл новейшего поколения

Vitodens 200-W — новый газовый конденсационный котёл для нового строительства и модернизации — идеален для квартир и частных домов.

**VISSMANN**

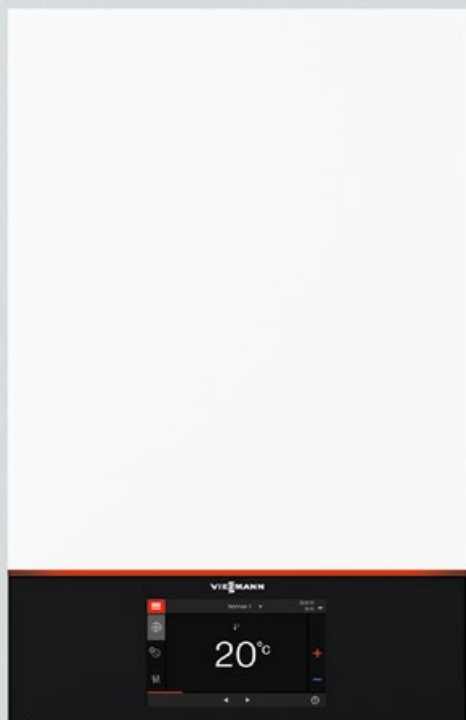
# Газовый котёл новейшего поколения

Vitodens 200-W — новый газовый конденсационный котёл для нового строительства и модернизации — идеален для квартир и частных домов.

С новым Vitodens 200-W пользователи получают идеальное соотношение «цена/эффективность», а также высокий комфорт теплоснабжения. Благодаря современному, функциональному дизайну и матовой поверхности с чёткими формами, он гармонично вписывается в любой жилой интерьер. Vitodens 200 предлагается в одноконтурном исполнении с возможностью нагрева горячей воды в бойлере косвенного нагрева. Встроенный интерфейс беспроводной локальной сети позволяет управлять котлом с помощью приложения ViCare.

[vitodens.viessmann.ru](http://vitodens.viessmann.ru)

ООО «Виссманн»  
Тел.: +7 495 663 21 11



## Способна ли ветроэнергетика производить самую дешёвую электроэнергию в России?

В России подведены итоги последнего конкурсного отбора проектов ВИЭ в рамках программы развития сектора до 2024 года. Отбирались проекты ветроэнергетики и малых ГЭС. В сфере ветроэнергетики конкуренция была острой, объём заявок в 3,5 раза превысил плановый объём.

**Автор:** Владимир СИДОРОВИЧ, Renen.ru

Все проекты забрала «Ветроэнергетическая отдельная генерирующая компания-2» (АО «ВетроОГК-2», принадлежит «Росатом»/«НоваВинд»), предложившая 65 тыс. руб. за киловатт установленной мощности. Семь лотов общей мощностью 192,5 МВт. Для сравнения, так называемые «предельные значения капитальных затрат», устанавливаемые правительством, составляют для ветроэнергетики 145 тыс. и 113 тыс. руб. за 1 кВт в 2023 и 2024 годах, соответственно. То есть по результатам конкурсного отбора стоимость проектов снизилась более чем в два раза относительно предельных значений.

В России отбор проектов в сфере возобновляемой энергетики проходит по величине капитальных затрат. Кто обещает меньше потратить на создание объекта — тот и победил. Если не ошибаюсь, такого нет больше нигде, везде в мире проекты соревнуются по цене киловатт-часа, которая предлагается и устанавливается на длительный срок.

По текущему курсу величина капитальных затрат в результате нынешнего аукциона составила примерно \$870 за киловатт. Курс доллара имеет значение, поскольку, несмотря на локализацию оборудования, в проектах всё равно есть иностранная составляющая («НоваВинд» локализует в России турбины голландской Lagerwey мощностью 2,5 МВт).

В 2018 году минимальная цена по итогам конкурсного отбора в ветроэнергетике составила 59 339 руб. за киловатт, то есть меньше, чем сегодня, но по тому курсу это было примерно \$950 за киловатт. Следует отметить, что установленные и сегодня, и в 2018 году цены лежат существенно ниже средневзвешенных мировых капитальных затрат в ветроэнергетике, которые, по данным IRENA, составляют \$1473 за киловатт установленной мощности.



Фото: АО «НоваВинд»

Наш уровень капитальных затрат, пожалуй, можно сравнить с самыми дешёвыми индийскими проектами.

Разумеется, капитальные затраты, «показанные» на конкурсном отборе, — это не обязательно фактически понесённые затраты. Если фактически будет потрачено больше, то инвестор получит меньшую доходность.

Не будем гадать, сколько в действительности вложит «НоваВинд» в эти проекты, посчитаем стоимость единицы энергии (LCOE).

При данных капитальных затратах (65 тыс. руб. за 1 кВт), доходности 12%, сроке службы объекта 20 лет и КИУМ 35,6% (средневзвешенный мировой КИУМ в наземной ветроэнергетике по данным IRENA), мы получим примерно 3,4–3,5 руб. за киловатт-час, что «навскидку» вполне конкурентоспособно с другими технологиями генерации. А если чуть ужаться по доходности и обеспечить КИУМ 40% (вполне реально, см. Бразилию или США), то и на 2,8 руб. за 1 кВт-ч можно выйти.

Когда был опубликован доклад «Российская отрасль ВИЭ в международных сравнениях», автор получил критический комментарий: мол, в докладе не сравнивается стоимость энергии разных технологий генерации в России.

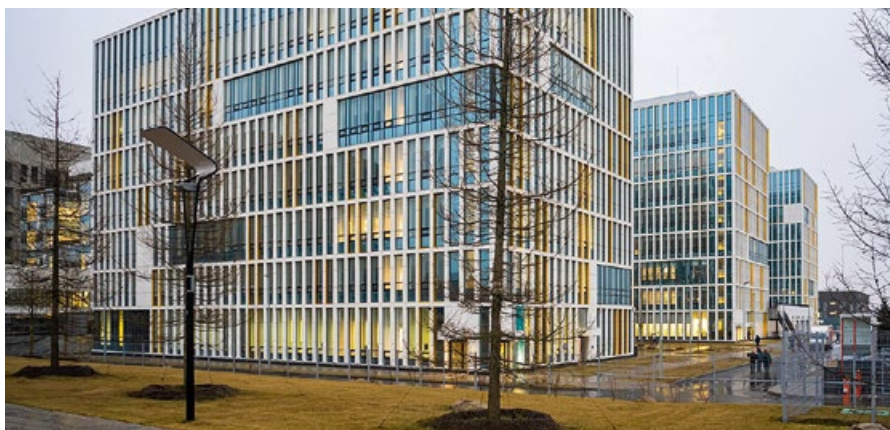
Ситуация следующая. Если в секторе ВИЭ все затраты как на ладони, то где вы в России возьмёте объективную информацию по стоимости единицы энергии угольной (или тем более атомной) электростанции в течение её жизненного цикла? Иностранные данные есть из разных стран, а российских нет.

В связи с этим хотелось бы поставить вопрос. Почему Министерство энергетики Российской Федерации не публикует эталонные LCOE для разных технологий генерации? Методология расчёта известна и не является сложной. Основная сложность — получить достоверные данные для расчёта. И у Минэнерго для этого возможностей больше, чем у кого бы то ни было. ●



Фото: energybase.ru





•• Московская больница ГКБ №40 («Коммунарка») первой приняла на себя удар пандемии

## Как насосы Grundfos помогают бороться с пандемией

Для системы здравоохранения 2020-й стал годом испытания на прочность. Россия — среди лидеров по числу заболевших COVID-19 и выделенных для их лечения больничных коек. За год в стране было открыто рекордное количество стационаров и временных госпиталей для борьбы с последствиями пандемии. Их строительство и оснащение происходило в сжатые сроки — за месяцы, а иногда за считанные недели. Многие медицинские центры были своевременно введены в эксплуатацию благодаря оперативным поставкам насосного оборудования Grundfos.

Успешное противостояние инфекции возможно только при наличии медицинской инфраструктуры, рассчитанной на одновременный приём большого потока пациентов. Начиная с марта в РФ развернуто около 200 тыс. больничных коек, три четверти из которых — новые. Grundfos оборудовало новые медицинские объекты решениями для систем водоснабжения и отопления, водоотведения, очистки воздуха и стоков в «красных» зонах больниц, высокопроизводительными насосными установками, станциями пожаротушения, современной автоматикой, системами диспетчеризации и многим другим.

### ГКБ № 40 в посёлке Коммунарка

Эта новая московская больница первой приняла на себя удар. Она была сдана в эксплуатацию в декабре 2019 года, а уже к марту 2020-го перепрофилирована для приёма больных с COVID-19. И даже когда схлынула первая волна, а большинство столичных стационаров вернулось к прежним режимам работы, клиника продолжала принимать пациентов с коронавирусом и внебольничной пневмонией.

ГКБ №40 не случайно стала первой в России, встретившей новую угрозу: она проектировалась и строилась как много-

профильный медицинский центр, является одним из наиболее оснащённых медучреждений в Москве и имеет всё необходимое для лечения тяжелобольных. В частности, здесь есть отдельный инфекционный корпус для размещения пациентов в изолированных боксах, а для экстренных ситуаций имеется собственная вертолётная площадка.

В центре работают семь аппаратов компьютерной томографии (КТ), аппарат магнитно-резонансной томографии (МРТ) и три рентгенологические установки. Всё это жизненно необходимо для диагностики больных с поражением лёгких и других внутренних органов. Кроме того, здесь же расположен региональный сосудистый центр и есть четыре ангиографические установки: как известно, SARS-CoV-2 в первую очередь поражает именно систему кровообращения.

Наконец, при клинике действуют онкологическое, урологическое и хирургическое отделения, родильный дом, а также несколько реанимационных отделений и 30 операционных. В общей сложности 40-я больница способна принять одновременно около 800 пациентов и имеет в штате более 2000 врачей и других специалистов.



Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Грундфос»

Инженерная инфраструктура данного медицинского центра построена на базе насосного оборудования Grundfos, которое использовано в составе всех без исключения систем. Так, отопление и подачу горячей воды в корпуса больницы обеспечивают два мощных консольно-моноблочных насоса одностороннего всасывания NB 65-200/198 производительностью 118 м<sup>3</sup>/ч, восемь одноступенчатых центробежных насосов ТР типа «инлайн» (в том числе два с «интеллектуальным» управлением и встроенным частотным преобразователем) и семь вертикальных многоступенчатых центробежных насосов Grundfos серии CR.

Для поддержания циркуляции теплоносителя в отопительных контурах применяются новейшие циркуляционные насосы MAGNA3, отличающиеся рекордными показателями энергоэффективности и целым набором встроенных «интеллектуальных» функций. В их числе — алгоритм AUTO<sub>ADAPT</sub> для автоматического подбора оптимальной рабочей кривой на основе анализа изменения расхода и напора в контуре, функция FLOW<sub>LIMIT</sub> для ограничения расхода, а также режим FLOW<sub>ADAPT</sub>, позволяющий задавать необходимую величину расхода для каждой зоны температурного графика системы без использования дроссельных клапанов. Кроме того, в тепловом пункте больницы установлены циркуляционные насосы UPS и ALPHA1 L.

Не менее широкий набор оборудования Grundfos используется в системах водоотведения и канализации. Это современные канализационные насосные установки серии Sololift2, предназначенные для сбора и отведения сточных вод от нескольких санитарно-технических приборов, автоматические канализационные насосные установки Multilift для



⚡ Автоматическая установка пожаротушения Grundfos Hydro MX

отведения «чёрных» и «серых» сточных вод, а также универсальные погружные дренажные насосы Unilift KP в корпусе из нержавеющей стали.

В конце 2020 года в каждом из четырёх корпусов медицинского центра были смонтированы мощные канализацион-

ные насосные станции на базе насосов Grundfos Unilift AP35B производительностью 6 л/с — самых больших в линейке бытового оборудования. Они выпускаются в корпусе из нержавеющей стали и используются для перекачки грунтовых, дождевых, очищенных или частично очищенных сточных вод с твёрдыми включениями диаметром до 35 мм. Оборудование предназначено для свободной установки или для монтажа на автоматической трубной муфте.

Управление КНС реализовано на базе автоматической системы Control DC-S, применяемой в составе решений с одним или двумя канализационными насосами, дополнительной мешалкой и промывочным клапаном. Шкаф управления поставляется в комплекте со встроенными главным выключателем на силовом вводе и автоматами защиты электродвигателя для каждого насоса и позволяет использовать для пуска и останова оборудования как поплавковые выключатели, так и аналоговые датчики уровня — гидростатический или ультразвуковой. Решение может быть легко интегрировано в системы управления и мониторинга, такие как SCADA или BMS.

Высокий уровень противопожарной безопасности ГКБ №40 обеспечивают две автоматические установки пожаротушения Hydro MX, построенные на базе нескольких мощных вертикальных многоступенчатых центробежных насосов CR. Это оборудование может применяться в составе систем водяного пожаротушения любого типа: с гидрантами, спринклерных и дренчерных. Hydro MX 1/1 CR45-5, самая производительная из смонтированных на данный момент установок пожаротушения, способна создавать напор до 130 м вод. ст. и обеспечивать расход воды до 58 м<sup>3</sup>/ч.



⚡ Центробежный насос серии CR



⚡ Канализационная насосная станция Grundfos в ГКБ №40 («Коммунарка»)





✚ МКЦИБ «Воронское» на 800 коек была построена менее чем за месяц

### Московский клинический центр инфекционных болезней (МКЦИБ) «Воронское»

Инфекционная больница на 800 коек для пациентов с коронавирусной инфекцией была построена менее чем за месяц и открылась 21 апреля 2020 года вблизи деревни Голохвастово Воронковского поселения города Москвы. Стационар оснащён самым современным медицинским оборудованием, включая изолированные боксы для вновь прибывших, аппарат МРТ, два аппарата КТ, 26 мобильных рентгеноустановок, эндоскопический комплекс и кислородно-газификационную станцию для подачи кислорода в палаты.

Больница имеет собственный диагностический блок, реанимационное отделение на 345 коек с аппаратами искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) и экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), дефибрилляторами, аппаратами инфузионной терапии и оборудованием постоянного контроля параметров состояния пациентов. Также есть операционный блок с индивидуальным родовым боксом и лабораторный, позволяющий проводить более 10 тыс. тестов в сутки.

При проектировании стационара особое внимание уделялось вопросам безопасности, в частности, очистке инфицированных стоков «красной» зоны. Для их обеззараживания применяются две установки, созданные российской компанией VDK на базе цифровых дозирочных насосов Grundfos DDA и способные очищать 650 м<sup>3</sup> сточных вод в сутки с использованием хлорсодержащих реагентов. На участках их дозирования установлено по два комплекта насосов, включённых по схеме с резервированием. При возникновении нештатной ситуации на

одном из агрегатов автоматически включается второй. Кроме того, подобное решение обеспечивает повышенную производительность системы в случае увеличения нагрузки, обусловленного сложной эпидемиологической обстановкой.

Grundfos DDA — цифровой дозирочный насос из линейки Smart Digital, разработанной для наиболее сложных и ответственных областей применения. Его отличает передовая технология привода Digital Dosing, использование стойкой к химическому воздействию тефлоновой мембраны, повышенная производительность и глубина регулирования до 1:3000. Встроенный датчик непрерывно измеряет фактическое давление в системе, а функция «автоадаптации потока»

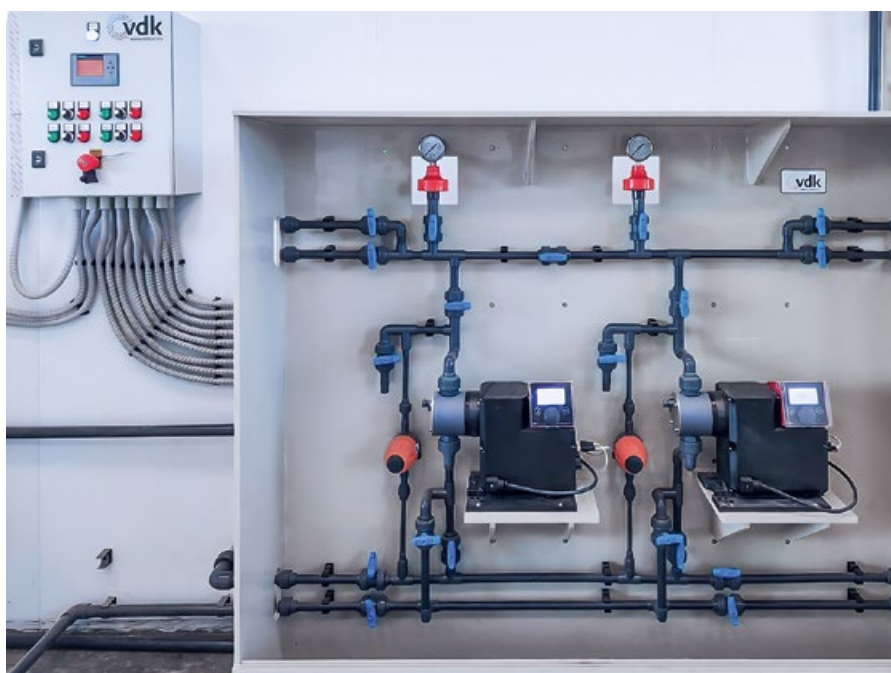
AutoFLOW<sub>ADAPT</sub> гарантирует сохранение точности дозирования даже при изменении условий окружающей среды. Это позволяет поддерживать постоянную концентрацию обеззараживающего реагента и предотвратить сброс неочищенных стоков в случае аварии.

В системе нейтрализации остаточного хлора в обработанных стоках больницы используются дозирочные насосы Grundfos DDE, также относящиеся к линейке Smart Digital.

### Клинический госпиталь № 1586 МО РФ в Подольске

В марте 2020 года на базе госпиталя был построен многофункциональный больничный комплекс на 200 койко-мест, предназначенный для приёма не только военных, но и гражданских пациентов с COVID-19. Это один из 16-ти медицинских центров быстрого развёртывания на базе одноэтажных зданий из сэндвич-панелей, которые российское министерство обороны запустило в эксплуатацию в разных регионах страны в рамках борьбы с пандемией.

Для очистки биологически опасных стоков «красной» зоны больницы и станции дезинфекции санитарного транспорта используется модульное решение, смонтированное внутри мобильного блок-контейнера на базе дозирочных насосов Grundfos DDE 15-4 с пропускной способностью до 20 м<sup>3</sup>/ч. Это позволило не включать очистные сооружения в состав основного проекта и обеспечило высокую скорость развёртывания данного госпиталя.



✚ Дозирочные насосы Grundfos DDE в системе очистки стоков в МКЦИБ «Воронское»



Модель DDE гарантирует плавное и непрерывное дозирование реагентов и имеет глубину регулирования производительности до 1:1000. Благодаря этому один насос способен заменить целый ряд устройств с различным расходом дозирования. Встроенный интерфейс импульсного управления и функция внешнего останова позволяют применять оборудование в составе автоматизированных систем. Для ручного управления имеется поворотный регулятор скорости дозирования в диапазоне от 0,1 до 100%.

### Медицинские центры в разных регионах страны

Помимо перечисленных стационаров в городе Москве и Московской области, оборудование Grundfos в 2020 году применялось в проектах строительства и реконструкции многих медицинских учреждений в рамках мер противодействия пандемии.

**1. Клиника «Екатерининская» в г. Краснодаре (ул. Герцена, д. 265/2).** Здесь решения Grundfos использованы в составе систем теплоснабжения (одноступенчатый вертикальный центробежный насос TP 32-200), водоснабжения (установка повышения давления Hydro Multi-E, многоступенчатый вертикальный насос CR1-3 и многоступенчатый горизонтальный СМЕ1-4 со встроенным частотным преобразователем) и пожаротушения (автоматическая установка Hydro MX).

Особенностью проекта стало подключение установки Hydro Multi-E сразу к двум системам: прямому водоразбору от водоканала и резервной системе ёмкостей.



●● Установка повышения давления Hydro Multi-E

Аналогичным образом устроена и схема пожаротушения, что позволило добиться создания постоянного запаса воды в зданиях клиники.

**2. Многопрофильный лечебно-диагностический корпус госпиталя для ветеранов в г. Санкт-Петербурге (ул. Народная, д. 21, корп. 2а).** В здании работают станция повышения давления Hydro MPC-E на базе многоступенчатых частотно-регулируемых насосов CRE и установка пожаротушения Hydro MX на базе насосов CR.

**3. Новая областная детская больница с поликлиникой в г. Сертолово (Ленинградская область).** В этом медицинском учреждении работают автоматическая установка пожаротушения Hydro MX, установка повышения давления Hydro MPC-E с частотно-регулируемыми насо-

сами, применяются одноступенчатые центробежные насосы TP, шкаф управления Control MPC и другое оборудование.

**4. Новая детская поликлиника на 400 посещений в смену в г. Санкт-Петербурге (Союзный пр., д. 14).** Лечебное учреждение имеет большое значение для города, где активно строятся новые районы и наблюдается дефицит социальной инфраструктуры. Проект полностью реализован на базе оборудования Grundfos. В частности, использованы установка повышения давления Hydro Multi-E и установка пожаротушения Hydro MX, вертикальные многоступенчатые центробежные насосы CRNE со встроенным частотным преобразователем, циркуляционные насосы MAGNA3, MAGNA1 и UPSD.

**5. Клиника «Скандинавия» в г. Санкт-Петербурге (Литейный пр., д. 55).** Установлены мощные погружные насосы для водоотведения SEG.40 с режущим механизмом для измельчения твёрдых включений, дренажные насосы Unilift KP, оборудование для систем водоотведения.

**6. Новый корпус родильного дома Вологодской областной клинической больницы (Пошехонское шоссе, д. 27).** Здесь использована станция повышения давления Hydro MPC-E на базе двух частотно-регулируемых насосов CRE.

В 2020 году были достигнуты значительные успехи в борьбе с инфекцией, однако опасность ещё не миновала. Так, на сегодняшний день заполненность коек для больных COVID-19 в России близка к 90%, и это с учётом новых стационаров. Очевидно, что нужны новые больницы, а для их скорейшего ввода в эксплуатацию — надёжные поставщики, способные оперативно обеспечить жизненно важные стройки необходимым инженерным оборудованием. ●



●● Мобильный блок-контейнер с системой очистки стоков на базе оборудования Grundfos при военном госпитале в Подольске



## «БиоДом». Жилой модуль и «умная» теплица

Проект в области ВИЭ. Одно из решений, которое поможет сэкономить значительные объёмы энергоресурсов при эксплуатации жилого здания и при этом добиться наилучших положительных результатов в выращивании растений и рыб. Данный проект можно тиражировать: применять, масштабировать, адаптировать как для больших холдингов, так и для частных предпринимателей.

**Автор:** Андрей ТЕМЕРОВ, генеральный директор компании ООО «АльтЭнергия»



❖ Внешний вид «БиоДома» с левой стороны. Полностью виден конструктив биоветерария в левой части и жилого модуля в правой

На сегодняшний день во всём мире стремительно развивается сегмент возобновляемой энергетики. Наблюдается бурный рост этого направления и в РФ. ВИЭ широко применяются практически во всех сферах человеческой деятельности, кроме сельскохозяйственной индустрии. Хотя в этом секторе экономики есть огромный потенциал для её применения.

Ниже мы как раз рассматриваем одно из решений, которое поможет сэкономить значительные объёмы энергоресурсов при эксплуатации жилого здания и при этом добиться наилучших положительных результатов в выращивании растений и рыб. Данный проект можно тиражировать: применять, масштабировать, адаптировать как для больших холдингов, так и для частных предпринимателей.

Но, как всегда, существует ряд проблем, которые очень остро стоят перед любым начинанием в агробизнесе: дорогое содержание жилых автономных зданий и «умных» круглогодичных теплиц; традиционные источники энергии неэкологичны и зачастую отсутствуют на месте расположения объекта; дорогие земельные участки с коммуникациями и малое количество таких участков.

Для решения данных проблем нами была разработана полная концепция инновационного «БиоДома» и внедрена на одном из наших подсобных хозяйств.

### Основные задачи разработанного проекта

1. Обеспечить возобновляемой энергией нужное строение в любом месте расположения без присоединения к магистральным энергосетям.
2. Значительно снизить или добиться полного отсутствия оплаты за энергоносители поставщикам.
3. Получить возможность выбрать любое место для расположения объектов: поле, берег реки, лесной массив, причём в любой климатической зоне.

**Ряд острых проблем стоит перед любым начинанием в агробизнесе: дорогое содержание жилых автономных зданий и «умных» круглогодичных теплиц; традиционные источники энергии неэкологичны и часто отсутствуют на месте расположения объекта; дорогие земельные участки с коммуникациями и малое количество таких участков**

4. Удешевить содержание жилых и производственных зданий и умных круглогодичных теплиц.
5. Отказаться от присоединения к сетям или же иметь возможность присоединиться к ним для сбросов своих излишков по «Закону о микрогенерации».
6. Собственный бизнес рядом с домом.
7. Продовольственная безопасность.
8. Выращивание как традиционных, так и экзотических растений.
9. Выращивание рыб.
10. Уменьшение вредных выбросов в атмосферу.
11. Возможность использования данного решения по другим задачам: зимний сад, зона отдыха и медитаций, досуг детей.





⚡ На участке размерами 22×30 м расположены: «БиоДом», металлоконструкция под выращивание ежевики и огурцов, отдельно высаженные крыжовник, красная и чёрная смородина

### Используемые источники энергии, технологии и оборудование

Проект состоит из следующих элементов:

- производство электроэнергии — фотоэлектрическая установка, гибридная система электроснабжения, резервный бензогенератор;
- производство тепловой энергии — тепло грунта (пассивная система отопления/охлаждения от скважины), солнечная энергия (солнечные коллекторы, солнечные батареи), тепло биоветерария.

### Разработанные системы, внедрённые в «БиоДоме»

1. Система пассивного отопления/охлаждения. Работает на принципе перемещения температуры из-под земли в помещение (Патент РФ №137793). Имеется низкотемпературная система отопления/охлаждения — фанкойлы.
2. Система нагрева ГВС и поддержки водяного отопления от различных источников энергии. Работает от солнечных коллекторов, солнечных батарей.
3. Система воздушного отопления.
4. Система выработки электроэнергии. Работает от солнечных батарей, резервного бензогенератора. Все источники электроэнергии подключены к гибриднему инвертору с АКБ.
5. Система автоматизации освещения.
6. Система полива.
7. Система контроля температур, влажности и CO<sub>2</sub>.
8. Система видеонаблюдения.
9. Система контроля доступа.

### Более детально о внедрённых системах

Система воздушного отопления грядок биоветерария работает полностью автономно, без участия человека и без присоединения к внутренней электросети.



⚡ Вид сверху. «БиоДом» и металлоконструкция под выращивание ежевики и огурцов

Система воздушного отопления жилого модуля работает без непосредственного участия человека, использует тёплый воздух биоветерария и подключена к гибридной системе электроснабжения для работы вентиляторов.

Система электроснабжения (свет, холодильник, телевизор, интернет, видеонаблюдение, контроллеры) функционирует от солнечных батарей, резервного бензогенератора через гибридную систему электроснабжения.



⚡ Солнечные модули «Хевел» (мощность 30 кВт) установлены на металлоконструкцию, под которой выращивается ежевика и огурцы. Модули также выполняют функцию затенения растений





❖ Цветёт маракуйя (разновидность плодоносных тропических лиан). Ноябрь 2020



❖ Плоды маракуйи имеют сочную мякоть с семенами. Растёт в биоветерии. Ноябрь 2020



❖ Папайя (или же пальмообразное «дынное дерево») в горшке. Ноябрь 2020

Система досветки «био-ледами» работает без участия человека от гибридной системы электроснабжения.

Система ГВС работает от гелиосистемы, солнечных батарей и гибридной системы электроснабжения.

Система полива (работает автоматически от гибридной системы электроснабжения).

Система контроля температуры, влажности и CO<sub>2</sub> работает автоматически, собирает информацию для анализа от гибридной системы электроснабжения.

Система видеонаблюдения работает от гибридной системы электроснабжения.

Система контроля доступа работает от гибридной системы электроснабжения.



❖ Лимон в «умной» теплице «БиоДома» можно выращивать в открытом грунте. Ноябрь 2020

### Решение «БиоДом» – три самостоятельных продукта Продукт №1. «Умная» теплица – биоветерий

Можно пристроить к любому существующему строению или же установить отдельно стоящим объектом. При пристройке необходимо соблюдать определённые требования. Наилучший вариант — это установка биоветерия с южной стороны здания. Если имеются окна и двери на самом здании, то необходимо учесть, на какую сторону они выходят и каким образом их можно использовать. Также необходимо найти наилучший вариант присоединения коммуникаций, если это потребуется.



Что же в этом случае даёт биоветерий? Он является полноценной «умной» теплицей, в которой можно выращивать продукты питания круглый год с минимальными человеческими и энергетическими затратами. Биоветерий:

- ❑ улучшает теплоизоляционные характеристики здания;
- ❑ обеспечивает помещение кислородом;
- ❑ забирает из помещения CO<sub>2</sub>;

- ❑ осуществляет поддержку отопления;
- ❑ осуществляет ГВС;
- ❑ улучшает качество жизни;
- ❑ позволяет заниматься бизнесом, не удаляясь от дома;
- ❑ позволяет минимизировать затраты на энергетическое содержание здания.



### Продукт №2. Автономный жилой модуль

Это жилой дом с возможностью транспортировки в обычном режиме, без дополнительных разрешений и согласований с любыми службами.

Перед началом его создания все вопросы по планировке, отделке, оснащению, техникой и другие вопросы согласовываются с заказчиком. Потом он изготавливается в заводских условиях. Далее происходит его транспортировка и установка на подготовленное (определённое) заказчиком место.

После установки необходимо подключить к нему только:

- ❑ воду (установить ёмкость для привозной воды или пробурить скважину);
- ❑ канализацию (установить био-септик).

Также необходимо установить бензо- или газогенератор на случай отсутствия солнечной активности.





Всё прочее в жилом модуле уже предусмотрено. А именно:

- гибридные солнечные коллекторы, которые готовят и горячую воду и горячий воздух для отопления;
- солнечные батареи — для выработки электроэнергии;
- низкотемпературные системы отопления/охлаждения, при наличии скважины возможна организация пассивной системы охлаждения, по нашей запатентованной системе.

проживания, не присоединяться к внешним коммуникациям и сетям общего пользования. Хотя если они есть, можно к ним присоединиться. При этом большой плюс — не нужно тратить много времени на строительство, общение со строителями и прорабами. То есть можно всё согласовать и получить желаемый вариант в утверждённые сроки.

В целом, предлагаемое решение — это мобильный, автономный модуль с широким спектром использования.

- выращивается пища для семьи, а все излишки могут быть реализованы и принести дополнительный доход семье;
- практически всё автоматизировано и участие человека сведено до минимума;
- растения позволяют гармонично развиваться детям, которые приучаются к бережному отношению к природе;
- происходит уменьшение выбросов в атмосферу углекислого газа или же оно сводится к нулю;
- затраты на содержание здания практически отсутствуют, что позволяет семье экономить средства и уменьшить себестоимость выращенной продукции;
- молодой семье возможно получить небольшой, легкодоступный кредит и построить собственное жилье, которое ещё и даёт возможность зарабатывать денежные средства;
- молодая хозяйка может успевать следить за младенцем и выращивать экологически чистые продукты питания;
- можно выращивать круглогодично многие экзотические культуры;
- можно заниматься оздоровлением и принимать гостей на отдых;
- возможно улучшение проекта в техническом и творческом плане до бесконечности, было бы желание.

Системы, установленные в данном решении, позволяют осуществлять постоянный контроль и собирать информацию, чтобы была возможность провести анализ эксплуатации и принять необходимые меры для внесения поправок, если таковые понадобятся.

На рынке существуют подобные предложения. Но при детальном их изучении выяснилось, что не все так работает, как описывается.

Поэтому мы и решили, применяя свой опыт и ноу-хау, построить и поэксплуатировать некоторое время наш «БиоДом», а потом описать уже готовый отработанный комплекс мероприятий, необходимых для круглогодичной, полноценной работы биоветеринарии и жилого модуля. Наш «БиоДом» прошёл испытания зимними холодами, и у нас в нём всё осталось расти и развиваться. Это экзотические растения — папайя, маракуйя, питахайя, лимоны. А также малина, клубника, ежевика, помидоры, салат. При этом система отопления от внешних сетей полностью отсутствовала.

Таким образом мы пережили зиму, сохранили все растения и ни одного ватта на отопление не взяли из сетей. Применяли дополнительную досветку «био-ледами», чтоб увеличить световой день для имеющихся растений. И уже в марте мы употребляли в пищу собственные салаты,



●● Малина в теплице — созревающая и только что сорванная. Ноябрь 2020

Это решение может быть использовано: частными лицами (в качестве собственного жилья); коммерческими организациями (в качестве быстровозводимых, мобильных мест отдыха); строительными организациями (для мобильного проживания строителей и обслуживающего персонала). Также возможны создание быстровозводимых городков в случае чрезвычайных ситуаций (кратковременное переселение, содержание людей) и организация военных госпиталей в случае военных ситуаций.

Автономный жилой модуль возможно устанавливать практически в любом месте. В горах, у реки, на берегу моря. И при этом не отказываться от комфортного

### Продукт №3. Объединение двух описанных выше продуктов

Получается полноценный, многофункциональный «БиоДом», в котором условия для проживания намного комфортнее, чем в обычных домах, по следующим многочисленным причинам:

- отслеживается качество воздуха, из него забирается углекислый газ и направляется в биоветеринарий, а обратно отправляется чистый кислород, вырабатываемый растениями;
- выращиваются продукты питания без химических удобрений, а используются только экологически безопасные и биологически чистые удобрения — отходы жизнедеятельности рыб;





Лауреаты Международной премии «Малая энергетика — большие достижения», организованной Ассоциацией малой энергетики

а апреле — собственную клубнику, ежевику. Лимон нам дал плоды, но они ещё не спели. Также и маракуйя уже показала свои плоды, и мы ждём, когда уже можно будет употребить их в пищу.

Всё это время мы удобряли растения отходами жизнедеятельности рыб (завели несколько десятков особей африканского сома, поместили его в ёмкости и раз в несколько дней меняли воду и поливали ей растения).



### Значение решения в масштабах страны

Предлагаемое решение работает на выполнение планов государства. В частности, в «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации», утверждённой Указом Президента РФ от 21 января 2020 года №20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», сказано:

«7. В развитие положений Стратегии национальной безопасности Российской Федерации национальными интересами государства в сфере продовольственной безопасности на долгосрочный период являются:

в) устойчивое развитие и модернизация сельского и рыбного хозяйства и инфраструктуры внутреннего рынка».

Кроме того, проект способствует выполнению Федерального закона от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

### Награда

Проект «БиоДом» занял первое место в VIII Международном конкурсе «Малая энергетика — большие достижения» в номинации «Инновационная разработка в сфере энергетики». ●



«БиоДом» — победитель в конкурсе «Малая энергетика — большие достижения». На награждении (слева направо): президент Ассоциации малой энергетики Максим Загорнов, генеральный директор компании «АльтЭнергия» Андрей Темеров, вице-президент НОЗ Леонид Питерский





## Конденсационные котлы ВАХІ для муниципального детского сада

Проект отопления муниципального детского сада на основе конденсационных настенных котлов ВАХІ серии Duo-tec MP+. Отличительными особенностями инженерной системы являются компактные габариты и высокая мощность оборудования, экономичность, низкий уровень шума, минимальные выбросы вредных веществ, а также упрощённая схема сервисного обслуживания.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «БДР Термия Рус»

Котельная расположена в городе Ставрополе на улице Южный Обход и отапливает социально-значимый объект — новый, современный муниципальный детский сад на 300 мест. На объекте установлены новые конденсационные настенные котлы ВАХІ серии Duo-tec MP+ 1.150 в количестве четырёх штук. Компактные габариты и высокая мощность данного оборудования сделали возможным собрать котельную мощностью 600 кВт на одной стене небольшого помещения. Применение котлов в каскаде позволит осуществлять поочерёдное техническое обслуживание теплогенераторов, не нарушая бесперебойную работу системы. Фронтальный доступ к внутренним компонентам значительно упрощает работы по сервисному обслуживанию. Благодаря глубокой модуляции с коэффициентом мощности 1:5, котлы серии Duo-tec MP+ могут работать в широком мощностном диапазоне, а вместе со встроенной погодозависимой автоматикой и насосом значительно экономят газ и электроэнергию. При этом котёл сохраняет номинальную мощность даже при падении входного динамического давления газа до 5 мбар.

В котельной установлены два накопительных бойлера марки ВАХІ серии UBT объёмом 1000 л, стенки и змеевик кото-

рых покрыты титановой эмалью, не содержащей хрома. Покрытие не только отлично защищает оборудование от агрессивных воздействий, но и отвечает самым строгим гигиеническим нормам. Для защиты от коррозии бойлеры оснащены магниевыми анодами. Благодаря изоляции из мягкого полиуретана толщиной 50 мм, потери тепла минимальны. В линейке ВАХІ UBT представлены бойлеры от 80 до 1000 л, что позволяет подобрать оборудование под любую задачу.



Низкий уровень шума котельной сохраняет покой детей во время прогулок и тихого часа, а минимальные выбросы вредных веществ помогают заботиться об окружающей среде. Эксплуатация оборудования ВАХІ на социально значимых объектах уже стала хорошей традицией, что подтверждает безупречное качество и надёжность данной продукции. ●

# Комплексный проект за 10 млн от De Dietrich. Инженерное обустройство объекта торговли

Несмотря на высокую степень энергонезависимости России, предприятия зачастую сталкиваются с отказами в подключении к сетям энергоснабжения или ограничениями объёмов поставки энергоносителей. По большей части проблема связана с техническим состоянием сетей, которые не могут транспортировать необходимый объём энергоносителей и обеспечить растущие запросы коммерческих и муниципальных объектов. Это касается как централизованного теплоснабжения, так и газоснабжения для обеспечения предприятий теплом и природным газом для удовлетворения технологических нужд.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «БДР Термия Рус»

Из-за данной проблемы при открытии новых производств или реконструкции уже существующих перед заказчиками стоит довольно сложная, вариативная задача: на стадии выдачи технического задания на проектирование необходимо заранее обосновать выбор источника энергоснабжения своего объекта с учётом экономического баланса: «*объём капитальных вложений / последующие эксплуатационные расходы*». Эти факторы будут серьёзно влиять на себестоимость конечного продукта, конкурентоспособность, рентабельность предприятия.

## Проблемы выбора источника энергоносителей

На первый взгляд выбор энергоносителей невелик и довольно прост. Как правило, он решается запросом технической возможности подключения к сетям тепло-, газо- и электроснабжения. Однако даже при скромно запрошенных лимитах зачастую возникают проблемы:

1. В черте городов и промышленных зон системы теплоснабжения не готовы к увеличению нагрузок и находятся в «пенсионном» возрасте: как правило, это гарантирует отказ в подключении или очень дорогостоящие обременения в виде перекладки километров тепловых сетей и реконструкции котельной за счёт потенциального потребителя. И последующие затраты на централизованное теплоснабжение будут как минимум в три раза выше относительно автономного источника теплоснабжения (АИТ).

2. Подключение к электросетям проще, возможно, даже дешевле, капитальные вложения на автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) и оборудование будут невелики, но... сумма за израсходованные киловатт-часы при использовании электроэнергии на отопление зданий, подготовку ГВС и технологические нужды небольшого предприятия с потреблением, к примеру, в 1 МВт, лишает смысла все поползновения в данном направлении.

3. Природный газ — решение всех проблем. Но не всё так просто... Зачастую плата за подключение к сетям газоснабжения крайне высока. Кроме того, в городской черте имеющиеся газопроводы не всегда справляются с запрошенным заказчиком объёмом поставок — отсюда возникает ограничение расхода. Также необходимо оценить объёмы капитальных вложений на оборудование котельной, прокладку газопровода от границы участка до потребителей.

Как правило, в технико-экономическом сравнении всех трёх вариантов по капитальным вложениям победит электроэнергия, а расходы на централизованное теплоснабжение и использование природного газа будут примерно равны. По эксплуатационным тратам в будущем безоговорочно победит природный газ.

Решение проблемы ограничения лимита поставок «голубого» топлива мы обсудим на примере объекта, проектирование которого завершено, а здание находится в стадии окончания строительства.



## Исходные данные проекта

Расположение — СЗФО РФ, г. Череповец, спальный район, объект торговли по типу испанского Меркадо. Торговая площадь — 2100 м<sup>2</sup>, ресторанная — 1200 м<sup>2</sup>, зоны производства готовой продукции — 2000 м<sup>2</sup>. Максимальные: расход газа на теплоснабжение здания (КПД = 92 %) — 95 м<sup>3</sup>/ч; необходимый расход газа на производственные нужды — 35 м<sup>3</sup>/ч; допустимый расход газа на объект — 100 м<sup>3</sup>/ч. Проектирование и монтаж — специалисты инженерного бюро «Необис», руководитель проекта — Сергей Алексеев.



## Подбор оборудования АИТ АИТ в крышном исполнении

Выбор основного источника теплоснабжения при наличии дефицита топлива (около 30%) был очевиден — это конденсационная техника производства компании De Dietrich на базе каскада настенных (ввиду конструктивных особенностей здания) котлов Inpovens MCA Pro 160 с повышенным расчётным коэффициентом полезного действия (108–112%).

Для получения максимального КПД в проект заложены низкотемпературные системы теплоснабжения, а именно вентиляция и воздушно-тепловые завесы (по графику 80/60°C), системы радиаторного и конвекторного отопления (70/50°C), подготовка горячей воды в системе ГВС (70/40°C).

Все циркуляционные насосы — с частотным управлением, как на котловой стороне, относительно термодинамического разделителя, так и на стороне теплоснабжения. Насосы теплоснабжающих контуров оснащены датчиками давления на обратном трубопроводе, что позволяет строго поддерживать заданный перепад температур. Управление каждым контуром теплоснабжения возложено на панель Diematic Evolution. На объекте применена заводская каскадная система обвязки De Dietrich с управляемыми от автоматики котлов модулирующими насосами, благодаря чему возможно поддержание повышенной разницы температур между подающей и обратной линиями в автоматическом режиме.

Вследствие этого занижается температура обратной линии конденсационных котлов даже при работе с высокой температурой подачи и достигается высокое значение КПД, а также экономится электроэнергия на привод насоса.

Обратный подсчёт расхода газа показывает, что при применении котельного оборудования с повышенным коэффициентом полезного действия максимальный расход газа с 95 м<sup>3</sup>/ч уменьшается на 15 м<sup>3</sup>/ч. В итоге получается, что максимальный расход на теплоснабжение составляет 80 м<sup>3</sup>/ч. Но на технологические нужды по-прежнему не хватает...

### Ищем скрытые резервы

Берём в руки раздел «Технология» и находим там дополнительные ресурсы:

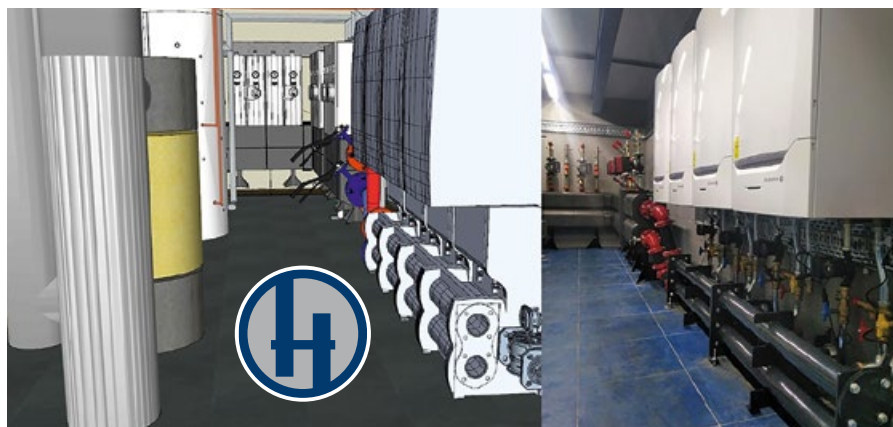
- заказчик применяет хлебопекарные печи с закрытой камерой сгорания, наддувными горелками суммарной мощностью 340 кВт и температурой дымовых газов от 160 до 250°C;
- на объекте используется «центральный холод» на базе чиллера с выносным

воздушным конденсатором холодопроизводительностью 197 кВт.

Выбранные технические решения:

- замена холодильной машины на аналог с полной утилизацией тепла — теплоутилизатор, которой выдаст 252 кВт тепловой мощности в номинальном режиме;
- применение рекуператора-конденсатора дымовых газов типа RCI V 300 производства De Dietrich (укомплектованного вентилятором-дымососом с частотным управлением), максимальная производительность которого 55–60 кВт.

Таким образом компенсируется недостаток требуемой тепловой мощности.



В итоге получается сокращение максимального расхода газа ещё на 30 м<sup>3</sup>/ч. Данная величина утилизированной теплоты рассчитана при максимальной нагрузке на технологическое оборудование. В связи с тем, что хлебопекарные печи и холодильная машина в последующем могут работать по непостоянному графику, возникла идея добавить в перспективе дополнительный источник тепла.

### Дополнительные меры

Объект находится на Северо-Западе России, где существует такое явление, как «белые ночи». Вопреки расхожему мнению, что применение солнечных панелей допустимо только в южных регионах, необходимо учитывать тот факт, что для аккумуляции тепловой энергии солнца важна не столь температура, сколько количество светлого времени суток в году. По этому параметру, например, Сочи значительно отстаёт от Мурманска. В связи с этим была установлена буферная ёмкость с сваренным теплообменником для подключения дополнительных источников энергии, а именно солнечных коллекторов Dietrisol Power под управлением системы регулирования Diemasol A производства компании De Dietrich. В ней аккумулируется тепловая энергия от рекуператора дымовых газов, холодильной

машины и солнечных коллекторов. Разбор теплоносителя из ёмкости осуществляется посредством дифференциальной системы управления циркуляционным насосом SLA 2 (также De Dietrich), который включается только при более высоком значении температуры теплоносителя в буферной ёмкости относительно температуры каскада в термодинамическом разделителе. То есть при наличии утилизированного тепла именно оно будет в первую очередь использовано для отопления здания и приготовления ГВС, а установленные котлы будут компенсировать недостаток мощности.

Таким образом достигается не только увеличение полезной тепловой мощности, но и существенная экономия основного энергоресурса — газового топлива.

### Резюме

При потребности в природном газе 130 м<sup>3</sup>/ч, посредством применения конденсационных котлов, использовании низкотемпературных систем теплоснабжения, утилизации теплоты дымовых газов от технологических печей, а также утилизации теплоты, вырабатываемой холодильной машиной, удалось снизить потребление до 100 м<sup>3</sup>/ч.

В системе также заложена возможность использования солнечной энергии. Рекуператор-конденсатор (в качестве приятного бонуса) многократно сократил вредные выбросы (CO и NO<sub>x</sub>) от технологических горелок хлебопекарных печей, что крайне важно ввиду нахождения объекта в плотной жилой застройке.

Как результат, был получен энергоцентр, полностью соответствующий техническому заданию заказчика, отвечающий всем требованиям экологического и технического надзора, с соблюдением лимитов потребления природного газа. Стоит отметить, что капитальные затраты на устройство энергоцентра не превысили 10 млн рублей. ●





## WOLF и его многоплановые проекты

Даже в условиях строжайшего карантина, но с соблюдением всех норм и правил, WOLF удалось организовать инженерное обустройство ряда объектов разной величины и специфики.

**Автор:** Оксана АГАПИТОВА, ООО «Вольф Энергосберегающие системы» (дочернее предприятие Wolf GmbH в России)



Климатическое оборудование WOLF установлено в башне «Евразия» ММДЦ «Москва-Сити»

Сложно говорить о проектных достижениях в году, где все события по степени важности перебил коронавирус и созданная им новая covid-реальность. Все мы в первую очередь были озабочены лишь здоровьем своих сотрудников и близких. Однако несмотря на все трудности, которые испытала группа компаний WOLF по всему миру, мы можем сказать, что заканчиваем год более чем достойно.

Поставив в самом начале 2020 года амбициозные цели перед отделом продаж, мы не могли допустить неожиданное падение в период карантина. В то время как большинство бизнесов встали, все сотрудники отправились на «удалёнку», и никто пока не понимал, что делать и как существовать дальше, работа завода WOLF была организована таким образом, что все обязательства перед партнёрами по поставкам были выполнены в срок и в оговорённых ранее объёмах.

Стоит отметить, что российское подразделение WOLF в условиях коронавируса чувствовало себя гораздо лучше, чем дочерние предприятия других стран, благодаря антикризисным мерам, принятым правительством. И, даже в условиях строжайшего карантина, но с соблюдением

всех норм и правил, WOLF удалось реализовать важнейшие объекты этого года.

В самый сложный период (с апреля по май 2020 года) в кратчайшие сроки оборудование WOLF было поставлено для участия в реконструкции башни «Евразия», уникального здания из металла в комплексе Москва-Сити.

Чуть позже были установлены климатические системы в ФГБУ ЦКБ с Поликлиникой Управления делами Президента РФ и на заводе «Р-Фарм» на территории особой экономической зоны «Технополис Москва», ставшем дополнительной площадкой для производства вакцины от коронавируса. Для этих объектов были произведены вентиляционные установки WOLF в гигиеническом исполнении по всем требованиям лечебно-профилактических учреждений и химических фармацевтических производств. Мы гордимся тем, что профессионалы такого уровня выбирают именно наше оборудование, а WOLF имеет отношение к самому главному — здоровью человека!

В бытовой вентиляции WOLF показывает уверенный рост. Мы рады, что рынок, наконец, принял домашние децентрализованные вентиляционные системы и понял, в чём преимущество принудительной приточно-вытяжной вентиляции в жилом помещении перед открытой форточкой. Радует, что люди стали думать о здоровье как новом уровне комфорта для себя. Рано или поздно это станет первым приоритетом. Под Новый год мы рассказали о бытовой вентиляции для частного дома ещё раз, более подробно, на всю страну в передаче «Дачный ответ» на телеканале НТВ. Программа вышла 27 декабря 2020 года, а в ремонте дома для талантливого музыканта участвовала наша последняя бытовая вентиляционная установка CWL-2. Здесь мы на практике показали, как работает эта система.

На отопительном рынке WOLF продолжает укрепляться в сегменте конденсационной техники, показав значительный прирост к предыдущему году, тем самым расширив присутствие на территории России.



❖ Дом в Новосибирске оснащён комплексной отопительной и вентиляционной системами WOLF

Достичь таких результатов помог в том числе и комплексный подход. За 2020 год по всей России мы можем насчитать уже до десятка энергоэффективных объектов WOLF Haus, укомплектованных всеми видами отопительного и вентиляционного оборудования WOLF одновременно: конденсационные котлы отопления, геосистемы и бытовая вентиляция, подключённые на единый модуль управления.

Работа над этим проектом всё ещё продолжается, а оборудование WOLF раз за разом доказывает свою выгоду и энергоэффективность.

### Энергоэффективная экосистема отопительного и вентиляционного оборудования WOLF Haus

WOLF Haus содержит несколько взаимодополняющих продуктов:

1. Традиционные котлы отопления WOLF (КПД / коэффициент преобразования энергии 92–96%).
2. Конденсационные котлы отопления WOLF (КПД / коэффициент преобразования энергии 96–109%).
3. Геосистемы WOLF (КПД до 80%).
4. Бытовая приточно-вытяжная вентиляция WOLF (КПД 87–92%).
5. Единый модуль управления.

Высокие европейские стандарты качества обязывают разработчиков WOLF тщательно и всесторонне прорабатывать каждый элемент оборудования с точки зрения энергоэффективности.

Конденсационные котлы отопления WOLF последнего поколения обладают высокой энергоэффективностью за счёт конденсационной технологии. Традиционные котлы WOLF — за счёт горелки полного предварительного смешения. Геосистемы обеспечивают экономию энергии, являясь альтернативным и вспомогательным источником тепловой энергии. Бытовая приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией сокращает потери



❖ На заводе российской фармацевтической компании «Р-Фарм», изготавливающей в том числе вакцину «Спутник V» от коронавируса, установлены климатические системы WOLF

тепла, экономя в том числе и расходы на нагрев воздуха. Всё это объединяется единым модулем автоматического управления системой WOLF, что является дополнительным преимуществом экосистемы. А одновременное использование всех элементов экосистемы увеличивает общую энергоэффективность.

Преимущества WOLF ещё и в том, что на крупные жилые объекты мы можем поставить и промышленную вентиляцию нашего же бренда, например, бассейновые установки. Один из примеров такой комплексной поставки, которым мы гордимся в этом году, — жилой дом крупного российского учёного-физика с мировым именем в городе Новосибирске.

### Жилой дом в Новосибирске

Технические параметры новосибирского проекта таковы:

- три конденсационных котла CGB-100;
- пять установок бытовой приточно-вытяжной вентиляции CWL-400;
- одна бассейновая климатическая установка SKL-Pool.

Подробнее о данном проекте. Площадь дома — 1200 м<sup>2</sup>. Для оптимального функционирования системы воздухообмена дом разделили на зоны. За каждую жилую зону отвечает своя вентиляционная установка CWL. Все эти агрегаты работают независимо друг от друга по датчику CO<sub>2</sub>. Воздух в установки поступает подготовленный, от общего водяного теплообменника, который смонтирован в систему подачи уличного воздуха. Используются увлажнители. Для системы отопления с использованием тёплых полов и радиаторов, а также для бесперебойной подачи ГВС, на объект установлены три конденсационных котла CG-100.

Также функционируют системы снеготаяния. Бассейн обслуживается бассейновой установкой SKL-Pool, которая разработана специально для интеллектуального кондиционирования воздуха в небольших, закрытых бассейнах: из помещения отводится воздух с высокой влажностью и поступает осушенный воздух.

Есть специалист в области механики, теплофизики и энергетики выбирает WOLF, то для него вообще нет невыполнимых задач и невозможных проектов.

Оглядываясь назад на этот сложный год, остаётся только поблагодарить сотрудников, партнёров и клиентов, которые выбрали оборудование WOLF, были с нами всё это время и стойко выдержали все испытания. Такой мощный мировой кризис лишней раз продемонстрировал слаженность работы всех наших департаментов, всей цепочки — от производства до продаж, от логистики до сервисного обслуживания. И хочется пожелать всем, наконец, почувствовать свободу от вынужденных ограничений и вздохнуть полной грудью с WOLF! ●





❖❖ Рис. 1. Конструктивная модель здания детского сада

## ВМ-проект дошкольного учреждения

Как в одной ВМ-системе спроектировать сразу три раздела детского дошкольного учреждения? Опытом делится ООО «ПСК РегионПроект».

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Ренга Софтвэз»

### Предпосылки перехода на ВМ

Рассказывает Николай Дубовой, директор ООО «ПСК РегионПроект»: «Наша компания работает на рынке с 2009 года. За эти годы мы создали проекты не только жилых и промышленных зданий, торговых и развлекательных комплексов, но и уникальных объектов, таких как аквапарк, стадион и даже национальный центр управления обороной РФ.

Проекты становились всё сложнее, на их реализацию привычными 2D-инструментами уходило много времени. Я пришёл к выводу, что настало время внедрять новые технологии, переходить на ВМ. Это сейчас активно поддерживается на законодательном уровне, да и наши заказчики всё чаще стали предъявлять требование предоставлять информационную модель. Часть наших сотрудников владели системой ArchiCAD. Другие — освоили Tekla Structures, но опыта использования единого ВМ-инструмента для проектирования всех разделов у нас не было».

### Процесс ВМ-проектирования

Объектом для пилотного проекта стал детский сад на 140 мест в городе Копейске. Детский сад представляет собой двухэтажное здание с техническим этажом. Информационная модель объекта создавалась по имеющимся чертежам.

«В соответствии с грунтовыми условиями мы выбрали свайный фундамент для здания. Несущими конструкциями стали кирпичные стены, сборные плиты перекрытий и деревянная скатная кровля, — говорит Сергей Улитин, главный инженер проекта ООО «ПСК РегионПроект». — Стены построили одноименным инструментом системы Renga, затем добавили в проект нужные плиты перекрытий и перемычки, взяв их из каталогов, представленных на сайте разработчиков системы. Созданная в Renga стропильная система крыши завершила работу над проектированием конструктивной части здания (рис. 1). В процессе её создания мы убедились, что 3D-моделирование спо-



❖❖ Рис. 2. Проработанные входные группы

### Исходные данные проекта

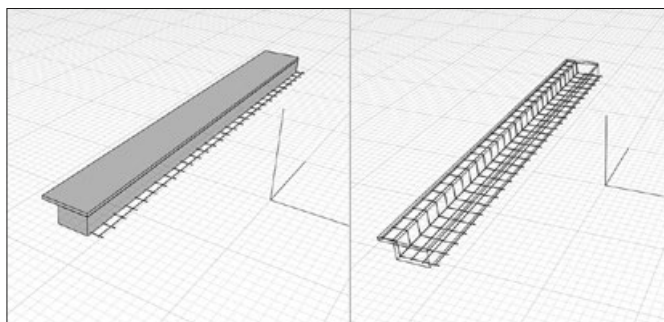
Разработчик — ООО «ПСК РегионПроект» (г. Челябинск); сфера деятельности: проектирование объектов гражданского и жилищного назначения, объектов промышленности и транспорта, в том числе уникальных зданий и сооружений.

### Выбор новой системы

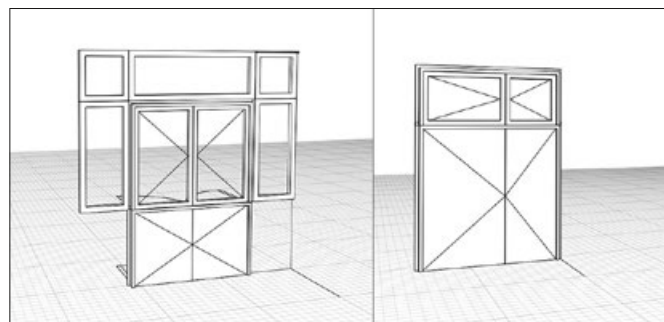
Основным критерием, на который ориентировалась компания при выборе системы для работы всех проектировщиков, стал комплексный подход к проектированию. Российская система Renga полностью соответствовала этому критерию, так как она позволяет проектировать и архитектуру, и конструктивную часть здания, и внутренние сети. Для погружения в возможности системы было принято решение выполнить пилотный проект именно в этой системе.

способствует более наглядному отображению системы деревянной кровли и улучшает точность подсчёта объёма материалов».

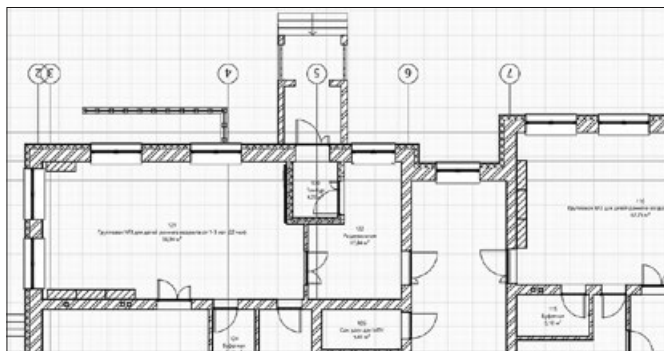
По словам Софьи Дерновой, ведущего инженера ООО «ПСК РегионПроект», «в здании предусматривались входные группы с пандусами для младших групп на уровне первого этажа, и металлические лестницы на второй этаж (рис. 2). Они создавались преимущественно встроенными инструментами «лестница», «колонна», «балка», «плита», «пандус» и «ограждение» с учётом планировочных отметок земли».



❖ Рис. 3. Монолитные участки



❖ Рис. 4. Нетиповые двери, созданные с помощью инструмента «Сборка»



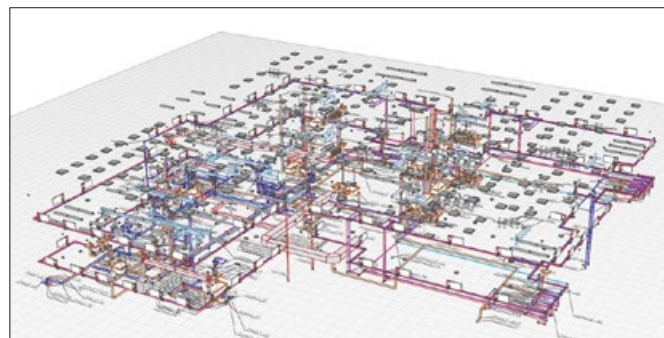
❖ Рис. 5. Внутренние планировки детского сада



❖ Рис. 6. Внутренние планировки с добавленной в проект мебелью



❖ Рис. 7. Архитектурная модель детского сада



❖ Рис. 8. Информационная модель инженерных систем детского сада

«При работе над проектом я активно использовала инструмент “Сборка”. С его помощью законструировала монолитные участки перекрытий (рис. 3), типовые элементы стальных лестниц, а также смогла создать двери различных нетиповых конфигураций (рис. 4).

Также в ходе разработки модели я оценила удобство инструмента «Помещение», который автоматически определяет площадь комнат (рис. 5) и упрощает подсчёт отделочных материалов. После завершения работы над архитектурной и конструктивной частью в модель была экспортирована мебель (рис. 6)», — рассказывает инженер.

«Далее к работе над моделью подключился инженер для проработки внутренних систем. Он создал в Renga систему отопления, водоснабжения и водоотведения, вентиляцию и электрические сети, оценив все преимущества 3D-моделирования на практике (рис. 8), — поясняет Сергей Улитин. — А после расстановки точек трассировки были проведены магистральные сети и затем подключено к ним уста-

новленное оборудование. Загружать дополнительное оборудование из сторонних программ в Renga не потребовалось: все санитарно-технические устройства и электрические приборы, использованные в проекте, импортировались из Renga (рис. 9). И готовая модель была выгружена в формат Industry Foundation Classes (IFC) для просмотра в сторонних программах».

### Достигнутый результат

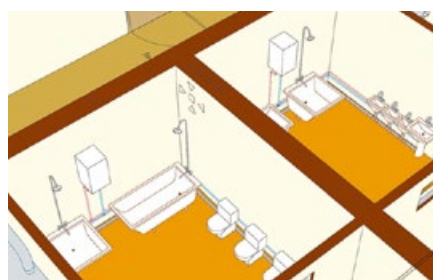
В результате работы над проектом специалисты ООО «ПСК РегионПроект» создали информационную модель детского сада, проработав её архитектурную и кон-

структивную части, а также внутренние инженерные сети, получив тем самым бесценный опыт комплексного проектирования по BIM-технологии.

### Эффект от использования BIM-системы

«В процессе реализации пилотного проекта в системе Renga мы смогли убедиться, что BIM — это несложно и недорого, — делится впечатлениями Николай Дубовой. — 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 получали исчерпывающие ответы.

Мы довольны полученным опытом 3D-проектирования и уровнем отечественной BIM-системы. Она позволила создать полноценную 3D-модель здания от фундамента и до розеток. Наглядность BIM-проектирования помогла избежать коллизий и нестыковок в проекте». ●



❖ Рис. 9. Санитарно-технические устройства





## Частотное регулирование от А до Я

Управление электродвигателем на основе изменения частоты напряжения питания расширило возможности для повышения производительности и энергоэффективности. В России и странах СНГ приводную технику можно встретить в разных отраслях: например, решения на основе преобразователей частоты всё чаще реализуют в энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Наиболее распространены применения с насосами, вентиляторами, компрессорами.

### Управление производительностью

Изначально у преобразователя частоты была задача повысить эффективность асинхронного электродвигателя. Классическая модель представляет собой систему плавного изменения частоты вращения и крутящего момента привода. Процесс построен на зависимости скорости вращения магнитного поля от частоты переменного питающего напряжения.

Наибольшее распространение получили электронные преобразователи. В основе конструкции силовая часть на полупроводниках (транзисторах или тиристорах) и схема управления на базе микроконтроллера.

Скалярный принцип регулирования преобразователем обеспечивает напряжение определённой частоты и амплитуды. Это востребовано в применениях с изменением скорости вращения ротора в зависимости от нагрузки. Нижний предел в 10% от номинала и управление несколькими двигателями максимально

увеличивает эффективность эксплуатации насосов и вентиляторов.

Векторный режим даёт на выходе постоянную частоту вращения ротора вне зависимости от нагрузки. В результате достигается позиционирование точного положения вала и поддержание частоты вращения, регулирование момента при низких скоростях и пуск двигателя с номинальным моментом. Такие решения востребованы там, где необходимы безотказность и производительность.

Пуск и настройка преобразователя частоты возможны с панели оператора устройства или через персональный компьютер. Наличие русскоязычного интерфейса удобно для эксплуатирующего персонала. Подключение по дискретным входам и «сухим» контактам делает частотный преобразователь исполнительным механизмом внешней системы управления. Ряд моделей можно запрограммировать по событиям для автоматизированных процессов.



**Автор:** Павел ФЕДОТОВ, менеджер по работе с ключевыми клиентами компании ООО «Данфосс»



∴ Линейка преобразователей частоты производства концерна Danfoss

### От простого к сложному

Эра массового применения преобразователей частоты началась в 1968 году, когда концерн Danfoss первым в мире приступил к серийному производству приводной техники — это была модель VLT 5. С тех пор конструкторы компании добились многого: сегодня в линейке десятки универсальных, профессиональных и специализированных серий низковольтных и высоковольтных преобразователей частоты и тысячи вариантов исполнения. За прошедшие полвека выпущено порядка 25 млн устройств.

Возможности приводной техники разнообразны. Модели представлены в диапазоне мощностей от 0,18 кВт до нескольких мегаватт с широким спектром номиналов и напряжений. Частотные преобразователи совместимы со всеми типами электродвигателей и источниками питания. Функционал позволяет иметь непосредственную связь с питающей сетью и промежуточное звено постоянного тока, возможно подключение трёхфазного двигателя в однофазную сеть. В большинстве моделей настройка конфигурации происходит автоматически.

Удобство модульной платформы — в гибком подборе необходимых силовых опций в зависимости от применения. К примеру, DC/DC-преобразователь спо-

обен повысить напряжение для потребностей привода. Выпрямитель на IGBT-транзисторах производит рекуперацию энергии в сеть. Сетевой преобразователь из постоянного тока создаёт сеть переменного тока.

На российском рынке под разными брендами представлено множество частотных преобразователей, различных по

конструкции, принципу действия, способу управления. Среди производителей — такие марки как Schneider Electric, ABB, Siemens, Hyundai, Toshiba, Hitachi, «Веспер» и др. Специально для отечественного рынка Danfoss разрабатывает и производит в Российской Федерации ряд наиболее востребованных моделей. В программе развития концерна — дальнейшее расширение мощностей в Подмоскowie.

### Сегодня в линейке Danfoss имеются десятки универсальных, профессиональных и специализированных серий низковольтных и высоковольтных преобразователей частоты и тысячи вариантов исполнения



### Выбираем модель

На первый взгляд, подобрать частотный преобразователь для конкретного применения достаточно сложно: у каждого производителя своя классификация и особые конструкторские решения. Однако на практике всё решают несколько основных моментов.

Первое, что влияет на выбор частотного преобразователя, — сфера применения. Все преобразователи частоты осуществляют плавное регулирование скорости и снижение пусковых токов. При этом общепромышленные модели имеют унифицированные возможности — в зависимости от научно-технического потенциала производителя, а для решения конкретных инженерных задач разрабатывают специализированный функционал.

Как в жилищно-коммунальной сфере, так и в энергетике специализированные устройства управляют насосами в тепловых пунктах и котельных, на объектах водоснабжения. Уникальные алгоритмы отвечают за автоматизацию работы приводов в вентиляционных установках и функционирование компрессоров в холодильоснабжении. Есть решения для противопожарных систем в зданиях и оптимизации лифтов.

Для удобства потребителей компания Danfoss называет серии преобразователей частоты согласно их предназначению, например, VLT HVAC Drive, AQUA Drive, Lift Drive, Micro Drive или VACON 100 FLOW.

### Серии Danfoss Drives для систем ОВиК

1. VLT HVAC Drive FC-102 — для систем отопления, вентиляции, охлаждения.
2. VLT HVAC Basic Drive FC-101 — базовая версия модели FC-102.
3. VACON 100 FLOW и VLT AQUA Drive FC-202 — для насосных применений, систем водоподготовки и водоочистки.
4. VLT Micro Drive FC-51 — для общей автоматизации оборудования, насосных и вентиляционных применений.
5. VEDADRIVE — для систем водоснабжения и для применения в энергетике.
6. VACON NXP и VLT AutomationDrive FC-302 — для общей автоматизации, высокодинамичных применений, подъёмно-транспортных механизмов.



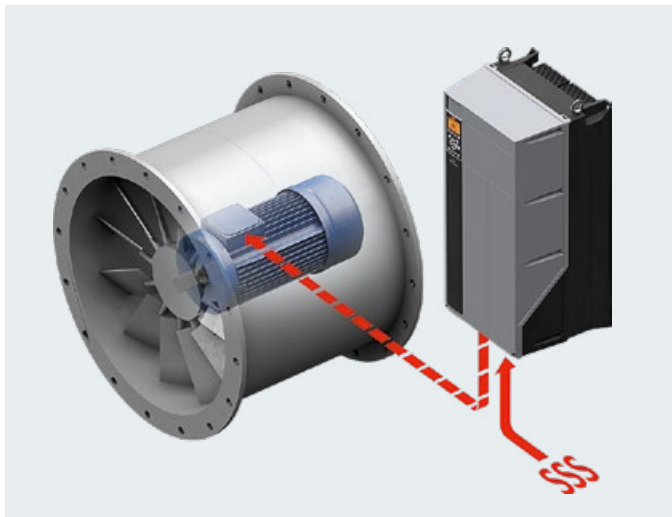
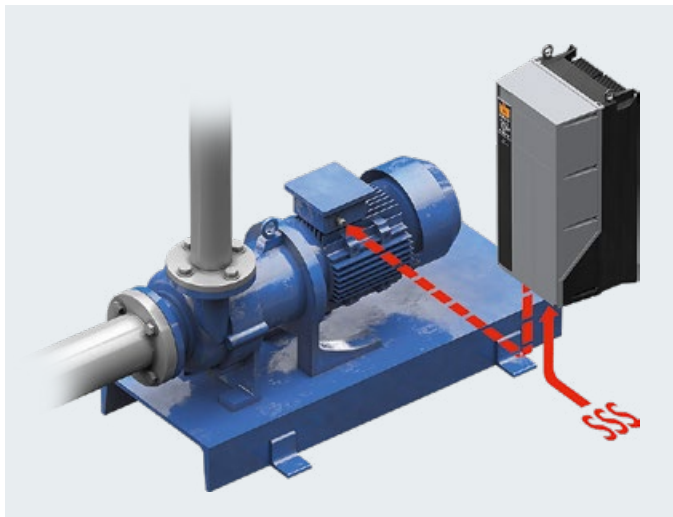
Второй момент — определение подходящей под проект модели и её типоразмера. Здесь необходимо соблюдать правило двух неравенств: номинальный ток устройства всегда превышает номинал двигателя, и максимальный ток также должен быть больше.

Соотношение максимального и номинального момента может составлять от 110 до 250 %.

**При подборе частотных преобразователей учитывают напряжение питающей сети и тип двигателя, выбирают дополнительные опции. Например, для интеграции в системы BMS или программно-аппаратные комплексы SCADA предусматривают сетевые интерфейсы**

**Функционал для систем ОВиК**

Функционал частотных приводов, используемых в HVAC-отрасли, оптимален именно для автоматизации управления систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Целевые назначения: фанкойлы, приточные и вытяжные вентиляторы, воздушные и холодильные компрессоры, чиллеры. Встроенная функция пропорционально-интегрально-диффе-



Управление энергетическим оборудованием посредством преобразователей частоты обеспечивает множество преимуществ сразу

Следует помнить, что под максимальным током преобразователя частоты подразумевается перегрузочный ток, который он обеспечивает в течение одной минуты. Максимальный ток двигателя зависит от момента при запуске и напрямую связан с типом применения.

Практика показывает, что для насосных и вентиляторных решений достаточно перегрузки 110%, а для автоматизации — 150–160%. Когда возникает потребность увеличить это значение, просто выбирают частотный преобразователь большего типоразмера.

При подборе учитывают напряжение питающей сети и тип двигателя, выбирают дополнительные опции. В частности, для интеграции в системы управления автоматикой здания (BMS) или программно-аппаратные комплексы сбора данных и диспетчерского контроля (SCADA) предусматривают сетевые интерфейсы.

Характеристики преобразователя частоты и степень необходимой защиты корпуса должны соответствовать условиям эксплуатации: температуре окружающей среды, уровню влажности, высоте над уровнем моря и сейсмичности района. Важен и способ монтажа — на стену, настенное исполнение или в шкафу.

Для быстрого подбора оборудования ряд производителей предлагает онлайн-сервис, такой как конфигуратор Danfoss.

В специальное приложение достаточно ввести исходные данные, чтобы получить оптимальную конфигурацию преобразователя частоты под конкретное применение и условия по приобретению выбранного оборудования.

регулирующего (ПИД) регулирования изменяет производительность системы в зависимости от текущего перепада.

Одна из новинок сегмента — интегрированный преобразователь давления воздуха, который способен контролировать сразу четыре зоны перепада давлений. Оригинальное решение упрощает рабочую схему, не требует применения датчиков на вентиляторах и фильтрах. Дискретные выходы и протоколы связи обеспечивают передачу данных в комплексы BMS и SCADA.

Лучшие модели имеют встроенный контроль загрязнения фильтров и обрыва ремня, пожарный режим, температурный диапазон эксплуатации от -25 до +50 °C. Цифровые решения позволяют настраивать через смартфон или планшет работу как частотного преобразователя, так электродвигателя. Отличия специализированных устройств типа AQUA и FLOW заключаются во встроенных функциях для насосных агрегатов. Сюда входят регулирование расхода и управление обратным клапаном, компенсация потерь давления в трубопроводе.

«Спящий режим» производит автоматическое отключение насоса при низком водоразборе и включение при его повышении. Как известно, на насосных агрегатах плохо сказываются низкие обороты, и лучше не переходить порог в 20–25%.



Преобразователь VLT AutomationDrive

«Контроль утечек» реализован на контроле давления, а «компенсация расхода» на принципе уменьшения гидравлического сопротивления в системе со снижением расхода. Безотказную работу оборудования гарантирует защита от «сухого хода».

Встроенный каскадный контроллер необходим при эксплуатации насосной группы: он регулирует скорость одного агрегата, затем по необходимости происходит подключение следующих. Более эффективен режим «ведущий/ведомый» (master/slave), когда преобразователь частоты управляет всей группой. В этом случае насосы синхронизированы между собой и имеют одну скорость.

Регулирование насосов по сигналу обратной связи в больших диапазонах обеспечивает ПИД-регулятор. Наличие в устройстве постоянного и переменного момента позволяет управлять любыми насосными агрегатами: центробежными, осевыми, поршневыми, плунжерными.

Для насосов с невысокой степенью автоматизации и регулирования вентиляторов и бытовых дымососов административных и производственных помещений производители предлагают упрощенные модели. К примеру, преобразователи частоты типа HVAC Basic Drive и Micro Drive оснащены минимально необходимым защитным функционалом при полном наборе регулирующих опций.

### Преимущества регулирования

Асинхронные электродвигатели применяются повсеместно. Однако их эффективность снижают отсутствие регулирования скорости и ударные нагрузки на механизмы. Пусковые токи достигают шести- и восьмикратного значения от номинала. Исправить недостатки и повлиять на производительность позволяет частотное регулирование. Чаще всего насосы, вентиляторы и компрессоры не работают на полную проектную мощность. Частотный преобразователь с высокой точностью подстраивает скорость привода под требуемую в данный момент нагрузку: напор и расход легко контролировать за счёт регулирования частоты и момента.

Пусковой ток привода значительно ниже, чем у двигателя с прямым пуском или пуском по схеме «звезда — треугольник». Плавный пуск снижает пусковые токи и нагрузку на сеть, обеспечивая корректную работу запорной арматуры и других устройств.

Среди основных преимуществ силовой электроники перед механическими средствами — автоматизация и интеграция в систему диспетчеризации верхнего уровня. В Danfoss разработаны «облач-

ные» сервисы, которые позволяют вести через Интернет дистанционный мониторинг и управление, использовать архивные данные для анализа и последующей оптимизации.

Регулировка скорости вращения момента на валу увеличивает межремонтный интервал и продлевает срок службы двигателей. Сам же электронный преобразователь частоты не имеет движущихся частей и не требует такого техобслуживания как редукторы или дросселирующие задвижки.



:: Преобразователь серии VLT HVAC Drive

Частотный преобразователь, кроме того, способен защитить электропривод от аварий и аномальных режимов работы. Среди функций — контроль перегрузок и коротких замыканий, пропадания фаз. Предусмотрена возможность перезапуска при возобновлении подачи электроэнергии после её отключения. Специальные функции управления насосами и компрессорами также обеспечивают удобную и безопасную эксплуатацию.

Нюанс применения силовой электроники — возникновение гармонических помех в питающей сети, но современные технологии практически полностью нивелируют эти негативные влияния. В частности, в Danfoss для борьбы с гар-

**Конструктивные особенности преобразователя частоты способны увеличить потенциал энергосбережения. Например, функция «автоматическая оптимизация энергопотребления» снижает реактивную составляющую тока при недозагрузке**

мониками разработаны передовые решения — системы активного и пассивного подавления.

Правительство РФ запланировало ввод новых регламентов по энергоэффективности в 2021–2025 годах, согласно которым будет необходимо переходить на двигатели класса IE3. Миллионы асинхронных приводов старого поколения заменить нереально, поэтому нужна альтернатива, и самое экономически целесообразное решение — применение систем с частотно-регулируемыми приводами.



:: Преобразователь серии VLT AQUA Drive

### Потенциал энергосбережения

Потребляемая мощность имеет кубическую зависимость от скорости вращения для центробежных машин. Например, снижение частоты вращения на 20% сокращает энергопотребление в два раза. Для стандартных применений экономия составляет от 30 до 70%. Однако это не предел. Конструктивные особенности преобразователя частоты способны увеличить этот потенциал. Например, функция «автоматическая оптимизация энергопотребления» снижает реактивную составляющую тока при недозагрузке двигателя. На устройствах до 10 кВт она добавляет до 10% экономии электроэнергии.

Режим «автоматическая адаптация к двигателю» не только обеспечивает «подхват на лету» и возврат кинетической энергии, но и вносит вклад в сбережение энергии. Небольшие проценты дают векторное управление с экономией при пусках и переходных процессах и современные фильтры гармоник. Если система охлаждения выводит до 90% тепла, то нет потребности в дополнительных устройствах со своим энергопотреблением.



Насосные функции «спящий режим», «контроль утечек», «компенсация расхода», «ведущий/ведомый», встроенный каскадный контроллер, а также специальные вентиляторные и компрессорные алгоритмы также способствуют энергосбережению. Если всё перечисленное подсчитать и сложить, то получим реальную картину энергоэффективности.

### Считаем экономию

Рассмотрим эффективность применения частотного регулирования на простом примере. В жилом доме насос мощностью 20 кВт обеспечивает расчётную подачу воды на номинальной скорости только в «часы пик» — утром и вечером.

### Внедрение частотного регулирования по своей сути — инвестиционный проект. Технико-экономическое обоснование учитывает гораздо больше составляющих, чем просто объём энергопотребления

В остальное время водоразбор значительно меньше. Установим в схему преобразователь частоты. Примем для наглядности, что скорость в результате регулирования составит 80% от номинала. В этом случае потребляемая мощность сократится в два раза. Экономия за сутки — 117 кВт·ч, за год — 42,7 тыс. кВт·ч только на одном насосе.

На практике при системном подходе с созданием каскадных насосных групп, регулировании по датчикам, настройке «ночных» и других режимов результат ещё выше. В итоге реальное потребление может составить не более 30% по сравнению с работающим напрямую от сети насосом. Аналогичный результат мы получим и в системе вентиляции, где также присутствуют пиковые и минимальные нагрузки.

Внедрение частотного регулирования по своей сути — инвестиционный проект. Технико-экономическое обоснование учитывает гораздо больше составляющих, чем просто объём энергопотребления. Большинство партнёров Danfoss имеют компетенции проводить обследования и делать расчёт ТЭО внедрения с представлением полного отчёта. Как показывает практика инженеринговых компаний, большинство решений в ОВиК окупается за один-два года. Для получения экспресс-анализа инвестиционной привлекательности частотного регулирования в концерне Danfoss создано специальное

мобильное приложение. Минимум исходных данных позволяет узнать доходность, дисконтируемый срок окупаемости и другие финансовые показатели. С такими расчётами главный энергетик предприятия может защищать выгодность проекта внедрения преобразователей частоты в своей финансовой службе.

### Истории применений

Лучше всего эффективность преобразователей частоты доказывают конкретные примеры применения. На основе силовой электроники в России и странах СНГ реализованы тысячи и тысячи проектов, в том числе и в системах ОВиК. Ниже приведены лишь некоторые из конкретных объектов.

#### Вентиляция инфекционного центра

За два месяца весны 2020 года был спроектирован и построен Московский клинический центр инфекционных болезней «Вороновское» на 800 пациентов. Холдинг «Русклимат» за это время разработал и внедрил комплексную систему очистки воздуха в соответствии с нормативами СанПиН и СНиП. Система вентиляции была сертифицирована Роспотребнадзором в качестве медицинского оборудования.

На объекте установлено около 1100 вытяжных и приточных установок. Организовано зонирование воздушных потоков для исключения перетекания между помещениями. Для автоматизации контроля расчётных температур, влажности и микробиологических параметров применено частотное регулирование.

Управление вентустановками, центральными кондиционерами Ballu и Shuft, компрессорно-конденсаторными блоками

Electrolux осуществляют преобразователи частоты. В проекте задействовано несколько тысяч устройств VLT Micro Drive FC-51 мощностью 0,75–5,5 кВт, а также VLT HVAC Basic Drive FC-101.

Функционал частотного регулирования обеспечил соблюдение требований по инфекционной безопасности в воздушной среде помещений всех типов вплоть до «чистых» зон. Также было выполнено обязательное условие — переход на регулирование резервных приводов в случае необходимости.

#### Автоматизация в тепловых сетях

АО «Уральская теплосетевая компания» (УТСК) провела реконструкцию перекачивающей насосной станции (ПНС) №4 в Челябинске в рамках создания кольцевой схемы теплоснабжения. Насосы производительностью по 1500 м³/ч каждый оснастили VLT AQUA Drive FC-202 мощностью по 355 кВт. Функционал преобразователей частоты автоматизировал управление техпроцессами и обеспечил диспетчеризацию. Частотное регулирование позволило быстро реагировать на изменения давления в тепловой сети, в том числе при разрывах трубопроводов. Оборудование предотвращает появление гидравлических ударов при пусках-остановах насосных агрегатов. По оценкам УТСК, произошло снижение уровня аварийности и значительное сокращение потерь теплоносителя и воды. В частности, электропотребление насосной станции сократилось на треть.

#### Алгоритмы для климат-систем

Многоуровневая система поддержания микроклимата создана в природно-ландшафтном парке «Зарядье» в Москве. Для автоматизации приточной вентиляции и холодоснабжения проектировщики применили функционал VACON 100 FLOW. Частотные преобразователи управляют работой насосных групп, отвечающих за перекачивание теплоносителя.

В климатических системах киноконцертного зала, медиацентра, гастрономического комплекса, парковки и других объектов установлено 320 устройств мощностью от 0,75 до 55 кВт. Функционал обеспечивает дистанционный контроль, увеличивает моторесурс и на треть сокращает энергопотребление.

Специально разработанные алгоритмы регулирования расхода в установках с несколькими насосами и встроенные прикладные программы подходят для различных условий эксплуатации. Оборудование устойчиво к воздействию пыли и влаги за счёт исполнения IP54.



:: Преобразователь серии VLT Micro Drive

### Решение задач системы пожаротушения

В московском аэропорте «Внуково» в шкафу управления пожарными насосами одного из объектов возникла проблема: при включении резервного питания от дизель-генератора происходила перегрузка и отключение. Компания «Пожарная автоматика» нашла решение и заменила штатные устройства плавного пуска на два преобразователя частоты VLT HVAC Drive FC-102 мощностью 200 кВт каждый.

Данная серия соответствует нормам «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» и требованиям СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». Сертификат соответствия от Singapore Green Building Products рекомендует оборудование для применения в аэропортах и гражданском строительстве. Эта линейка производится в России, что даёт возможность устанавливать её на спецобъектах.

Используя функционал частотного преобразователя, инженеры Danfoss создали готовое изделие — унифицированный пожарный шкаф. Оборудование автоматизирует работу вентиляторов и противодымных клапанов с электроприводами. Предусмотрена совмещённая эксплуатация общеобменной и противодымной вентиляции: переключение происходит по сигналам от восьми пожарных зон. Устройство контролирует температуру воздуха в электронагревателе для его подачи в безопасные зоны. Специальный «пожарный режим» обеспечивает работу до полного разрушения конструкции.

### Плавный пуск насосов в котельной

В районной котельной города Алматы (Республика Казахстан) реализован проект модернизации оборудования и повышения надёжности теплоснабжения. Компания «Силумин-Восток» применила решение на базе высоковольтного преобразователя частоты VEDADRIVE.

В результате были исключены гидравлические удары в системе и просадки напряжения в момент пуска. Частное регулирование поддерживает давление и расход в сетевом коллекторе за счёт контроля производительности одного из насосов группы. Ежегодный потенциал энергосбережения превышает 736 тыс. кВт·ч.

Схема коммутации: одно устройство управляет пятью электродвигателями в каскадном режиме с синхронным переходом на сеть. После достижения максимальных оборотов первого насосного агрегата происходит плавное безударное



:: Преобразователь серии VACON NXP

переключение питания от частотного преобразователя на прямое включение от сети. Запуск последующих приводов происходит по аналогичному алгоритму. Для ограничения токов переходных процессов использован реактор. Данное решение легко применить на подобных объектах теплоснабжения и насосных станциях.

### Автоматизация насосной группы в ЦТП

При реконструкции центрального теплового пункта 43-го квартала в городе Якутске было применено частотное регулирование. Проектная группа ОАО «Нерюнгриэнергоремонт», а также компания «ТЭТ-РС» разработали проект насосной станции, в котором управление тремя насосами осуществляют преобразователи частоты VLT Micro Drive FC-51 мощностью 18,5 кВт.

Система с частотно-регулируемыми приводами функционирует в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала.



:: Преобразователь VLT Refrigeration Drive

В службе эксплуатации отметили значительный экономический эффект за счёт экономии электроэнергии и увеличения срока службы оборудования.

### Управление «летними» сетевыми насосами

В городе Бердск Новосибирской области реализован проект автоматизации работы сетевых насосов в летнее время для нужд горячего водоснабжения в котельной «Новая». ООО «СИТЭК» предложила параллельную установку сетевых насосов с частотным регулированием на функционале VACON NXS. За поддержание заданного давления в трубопроводе отвечает датчик MBS 1700. Шкаф коммутации — на 400 кВт. Благодаря каналу связи и датчику преобразователя давления в системе организована поддержка постоянного перепада и расхода. Среди встроенных опций ПИД-регулятор и CiR для один-пять насосов. Процесс управления насосной группой полностью автоматизирован.

### Регулирование систем холодоснабжения

Инжиниринговая компания «Лэнд» создала систему холодоснабжения супермаркета «О'Кей» в городе Зеленограде. Один специализированный преобразователь частоты VLT Refrigeration Drive FC-103 контролирует работу основных элементов: компрессоров, конденсаторов, испарителей. Автоматическое регулирование обеспечивает поддержание заданных температур в торговом зале и способствует сохранению свежести продуктов. Среднегодовое снижение энергопотребления достигает 15–20%.

Изменение частоты вращения электродвигателя компрессоров поддерживает необходимое давление в системе. Регулирование производительности вентиляторов конденсаторов происходит в зависимости от температуры окружающей среды. Устройство снабжено встроенным интерфейсом ADAP Kool для удалённого мониторинга и управления контроллерами холодильной машины.

Научный потенциал и гибкая производственная база позволяют ведущим производителям преобразователей частоты удовлетворить практически любой спрос потребителей. В частности, Danfoss предлагает комплексность в решении задач, инновационный подход и нередко нестандартный взгляд на традиционные методы. В результате всегда гарантирован рост производительности, снижение энергопотребления и повышение надёжности инженерных систем разной степени сложности. ●





## Сравнение эффективности загрузочных материалов, применяемых в фильтрах на заключительных стадиях очистки воды

Рецензия эксперта на статью получена 17.12.2020 [Expert review on the article received on December 17, 2020].

### Доочистка сточных вод цеолитом

Основными загрязняющими веществами в России являются соединения азота, нефтепродукты, сульфаты, хлориды и тяжёлые металлы. Кроме того, в ряде регионов остро стоит проблема очистки воды от соединений железа. Одним из возможных путей решения данных проблем является использование недорогих и эффективных сорбентов-ионообменников — природных цеолитов.

Минералы обладают высокой селективностью к крупным катионам, способностью удерживать воду, соединения тяжёлых металлов и радионуклидов, пролонгировать действие питательных веществ минеральных удобрений, кормов, лечебных препаратов. Природные дегидратированные цеолиты способны сорбировать молекулы разных веществ, поглощать воду, газы, жидкости и твёрдые вещества. Интенсивность адсорбции обусловлена огромной внутренней поверхностью кавернозной структуры минерала, достигающей 47%, в то время как у искусственных цеолитов этот показатель составляет 50%, а стоимость выше в разы.

К достоинствам природных цеолитов следует отнести их способность к регенерации, и как следствие, возможность применения в многоцикловом режиме.

Как полезное ископаемое цеолит имеет необычайно широкую сферу использования в промышленности и сельском хозяйстве. Его применяют для очистки питьевых и технических вод, в нефтехимии — как осушитель газов и сред, для извлечения радионуклидов в качестве катализатора, в строительстве, для улучшения почвы, в качестве удобрения, для подкормки животных и т.д.

**Природные дегидратированные цеолиты способны сорбировать молекулы разных веществ, поглощать воду, газы, жидкости и твёрдые вещества. Интенсивность адсорбции обусловлена огромной внутренней поверхностью кавернозной структуры минерала цеолита**

В отличие от кварцевого песка цеолитовые фильтры позволяют улучшить качество очищаемой воды и повысить технологические параметры работы очистных сооружений. Такие фильтры надёжны в эксплуатации. Фильтр с цеолитовой загрузкой удаляет цветность, мутность, фитопланктон, при этом цеолитовому

УДК 628.194. Номер научной специальности: 05.23.04.

### Сравнение эффективности загрузочных материалов, применяемых в фильтрах на заключительных стадиях очистки воды

Ю. А. Лисова, аспирант, инженер-проектировщик, ООО «Метрополис» (г. Москва); Е. А. Королёва, старший преподаватель, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

В условиях осложнившейся экологической обстановки встаёт вопрос о защищённости самого важного из всех ресурсов жизнеобеспечения — воды. Поэтому в настоящее время в значительной степени изменились нормативные требования к качеству её очистки. Одним из методов интенсификации работы фильтров на очистных сооружениях является применение новых фильтрующих материалов с хорошо развитой удельной поверхностью зёрен и большой пористостью загрузки. Главная цель работы: сравнение двух видов загрузочных материалов и определение наиболее эффективного при глубокой очистке хозяйственно-бытовых сточных вод.

**Ключевые слова:** экология, эффективность работы фильтров, интенсификация, новые фильтрующие материалы, доочистка, сточные воды, фильтрация, БПК, сооружение, технологии.

UDC 628.194. The number of scientific specialty: 05.23.04.

### Comparison of the efficiency of loading materials used in filters at the final stages of water purification

Yu. A. Lisova, postgraduated student, "Metropolis", LLC (Moscow city); E. A. Koroleva, senior lecturer, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

In the conditions of the complicated ecological situation, the question arises about the security of the most important of all life support resources — water. Therefore, at present, the regulatory requirements for the quality of its cleaning have changed significantly. One of the methods for intensifying the operation of filters at treatment facilities is the use of new filter materials with a well-developed specific surface area of grains and a high porosity of the load. The main purpose of the work: comparison of two types of feed materials and determination of the most effective in deep cleaning of domestic wastewater.

**Key words:** ecology, filter efficiency, intensification, new filter materials, post-treatment, waste water, filtration, biochemical oxygen consumption, construction, technologies.





фильтру присуще более равномерное распределение задерживаемого осадка по толщине загрузки, чем кварцевому песку, следствием чего является меньшая потеря напора и более продолжительное защитное действие. Высокий коэффициент формы зёрен, значительная межзерновая пористость обеспечивают высокую грязеемкость цеолитовых фильтров, превышающую этот показатель для песчаных фильтров в два-шесть раз. Двухлетний опыт эксплуатации загрузочного материала продемонстрировал его положительные эксплуатационные качества.

Сорбционный и ионообменный потенциал позволяет использовать цеолит в процессах очистки сточных вод в качестве фильтрующей (фракции с зернением 1–3, 1–4 и 3–5 мм) загрузки и как активную добавку (пылевидная фракция цеолита — искусственный замутнитель).

Сорбционные свойства цеолита позволяют эффективно удалять из воды

вещества в дисперсной и коллоидной форме: взвешенные вещества, мелкодисперсная взвесь и нефтепродукты.

Ионообменный потенциал позволяет удалять из воды ионные формы загрязнителей, к которым цеолит имеет селективное действие: тяжёлые металлы ( $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ ), радионуклиды ( $^{137}Cs$ ,  $^{90}Sr$ ,  $^{222}Rn$ ,  $^{103}Ru$  ...) и аммонийный азот ( $NH_4^+$ ).

При использовании цеолитов для очистки сточных вод можно достичь эффекта удаления органических примесей и неорганических веществ на следующие показатели:

- снижение содержания алюминия до 44 %;
- снижение содержания соединений хлора от 46 до 64 %;
- снижение содержания фенола до 83 %;
- снижение содержания свинца до 94 %;
- снижение содержания железа до 86 %;
- снижение содержания меди на 80 %.



Результаты опытов по практическому применению данного минерала показали его высокую эффективность в качестве фильтрующего материала. При использовании цеолита вместо песка удаётся повысить объём фильтруемой воды в полтора-два раза и грязеемкость фильтра — на 20–50 %.

Для очистки воды лучше всего использовать статичный фильтр с направлением движения фильтруемой жидкости сверху вниз. Скорость фильтрования должна быть не менее 15–20 м<sup>3</sup>/ч. В этом случае поглощается порядка 90 % медных примесей и 50 % цинка. Ещё более высоких показателей можно достичь при использовании двухступенчатого режима. Таким образом можно достичь извлечения 90 % цинка.

### **Сокращение эксплуатационных расходов благодаря использованию цеолита возможно благодаря нескольким основным моментам: возможность объединить на одном этапе очистки фильтрацию очищаемой воды и абсорбцию**

С учётом того, что цеолит имеет высокую устойчивость к слабощелочным и слабокислым средам, а также благодаря его высокой механической прочности, данный материал можно считать наилучшим для очистки бытовых и промышленных стоков, как с экономической точки зрения, так и с учётом качественных показателей.

Сокращение эксплуатационных расходов благодаря использованию цеолита возможно благодаря нескольким основным моментам: возможность объединить на одном этапе очистки фильтрацию очищаемой воды и абсорбцию. Кроме того, использование цеолита позволяет уменьшить число оборудования, необходимого при очистке сточной воды.

Результаты практического применения природных цеолитов позволяют с уверенностью утверждать, что с их помощью можно решить значительное количество назревших проблем в сфере охраны окружающей среды, снизить стоимость и повысить эффективность очистки промышленных и бытовых сточных вод.

В СНГ наибольшее распространение и практическое применение в экологических программах и очистке питьевой и сточной воды получили природные цеолиты Сокирницкого месторождения — так называемые «сокирниты».



В 1980–1990-е годы ведущие институты Украины в рамках комплексной научно-исследовательской программы «Цеолиты СССР» провели исследования цеолитовой породы Сокирницкого месторождения. Широкое практическое применение и дальнейшее изучение свойств сокирнита проводилось в рамках программы по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Цеолиты Сокирницкого месторождения являются цеолитами вулканического происхождения клиноптилолитового типа. Для фильтрующей загрузки используется сокирнит с содержанием клиноптилолита не менее 65%, что определяет его высокую сорбционную ёмкость. Химический состав сокирнита был исследован в Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева (Новосибирск) СО РАН в 2011 году методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Данные исследований приведены ниже в табл. 1.

В нашей стране свойства минерала были подробно изучены в рамках реализации государственной научно-исследовательской и практической программы «Цеолиты России», реализованной в 1990-е годы. В рамках этой программы были доказаны огромные экономические и экологические эффекты. Известно около 40 видов цеолитов. Наиболее распространёнными являются клиноптилолит, морденит и гейландит (табл. 2).

### Доочистка сточных вод керамзитом

Одним из самых важных свойств керамзита является его развитая активная поверхность, обуславливающая способность к извлечению загрязнений, фильтрации и обеззараживанию сточных вод. Керамзит состоит из сырья натурального происхождения — глины, которая при термообработке превращается в мелкие черепки, вспученные снаружи и пористые внутри. Именно пористая структура, присущая всем абсорбентам, позволяет гранулам керамзита пропускать через себя значительное количество воды и задерживать все посторонние примеси. Применение керамзита в качестве среды для доочистки сточных вод, обусловлено отсутствием высокоэффективных местных доступных загрузок и низкими показателями работы фильтров очистных сооружений. Исследуемый фильтрующий материал предназначен для глубокой очистки сточных вод, прошедших полную биологическую очистку.

Для изучения свойств и характеристик керамзита были проведены полу-производственные испытания на фильтре «Оксипор», разработанном в НИИ

•• Химический состав сокирнита (методом рентгенофлуоресцентного анализа) табл. 1

Исследуемая проба № 4075 (ceolite)	Состав, %	Исследуемая проба № 4075 (ceolite)	Состав, %
Na <sub>2</sub> O	0,79	TiO <sub>2</sub>	0,19
MgO	0,60	MnO	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,48	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,46
SiO <sub>2</sub>	67,90	BaO	0,088
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	LoI	9,85
K <sub>2</sub> O	3,22	Sum	99,66
CaO	3,05		

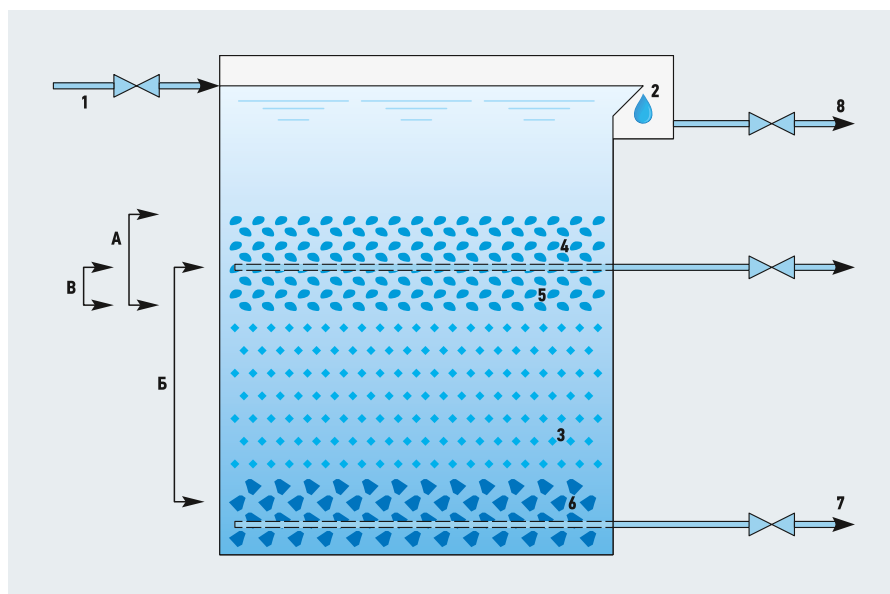
•• Основные показатели наиболее распространённого цеолита — клиноптилолита табл. 2

Показатели	Клиноптилолит	Показатели	Клиноптилолит
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,2–2,3	Истираемость, не более, %	0,2–0,5
Объёмная масса, кг/м <sup>3</sup>	1040–1080	Измельчаемость, не более, %	0,6–1,9
Твёрдость, балл	3,5–4,0		

коммунального водоснабжения и очистки воды Академии коммунального хозяйства (АКХ) им. К.Д. Памфилова — аэрируемом крупнозернистом фильтре, схема которого представлена на рис. 1. Такие фильтры выполняют роль биологического сооружения, так как в них протека-

ют процессы биологического окисления органических загрязнений в аэрируемом слое загрузки и обычных скорых фильтров, в которых происходит задержание взвешенных веществ и избытка биоплёнки. На глубине фильтра 0,5–0,7 м расположена воздушная распределительная система, через которую осуществляется постоянная подача воздуха. Восстановление фильтрующей загрузки осуществляется водо-воздушной промывкой. Очистка воды на фильтре происходит путём механического задержания взвешенных веществ и высокоэффективного биологического окисления загрязнений микроорганизмами в аэрируемой части фильтра.

Благоприятный кислородный режим приводит к развитию аэробных микроорганизмов, обладающих высокой окислительной способностью, низким приро-



•• Рис. 1. Фильтр конструкции «Оксипор», разработанный во ВНИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им. К.Д. Памфилова (обозначения: А — область развития биоплёнки, Б — область скорого фильтра, В — область задержания избыточного активного ила; 1 — подача биологически очищенной сточной жидкости; 2 — сбор доочищенной сточной воды; 3 — слой собственно загрузки; 4 — пригрузочный слой; 5 — воздухораспределительная система; 6 — поддерживающий слой; 7 — дренажно-распределительная система)

стом биомассы и высокой флокулирующей способностью, следствием чего является хорошее задержание взвеси слоем фильтрующей загрузки.

В процессе испытаний установки доочистки сточных вод конструкции «Оксипор», имеющей загрузку из кварцевого песка (первая колонка) и керамзита (вторая колонка), полученные данные сведены в табл. 3.

Сравнение эффективности работы загрузок (табл. 3) установило улучшение условий фильтрования, в частности, при средней скорости фильтрации свыше 4,5 м/ч продолжительность фильтроцикла повышена по сравнению с кварцевым песком более чем в 1,8 раза. Эффективность обеззараживания сточных вод по содержанию бактерий группы E.Coli составляет свыше 90,9%.

Основным требованием является то, чтобы фильтруемая вода не обогащалась веществами вредными для людей в хозяйственно-питьевых водопроводах или для технологии того производства, где она используется. С этой целью произведён спектральный анализ, результаты которого приведены в табл. 4.

### Керамзит в качестве среды для доочистки сточной жидкости предназначен для глубокой обработки сточных вод, которые уже прошли цикл биологической очистки

#### Выводы

Исходя из всего сказанного выше, приходим к выводу, что и цеолит, и керамзит являются качественными фильтрующими материалами, каждый из которых обладает рядом преимуществ.

Гигиеническая оценка показала, что с применением цеолитовой загрузки в воде снизилось содержание азота, понизилась жёсткость, щёлочность и перманганатная окисляемость, уменьшился запах, цветность, количество микроорганизмов. Отмечено стабильное снижение в осветлённой воде коли-индекса, общего числа бактерий, фито- и зоопланктона. С помощью цеолитов возможна очистка воды от бензапирена. Концентрация в растворе этого вещества уменьшалась в 260 раз. Доказана эффективность цеолита в очистке воды от фтора.

Применение керамзитовой загрузки при повышенной загрязнённости сточных вод в диапазоне скоростей фильтрования от 15 до 45 м/ч обеспечивает продолжительность фильтроцикла 32–24 ч, а эффективность очистки содержащихся в сточной воде взвешенных веществ и маслопродуктов, соответственно, 65,8–58,5 и 78,5–70,3%.

Керамзит в качестве среды для доочистки сточной жидкости предназначен для глубокой обработки стоков, прошедших цикл биологической очистки. Вследствие образования биоплёнки на поверхности зёрен загрузки, в процессе фильтрования наблюдается постепенное улучшение качества доочищенной воды.

Биоценоз биоплёнки оптимально работающего фильтра представлен разнообразными видами достаточно подвижных аэробов, преобладание же анаэробных бактерий, приводящее к быстрой кольматации загрузки, является причиной ухудшения качества очистки. Однако благодаря принятым мерам принудительной интенсивной аэрации пористого слоя загрузки и его развитой активной поверхности, устранён этот недостаток: продолжительность фильтроцикла увеличилась более чем в 1,8 раза с улучшением показателей доочищенной воды, что позволяет считать полученный керамзит эффективной фильтрующей загрузкой нового поколения.

Данные испытаний установки доочистки сточных вод конструкции «Оксипор» табл. 3

Загрузка	Продолжительность фильтроцикла, ч	Эффективность снижения концентраций загрязнений		Средние концентрации загрязнений в доочищенной сточной воде	
		по БПК5, %	по взвешенным, %	по БПК5, мг/л	по взвешенным, мг/л
Керамзит	28,1	70	80	3,65	3,7
Кварцевый песок	15,4	68	74	3,5	3,4

Результаты спектрального анализа керамзита табл. 4

Химические элементы	Содержание, мг/кг	Содержание, %	ПДК солей тяжёлых металлов, мг/кг
Магний	0,03	3,0	2,0
Кальций	Не обнаружен	То же	Не нормирован
Титан	То же	То же	То же
Никель	0,005	0,5	0,5
Кобальт	0,002	0,2	1–0,01
Ванадий	0,02	2,0	0,1
Хром	0,03	3,0	0,1–0,05
Молибден	0,0001	0,01	0,1–0,25
Вольфрам	Не обнаружен	То же	Не нормирован
Гафний	То же	То же	То же
Тантал	Не обнаружен	0,1	Не нормирован
Кадмий	Не обнаружен	То же	То же
Серебро	Не обнаружен	То же	То же
Цинк	0,01	1,0	0,05–0,01
Олово	0,01	1,0	0,017
Галлий	0,002	0,2	Не нормирован
Карий	0,0025	5,0	0,005
Бериллий	0,0002	0,02	0,00002–0,0002
Медь	0,002	0,2	0,1–0,02
Фосфор	Не обнаружен	То же	Не нормирован
Свинец	0,001	0,1	0,03

\* Результаты получены из глины с введением 25% ОГСВ с коагулянтном.

- СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализ. ред. СНиП 2.04.02–84\* (с Изм. № 1–5).
- СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
- Горбачёв Е.А. Проектирование очистных сооружений водопровода из поверхностных источников: Учебн. пособ. — М.: Изд-во АСВ, 2004. 240 с.
- Картушина Ю.Н., Полозова И.А., Аманьев Д.С. Определение оптимального соотношения исходных компонентов в сырьевой смеси для производства керамзита с использованием осадка после биологической очистки сточных вод // Инженерный вестник Дона, 2014. № 4.
- Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчёты. Изд. 3-е. — М.: Стройиздат, 1982. 303 с.
- Кулаков А.А. Экологическая оценка комплекса «водный объект — выпуск очищенных сточных вод» // Водоснабжение и санитарная техника, 2013. № 5. С. 25–30.
- Кульский Л.А., Душкин С.С. Магнитное поле и процессы водообработки. — Киев: Наукова думка, 1987. 110 с.
- Кульский Л.А., Срокач П.П. Технология очистки природных вод. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Киев: Вища школа, 1986. 352 с.
- Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. — М.: Инфра-М, 2015. 443 с.
- ОАО «Мосводоканал» — крупнейшая водная компания в России [Электр. текст]. Режим доступа: mosvodokanal.ru. Дата обрац.: 20.11.2020.
- Степанов В.И. Структуры и текстуры минеральных агрегатов, образующихся в свободном пространстве пустот // Спелеология в России, 1998. № 1. С. 70–91.

References — see page 78.





## Простой способ узнать, рабо- тает ли установка Na-катионитового умягчения воды или нет

Na-катионитовое умягчение — один из самых распространённых методов подготовки воды. Изученный, простой и надёжный процесс. В нём происходит замещение многовалентных ионов, содержащихся в исходной воде, на одновалентный ион натрия, содержащийся на ионообменной смоле. Многовалентные ионы исходной воды — это, как правило, ионы жёсткости, то есть кальция и магния.

В результате Na-катионитового умягчения подготовленная вода теряет способность образовывать твердые отложения при изменении своего физико-химического состояния. Na-катионитовое умягчение воды находит применение практически везде — от систем водоснабжения и сложных технологических установок до бытового применения.

Основные недостатки данного способа умягчения — это образование в процессе работы высокоминерализованных стоков и, как выясняется на практике, сложности с контролем качества умягчённой воды.

В данной статье попробуем разобраться, как просто, дёшево и надёжно можно контролировать качество без производства колориметрического химического анализа воды на жёсткость.

Для начала необходимо разделить промышленное и бытовое умягчение. Технологически процессы идентичны. При этом подразумевается, что на производстве, использующем Na-катионитовое умягчение воды, будет образована химическая служба или хотя бы будет заключён договор на производство периодических анализов на жёсткость. Данные

условия действительно выполняются на крупных предприятиях. Но для небольших предприятий, где умягчение не относится к основным технологическим процессам, вообще отсутствует какой-либо контроль за этой процедурой со всеми вытекающими последствиями.

Такая «экономия» приводит к очень серьёзным потерям денег: в лучшем случае из-за простоев водоиспользующего оборудования, а в худшем — как следствие простоя техники, так и её замены.

Контроль качества умягчённой воды при бытовом использовании вообще не предполагается. Мало кто может себе позволить постоянное производство химических анализов в своём доме. Во-первых, такие услуги практически не оказываются. Во-вторых, даже если самостоятельно возить воду на анализ в лабораторию не чаще одного раза в месяц, то пользователь быстрее узнает, что установка не умягчает воду по появившейся накипи в чайнике или на кране, душевой лейке и т.п. (в зависимости от жёсткости исходной воды).

Почему установка умягчения может попросту перестать умягчать воду?



⌘ Промышленные установки умягчения воды



Есть две основные причины: установлен слишком маленький фильтроцикл или происходит неполноценная регенерация ионообменной смолы.

В первом случае фильтроцикл (количество воды, которое может быть умягчено при помощи данного количества смолы) может быть изначально установлен неправильно, либо изменилась жёсткость исходной воды (предположим, сезонное колебание жёсткости для поверхностных вод).

Во втором случае — это прежде всего механические проблемы солезаборного устройства или инжектора. Но бывает и совсем анекдотичные случаи. Например, пользователь просто не засыпает поваренную соль в бак-солеорастворитель.

В любом случае причин может быть много, и разбираться надо с каждым эпизодом отдельно.

Очевидно одно: необходим постоянный (и желательно дистанционный) контроль за работой установки Na-катионитового умягчения воды. Для целей оперативного контроля качества умягчённой воды автором был разработан способ контроля установки Na-катионирования, использующий только значение удельной электропроводности воды.

Основное преимущество данного метода контроля — надёжность и дешевизна. Возможен постоянный дистанционный контроль и, соответственно, накопление информации о работе установки. Это позволяет легко проводить анализ её работы, корректировать фильтроцикл и определять оптимальное необходимое потребление поваренной соли.

Немного теории. В процессе Na-катионитового умягчения воды происходит замещение ионов кальция и магния на натрий. Таким образом, количество ионов в воде не меняется, но меняется их тип. При этом один ион натрия может перенести больше электрического заряда, чем один ион кальция или магния в присутствии сульфатов. Соответственно, умягчённая вода почти всегда имеет большую удельную электрическую проводимость

по сравнению с исходной, не умягчённой, водой. Только в случае отсутствия ионов сульфата (что практически исключено для природной воды) умягчённая вода будет иметь меньшую электропроводность, чем исходная. Для бытового применения данный способ контроля практически единственно доступный из-за своей простоты и дешевизны.

Примерная последовательность действий при измерении электропроводности воды должна быть следующей:

1. Необходимо убедиться, что установка умягчения находится в работе.
2. Взять два чистых стакана. В один отобрать пробу исходной воды, в другой — умягчённой.
3. Произвести измерение значения электропроводности исходной, а затем умягчённой воды. В процессе измерения не-

обходимо добиться стабилизации показаний электропроводности. Чем значительно температура воды отличается от величины +25 °С, тем дольше будет происходить стабилизация показаний. В каждой пробе удерживать кондуктометр необходимо не менее пяти минут.

4. Записать показания значения электропроводности исходной и умягчённой воды.

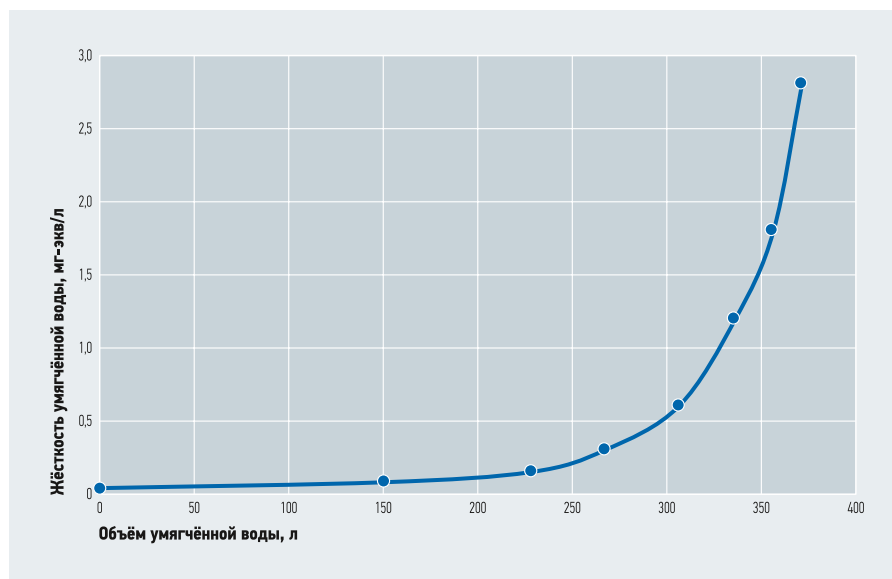
В результате измерений мы получаем два значения электропроводности. Если этот показатель для умягчённой воды больше, чем исходной, значит умягчение действительно производится.

Необходимо понимать, что при определённом исходном составе воды электропроводность уже умягчённой может быть и меньше. Такая картина наблюдается в случае отсутствия в воде сульфатов и исходной жёсткости ниже 1,0 мг-экв/л. Но такая вода в природе практически не встречается (озеро Байкал не в счёт). И, соответственно, возникает вопрос — зачем такую воду умягчать?

Поэтому в 99,9% случаев, когда электропроводность умягчённой воды меньше электропроводности исходной воды, это говорит о том, что установка умягчения не просто не умягчает воду, а даже увеличивает жёсткость исходной воды замещая в ней исходные ионы натрия на ранее замещённые ионы жёсткости, содержащиеся на смоле.

Но тогда возникает вопрос, насколько полноценно производится умягчение исходной воды? Для ответа на него необходимо понять, как работает установка умягчения. На рис.1 представлена зависимость жёсткости умягчённой воды от количества жидкости, прошедшей через фильтр умягчения.

**В 99,9% случаев, когда электропроводность умягчённой воды меньше электропроводности исходной воды, это говорит о том, что установка умягчения не просто не умягчает воду, а даже увеличивает её жёсткость**



∴ Рис. 1. Зависимость жёсткости умягчённой воды от её расхода через фильтр умягчения



Как видно из графика, представленного на рис.1, большую часть времени установка производит умягчённую воду жёсткостью не более 0,5 мг-экв/л. В этом случае электропроводность обработанной воды будет меняться незначительно, и только под конец фильтрационного цикла электропроводность получаемой жидкости резко возрастёт и приблизится к электропроводности исходной воды.

Зависимость жёсткости умягчённой воды от электропроводности представлена на рис. 2.

Таким образом, необходимо производить замеры электропроводности умягчённой воды несколько раз через определённые промежутки времени для того, чтобы убедиться, что её значение находится примерно на одном уровне.

Как только значение электропроводности умягчённой воды начинает расти и становится равно значению электропроводности исходной воды, это сигнализирует о том, что установку умягчения необходимо регенерировать раствором поваренной соли.

Необходимо отметить, что данный способ контроля возможен только при относительно стабильном ионном составе исходной воды. Иными словами, источник водоснабжения должен быть один. Если в качестве источника используется ёмкость, в которой постоянно смешиваются, к примеру, речная и артезианская вода в различных пропорциях, то использовать данный способ контроля будет затруднительно. Хотя в этом случае и вообще непонятно на какой фильтрационный цикл настраивать установку умягчения.

Несколько слов о приборе для измерения электропроводности воды — кондуктометре. Для контроля бытового



умягчения достаточно самого простого карманного кондуктометра.

Рекомендую покупать кондуктометры, которые показывают измеренную величину в [мкСм/см]. Если кондуктометр показывает измеренную величину в [мг/л], то такой прибор называют солемером. Если показания в [мкСм/см] являются относительно точными и определяющими электропроводность воды данного ионного состава, то параметры, выдаваемые в [мг/л], неточны. Показания в такой размерности получают путём умножения показаний в [мкСм/см] на переводной коэффициент (ПК). Вода с разным ионным составом имеет разные ПК. При этом практически все кондуктометры имеют коэффициент 0,5, что предполагает наличие в воде только NaCl.

Практика показывает, что не стоит использовать кондуктометры ценой менее 2000 руб., так как они имеют очень низкое качество изготовления. Диапазон измерения «правильного» кондуктометра составляет от 0 до 1999 мкСм/см. Цена деления должна быть не более 1 мкСм/см.

**Когда значение электропроводности умягчённой воды становится равным значению электропроводности исходной, установку умягчения необходимо регенерировать раствором соли**

Если анализируемая вода солоноватая на вкус и имеет значение электропроводности более 2000 мкСм/см, необходимо вообще рассмотреть целесообразность умягчения. Такая вода не является питьевой и требует применения технологий водоподготовки, уменьшающих количество солей. Тем не менее, в данном случае можно использовать кондуктометры с более высоким диапазоном измерения.

Если предполагается измерять электропроводность исходной и умягчённой воды двумя разными кондуктометрами, то, учитывая погрешности приборов, есть шанс получить неправильный результат.

Для исключения погрешности измерения необходимо использовать только один кондуктометр для измерения и исходной и умягчённой воды.

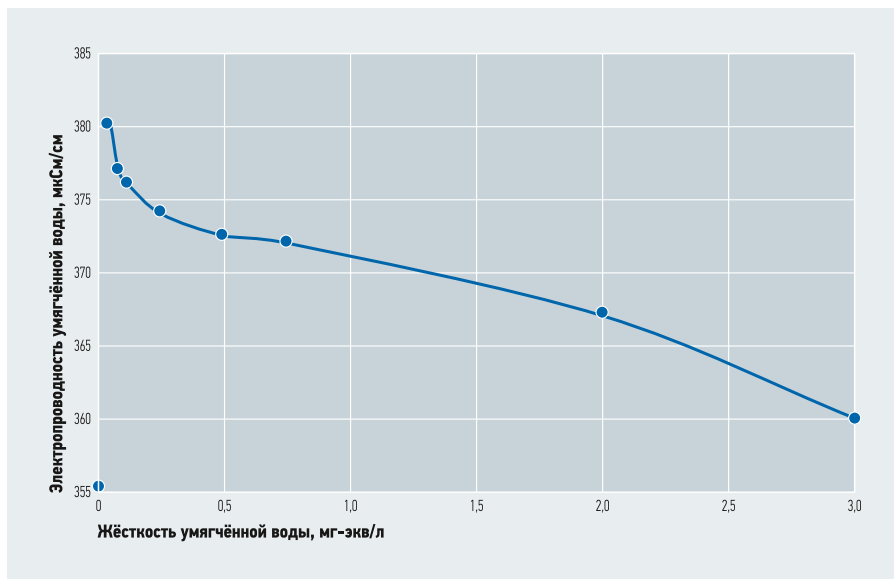
Представленный выше способ контроля процесса умягчения довольно просто можно применять в быту.

Для промышленного применения специалистами компании ООО «Сар-фильтр» был разработан прибор, осуществляющий непрерывное измерение значения удельной электропроводности воды и передающий показания на сервис OwenCloud для последующего дистанционного контроля.

На данную технологию подана заявка на патент.

На текущий момент эта технология контроля проходит апробацию на трёх предприятиях города Саратова. Исходя из «правды жизни» небольших производств, на двух из трёх предприятий измерение электропроводности осуществляется вручную с небольшими временными промежутками и с записью показаний в журнал. Ежемесячные проверочные анализы умягчённой воды на жёсткость колориметрическим методом подтверждают высокое качество умягчённой воды. При помощи данной технологии был определён оптимальный практический фильтрационный цикл. На одном предприятии был выявлен незначительный подмес исходной (жёсткой) воды в умягчённую. Этот вывод был сделан после выявления аномального поведения значения электропроводности в определённый момент времени.

Следует отметить, что данная технология контроля не является конкурентом традиционного колориметрического способа контроля. Но для целей оперативного контроля она подходит практически идеально, также как и для большинства объектов, вообще не имеющих возможность проводить химический контроль либо на которых такой контроль не обеспечивается в достаточной степени. ●



•• Рис. 2. Зависимость электропроводности умягчённой воды от её жёсткости

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС



## Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ



Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

Организатор



Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный  
информационный  
партнер

ЭНЕРГЕТИКА  
И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ  
РОССИИ





## Отопление на высоте

Почему в строительной сфере предпочтение всё чаще отдаётся индивидуальным блочным котельным крышного исполнения на базе каскадных систем?

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Навиен Рус»



Жилые многоквартирные дома элитного ЖК «Маэстро» в городе Ижевске оснащены высокоэффективными блочными крышными котельными на базе каскадных систем NAVIEN

Всё чаще и чаще при проектировании и строительстве новых объектов жилищной и промышленной сферы применяют индивидуальные автоматизированные источники теплоснабжения (АИТ). АИТ отлично себя показали в эксплуатации как на объектах многоквартирного жилищного строительства, так и на объектах коммунально-бытового назначения. АИТ стали незаменимыми на предприятиях в сфере малого и индивидуального предпринимательства, широко применяются в медицинских, спортивных и образовательных учреждениях.

Такая сложившаяся ситуация часто связана с неудовлетворительным, а то и с плохим состоянием эксплуатируемых тепловых сетей и котельных в большей части регионов страны. Вследствие этого потребитель неизбежно сталкивается с рядом трудно решаемых задач при необходимости нового подключения: это и отсутствие целого ряда технических возможностей, и высокая стоимость самой

тепловой энергии, и серьёзные издержки эксплуатации, связанные с повышенным, зачастую критическим износом уже существующих сетей.

Качественным решением в этой ситуации, по мнению Владислав Смирнова, собственника группы инженерных компаний «4 Стихии» — генерального партнёра по инжинирингу NAVIEN в Удмуртской Республике, является применение АИТ различных вариантов изготовления: *«Такой котельной нужны только газ и электроэнергия. На сегодняшний день в регионах достаточно велика проблема с обеспечением теплом и горячей водой, очень часто рвутся коммуникации и происходят аварии на теплотрассах. Такая котельная даёт возможность жильцам круглый год бесперебойно и полноформатно получать тепло и горячую воду».*

**Современные индивидуальные автоматизированные источники теплоснабжения отлично себя показали в эксплуатации как на объектах многоквартирного жилищного строительства, так и на объектах коммунально-бытового назначения**

Надёжным решением исполнения автономного источника тепла, по мнению Дмитрия Бердникова, директора «Ижевского завода коммунального оборудования» (стратегического партнёра NAVIEN по строительству автоматизированных источников теплоснабжения), становится установка каскадной котельной крышного размещения в блочном виде.

У данного решения есть и очевидные плюсы, и определённые ограничения, которые связаны в том числе и с действующим сводом нормативных актов: СП 373.1325800.2018 «Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования» и СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий»: при оборудовании АИТ автоматизированными





водогрейными котлами, работающими на газовом топливе, следует применять котлы с коэффициентом полезного действия не ниже 94 % и температурой нагрева воды до 115 °С. Удельная строительная нагрузка не должна быть выше 1,5–2 кг на 1 кВт тепловой мощности котла (с учётом веса воды в рабочем состоянии).

Горелки газовых котлов должны обеспечивать эмиссию вредных выбросов не более 30 ppm (для NO<sub>x</sub>).

Станислав Князев, эксперт по энергосбережению и системам каскадного управления, руководитель коммерческого отдела Центра отопления и водоснабжения «4 Стихии» — генерального партнёра по инжинирингу NAVIEN в Удмуртской Республике, охотно делится положительным опытом: *«Успешный опыт разработки и внедрения подобных продуктов позволяет говорить об эффективности данного направления. Оптимальным решением исполнения автономного источника тепла в настоящее время стала каскадная котельная установка различного конструктивного типа размещения: внутреннего, наружного, встроенного, пристроенного и особенно крышного».*

Каскадная система NAVIEN позволяет успешно решать поставленные задачи, учитывая все требования нормативной документации:

- КПД каждого котла инженерного сегмента составляет не менее 98 %;
- удельная строительная нагрузка не превышает 0,8 кг на 1 кВт тепловой мощности котла;
- горелки газовых котлов обеспечивают эмиссию вредных выбросов не более 17 ppm (для NO<sub>x</sub>);
- котлы работают с пониженным уровнем шума и вибрации не более 45 дБ(А).

В частности, применение данного оборудования позволяет устранить ряд проблем для потребителей:

1. **Проблема «переходного периода».** Она возникает в большинстве регионов страны, когда температура окружающего воздуха не опускается ниже 0 °С, а для стальных котлов необходимо поддерживать температуру теплоносителя в обратном трубопроводе не ниже +60 °С, что существенно снижает КПД системы. Каскадная установка NAVIEN в таком же режиме, напротив, работает с повышенным коэффициентом полезного действия.
2. **Проблема точности регулирования** решается за счёт максимально широкого диапазона модуляции мощности каскадной установки NAVIEN — от 5 кВт.
3. **Проблема надёжности.** За счёт каскадной системы при обслуживании одного

котла объект заказчика не остаётся без тепла и горячей воды — система работает непрерывно.

4. **Проблема завышения общей мощности котельной установки,** в том числе при резервировании, для обеспечения необходимого количества тепловой энергии в случае выхода одного котла.

5. **Проблема устройства дымовой трубы.** Благодаря применению оборудования NAVIEN, соответствующему максимальному шестому экологическому классу безопасности и обеспечивающему минимальные выбросы CO и NO<sub>x</sub>, возможна установка газоходов, в том числе пластиковых, минимальной высоты.

Отметим, что не каждое оборудование будет эффективно работать в каскадных котельных. Приведём основные эффекты от применения каскадной системы NAVIEN с учётом российской специфики.

#### Для строительной организации и инжиниринговой организации Экономический эффект

1. Низкая цена оборудования по сравнению с объёмом используемой энергии на объекте заказчика.
2. Благодаря небольшому размеру легко транспортируется и монтируется в здании и экономит пространство.
3. Системы подходят для зданий различного назначения.

#### Выбор объёма тепла и улучшение санитарии

1. Выбор мощности модулей максимально соизмерим с объёмом тепла, рассчитанным при проектировании объекта.
2. Система ГВС не использует накопители, бойлеры.





### Монтаж

1. Время монтажа значительно сокращается при применении готовых модулей каркасного типа.
2. Монтаж выполняется с помощью малого набора инструментов.
3. Использование лёгких ПВХ-систем дымоудаления.

### Удобства

1. Каскадная система работает с низким уровнем шума.
2. Применение устройств автоматики для возможности удалённого контроля и регулирования каскадной системы на любом расстоянии.

### Для конечного потребителя и обслуживающей организации Экономический эффект

Для конечного потребителя — это снижение расхода топлива до 30% и издержек на 65%, уменьшение потерь до 90%.

### Улучшение технического сервиса

При увеличении потребности системы отопления или приготовления ГВС возможна установка дополнительного оборудования (модулей, котлов и водонагревателей) в том же помещении.

### Удалённое обслуживание

Управление работой каскадной системы возможно на любом расстоянии посредством программного обеспечения.

Очень важный момент, отмеченный для каждого потребителя, — применение современных надёжных устройств автоматики позволяет проектировать и воплощать современные решения в области автоматизации для удалённого контроля и регулирования каскадной системы на любом расстоянии.



Единственные в своём роде контроллеры NAVIEN NCC и HydroLOGO SmartWEB-X, совместное применение которых позволяет опытным специалистам достигать качественных, изящных и, что не менее важно, бюджетных решений по мониторингу, контролю и управлению процессами, протекающими в АИТ.

Контроллеры управления NAVIEN NCC и SmartWEB-X естественным образом отлично дополняют друг друга.

NAVIEN NCC по внутренней шине данных способен «интеллектуально» управлять модуляцией горения практически неограниченного числа котлов в каскаде, имея все необходимые параметры настройки для реализации конкретного каскада: скорость реагирования на изменение температуры общего коллектора, стратегии наращивания числа активных котлов в каскаде, слежения за выводом из каскада котлов с автоматически обнаруженной неисправностью и т.д.

Контроллер SmartWEB-X в этой связи занимается управлением непосредственно потребителями тепла, их упорядочиванием по приоритетам и температурным запросам. SmartWEB-X постоянно

передаёт в NCC цифровые запросы на требуемую в данный момент температуру теплоносителя в коллекторе, которые и обрабатывает контроллер NCC.

Кроме этого, SmartWEB-X постоянно получает от NCC цифровую информацию о состоянии котлов NAVIEN в каскаде. Он способен отображать её в веб-мониторинге, как и актуальную информацию о состоянии потребителей тепла и средств поддержания работоспособности котельного оборудования.

### Особенности конденсационного оборудования NAVIEN

Г-н Ким Тэк Хюн, генеральный директор ООО «Навиен Рус», рассказывает о конденсационном оборудовании NAVIEN: «Эта техника занимает намного меньше места и пространства, при этом в котельной не обязательно должен находиться обслуживающий специалист. Основным преимуществом данной техники является высокий КПД — более 98 процентов».

Современная конденсационная техника от NAVIEN предлагает потребителю широкие возможности по применению инновационных технических решений в котельной при гарантированной экономии бюджета владельца, как при единовременных вложениях, так и в течение продолжительного времени.

Помимо этого, конденсационное оборудование NAVIEN обладает следующими преимуществами:

1. Возможность применения в системе отопления различных тепловых режимов 90/70, 80/60, 50/30 с давлением до 10 атм.
2. Потребляемая мощность каждого котла не более 80 Вт, сравнимая с энергопотреблением обычной лампы освещения.
3. Теплообменники сделаны из нержавеющей стали, устойчивой к коррозии.
4. Температура продуктов сгорания ниже +80°C, возможно использование лёгкого негорючего материала поливинилхлорида (ПВХ) в системе дымоудаления.
5. Расширенные гарантийные обязательства в комплекте сроком на три года. Возможность согласования дополнительного пакета гарантийных обязательств.

### Особенности каскадной системы NAVIEN

Каскадная система может сэкономить не только пространство установки оборудования, но и существенно снизить нагрузку на перекрытие. С помощью функции операционного контроля каскадного менеджера система интеллектуально реагирует на частичную тепловую нагрузку, что в итоге экономит потребителю также и финансовые средства.





Кроме этого, каскадная система обладает следующими преимуществами:

1. Повышается удобство управления котельной при помощи дистанционного управления из любой точки мира.
2. Управление осуществляется от одного каскадного модуля, способного управлять 32 котлами одновременно.
3. Высокая надёжность каскадной системы за счёт перераспределения мощности на большее количество котлов. При обслуживании одного котла все остальные продолжают работать.
4. Широкая модуляция мощности оборудования каскадной системы — от 5 до 100 %, что позволяет существенно экономить на расходе газа.
5. При увеличении тепловой нагрузки на объекте каскадная котельная при необходимости легко доукомплектовывается дополнительным оборудованием.

Министр строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Удмуртской Республики Дмитрий Николаевич Сурнин, в ходе работы «Конференции по энергоэффективности и энергосбережению в рамках программы социально-экономического развития Удмуртской Республики до 2030 года», отметил: *«У нас есть возможность жить в современном обществе, в котором мы не ждём от начальника ЖЭКа, когда же нам включат отопление, а сами управляем этим процессом. Сейчас для потребителей очень важны такие показатели, как энергоэффективность, ремонтпригодность и стоимость».*

Каскадная система NAVIEN отлично зарекомендовала себя для решения данных задач в сфере гражданского и промышленного строительства.

Представляем вашему вниманию реализованный в Удмуртской Республике 5Э-проект блочной газовой котельной



✪ Г-н Ким Тэк Хюн, генеральный директор компании ООО «Навиен Рус» (представительство концерна KD NAVIEN в России)

крышного исполнения на базе каскадной системы NCS мирового производителя климатического оборудования NAVIEN.

Масштабный проект жилого комплекса бизнес-класса «Маэстро» реализован застройщиком ГК «Римский квартал» при поддержке генерального партнера по инжинирингу Центра отопления и водоснабжения «4 Стихии» и завода БМК «ИЗКО». Здание жилого комплекса возведено с применением высокотехнологичных современных материалов и относится к классу энергоэффективности А+.

Каскадная котельная NAVIEN мощностью 1,4 МВт смонтирована на крыше 23-этажного 221-квартирного жилого дома с крытым этажом для паркинга автомобилей. Задача данной котельной — обеспечение непрерывного энергоэффективного и экономичного процесса подачи отопления и горячей воды для создания комфортных условий проживания семей жильцов в здании ЖК «Маэстро».

В проекте применяется котельное оборудование производства NAVIEN инженерного сегмента серии NCB с каскадным контроллером NCC и контроллером автоматики SmartWEB-X торговой марки HydroLOGO, позволяющее эксплуатировать котельную в трёх универсальных тепловых режимах: 90/70, 80/60 и 50/30, производить необходимые настройки и мониторинг тепловых процессов удалённо, без постоянного присутствия персонала в котельной.

Высокие показатели надёжности котельного оборудования инженерного сегмента NAVIEN серии NCB, NFB, NPE гарантируют эффективное применение данного оборудования в системах отопления с параметрами теплоносителя: давлением до 10 атм и температурой подачи до 90 °С. Что позволяет эффективно применять данное оборудование не только в крышных котельных, но и в пристроенном или отдельно стоящем варианте их исполнения. Причём показано применение не только в новых котельных, но и в запланированных к реконструкции и техническому перевооружению.



Высокие показатели 5-го и 6-го классов экологической безопасности оборудования NAVIEN и низкие шумовые характеристики меньше 45 дБ(А) позволяют применять каскадную систему NCS в черте любого города без организации дорогостоящих мероприятий по устройству громоздких систем дымоудаления и виброшумоизоляции.

Оборудование NAVIEN инженерного сегмента поставляется в комплекте с пакетом трёхлетнего периода гарантийных обязательств от производителя и с возможностью его расширения. Данный проект является типовым и рекомендован к реализации в сфере многоквартирного жилищного строительства в РФ. ●





ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

## «Оптимизация» проектов расстановки сильфонных компенсаторов, направляющих и неподвижных опор: неоправданный риск

В данной статье предлагается ознакомиться с механизмами «оптимизаций» проектов расстановки сильфонных компенсаторов, направляющих и неподвижных опор, а также с их возможными пагубными последствиями для проекта в целом.

**Авторы:** А.И. ЛОБОВ, генеральный директор, ООО «Альтеза» (г. Москва); Ю.И. ЧУПРАКОВ, к.т.н., эксперт в области сантехники, член научного совета АО «НИИсантехники»

Существует большое количество документов, рекомендующих оптимальную расстановку осевых сильфонных компенсаторов, направляющих и неподвижных опор в системах отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха, в зависимости от технических параметров компенсаторов. Однако в процессе строительства заманчивым предложением от некоторых «псевдоинжиниринговых» компаний является «оптимизация» проекта расстановки компенсаторов, направляющих и неподвижных опор.

В последнее время в России активно развивается направление применения в сфере жилого строительства и ЖКХ сильфонных компенсаторов для внутренних инженерных систем. На рынке присутствуют предложения как от отечественных производителей, так и от поставщиков импортной продукции. Ввиду отсутствия «прозрачного» отечественного стандарта на данный сегмент продукции и обязательного требования к сертификации сильфонных компенсаторов для внутренних инженерных сетей, технические характеристики компенсаторов разных производителей, а также материалы и технологии, применяемые при производстве компенсаторов, значительно различаются. Как следствие — появление низкокачественной продукции и массовые аварии на объектах. Лучшие отечественные специалисты ведут работу над созданием ГОСТа на данный вид продукции, но проблема ещё не решена.

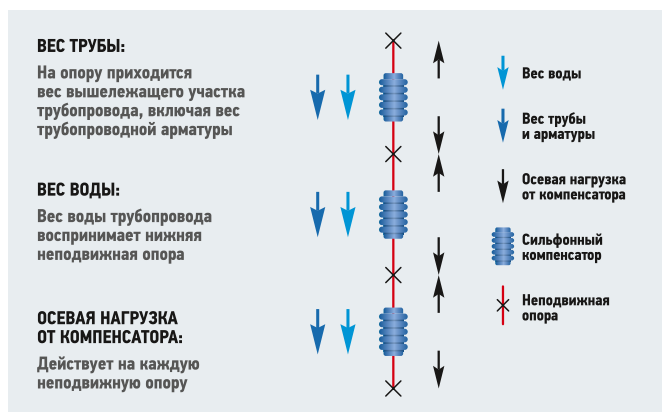
Не менее острой проблемой остаётся отсутствие «прозрачных» стандартов расстановки компенсаторов и опорных конструкций. Одним из способов увеличения объёмов продаж у некоторых продавцов сильфонной продукции является предложение «оптимизации» проекта рас-

### Уменьшение коэффициента запаса приведёт к возникновению аварийно-опасной ситуации при минимальном отклонении от расчётных параметров системы

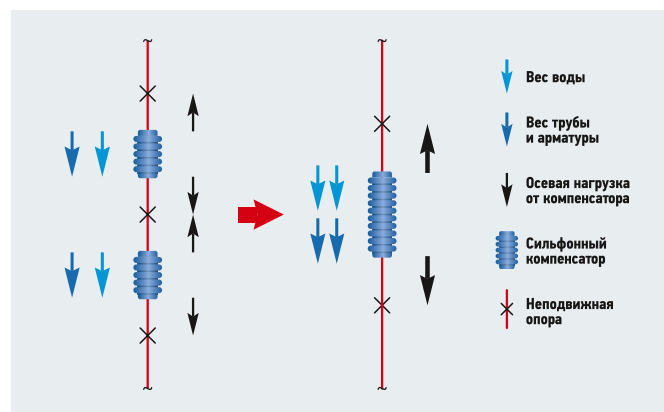
новки компенсаторов, направляющих и неподвижных опор. Заключается оно в уменьшении количества компенсаторов за счёт увеличения участков компенсации, и с первого взгляда кажется заманчивым. Но давайте рассмотрим этот процесс более детально.

В первую очередь стоит обратить внимание на то, что типовые схемы расстановки компенсаторов и опорных конструкций имеются практически у всех производителей сильфонных компенсаторов. Рассчитываются они не только относительно параметров самого компенсатора: они ещё учитывают работоспособность системы в целом, в частности, предельно допустимые смещения поэтажных врезок и, как следствие, долговечность сварных швов, а также предельно допустимые нагрузки на неподвижные опоры, что в последнее время становится особенно актуальным при высотном строительстве и применении стояков с внутренним давлением 25 бар.





❖ **Рис. 1.** Принципиальная схема распределения нагрузок на неподвижные опоры трубопровода системы отопления или ГВС



❖ **Рис. 2.** Увеличение нагрузок на неподвижные опоры при «оптимизации» проекта расстановки компенсаторов и неподвижных опор

В случае, если необходимо произвести расчёт температурного удлинения (сжатия) участка трубопровода, используют формулу  $\Delta L = \alpha L \Delta t k$ , в которой  $\alpha$  — коэффициент температурного расширения, мм/(м·°С);  $L$  — длина компенсируемого участка трубопровода, м;  $\Delta t$  — разница значений между максимальным и минимальными значениями температур рабочей среды, °С;  $k$  — коэффициент запаса.

Исходя из полученного значения температурного удлинения (сжатия) участка трубопровода, паспортного осевого хода компенсатора и допустимого смещения поэтажных врезок, подбирается необходимое количество компенсаторов и неподвижных опор.

Из вышеупомянутой формулы следует, что уменьшить количество компенсаторов можно за счёт:

1. Увеличения длины компенсируемого участка и увеличения осевого хода компенсатора.
2. Уменьшения разницы между максимальным и минимальными значениями температур рабочей среды.
3. Уменьшения коэффициента запаса.

Увеличение длины компенсируемого участка влечёт за собой увеличение осевого хода компенсатора и нагрузки на неподвижные опоры. Как правило, модели компенсаторов с увеличенным ходом значительно дороже стандартных, а слишком длинные сильфоны имеют невысокую стабильность, изгибаются при работе и трутся о направляющие стабилизаторы. Ввиду своей тонкостенной структуры сильфон компенсатора быстро сотрётся, и произойдёт авария. Делать сильфон чрезмерно толстым нельзя: увеличится жёсткость сильфона, а вместе с тем распорное усилие компенсатора и нагрузка на неподвижные опоры.

В высотных многоквартирных домах наблюдается сильная скученность стояков в шахтах, что усугубляется необходимостью применения магистралей с вну-

тренним давлением 25 бар. Значительное давление в системе, большое количество стояков, а также возросший вес трубопровода в целом (за счёт увеличения участка компенсации) могут дать такое значение нагрузки на неподвижные опоры, которое не сможет выдержать межэтажное перекрытие (рис. 1 и 2).

Отдельно стоит упомянуть, что увеличение длины компенсируемого участка влечёт за собой увеличение значений смещения поэтажных врезок коллекторов и радиаторов в системах отопления и полотенцесушителей в системах ГВС.

Если плечо врезки мало, то коллектор или полотенцесушитель может оторвать от стояка, а радиаторы (в случае внутриквартирной стояковой системы отопления) будут висеть под некоторым углом к горизонту (рис. 3).

Уменьшение разницы между максимальным и минимальными значениями температур рабочей среды возможно добиться двумя способами — снижением температуры теплоносителя либо увеличением минимально допустимой температуры монтажа системы. Однако в первом случае зимой в квартирах будет хо-

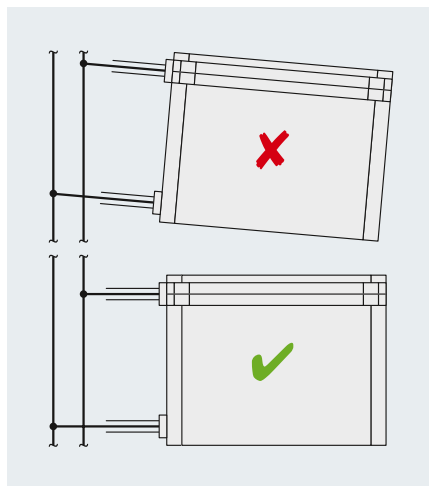
лодно, во втором — станет невозможным монтаж инженерных систем при отрицательных температурах окружающей среды, что повлечёт за собой простой сантехнических бригад и увеличение сроков строительства зданий.

Уменьшение коэффициента запаса, который, к слову, составляет в типовых схемах не более 10%, приведёт к возникновению аварийно-опасной ситуации при минимальном отклонении от расчётных параметров системы. Абсолютно недопустимо приравнивание коэффициента запаса к нулю при расчёте теплового расширения трубопроводов здания, в котором будут находиться люди.

Не стоит также забывать о том, что подобные «оптимизационные» предложения влекут за собой внесение изменений в проектную документацию и повторное прохождение экспертизы проекта, что также требует дополнительных временных и финансовых затрат. ●

Все вышеперечисленные факторы делают предложения по «оптимизации» проектов малоэффективными, а в ряде случаев и аварийно-опасными. Отметим, что такого рода предложения поступают в основном от торгующих организаций, не имеющих лицензии на проектирование инженерных систем зданий. Целью данных коммерческих структур является реализация продукции на объект «любой ценой». Но дают ли они гарантию на долговечность сварных швов, горизонтальность радиаторов и прочее?

Ответ очевиден — нет. Ведь это не их зона ответственности. Поэтому строительным и проектным организациям рекомендуется с осторожностью относиться к подобным предложениям и тщательно проверять тепловые расчёты систем, а также запрашивать документы, подтверждающие компетенцию организаций в проведении подобных проектных изменений.



❖ **Рис. 3.** Пагубные последствия некорректной «оптимизации» проекта расстановки компенсаторов, направляющих и неподвижных опор



## Ресурсные тестирования электромагнитных клапанов Danfoss

Благодаря собственному производству, многолетнему опыту, конструктивным изысканиям и патентам, концерн «Данфосс» уже на протяжении более 85 лет демонстрирует высокий уровень качества поставляемой на рынок продукции.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Данфосс»



ООО НПП «Томская электронная компания» («ТЭК»), партнёр «Данфосс» в РФ, провела испытания, подтвердившие качество выпускаемого оборудования. Компания «ТЭК» инициировала тестирование электромагнитных клапанов нескольких производителей, в числе которых была продукция Danfoss. Основной целью испытаний был анализ эксплуатационных ресурсных показателей клапанов.

Результаты тестирования превзошли ожидания: после более 19 млн циклов срабатывания за период с апреля по июль 2020 года электромагнитные клапаны Danfoss продолжили бесперебойно работать. Испытания проводились в условиях, максимально приближенных к реальным.

Если не брать в расчёт естественное старение деталей клапана, таких как резиновые уплотнения или пластик соленоидной катушки, то клапан при таком ресурсе смог бы проработать более 500 лет при 100 циклах срабатывания в сутки. Вероятность выхода клапана из строя в результате форс-мажора, катаклизма, человеческого фактора, нарушения условий эксплуатации в данном случае намного превышает вероятность наступления технической поломки.

### Конструкция электромагнитного клапана

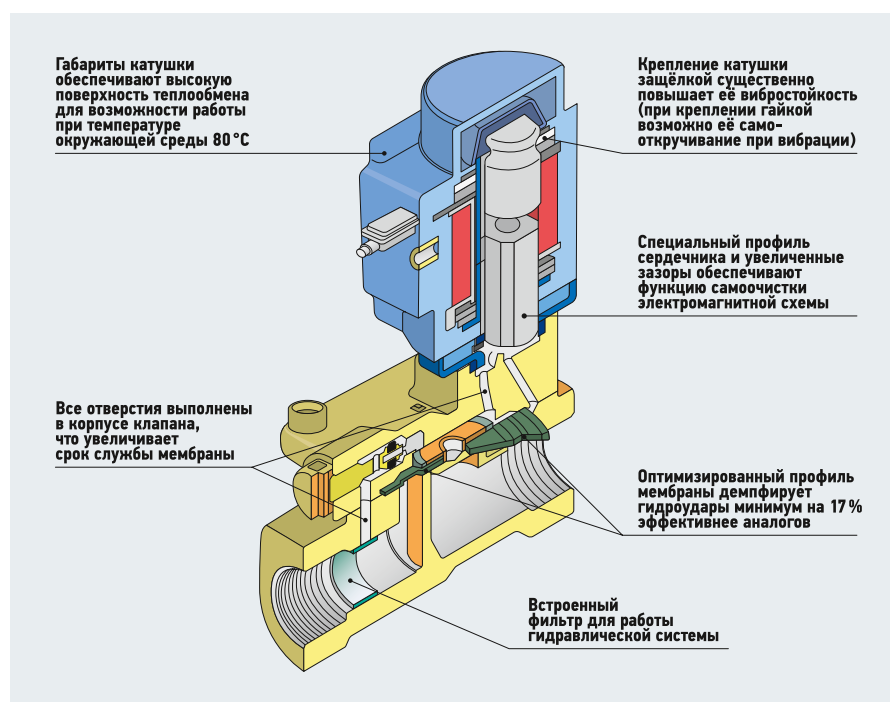
Электромагнитный клапан — это электромеханическое устройство, предназначенное для регулирования потоков всех типов жидкостей и газов. Он состоит из корпуса, соленоида (электромагнита) с сердечником, на котором установлен диск или поршень, регулирующий поток.

На электромагнитную катушку клапана подаётся электрическое напряжение, после чего магнитный сердечник втягивается в соленоид, что приводит к открытию либо закрытию клапана.

**Результаты тестирования показательны: после более 19 млн циклов срабатывания электромагнитные клапаны Danfoss продолжили бесперебойно работать. Испытания проводились в условиях, максимально приближенных к реальным**

Сердечник размещён внутри корпуса клапана, то есть после того, как клапан смонтирован, он полностью герметичен и не имеет связи с окружающей средой, так как управление потоком осуществляется исключительно бесконтактно с помощью электромагнитного поля. В этом состоит большое преимущество электромагнитного клапана как запорного устройства перед другими устройствами (например, шаровыми кранами, задвижками и прочей фурнитурой).

Для открытия и закрытия соленоидных клапанов Danfoss не применяются механические устройства, в процессе их эксплуатации нет большого трения и износа, нет необходимости в смазочных материалах и частых сервисных обслуживаниях, нет возможностей выброса среды вовне за счёт полной герметичности. Как результат — высокая надёжность и ресурс изделия.



❖ Схема основных узлов электромагнитного клапана Danfoss



● ● Электромагнитные клапаны Danfoss серии EV220W

### Преимущества электромагнитных клапанов Danfoss

Клапаны Danfoss имеют ряд уникальных конструктивных решений, повышающих ресурс работы изделия.

Внутренний сердечник, совершающий возвратно-поступательные движения внутри корпуса клапана (в цилиндрическом штоке), выполнен в виде четырёхсторонней призмы со скошенными углами (в сечении сердечник имеет вид квадрата со скошенными углами).

Такое решение позволяет:

- снизить трение (износ) деталей в корпусе за счёт малой площади соприкосновения элементов конструкции;
- исключить заклинивание при попадании песчинок в полость сердечника (они проходят свободно в зазорах между гранями сердечника и корпусом штока).

Кроме того, во время работы сердечник прокручивается вокруг своей оси, и тем самым происходит самоочистка внутренней полости штока корпуса, удаляя естественные отложения, поэтому исключается вероятность заклинивания сердечника.

Следующей конструктивной особенностью электромагнитных клапанов Danfoss является применение мембран, армированных стекловолокном, с геометрией, минимизирующей гидравлические удары в системе. Это даёт изделию высокий ресурс благодаря применению композитных материалов — резина плюс армирующая ткань. Чем больше сечение клапана, тем ниже скорость закрытия клапана, тем самым достигается плавность работы, исключаются пики давления в момент закрытия.

Для случаев, когда риск гидравлических ударов всё же сохраняется и нужно



дополнительно увеличить время закрытия клапана, в клапанах реализован конструктивный элемент — дроссель, зауживающий внутреннее сечение вспомогательного (управляющего) канала. Благодаря ему время закрытия клапана можно увеличить до одной минуты, что полностью исключит причину возникновения гидравлических ударов в системе в момент закрытия клапана.

Данная опция дросселя, присутствующая в электромагнитных клапанах Danfoss, позволяет, помимо технических преимуществ, получить экономический эффект. Экономия заключается в применении соленоидных клапанов вместо клапанов (задвигек) с приводами. Реализация проектов на базе соленоидных клапанов снижает себестоимость итогового проекта и повышает надёжность и ресурс системы в целом.

### Основные применения электромагнитных клапанов

Спектр областей применения электромагнитных клапанов очень большой, поскольку управление потоками требуется практически везде. На бытовом уровне на базе электромагнитных клапанов реализуются надёжные решения по защите от протечек в жилых квартирах, клапаны применяются в сантехнике гигиенического душа. Эти применения позволяют защитить квартиры от затопления в случае прорыва трубопровода, обезопасить владельца от существенных финансовых потерь при сантехнической аварии.

В промышленности электромагнитные клапаны применяются в системах водоочистки и фильтрации воды, тепловых пунктах и котельных, компрессорных станциях, парогенераторах, автокла-

вах, стерилизаторах, в автомобильных мойках самообслуживания, в гидрофильтрах и многих других областях.

«Данфосс» выражает благодарность ООО НПП «ТЭК» и отдельно руководителю Отдела технического регулирования и метрологического обеспечения (ОТиМ) Хлыст Илье Сергеевичу за проведённое тестирование и предоставленное заключение по результатам работы.

Отдел «Промышленная автоматика» в структуре Danfoss занимается производством средств автоматизации, таких как преобразователи давления, датчики температуры, реле давления и температуры, электромагнитные, пневматические и термостатические клапаны для управления потоками жидких и газообразных сред. Вся продукция проходит сертификацию по стандартам РФ, датчики включены в Госреестр средств измерений. ●



## Viessmann представил в России систему ViCare Smart Climate

Применение компонентов системы ViCare Smart Climate позволяет управлять температурой воздуха отдельных помещений с помощью интуитивно понятного приложения ViCare на смартфоне или планшете. Компоненты «умного» климата легко интегрируются в существующие системы отопления и быстро монтируются. Их стоимость в несколько раз ниже по сравнению с классическими решениями, предполагающими использование нескольких отопительных контуров.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Виссманн»

### Масштаб системы ViCare Smart Climate

Максимально: комнат — 20; внутрипольных термостатов на объекте — 6; устройств в одной зоне — 20; компонентов в одной системе (включая термоголовки, датчики, термостаты, репиторы) — 64.



«До появления ViCare Smart Climate зональное управление температурой отопления тоже можно было реализовать, но через весьма сложные схемы. Они требовали отдельного контура для каждого помещения, собственного смесительного узла и термостата. Это не только сложно, но и экономически нецелесообразно», — говорит Игорь Кениг, руководитель «Академии Viessmann». — Сегодня достаточно установить на радиаторы «умные» термоголовки, в помещениях при необходимости — климатические датчики и связать их через модуль Vitocconnect Opto 2 с приложением ViCare».

В радиаторной системе отопления комнатное регулирование температуры осуществляется с помощью «умных» термоголовок ViCare Radiator Thermostat Valve. Установить прибор очень просто: в комплекте к каждому идут четыре адаптера под самые распространённые вентиляционные вставки. Чтобы связать аксессуар

с приложением ViCare, достаточно отсканировать QR-код на корпусе термоголовки. В каждой из них три температурных датчика — при условии, что в комнате одна батарея отопления, никакие дополнительные приборы контроля не нужны.

«С помощью Thermostat Valve так же легко создаются отопительные зоны и с несколькими радиаторами. Например, в большой гостиной три батареи. Достаточно установить на них «умные» термоголовки и добавить на стену беспроводной климатический датчик на высоте полутора метров от пола, в месте, защищённом от попадания прямых солнечных лучей. Для управления температурой такой комнаты пользователь в приложении ViCare буквально в несколько кликов создаёт зону гостиной, добавляет в неё три термоголовки и датчик. Команды на изменение температуры приборы будут выполнять синхронно», — поясняет Игорь Кениг, Viessmann.



Если система отопления, помимо радиаторов, предусматривает тёплые полы, в ViCare Smart Climate включаются «интеллектуальные» распределители Floor thermostat. «Один такой распределитель обеспечивает регулирование температуры до шести зон нагрева или условных комнат. На каждую зону можно подключить три привода. Таким образом, на один распределитель присоединяется до 18 контуров тёплого пола для шести помещений. И в каждом из них возможно индивидуальное управление температурой», — говорит Игорь Кениг, Viessmann.



❖ Модуль Vitoconnect Opto 2



В первом случае модуль подключается к контроллеру — опция доступна для любого котла Viessmann с погодозависимым контроллером Vitotronic не позднее 2004 года выпуска. В новых Vitodens 200-W тип B2HF и 222-F тип B2SF, выпущенных в 2020-м, модуль встроен. В этом варианте подключения Vitoconnect не просто управляет температурой в помещениях, но и оказывает влияние на управление котлом данным отопительным контуром, ориентируясь на положение сервоприводов термоголовок. Владелец оборудования также может изменять на котле настройки желаемой температуры воздуха помещений, произвольно задавать временные программы систем отопления и ГВС, а также контролировать работу котла и оперативно получать сообщения в случае возникновения нештатных ситуаций. Если система «умного» климата

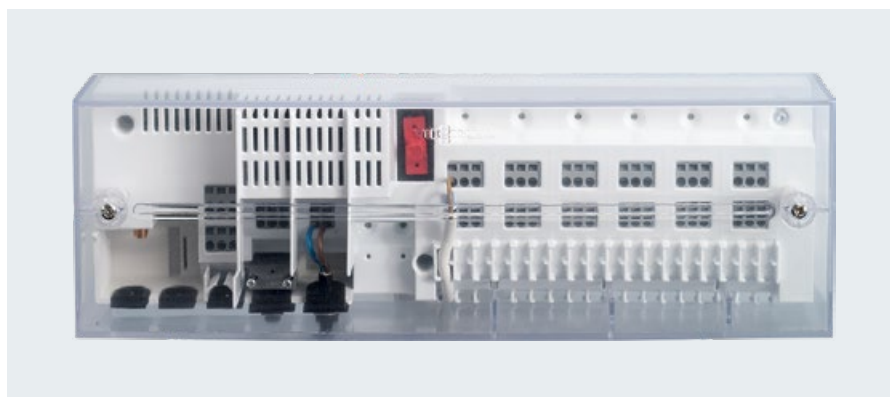


❖ «Умный» климат: термоголовки Thermostat Valve, модуль Vitoconnect Opto 2 и приложение ViCare

Интеллектуальным центром системы «умного» климата является модуль Vitoconnect Opto 2 — небольшой гаджет размером чуть больше ладони. Он способен управлять температурой в помещениях, как будучи присоединённым к отопительному котлу Viessmann с интерфейсом OptoLink, так и без соединения с теплогенератором. Блок Vitoconnect обеспечивает связь владельца (или сервисного центра) с котлом посредством сети Internet.

### Интеллектуальная система ViCare Smart Climate

Система ViCare Smart Climate настолько умна, что «понимает», когда в доме открываются окна для проветривания: при обнаружении потока холодного воздуха термоголовка отправляет сигнал на модуль управления Vitoconnect, связанный с котлом. В течение 30 минут система не предпринимает никаких действий, предполагая, что створки могут быть открыты для проветривания. В традиционном варианте «обычный» котёл начинает немедленно повышать температуру, чтобы компенсировать приток холодного воздуха, сводя на нет все усилия по освежению помещения.



❖ Погодозависимый контроллер Vitotronic для котлов Viessmann

работает без связи с котлом — например, нет возможности присоединить её к контроллеру оборудования стороннего производства, — модуль Vitoconnect Opto 2 обеспечит управление исключительно температурой в комнатах. Регулировать работу теплогенератора он не сможет.

На сегодняшний день в РФ доступны следующие элементы системы ViCare Smart Climate: модули управления Vitoconnect, «умные» термоголовки и климатические датчики/репиторы. Распределители Floor thermostat выйдут на российский рынок в 2021 году. ●





# CFD-моделирование гидравлических режимов тепловых сетей

## Введение

Вычислительная гидродинамика (Computational Fluid Dynamics Modeling, CFD), известная как «трёхмерное гидравлическое моделирование», представляет собой практический способ прогнозирования и визуализации потоков жидкости в реальных условиях. С её помощью мы можем понять, как поведёт себя теплоноситель в системе теплоснабжения.

Основное преимущество использования данного метода CFD-исследования заключается в точности результатов. Мы опишем возможность регулирования пьезометрического графика тепловой сети в программах CFD, а именно регулирование гидростатического давления на байпасе, и на основе полученных данных решим вопрос о разработке нового расчётного метода проектирования тепловых сетей, а также рассмотрим технические недостатки, которые могут встретиться на практике. Цифровые данные, конечно, дают ответы на поставленные вопросы, но для принятия оперативных решений целесообразно воспользоваться преимуществами визуализации расчётов, в частности, CFD-моделированием [1].

## Основной раздел

Энергосбережение в теплоснабжении является одним из наиболее актуальных вопросов [2]. Эффективное функциони-

рование систем теплоснабжения во многом зависит от режимов работы тепловой сети [3, 4]. Именно поэтому важно оптимизировать гидравлические режимы в сложных системах. Математическому моделированию перемещения тепловых потоков в трубопроводных системах посвящены работы [5, 6], экспериментальному исследованию — работы [7–9].

Изучение гидравлических режимов работы системы в реальном времени, их влияние на гидравлическую устойчивость тепловой сети наиболее наглядно показано в CFD-моделировании. CFD позволяет смоделировать тепловую сеть для визуализации технических решений, и его главным преимуществом является получение результатов высокой точности, а недостатком — сильная зависимость результатов от качества смоделированной расчётной сетки модели, ведь чем сложнее структура модели, тем больше ресурсов необходимо для расчёта.

**Вычислительная гидродинамика (Computational Fluid Dynamics Modeling), известная как «трёхмерное гидравлическое моделирование», представляет собой практический способ прогнозирования и визуализации потоков жидкости в реальных условиях**

Рецензия эксперта на статью получена 09.12.2020 [Expert review on the article received on December 9, 2020].

УДК 697.34. Номер научной специальности: 05.14.04, 05.14.14.

### CFD-моделирование гидравлических режимов тепловых сетей

**А. А. Алексеев**, аспирант; **А. В. Кнюк**, аспирант; **Ю. Л. Липовка**, д.т.н., Сибирский федеральный университет (СФУ, г. Красноярск)

*Для принятия корректных технических решений применительно к управлению гидравлическими режимами сложных трубопроводных систем, каковыми являются сети централизованного теплоснабжения с зависимым присоединением систем отопления зданий, необходимо выполнить достаточно сложные расчёты с использованием компьютерных программ, которые позволяют получить цифровую информацию о потокораспределении теплоносителя (распределении давления теплоносителя в точках разветвления трубопроводов и расходов). В статье рассмотрена работа в расчётной программе CFD-моделирования.*

**Ключевые слова:** тепловая сеть, пьезометрический график, гидростатические режимы, гидродинамические режимы, CFD, математическое моделирование.

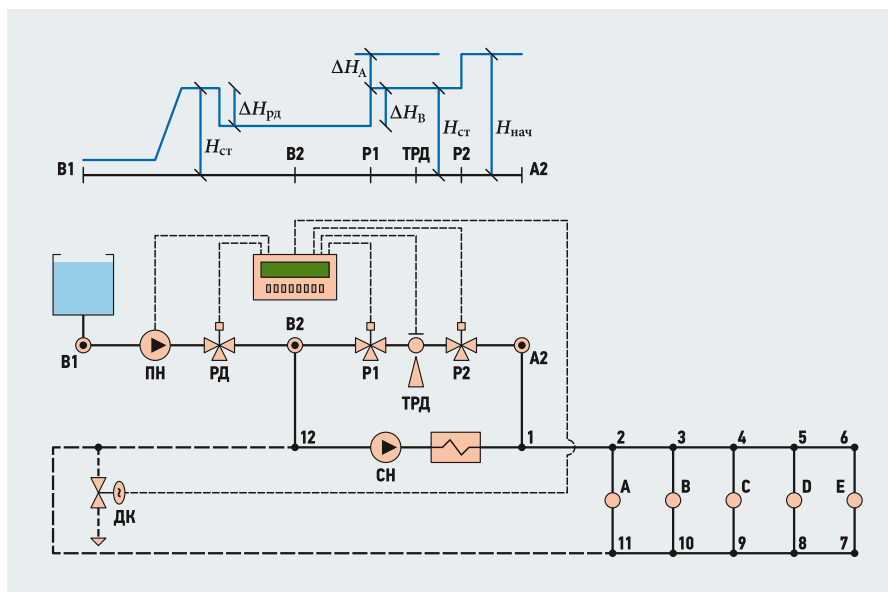
UDC 697.34. The number of scientific specialty: 05.14.04, 05.14.14.

### CFD modeling of hydraulic modes of thermal networks

**A. A. Alekseev**, postgraduate student; **A. V. Knyuk**, postgraduate student; **Yu. L. Lipovka**, Doctor of Technical Sciences, Siberian Federal University (SFU, Krasnoyarsk city)

*To make correct technical decisions in relation to the control of hydraulic modes of complex pipeline systems, such as district heating networks with dependent connection of heating systems of buildings, it is necessary to perform rather complex calculations using the software that allow you to obtain digital information about the flow distribution of the heat carrier — the distribution of the heat carrier pressure at the points of branching pipelines and flow rates. The article discusses with the calculations in the CFD modeling software.*

**Key words:** thermal network, piezometric graph, hydrostatic modes, hydrodynamic modes, CFD, mathematical modeling.

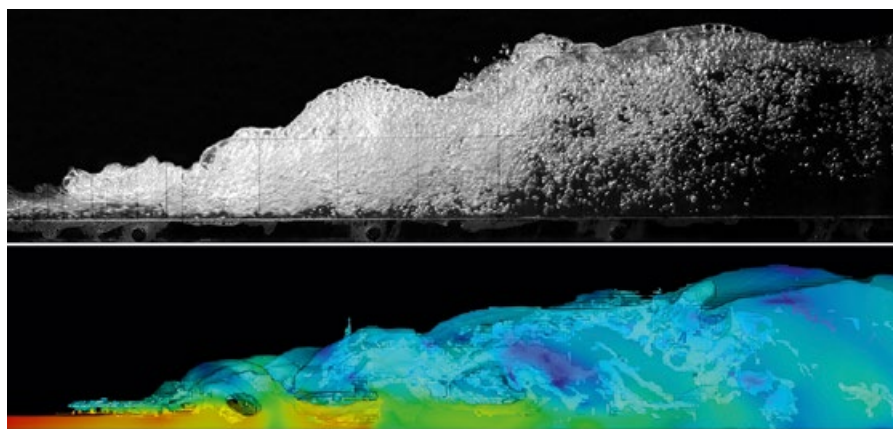


❖ **Рис. 1.** Принципиальная схема тепловой сети (ПН — подпиточный насос; РД — регулятор давления; ДК — дросселирующий клапан; Р2 — регулирующий вентиль № 2; Р1 — регулирующий вентиль № 1; ТРД — нейтральная точка или точка регулируемого давления;  $H_{ст}$  — напор сетевого насоса; СН — сетевой насос; П1 — подающий трубопровод; 7–11 — обратный трубопровод; 1–6 — подающий трубопровод;  $H_{ст}$  — статическое давление в сети;  $\Delta H_{рд}$  — потери давления на регуляторе давления;  $\Delta H_A$  — потери давления на регулирующем вентиле  $p_1$ ;  $\Delta H_B$  — потери давления на регулирующем вентиле № 2;  $H_{нач}$  — начальное давление, равное  $\Delta H_{ст} + H_{ст}$ )

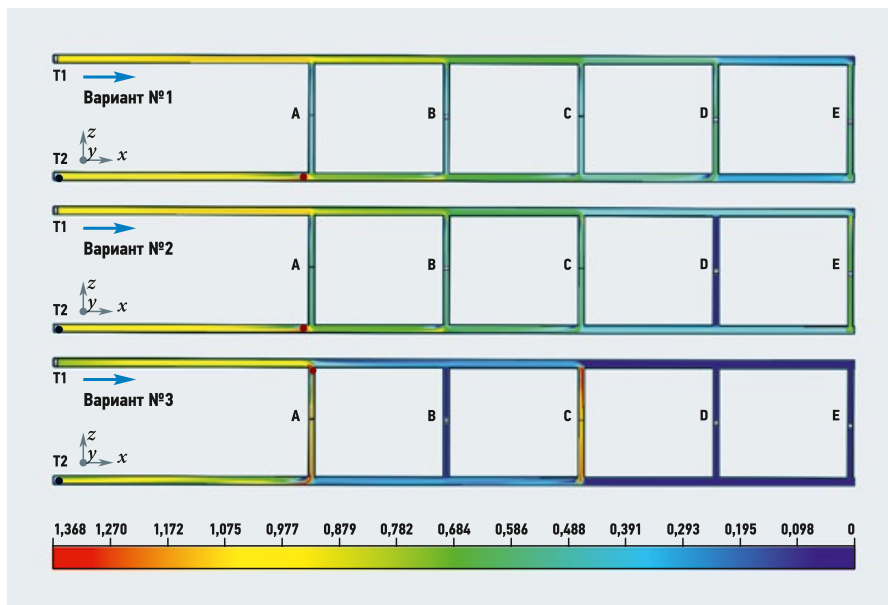
В качестве одного из примеров рассмотрим узел подпитки тепловой сети, представленный на рис. 1.

После выполнения гидравлических расчётов, с учётом особенностей поведения коэффициента гидравлического трения [4] и построения пьезометрического графика, переводим объект исследования в математический вид для расчёта с помощью программы математического моделирования. Для расчёта отключения потребителя смоделируем замкнутую цепь с пятью контурами теплопотребления А, В, С, D и Е.

Производим расчёт в программном комплексе SolidWorks. Полученные результаты приведены на рис. 2.



❖ **Абстрактный пример экспериментальной модели и её симулирования методами CFD-моделирования в гидравлике.** Представлена модель «гидравлического прыжка» (по Валеро и др.), с входным числом Фруда около 6,0, и её симуляция численными методами (по Байону и др.)



❖ **Рис. 2.** График скорости теплоносителя в трубопроводе

**Вариант 2** указывает на небольшое увеличение скорости на потребителях, а вариант 3 с отключением двух и более потребителей показывает избыток скорости на потребителях А и С. Вместе с ростом скорости растут потери давления, что сказывается на работе сетевого насоса

На нём отображены точечные параметры по длине трубопровода циркуляционных колец, представленных на рис. 1.

Смоделируем отключение одного потребителя (вариант 2) и отключение трёх потребителей (вариант 3). Для варианта 2: в результате расчёта наблюдается отклонение фактического расхода  $G_f$  от расчётной величины  $G_p$ , что вызывает гидравлическую разрегулировку абонентских систем. Отключение части нагрузки приводит к снижению потерь

давления в сети и к росту располагаемых давлений и расхода воды у оставшихся абонентов.

Вариант 2 указывает на небольшое увеличение скорости на потребителях, а вариант 3 с отключением двух и более потребителей показывает избыток скорости на потребителях А и С. Вместе с ростом скорости растут потери давления.

Изменение скорости теплоносителя при отключении потребителей (варианты 2 и 3) показано на рис. 2.

Поскольку с ростом скорости на потребителях возрастают и потери давления, это сказывается на работе сетевого насоса, поэтому возникает риск избытка давления на конечном потребителе.

Рассмотрим пьезометрический график узла подпитки, пьезометрический график и принципиальную схему байпаса, представленную на рис. 1.





•• Рис. 3. График скоростей тепловой сети на каждом циркуляционном кольце (а — вариант №1, б — вариант №2, в — вариант №3)

Параметры:  $\Delta H_A = 3$  м вод. ст.,  $\Delta H_B = 21$  м,  $H_{CT} = 57$  м,  $\Delta H_{PД} = 21$  м и  $H_{нач} = 76$  м вод. ст. Принцип действия регулирования описан далее.

Давление в нейтральной точке регулируется регулируемыми вентилями P1 и P2 (рис. 1). То есть, если начать прикрывать или полностью закрыть регулирующий вентиль P1, то давление в нейтральной точке будет стремиться к давлению, равному нагнетанию на сетевом насосе, и пьезометрический график начнёт опускаться параллельно оси  $Oy$  до минимального упора, и в системе будет наблюдаться аварийный режим. Если прикрывать регулирующий вентиль P2, то давление в нейтральной точке будет стремиться к давлению на входе сетевого насоса, и пьезометрический график начнёт подниматься вверх параллельно оси  $Oy$ .

Далее рассмотрим регулирование гидростатического давления в узле подпитки тепловой сети. Подпиточный насос развивает напор  $H_{CT}$ . Напор на байпасной линии в точке регулируемого давления (ТРД) равен  $H_{CT}$ . В регулирующем вентиле P1

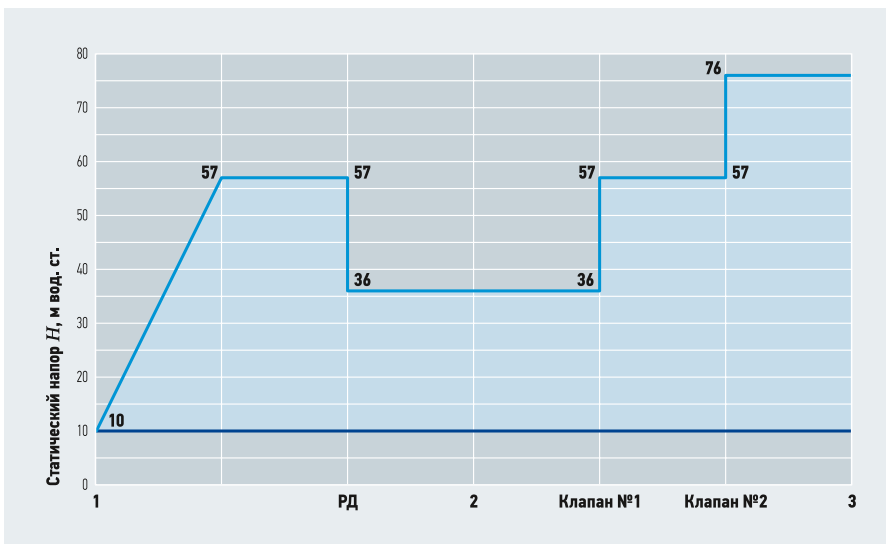
есть напор  $\Delta H_A$ , и полный напор после него рассчитывается как  $H_{01} = H_{нач} - \Delta H_{P2}$ . В задвижке P2 напор  $H_{02} = H_{CT} - \Delta H_{P1}$ . Регулятор давления поддерживает постоянное давление в точке ТРД между регулируемыми вентилями P1 и P2, при этом в точке после P1 будет поддерживаться напор  $H_{01}$ .

Для определения необходимого прикрывания клапана и получения требуемых значений воспользуемся авторской расчётной методикой, реализованной в Excel. Согласно разработанной методике, степень прикрывания составляет 40%. Малый пьезометр после прикрывания клапана с параметрами  $\Delta H_A = 19$  м вод. ст.,  $\Delta H_B = 21$  м,  $H_{CT} = 57$  м,  $\Delta H_{PД} = 21$  м и  $H_{нач} = 76$  м вод. ст. представлен на рис. 3.

### Численные эксперименты по визуализации гидравлических режимов работы как элементов, так и всей системы в целом позволяют принимать обоснованные технические решения

### Заключение

Показана целесообразность использования CFD-моделирования для практических инженерных расчётов. Подобные численные эксперименты по визуализации гидравлических режимов работы, как отдельных элементов, так и всей системы теплоснабжения в целом, позволяют принимать обоснованные технические решения, а полученные результаты дают возможность проанализировать последствия принимаемых управленческих решений на гидравлическую устойчивость. Появляется возможность оперативного внесения надлежащих корректив в данные технические решения для повышения надёжности и живучести инженерных систем зданий и тепловых сетей. ●



•• Рис. 4. Пьезометрический график узла подпитки при закрытии клапана №2 на 40%

1. Султангузин И.А., Яцок Т.В. Применение BIM-, VEM- и CFD-технологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома // Журнал СОК, 2019. №3. С. 36–42.
2. Пеньковский А.В., Стенников В.А. Математическое моделирование рынка тепловой энергии в формате единой теплоснабжающей организации // Теплоэнергетика, 2018. №7. С. 42–53.
3. Липовка Ю.Л. Влияние непосредственного водоразбора на режимы работы последовательно включённых теплообменников // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1979. №6. С. 95–100.
4. Lipovka A.J., Lipovka Y.L. Determining hydraulic friction factor for pipeline systems. Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2014. No. 7(1). Pp. 62–82.
5. Токарев В.В. Разработка методики секционирования кольцевых тепловых сетей закрытых систем теплоснабжения // Теплоэнергетика, 2018. №6. С. 84–94.
6. Липовка Ю.Л. Математическое моделирование систем теплоснабжения с обеспечением устойчивого энергосбережения // Энергосбережение и водоподготовка, 2002. №1. С. 89–92.
7. Новицкий Н.Н., Гребнева О.А., Токарев В.В. Исследование эффективности методов активной идентификации для теплогидравлических испытаний тепловых сетей // Теплоэнергетика, 2018. №7. С. 54–63.
8. Липовка Ю.Л., Панфилов В.И. Экспериментальное изучение потокораспределения на автоматизированных тепловых пунктах // Энергосбережение и водоподготовка, 2008. №2. С. 52–54.
9. Липовка Ю.Л., Калабин Д.А. Гидравлическая устойчивость в условиях неравномерной автоматизации систем теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка, 2018. №3. С. 19–24.

References — see page 78.

## Обязательная сертификация отопительных приборов сохранится

Минпромторгом России совместно с Росстандартом в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины» подготовлен проект новой редакции единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации.

Материал подготовлен Ассоциацией производителей радиаторов отопления (АПРО) и опубликован в «Дайджесте АПРО» (ноябрь 2020 года).



Целью пересмотра единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, является создание модели регулирования, предусматривающей установление на уровне Правительства РФ обязательных требований к продукции, методик исследований (испытаний) и измерений, включая ссылки на документы по стандартизации, содержащие требования безопасности к продукции, а также методы оценки соответствия такой продукции и правила отбора образцов в привязке к кодам ТН ВЭД ЕАЭС.

Важно отметить, что в проекте новой редакции единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, сохранен раздел «Радиаторы отопления и конвекторы отопительные».

При этом в указанном разделе чётко определены коды ТН ВЭД ЕАЭС на отопительные приборы из отдельных видов металлов, ввозимые на территорию Российской Федерации из иностранных государств, что позволит таможенным органам автоматизировать контроль наличия на них сертификатов соответствия.

Также в разделе «Радиаторы отопления и конвекторы отопительные» проекта новой редакции единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, установлено, что:

- сертификационные испытания образцов радиаторов и конвекторов должны проводиться в соответствии с разделом 8 межгосударственного стандарта ГОСТ 31311–2005 «Приборы отопительные. Общие технические условия» и национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 53583–2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний»;
- процедуру обязательной сертификации отопительных приборов следует осуществлять руководствуясь национальным стандартом РФ ГОСТ Р 58065–2018 «Оценка соответствия. Правила сертификации радиаторов отопления и конвекторов отопительных».



Кроме того, указанным разделом в качестве обязательных требований к отопительным приборам определены положения межгосударственного стандарта ГОСТ 31311–2005 «Приборы отопительные. Общие технические условия», касающиеся: необходимости производства отопительных приборов в соответствии с требованиями конструкторской и технологической документации, утверждённой изготовителем; показателей герметичности и статической прочности отопительных приборов; предельно допустимого отклонения фактического значения показателя номинального теплового потока от значения, заявленного изготовителем; требований к термостойкому защитно-декоративному покрытию отопительного прибора; требований к поверхностям отопительных приборов; требований к резьбовым соединениям (трубным резьбам деталей) отопительных приборов; показателей минимально допустимой толщины стенки (трубы) отопительного прибора, соприкасающейся с водой, дифференцированных в зависимости от материала изготовления и типа прибора; требований к маркировке, упаковке и сопроводительной документации отопительных приборов.

Ранее АПРО неоднократно направляла обращения о необходимости сохранения обязательной сертификации отопительных приборов.

АПРО благодарит Департамент государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений Минпромторга России, Росстандарт и Комитет по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия РСПП за содействие в положительном решении вопроса о сохранении обязательной сертификации радиаторов отопления и конвекторов, имеющего для добросовестных участников российского рынка отопительных приборов приоритетный и жизненно важный характер. ●



## КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ



Фото: «Стройкомплекс Москвы», strgkomp.ru

•• Инфекционная больница в поселении Вороновское принимает пациентов с апреля 2020 года

## Знаковые объекты «ВЕЗА»

Уходящий 2020 год навсегда останется в памяти, как непростая вежа в жизни не только каждого из нас, но и нашей страны и всего мира в целом. Так и для компании «ВЕЗА» год начался сложно и грозил быть непреодолимым, но сплочённость дружного коллектива предприятия и поддержка государства позволили не упасть и выполнить свои обязательства перед своими клиентами в полном объёме. Что же, давайте вместе оглянемся назад и попробуем оценить наиболее значимые достижения компании «ВЕЗА» в уходящем 2020 году.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «ВЕЗА»

17 марта заместитель мэра Москвы Андрей Бочкарев провёл совещание по строительству нового инфекционного центра для размещения больных с коронавирусом МКЦИБ «Вороновское» около поселения Вороновское Троицкого АО города Москвы. Одной из важнейших повесток совещания была поставка большого количества вентиляционного и холодильного оборудования в катастрофически сжатые сроки. Компания «ВЕЗА» в лице её владельца Александра Михайловича Дерипасова оказалась единственной, сумевшей гарантировать поставку полного объёма оборудования. И вот уже 17 апреля больница была открыта и готова была принимать заболевших.

Благодаря слаженной работе коллективов всех десяти заводов компании «ВЕЗА» удалось в сжатые сроки произвести и поставить 330 центральных кондиционеров ВЕРОСА в специальном медицинском исполнении, 624 шкафа автоматики различной сложности, 36 холодильных установок и более 2500 различных наименований канального оборудования. 21 апреля результатом такого масштабного проекта «ВЕЗА» стало вхождение компании в Перечень системообразующих предприятий российской экономики Министерства промышленности и торговли РФ. Полу-

ченный опыт позволил слаженно и в срок осуществлять аналогичные поставки на вновь строящиеся и реконструируемые инфекционные больницы (отделения) в остальных регионах страны — в Ростовской, Нижегородской областях и др.

**«ВЕЗА» оказалась единственной отечественной компанией, сумевшей обеспечить поставку полного объёма оборудования в максимально сжатые сроки**

Ещё один знаковый и стратегический объект — строительство судостроительной верфи «Звезда — DSME». Это важный для Дальневосточного региона и отечественной судостроительной промышленности проект, который реализуется по поручению Президента и Правительства Российской Федерации консорциумом АО «Роснефтегаз», ПАО «НК «Роснефть» и АО «Газпромбанк». Более десяти лет назад была заложена первая очередь строительства, и вот уже спустя 11 лет компания «ВЕЗА» делает крупнейшую поставку на судостроительную верфь — 23 единицы современных крышных приточно-вытяжных вентиляционных установок БОКС и десять единиц рециркуляционных отопительных агрегатов ТОРС.

Установки БОКС предназначены для общеобменной децентрализованной вентиляции помещений больших объёмов. Установки ТОРС выполняют аналогичную функцию, с той лишь разницей, что они осуществляют 100% рециркуляцию воздуха и воздушное отопление и/или охлаждение внутреннего воздуха помещения. В этом же 2020 году уже началось размещение заказа и изготовление следующей партии установок БОКС в общем количестве 44 шт. для трубообрабатывающего цеха. Отличительной чертой данных установок является их характерная конструкция, которая позволяет осуществлять их монтаж максимально удобно и быстро.



Фото: Алексей Дружинин/пресс-служба президента РФ/ТАСС

•• Судостроительный комплекс «Звезда» в городе Большой Камень Приморского края

Фото: «Олимпийский парк Сочи», олимпийский-парк.рф



❖ Парк науки и искусства «Сириус», созданный в городе Сочи фондом «Талант и успех»

Установки фактически состоят из трёх основных секций, монтаж которых осуществляется также в три этапа. При этом такое малое количество блоков никак не сказывается на функциональной оснащённости этих установок, так как здесь происходят такие процессы, как очистка воздуха, рекуперация тепла, рециркуляция, нагрев, охлаждение и распределение воздуха в помещении.

Для ССК «Звезда» поставляются установки с защитной окраской корпуса по классу коррозионной стойкости С4, теплообменники нагрева воздуха изготавливаются из нержавеющей стали, что позволяет быть полностью уверенным в надёжности и долговечности указанной конструкции.

Давайте теперь обратим свой взгляд на нашего западного соседа — Беларусь. 8 августа 2016 года указом президента республики Беларусь №300 была начата реализация инвестиционного проекта «Организация высокотехнологичного агропромышленного производства полного цикла на 2016–2032 годы», целью которого является целью организация глубокой переработки зерна по современным методам биотехнологии с получением незаменимых аминокислот для производства и выхода на местный и экспортный рынки высокопродуктивных, сбалансированных комбикормов и премиксов. И именно для склада готовой продукции производства аминокислот компания «ВЕЗА» начала поставку 13 единиц установок БОКС рециркуляционного типа.

А что же с социальной сферой? 24 декабря 2014 года по инициативе Президента Российской Федерации В.В. Путина на базе олимпийской инфраструктуры был учреждён образовательный фонд «Талант и успех». Фондом начато и поэтапно продолжается строительство образовательного центра «Сириус», цель которого — это раннее выявление, развитие и дальнейшая профессиональная поддержка одарённых детей, проявивших выдаю-

щиеся способности в области искусств, спорта, естественнонаучных дисциплин, а также добившихся успеха в техническом творчестве. Сюда, в рамках продолжения строительства лабораторий для проектной и научно-исследовательской работы парка «Сириус», поставляется 37 единиц установок ВЕРОСА в довольно экзотической комплектации и исполнении. Установки должны быть сделаны в медицинском исполнении для уличного размещения, с возможностью их монтажа как трёхэтажной конструкции.

Особые требования к подготовке воздуха обязали инженеров «ВЕЗА-Краснодар» использовать такие решения, как специальные жидкостные и фреоновые охладители с многоконтурной гидравлической развязкой, медным оребрением и удельной мощностью влагосъёма порядка 13 г влаги с одного килограмма

приточного воздуха — это поразительная, рекордная цифра для такого рода способа осушки.

На этом особенности установок не заканчиваются — здесь впервые были изготовлены и поставлены вентиляторы ВОСК собственного производства с РМ-моторами, класс энергоэффективности которых соответствует IE5. В совместной работе с частотными преобразователями вентиляторы превращаются в полноценный аналог современных европейских вентиляторов с электронно-коммутируемыми двигателями (ЕС-моторами). Вентиляторы размещаются в корпусе группами по две и даже четыре единицы, что обеспечивает компактность конструкции и организацию резерва.

Функциональная оснащённость установок обеспечивает поддержание температуры и влажности, благодаря паровым увлажнителям, круглый год, а очистка в рамках установки осуществляется до класса F9 с последующей финальной очисткой вне установки фильтрами HEPA.

Для корпуса «Спорт» образовательного центра «Сириус» были поставлены две специализированные установки для вентиляции помещений крытых бассейнов АКВАРИС с суммарным расходом воздуха 38 тыс. м³/ч. Установки отличались резервированием приточного и вытяжного вентиляторных агрегатов в одном блоке установки, «горячим» резервом циркуляционных насосов, специальным алгоритмом функционирования. ●



❖ Центральный кондиционер ВЕРОСА-600 с вентиляторами ВОСК и РМ-моторами





## Лучшие силы российского BIM

Форум «РосТИМ. Российские технологии информационного моделирования в строительстве» прошёл впервые в формате онлайн. Его участниками стали более 1400 человек: инженеры, архитекторы, BIM-менеджеры, IT-специалисты, разработчики, преподаватели, студенты. Организаторы форума, компании «АСКОН» и Renga Software, собрали практически всех ведущих отечественных разработчиков IT-решений для строительства.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Ренга Софтвэз»

На Форуме «РосТИМ» выступили специалисты 19 компаний: «АСКОН», Renga Software, «Кредо-Диалог», Rubius, «Лира Софт», НТЦ «АПМ», «Умная вода», «СКАД Софт», «Еврософт», «Лира САПР», «Спайдер Проджект», ITLand, «Элиас ВЦ», «Мобильные решения для строительства», «ЗВ Сервис», «Эрикокс ЦСП», НПП «АВС-Н», «Визардсофт», BIMlib.

«РосТИМ онлайн» представил весь спектр разработок для поддержки жизненного цикла объекта строительства — от проектирования до выполнения строительно-монтажных работ и эксплуатации. Компании, присутствовавшие на форуме, нацелены на сотрудничество и интеграцию своих решений для работы с единой цифровой информационной моделью.

Вендоры продемонстрировали возможности своих программных продуктов на шести специализированных секциях: «Информационное моделирование зданий», «Цифровая модель местности и наружных сетей», «Организация среды общих данных», «Расчёты конструкций и инженерных систем BIM-модели», «BIM для управления строительством и эксплуатации здания», «Сметы и стоимостной инжиниринг BIM-модели».

Разработчиков поддержали своими выступлениями пользователи отечественных BIM-решений: Проектная мастерская «Петергоф», Мособлгидропро-

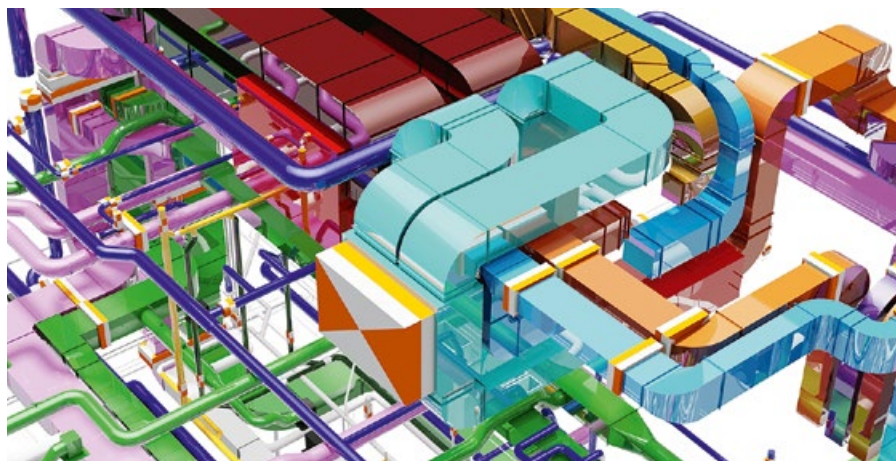
ект, «Инженерный центр «Бюро строительной экспертизы», Altec systems, «ТПС Недвижимость», «Евротехнологии», Институт проектирования, экологии и гигиены (ИПЭиГ).

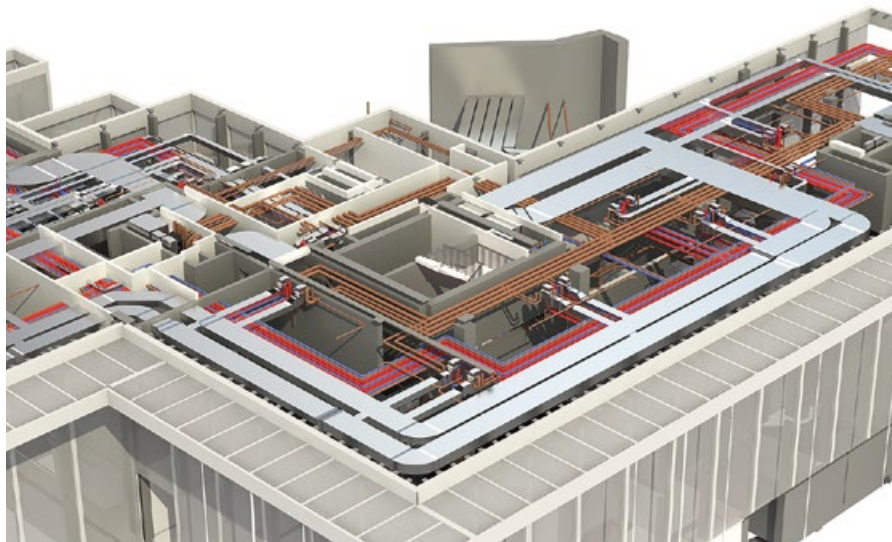
По словам председателя Совета директоров «АСКОН» Александр Голикова, «2020-й год — это год испытаний для бизнеса: строительная отрасль понесла весьма серьёзные потери. Но, несмотря на текущие показатели, она остаётся серьёзным драйвером экономики. Потребности в доступном жилье, в социально-значимых объектах, в развитой инфраструктуре дают основание рассчитывать на новые проекты и новые заказы. Но получать заказы будет всё сложнее. Государство планомерно идёт к обязательному применению BIM, нормативная база последовательно разворачивается в сторону информационного моделирования, принимаются новые стандарты и своды правил. Рассчитывать на получение госзаказов без использования BIM вскоре будет невозможно. И коммерческие заказчики становятся требовательнее — в части эффективности, качества и прозрачности процессов, контроля за ходом строительства. Соответственно, пора научиться разбираться и в технологиях, и в существующих и появляющихся требованиях».

Государство внимательно относится к результатам работы российских компаний, включает их в пилотные проекты по применению цифровых информационных моделей. В пленарной части «РосТИМ онлайн» выступил заместитель директора ФАУ «ФЦС» Минстроя России Денис Чамара. Он познакомил участников с нормативно-правовым и нормативно-техническим регулированием для внедрения BIM-технологий.

### Прогресс российского BIM

За 3,5 года, прошедших с первого форума «РосТИМ», российские BIM-разработчики заметно прибавили в функциональности своих продуктов, внедрили новые технологические платформы, разработали интеграционные механизмы.





Обзор самых важных новинок сделал Максим Нечипоренко, заместитель директора компании Renga Software, дочерней фирмы «АСКОН» и «1С».

«АСКОН» выпустил систему Pilot-BIM для организации среды общих данных, автоматической сборки и дальнейшей работы с консолидированной BIM-моделью.

Разработано новое приложение «Компас» для проектирования тепловых сетей на основе цифровых моделей местности, получаемых из системы CREDO компании «Кредо-Диалог».

Renga Software, в дополнение к архитектурной и конструктивной части, реализовала проектирование внутренних инженерных сетей, включая водоснабжение, отопление, вентиляцию, электропитание, и объединила все специализации в единой комплексной системе Renga.

Компания «Кредо-Диалог» развивает работу с конструкциями, переходя от поверхностного моделирования к твердотельному. В линейке CREDO создан новый модуль «Трубы».

САЕ-разработчики научили свои продукты выполнять расчёты на основе информационных моделей, полученных из разных систем проектирования. «Лири Софт» заявила о выпуске в январе 2021 года прямой интеграции с Renga — в Renga появится кнопка экспорта модели в расчётный комплекс ПК «Лири» 10.12. По аналогичному пути идёт НТЦ «АПИМ» — его программа APM Civil Engineering получает модель в формате Renga с помощью конвертера для последующего конечно элементного анализа.

Компания SCAD Soft разработала новую программу-сателлит «Магнум» для проектирования и расчёта лёгких стальных конструкций.

«Лири сервис» реализовала в последних версиях программы «Лири-САПР» механизмы расчёта прогрессирующего обрушения, расчёт теплопроводности и огнестойкости.

Разработчик систем строительного контроля «Мобильные решения для строительства» сосредоточился на гибкой аналитике: отчётные данные, получаемые со стройплощадки, визуализируются в различных гистограммах, тепловых картах, дашбордах, чтобы помочь руководителю принимать правильные решения по проекту. Параллельно компания развивает интеграцию с Renga, Pilot-ICE и 1С:ERP.

Партнёры «1С» по созданию специализированных решений для управления строительством стремятся к полноценной интеграции BIM-моделей в ERP-контуры. Компания ITLand напрямую использует геометрические и аналитические данные из модели Renga в системе «1С:PM Управление проектами» для планирования закупок материалов, работ по проекту и бюджетов.

### **Стратегия «АСКОН» в отрасли преследует цель развития собственных продуктов, реализующих BIM-технологии, то есть создание комплексной BIM-системы проектирования**

Разработчики сметных систем добились эффективной разработки смет на основе BIM-моделей. В «1С-Смета» этот механизм отлажен по принципу принятия моделей в среду «1С» и назначения различных сметных характеристик. Компания «Визардсофт» добавила в свою систему BIM Wizard интеграцию с Renga. Наибольшее количество интеграций с разными проектирующими системами, как с российскими, включая Renga, так и зарубежными, имеет система ABC компании НПП «ABC-Н».

Уникальный проект BIMlib разрабатывает механизм мастер-спецификаций, который позволит сопоставлять данными с федеральными информационными си-

стемами, например, Минпромторга, чтобы подбирать аналоги элементов в спецификациях. А компания «Элиас» работает над тем, чтобы модель эффективно использовалась на этапе эксплуатации зданий в продукте «1С: Аренда и управление недвижимостью».

Как и в реальном строительстве, BIM-модель формируется из данных, создаваемых разными инструментами. Успешный результат складывается из сотрудничества и отлаженного взаимодействия разработчиков.

### **Стратегия и дорожная карта развития BIM-комплекса «АСКОН»**

Стратегическая цель «АСКОН» — создание отечественного программного BIM-комплекса. *«Сегодня фокус интереса заказчиков сместился от освоения инструментов проектирования к требованию по организации совместной работы специалистов различных разделов проектирования. Поэтому ключевым компонентом нашей стратегии стали инструменты, которые могут обеспечить работу в среде общих данных»,* — рассказал генеральный директор «АСКОН» Максим Богданов, представляя стратегию компании по созданию решений для промышленного и гражданского строительства.

Стратегия «АСКОН» в отрасли базируется на четырёх элементах:

1. Развитие собственных продуктов, реализующих BIM-технологии: комплексная BIM-система проектирования архитектуры, конструкций и инженерных сетей Renga, система проектирования технологических установок «Компас-ТХ», платформа для совместной работы всех участников инвестиционно-строительного проекта Pilot-ICE Enterprise и среда общих данных Pilot-BIM.
2. Интеграция BIM-систем собственной разработки и технологических партнёров для предоставления информационной модели, облегчающей проектирование продукта и его эксплуатацию.
3. Экосреда решений: объединение всех инструментов в единую систему управления глобальной моделью объекта строительства.
4. Консалтинг и внедрение BIM: развитие внедренческих подразделений, адаптация BIM-методологии под заказчика, учёт требований российских организаций. В 2021 году «АСКОН» выпустит BIM-стандарт, который заказчики смогут использовать в качестве основы для внедрения информационного моделирования.

Записи более 40 докладов о российском BIM доступны для просмотра на платформе форума [ros-tim.ru](http://ros-tim.ru). ●





## Предложения по установлению долгосрочной динамики повышения требований к энергоэффективности зданий

Во исполнение поручения Правительства Российской Федерации от 1 апреля 2020 года № ЮБ-П9-3129 Минэкономразвития России разработало проект распоряжения Правительства РФ об утверждении комплексного плана мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации и 11 августа 2020 года передало для рассмотрения общественности письмом № 25769-ИТ/Д05и. В статье рассматривается, какие надо создать условия и какие выполнить приоритетные мероприятия для реализации повышения энергетической эффективности строящихся и существующих жилых и общественных зданий.

**Автор:** В.И. ЛИВЧАК, к.т.н., член бюро президиума НП «АВОК», независимый эксперт

Данный комплексный план включает целевые показатели и перечень мероприятий из 77 пунктов и охватывает четыре основных направления с наибольшим потреблением топливно-энергетических ресурсов — это электроэнергетика и теплоэнергетика, обрабатывающая промышленность, транспорт, а также здания и жилищно-коммунальное хозяйство.

В статье рассматривается, какие надо создать условия и какие выполнить приоритетные мероприятия для реализации повышения энергетической эффективности жилых и общественных зданий. Учитывая предыдущий десятилетний негативный опыт решения этой задачи, способствующий увеличению нашего отставания от стран Евросоюза и Северной Америки, по данным Минэкономразвития России, более чем в два раза (срыв сроков выполнения такого повышения, продекларированных в постановлении Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18, — с 1 января 2020 года не менее чем на 40% по сравнению с базовым значением, а также в предыдущем распоряжении Правительства РФ от 19 апреля 2018 года № 703-р, взамен которого предлагается рассматриваемое), начнём с изучения целевых показателей комплексного плана и требований предыдущих решений Правительства РФ, которые в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины» (постановление Правительства РФ от 29 июля 2020 года № 1136) признаны утратившими силу.

В п. 4.2 Целевых показателей проекта комплексного плана записано, что «показатели теплопотребления на отопление жилых и общественных зданий в 2030 году должны быть снижены до 23 тонн условного топлива на 1000 м<sup>2</sup> площади в год по сравнению с фактически потребляемым 25 т.у.т. в 2017 году», или на  $(25 - 23) \times 100 / 25 = 8\%$ . Следует отметить, что 8%-е снижение в 2030 году, по сравнению с 50%-м по постановлению Правительства РФ от 29 июня 2016 года № 603 в 2028 году, — это очень мало, как и 25%-е снижение теплопотребления на отопление

существующего жилищного фонда в 2030 году, предусмотренное по распоряжению Правительства РФ № 703-р в предыдущем комплексном плане 2018 года.

Кроме того, выбор самого показателя теплопотребления на отопление жилых и общественных зданий не может быть одинаковым для нашей необъятной страны, расположившейся на 11-ти часовых поясах и в природных условиях от тундры и вечной мерзлоты до зоны влажных субтропиков, где суровость зимы колеблется от более 10000 °С·сут. нормализованного отопительного периода в Якутии до 1250 °С·сут. в Сочи. Так, по отношению к региону с 4000 градусо-сутками,

**Данные Минэкономразвития свидетельствуют о предыдущем десятилетнем негативном опыте решения задачи повышения энергетической эффективности жилых и общественных зданий, способствующем увеличению нашего отставания от стран Евросоюза и Северной Америки более чем в два раза**

в Якутии с учётом региональных коэффициентов, указанных в [1], базовое значение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию будет в  $10000 \times 0,9 / 4000 = 2,25$  раза выше, а в Сочи — в  $4000 / (1250 \times 1,1) = 2,9$  раз ниже. Поэтому из комплексного плана непонятно, какие значения показателя теплопотребления на отопление зданий принимать в каждом административном регионе России, более того, их нельзя и проконтролировать.

Из изложенного выше напрашивается вывод, что Минэкономразвития, как и Минстрой России (это было показано в [2]), вопреки требованиям Правительства Российской Федерации, не заинтересованы в повышении энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых зданий.

Только Минэнерго России продолжает поддерживать Правительство РФ в требованиях повышения энергоэффективности зданий — в заключении от 3 августа 2020 года это министерство отказалось согласовывать представленный Минстроем проект постановления Правительства РФ взамен признанных утратившим силу, в том числе из-за «отказа в этом проекте от установления долгосрочной динамики повышения требований к энергетической эффективности зданий».

Причём из-за постоянного срыва Минстроем России планов повышения энергоэффективности по ППРФ № 18 и № 603, а также срыва Минэкономразвития выполнения распоряжения Правительства РФ № 703-р о снижении теплотребления на отопление существующего жилищного фонда в 2019–2020 годах может показаться, что невозможно достичь запланированных результатов, так как на практике в большинстве случаев они выше тех значений, что заложены в проектах.

Одни «специалисты» оправдывают это тем, что теплотребление на отопление МКД завышается из-за того, что неправильно приняты базовые показатели удельного годового теплотребления (из-за принятия завышенных значений бытовых теплоступлений в квартирах и офисах или заниженного нормируемого воздухообмена в них). Другие предполагают, что у жителей нет мотивации к энергосбережению из-за отсутствия индивидуальных приборов учёта тепловой энергии на отопление. ГБУ «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» заявляет в [3], что на 50 % снижено фактическое сопротивление теплопередаче наружных стен по сравнению со значениями, заложенными в проекте.

### 1. Разоблачение утверждения, что на практике при реализации проектов энергоэффективных МКД не достигаются проектные значения удельного годового расхода тепловой энергии на их отопление и вентиляцию.

Работая в Мосгосэкспертизе начальником отдела «Энергоэффективность зданий и систем их инженерного обеспечения», автор интересовался, подтверждаются ли на практике те значения удельного годового расхода тепловой энергии, потребляемой системой отопления, которых мы добиваемся в проектах, чтобы они соответствовали установленным нормативами требованиям?

В 2000-е годы мы обращались с предложением к мэру Москвы Ю.М. Лужкову предоставить нам экспериментальную площадку для проведения соответствующих исследований. Такие исследования были выполнены нами в отопительном сезоне 2009–2010 годов при поддержке Департамента капитального ремонта жилищного фонда города Москвы и префектуры ЮЗАО на восьми жилых домах серии П-18-01/12 на ул. Обручёва, в шести из которых был выполнен комплексный капитальный ремонт, включающий утепление стен до  $R_{ст.пр} = 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , а также замену окон на более герметичные с величиной  $R_{ок.пр} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , замену системы отопления с отопительными приборами, оборудованными термостатами, а также установку автоматизированного узла управления (АУУ) подачи теплоты в систему отопления.

В процессе исследований обнаружилось, что эксплуатационные службы настраивают контроллер регулятора подачи теплоты в систему отопления по традиционному графику с нулевым расходом теплоты при  $t_n = 18 \text{ °C}$ , полагая, что относительный расход теплоты на отопление  $\bar{Q}_{от}^{\text{град}}$



## Время выбирать ваш новый Testo!

**Газоанализаторы Testo:**  
**профессиональная и надёжная поддержка при настройке систем отопления**

- Исключительно лёгкая эксплуатация
- Удобное управление через приложение
- Минимум бумажной работы
- Интуитивно понятное меню
- Простая замена газовых сенсоров
- Увеличенный срок гарантийного обслуживания
- Прочность, эргономичность и привлекательный дизайн



изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха без учёта того, что не все составляющие теплового баланса дома подвержены зависимости:

$$\bar{Q}_{от}^{град} = \frac{Q_{от}^T}{Q_{от}^P} = \frac{t_B^P - t_H}{t_B^P - t_H^P}, \quad (1)$$

где  $Q_{от}^T$  — расход теплоты в системе отопления при текущей наружной температуре  $t_H$ ;  $Q_{от}^P$  — расчётный расход тепловой энергии в системе отопления при расчётной для проектирования отопления температуре наружного воздуха  $t_H^P$ ;  $t_B^P$  — расчётная для проектирования отопления температура наружного воздуха [°C], равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»;  $t_B^P$  — расчётная температура внутреннего воздуха [°C], принимаемая для зданий, сооружаемых в регионах с расчётной зимней температурой наружного воздуха выше  $-30^\circ\text{C}$ , равной  $18^\circ\text{C}$ , а при  $-30^\circ\text{C}$  и ниже —  $20^\circ\text{C}$ .

В то же время тепловой баланс дома при расчётной температуре наружного воздуха включает составляющие:

$$Q_{от}^P = (Q_{отг}^P + Q_{вент}^P - Q_{быт}^P) \beta_{тп}, \quad (2)$$

где  $Q_{отг}^P$  — теплопотери через наружные ограждения, кВт;  $Q_{вент}^P$  — теплопотери на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир, кВт;  $Q_{быт}^P$  — внутренние или бытовые теплопоступления [кВт], равные  $Q_{быт}^P = q_{быт}^P A \times 10^{-3}$ , здесь  $q_{быт}^P$  — удельная величина этих теплопоступлений [Вт/м<sup>2</sup>], отнесённая для жилых зданий к жилой площади квартиры ( $A = A_{ж}$ ), для общественных зданий — к полезной площади помещений ( $A = A_{пол}$ ) в м<sup>2</sup>.

Удельную величину внутренних теплопоступлений в МКД в холодный период года следует принимать в зависимости от расчётной заселённости квартир  $A_{кв}/m_{ж}$  (где  $A_{кв}$  — площадь квартир,  $m_{ж}$  — количество жителей в доме):

- при расчётной заселённости 20 м<sup>2</sup> общей площади квартир на человека и менее —  $q_{быт}^P = 17$  Вт/м<sup>2</sup> жилой площади;
- при расчётной заселённости 45 м<sup>2</sup> общей площади на человека и более —  $q_{быт}^P = 10$  Вт/м<sup>2</sup> жилой площади;
- при расчётной заселённости квартир более 20 м<sup>2</sup>, но менее 45 м<sup>2</sup> площади на человека — по формуле:

$$q_{быт}^P = 17 - \left( \frac{A_{кв}}{m_{ж}} - 20 \right) \frac{7}{25};$$

далее,  $\beta_{тп}$  — коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления, связанные с теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, дискретно



стью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки наружных ограждений здания, рекомендуемые значения:

- $\beta_{тп} = 1,13$  для многосекционных и других протяжённых зданий;
- $\beta_{тп} = 1,11$  для зданий башенного типа;
- $\beta_{тп} = 1,07$  для зданий с отапливаемыми подвалами или чердаками;
- $\beta_{тп} = 1,05$  для зданий с квартирными генераторами теплоты.

В соответствии со СНиП 23-02-2003, действующим в период составления раздела «Энергоэффективность проекта комплексного капитального ремонта испытываемых МКД», относительный расход теплоты на отопление  $\bar{Q}_{от}$ , в зависимости от изменения которого выполняется автоматическое регулирование подачи теплоты на отопление, для температуры наружного воздуха  $t_H$  ниже расчётной температуры начала/окончания отопительного периода находится путём преобразования формулы (2):

$$\bar{Q}_{от} = \frac{Q_{от}^T}{Q_{от}^P} = \left[ 1 + \frac{Q_{быт}^P}{\left( \frac{Q_{от}^P}{\beta_{тп}} \right)} \right] \frac{t_B^P - t_H}{t_B^P - t_H^P} - \frac{Q_{быт}^P}{\left( \frac{Q_{от}^P}{\beta_{тп}} \right)}, \quad (3)$$

где обозначения те же, что и в (1), (2).

**В процессе эксплуатации МКД, оборудованных автоматизированной системой отопления, следует переходить на поддержание графика подачи теплоты с учётом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха, что позволит сократить годовое теплопотребление дома на 15–20%**

По формуле (3), в зависимости от изменения наружной температуры, меняются, как и должно быть, только составляющие теплопотерь здания  $Q_{отг}^P + Q_{вент}^P$ , равные из формулы (2)  $(Q_{от}^P/\beta_{тп}) + Q_{быт}^P$ , а потом из них вычитаются бытовые теплопоступления, которые остаются практически постоянными в течение каждых суток, из-за чего их доля в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха увеличивается, что позволяет сдвинуть точку пересечения графика подачи теплоты в систему отопления с нулевым расходом при более низкой наружной температуре по сравнению с традиционной  $t_H = 18-20^\circ\text{C}$ .

За счёт этого возможно сокращение подачи теплоты на отопление домов муниципального типа с заселённостью от 20 до 25 м<sup>2</sup> на человека на 15–20% по сравнению с отпуском его по традиционному графику [формула (1)], осуществляемому по зависимости без учёта постоянства бытовых теплопоступлений.

Второй необходимой реперной точкой при построении оптимизированного графика регулирования подачи теплоты на отопление (первая — это  $Q_{от}^P$  при  $t_H^P$ ) является температура наружного воздуха, при которой прекращается работа системы отопления с учётом конкретного для данного здания значения бытовых теплопоступлений.

Для этого уравнение (3) приравняется к нулю и решается относительно  $t_H$  при величине  $\bar{Q}_{от} = 0$ , которая обозначает начало или окончание работы системы отопления:

$$t_{H \text{ при } \bar{Q}_{от} = 0} = \frac{t_B^P + t_H^P \frac{Q_{быт}^P}{\left( \frac{Q_{от}^P}{\beta_{тп}} \right)}}{1 + \frac{Q_{быт}^P}{\left( \frac{Q_{от}^P}{\beta_{тп}} \right)}}. \quad (4)$$

В зависимости от состояния тепловой защиты здания прекращение отопления будет примерно при  $t_n = 15^\circ\text{C}$  в многоквартирных домах строительства до 1980 года и при  $t_n = 12^\circ\text{C}$  в многоквартирных домах, наружные ограждения которых соответствуют базовому значению энергоэффективности здания.

Следующим энергосберегающим решением является устранение перегрева зданий из-за имеющегося запаса тепловой мощности систем отопления, выявляемого сопоставлением расчётного расхода тепловой энергии  $Q_{от}^{p,тр}$  на отопление и вентиляцию, устанавливаемого в разделе проекта «Энергоэффективность», с проектной величиной  $Q_{от}^{p,пр}$  из раздела проекта «Отопление и вентиляция», пересчитанной из [Гкал/ч] в [кВт] (умножением на 1,163). Как правило, у проектировщиков эта величина означает сумму расчётной теплоотдачи подобранных отопительных приборов, но измерение потреблённого расхода теплоты на отопление выполняется на вводе тепловых сетей в дом и включает ещё теплопотери трубопроводов системы отопления, проложенных в неотапливаемых помещениях в техподполье и чердаке, а также другие составляющие, перечисленные в обозначении коэффициента  $\beta_{тп}$  (при определении  $Q_{от}^{p,тр}$  этот коэффициент учтён).

Поделив проектную величину на требуемую, полученную в результате расчёта, выявляем коэффициент запаса тепловой мощности системы отопления в процессе её проектирования:

$$K_{зап} = 1,163 \frac{Q_{от}^{p,пр}}{Q_{от}^{p,тр}} \beta_{тп}. \quad (5)$$

Запас тепловой мощности стал возникать в 1990-х годах из-за нарушений при проектировании систем отопления домов, связанным с включением помещений, увеличивающих расчётную мощность (повышением расчётной температуры внутреннего воздуха с 18 до  $20^\circ\text{C}$ , снижением удельной величины бытовых теплопоступлений и др.), и с исключением из СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» и последующих его актуализаций, обязательных в СНиП 2.04.05-91\* Приложение 9 «Потери теплоты через ограждающие конструкции помещений», Приложение 10 «Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещений» и Приложение 12 «Расчёт теплового потока и расхода теплоносителя в системе водяного отопления», устанавливающих порядок и методы расчёта системы водяного отопления.

**В нашем эксперименте проектный расчётный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию домов серии П-18-01/12 составил 205,2 кВт. Требуемый расчётный расход, с учётом проектных значений сопротивлений теплопередаче наружных ограждений, принятой норме воздухообмена в  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на человека плюс дополнительные 5% на инфильтрацию воздуха в лестнично-лифтовом узле здания и удельной величине бытовых теплопоступлений  $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$  площади жилых комнат, составил 175,7 кВт**

На практике оказалось, что подавляющее большинство зданий запроектированы с избыточным запасом тепловой мощности, как правило, вызванной завышением воздухообмена против расчётного значения и занижением удельной величины бытовых теплопоступлений, что приводит к увеличению поверхности нагрева при подборе отопительных приборов системы отопления, которая становится избыточной при расчёте на нормируемые параметры вентиляционного воздухообмена и бытовых теплопоступлений. А при сохранении в проекте расчётных параметров (например,  $95-70^\circ\text{C}$ ) теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, при эксплуатации эти дома перегреваются примерно на такой же процент запаса мощности без превышения температуры возвращаемого теплоносителя, требуемой по графику теплосети.

Для исключения этого перегрева, при наличии запаса более 10%, следует переисчислять расчётные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, по следующим уравнениям:

$$t_{1тр} = 18 + 0,5(t_1^p - t_2^p) \frac{\bar{Q}_{от}}{K_{зап}} + \left( \frac{t_1^p + t_2^p}{2} - 18 \right) \left( \frac{\bar{Q}_{от}}{K_{зап}} \right)^{0,8}, \quad (6)$$

$$t_{2тр} = t_{1тр} - (t_1^p - t_2^p) \frac{\bar{Q}_{от}}{K_{зап}}, \quad (7)$$

где  $t_{1тр}$  и  $t_{2тр}$  — требуемые температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, соответственно, определяемые в зависимости от изменения  $\bar{Q}_{от}$ ;  $\bar{Q}_{от}$  — относительный расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха  $t_n$ , определяемый по формуле (3);  $t_{1р}$  и  $t_{2р}$  — расчётные температуры теплоносителя в подающем/обратном трубопрово-

дах системы отопления, соответственно, без учёта запаса поверхности нагрева отопительных приборов (из проекта).

Для определения требуемых с учётом запаса расчётных температур теплоносителя, при расчётной для проектирования температуре наружного воздуха, в формулы (6) и (7) необходимо подставить  $\bar{Q}_{от} = 1$ . Тогда, например, при запасае поверхности нагрева отопительных приборов  $K_{зап} = 1,2$  и расчётных температурах теплоносителя без запаса  $t_{1р} = 95^\circ\text{C}$  и  $t_{2р} = 70^\circ\text{C}$ , требуемые значения температур при расчётной для проектирования отопления температуре наружного воздуха будут следующими:

$$t_{1тр}^p = 18 + 0,5 \times (95 - 70) \times \frac{1}{1,2} + \left( \frac{95 + 70}{2} - 18 \right) \left( \frac{1}{1,2} \right)^{0,8} = 84^\circ\text{C} \text{ вместо } 95^\circ\text{C};$$

$$t_{2тр}^p = 84 - (95 - 70) \times \frac{1}{1,2} = 63^\circ\text{C} \text{ вместо } 70^\circ\text{C}.$$

При устранении 20% запаса тепловой мощности системы отопления МКД и настройке контроллера регулятора подачи теплоты в эту систему на поддержание оптимизированного графика, с учётом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха, можно без дополнительных инвестиций получить экономию тепловой энергии на отопление до 40% и более.

В нашем эксперименте проектный расчётный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию домов серии П-18-01/12 составил  $Q_{от}^{p,пр} = 205,2 \text{ кВт}$ . Требуемый расчётный расход с учётом проектных значений сопротивлений теплопередаче наружных ограждений, принятой норме воздухообмена в  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на человека (исходя из фактической заселённости дома в  $20 \text{ м}^2$  площади квартир на человека) плюс дополнительные 5% на инфильтрацию воздуха в лестнично-лифтовом узле здания (без пожарных переходов через балкон) и удельной величины бытовых теплопоступлений  $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$  площади жилых комнат, составил величину  $Q_{от}^{p,тр} = 175,7 \text{ кВт}$ . Соответственно, расчётный запас в поверхности нагрева отопительных приборов будет равным

$$K_{зап} = \frac{Q_{от}^{p,пр}}{Q_{от}^{p,тр}} = \frac{205,2}{175,7} = 1,17.$$

С учётом этого запаса были пересчитаны расчётные параметры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах системы отопления для установления требуемого температурного графика, задаваемого для поддержания контроллеру АУУ дома № 57.



•• Результаты обработки измерений теплотребления системами отопления домов серии II-18-01/12\*

табл. 1

Месяц	Обручева, д. 57	Обручева, д. 47	Обручева, д. 49	Обручева, д. 61	Обручева, д. 51	Обручева, д. 63
Октябрь, $t_{н} = +5,8^{\circ}\text{C}$	32,4 / 50,5* <sup>1</sup>	43,07 / 67,1* <sup>1</sup>	40,87 / 63,7* <sup>1</sup>	43,18 / 67,3* <sup>1</sup>	56,29 / 87,8* <sup>1</sup>	48,34 / 75,4* <sup>1</sup>
Ноябрь, $t_{н} = +2,2^{\circ}\text{C}$	39,11 / 63	41,12 / 66,2	36,59 / 58,9	44,50 / 71,7	65,22 / 105,1	56,21 / 90,6
Декабрь, $t_{н} = -6,5^{\circ}\text{C}$	62,13 / 96,9	68,37 / 106,6	94,25 / 146,9	79,67 / 124,2	110,05 / 171,6	98,76 / 154
Январь, $t_{н} = -14,5^{\circ}\text{C}$	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, $t_{н} = -8,4^{\circ}\text{C}$	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, $t_{н} = -1,1^{\circ}\text{C}$	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, $t_{н} = +8,3^{\circ}\text{C}$	21,38 / 34,4	27,66 / 44,6	28,79 / 46,4	28,65 / 46,2	47,27 / 76,2	42,94 / 69,2
<b>Итого за 2009–2010 годы, при <math>t_{н.ср} = -2,0^{\circ}\text{C}</math></b>	<b>348 / 118*<sup>3</sup></b>	<b>391 / 133*<sup>2</sup></b>	<b>430 / 146*<sup>2</sup></b>	<b>415 / 141*<sup>2</sup></b>	<b>614 / 209*<sup>2</sup></b>	<b>551 / 188*<sup>2</sup></b>

\* В городе Москве по ул. Обручева за отопительный период 2009–2010 годов. <sup>1</sup> В числителе — измеренный расход теплоты на отопление за месяц в Гкал, в знаменателе — величина фактического теплотребления за средний час месяца в кВт. <sup>2</sup> В итоговой строке в числителе — фактическое теплотребление 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 нормативному по СНиП 23-02–2003 отопительному периоду (ГСОП = 4943 °C·сут.). <sup>3</sup> Если определять фактическое теплотребление д. 57 только по периодам работы контроллера без отклонений от заданного режима, то удельный расход тепловой энергии на отопление за нормативный отопительный период составил бы 99,5 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

18 ноября перенастроили контроллер дома № 57 на поддержание оптимизированного графика, а в аналогичных домах № 47, 49 и 61 той же серии, также прошедших капремонт с утеплением, контроллеры АУУ были включены на поддержание проектного традиционного графика температур. В домах № 51 и 63 капитальный ремонт пока не проводился. Описание испытаний приведены в [4, 5], из которых мы свели в табл. 1 результаты измерений, полученных обработкой замеров домовых теплосчётчиков, список которых предоставила «МОЭК». Дома № 53 и 59 были исключены из-за сбоев в работе АУУ.

Как следует из табл. 1, за отопительный период 2009–2010 годов удельный расход тепловой энергии на отопление, в пересчёте на нормализованный по СНиП 23-02–2003 отопительный период, составил в среднем по домам, автоматизированные узлы управления которых были настроены на проектный режим работы:  $(133,2 + 146,4 + 141,3) / 3 = 140$  кВт·ч/м<sup>2</sup> или на  $(140 - 95) \times 100 / 95 = 47\%$  больше нормативного значения — 95 кВт·ч/м<sup>2</sup> при ГСОП = 4943 градусо-суток.

Если определять фактическое теплотребление дома № 57 только по периодам работы контроллера без отклонений от заданного режима длительностью в пять месяцев подряд, то удельный расход тепловой энергии на отопление за нормализованный отопительный период составил 99,5 кВт·ч/м<sup>2</sup>. А если ещё учесть зафиксированное реальное увеличение поверхности нагрева отопительных приборов в отдельных квартирах по сравнению с проектом в целом по дому в размере 6%, то фактическое теплотребление дома после устранения этого нарушения было бы даже ниже норматива, в то время как таких же домов, работающих в проектном режиме, на 47% больше. Это убедительно доказывает, что нормируемое значение энергетической эффективности в типовых домах достижимо.

Для реализации этих энергоэффективных мероприятий, не требующих дополнительных инвестиций, необходимо включить в состав проектной документации на отопление зданий подраздел «Рекомендации по настройке контроллера регулятора подачи тепловой энергии в систему отопления здания», а в п. 6.1.2 СП 60.13330.2016, говоря об «автоматическом регулировании подачи (а не потребления, как в тексте) тепловой энергии в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха» следует добавить также: «и с учётом теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления», что на 20–40% и более увеличивает энергоэффективность зданий в эксплуатации.

**При устранении 20% запаса тепловой мощности системы отопления МКД и настройке контроллера регулятора подачи теплоты на поддержание оптимизированного графика можно без дополнительных инвестиций получить экономию тепловой энергии на отопление от 40% и более**

Класс энергетической эффективности зданий следует определять после устранения выявленного их перегрева.

**2. Возвращаясь к целевым показателям проекта комплексного плана, предложенного Минэкономразвития России, следует заменить подраздел 4.2 (так как представленные в нём показатели не соответствуют принятым в ГОСТ 31427–2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергетической эффективности») на текст следующего содержания:**

*«Учитывая такое резкое отставание в области повышения энергоэффективности как не только жилых, но и общественных зданий, и чтобы соблюсти выполнение конечных требований к энергетической эффективности для зданий, утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации № 18 в редакции ППРФ № 603, комплексным планом предлагается установить следующие требования по повышению энергетической эффективности жилых и общественных зданий: начать снижение показателей теплотребления на отопление этих зданий по отношению к базовому уровню с 2021 года сразу на 25%, следующее снижение, также по сравнению с базовым*



•• Результаты расчёта удельного расхода теплоты на отопление многоквартирных домов типовых серий массового строительства\* табл. 2

Серия дома*	Площадь квартир $A_h$ , м <sup>2</sup>	$R_{w, m}^r$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$R_{f, m}^r$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$K_{m, m}^{tr}$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°С	$K_{m, m}^{inf}$ , Вт / м <sup>2</sup> ·°С	$q_h^{des}$ , кВт·ч/м <sup>2</sup>	Площадь здания $A_S$ , м <sup>2</sup>	$A_S/A_h$
1	5	6	7	8	9	10	11	12
КТЖС/22Н1, пр-во ДСК-2	16659	3,5	0,95	0,425	0,593	59,3	22777	1,37
КТЖС-9-4/22, пр-во ДСК-2	6550	3,5	0,95	0,407	0,553	59,1	9430	1,44
КОПЭ/25ж, Пыхтино-24, 25	9092	3,5	0,95	0,473	0,622	66,9	14020	1,54
ПЗМ/17Н1, пр-во ДСК-2	17188	3,5	0,95	0,387	0,552	58,4	23312	1,36
ПЗМ4-4/17Н1, пр-во ДСК-2	8729	3,5	0,95	0,381	0,528	59,2	12360	1,42
И-155/19М, пр-во СУ-155	10274	3,58	0,8	0,476	0,561	67,2	15720	1,53
И-155/18, пр-во СУ-155	8242	3,5	0,8	0,434	0,420	71,3	11890	1,44
П46М/14Н1, пр-во ДСК-4	9981	3,5	0,88	0,416	0,532	72,5	15526	1,55
П44Т/25Н1, пр-во ДСК-1	17072	3,62	0,9	0,441	0,546	68,4	27270	1,54
П44Т/17Н1, пр-во ДСК-1	15261	3,7	0,9	0,417	0,524	66,7	22430	1,47
П44К/17Н1, пр-во ДСК-1	12982	3,81	0,9	0,438	0,555	67,4	19290	1,49
П44Т-1-6/17Н1, пр-во ДСК-1	3203	3,71	0,9	0,405	0,393	71,3	4798	1,5
Д-25Н1, Домкон-1, пр-во ДСК-1	9705	3,62	0,9	0,489	0,520	70,9	16230	1,67
Монолит, 26 этажей, Фили-Давыдково, д. 13	35724	3,52	0,9	0,427	0,456	51,8	56900	1,59
Монолит, 22 этажей, Северное Тушино, к1	8716	3,41	0,8	0,467	0,422	63,3	13621	1,56
Монолит, 25 этажей, Бескудниково, д. 2	9862	3,56	0,9	0,411	0,467	66,8	15940	1,62
Монолит, 17 этажей, просп. Вернадского, д. 8	8024	3,5	0,8	0,427	0,317	68,8	11670	1,45
Монолит, 11 этажей, Северное Измайлово, к1	9781	3,05	1,05	0,406	0,514	59,7	14370	1,47

\* На отопление МКД в городе Москве, модернизированных по индивидуальному проекту в соответствии с постановлением Правительства Москвы № 900 (2010 год). \*1 В числителе серии дома — обозначение серии, в знаменателе — цифрами этажность здания. Примечания: Н1 — наличие первого нежилого этажа;  $R_w^r$  — приведённое сопротивление теплопередаче наружных стен типового этажа;  $R_f^r$  — приведённое сопротивление теплопередаче оконного блока;  $K_{m, m}^{tr}$  — приведённый трансмиссионный коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания;  $K_{m, m}^{inf}$  — условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания;  $q_h^{des}$  — удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период — показатель тепловой энергоэффективности здания (нормируемый с 10.10.2010 по ППМ № 900 — не более 72 кВт·ч/м<sup>2</sup> — 25% снижения по отношению к базовому 95 кВт·ч/м<sup>2</sup>);  $A_S$  — суммарная площадь отапливаемых этажей здания в пределах внутренней поверхности наружных стен, м<sup>2</sup>. Приведённое отношение показывает, насколько отапливаемая площадь здания, используемая в СП 50.13330.2012, больше площади квартир того же здания, используемой в табл. 9 СНиП 23-02-2003.

уровнем, с 2023 года ещё на 15% и с 2028 года ещё на 10%. Итого на 50% по отношению к базовому уровню, за который принимается 2003 год — год выхода СНиП 23-02-2003, в котором впервые на федеральном уровне были сформулированы требования и установлены показатели энергоэффективности зданий (по ППРФ № 603 также планировалось снижение теплопотребления на отопление зданий на 50% к 2028 году)».

Требования эти не являются избыточными — такое снижение энергопотребления на отопление и вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение на общедомовые нужды при проектировании нового строительства, реконструкции и капитальном ремонте жилых, социальных и общественно-деловых зданий было установлено перед московской строительной отраслью постановлением Правительства Москвы от 5 октября 2010 года № 900-ППМ. Постановлением Правительства Москвы от 3 октября 2011 года № 460-ППМ при новом мэре города оно было подтверждено: «в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения достигнуто производство трёхслойных панелей наружных стен и окон с повышенными теплотехническими показателями — приведённым сопротивлением теплопередаче наружных стен более 3,5 м<sup>2</sup>·°С/Вт,

а оконных и балконных дверных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами — более 0,8 м<sup>2</sup>·°С/Вт, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов не превышает 71 кВт·ч/м<sup>2</sup>» при ГСОП = 4943 градусо-суток [базовое значение показателя по МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепловодоснабжения» было равно 95 кВт·ч/м<sup>2</sup>, следовательно, снижение теплопотребления составило ту же величину  $(71 - 95) \times 100/95 = -25\%$ ].

Расчётные показатели по основным сериям МКД приведены в табл. 2.

«Также необходимо сохранить требование снижения теплопотребления на отопление существующего жилищного фонда по Комплексному плану, утверждённому распоряжением Правительства РФ № 703-р [пункт II.6: «Динамика потребления тепловой энергии на отопление многоквартирных домов (без учёта нового строительства) должна обеспечить снижение теплопотребления в 2030 году на 25% по отношению к фактическому значению базового 2016 года»].

Расчёты в [6], выполненные по Москве, показывают, что для обеспечения такого снижения теплопотребления жилищного фонда на отопление за счёт выполнения комплексного капитального ремонта с утеплением по энергоэффективному

сценарию, который предполагает повышение теплозащиты зданий до базового уровня с 2021 по 2023 годы и на 40% выше базового уровня с 2023 по 2030 годы включительно, должно осуществляться ежегодно на 2,5% площади жилищного фонда по состоянию к 2020 году, что близко к объёмам нового строительства.

Кстати, при таком сценарии получается, что комплексному капитальному ремонту будут подвергнуты почти все МКД, построенные до 1980 года, и, следовательно, можно выйти в последующие за 2030 годы на расчётный срок в 50 лет между очередными капитальными ремонтами одного и того же дома».

**3. В отношении раздела III Комплексного плана, пункты 3 и 4 «...об обязательной установке в квартирах МКД индивидуальных квартирных приборов учёта тепловой энергии на отопление или теплоизмерителей-распределителей, размещаемых на отопительных приборах, и снятия ограничений по способам индивидуального учёта тепловой энергии и обеспечению возможности индивидуального регулирования тепловой энергии в многоквартирных домах, в результате применения которых якобы осуществляется снижение объёма потребления тепловой энергии собственниками жилых помещений не менее чем на 15%», следует исключить.**





В новом строительстве или при полной замене системы отопления при выполнении капремонта в проекте следует предусматривать установку перед каждым отопительным прибором в квартирах регулирующего крана без термостатической головки, которую собственники, желающие оборудовать отопительные приборы автоматическим управлением их теплоотдачи, могут приобрести в розничной торговле, самостоятельно вернуть эти термоголовки в установленные регулирующие краны и настроить на автоматическое поддержание желаемой в каждой комнате температуры воздуха.

Тратить средства на организацию индивидуального поквартирного учёта тепловой энергии на отопление, как показывает опыт и расчёты, нерационально. Дело в том, что из-за малого сопротивления теплопередаче внутренних стен, полов и потолков, разделяющих квартиры (они на порядок ниже, чем у наружных стен), происходит значительное перетекание теплоты от смежных квартир с более высокой температурой внутреннего воздуха в квартиру с пониженной температурой воздуха, термостаты в этой квартире прикроются, и теплосчётчик в искомой квартире будет измерять заниженный по сравнению с реальными теплопотерями, потребляемый из системы отопления расход теплоты.

Так, выполненные нами расчёты [7] показывают, что для условий Москвы в типовой двухкомнатной квартире, при разнице в температуре воздуха в  $2^{\circ}\text{C}$  между смежными квартирами, теплосчётчик, установленный в квартире с температурой в  $20^{\circ}\text{C}$ , теоретически (если работают термостаты) будет фиксировать при расчётной температуре наружного воздуха ( $t_{\text{н}}^{\text{р}} = -26^{\circ}\text{C}$ ) 67% требуемого расхода тепловой энергии для компенсации

теплопотерь (то есть из системы отопления будет поступать 67%, а 33% — это теплопоступления из смежных квартир), а с повышением наружной температуры доля теплопоступлений от системы отопления будет уменьшаться, и теплопоступления полностью прекратятся при  $t_{\text{н}} = +4,7^{\circ}\text{C}$ . В то же время в смежных квартирах отопление будет продолжаться и фиксироваться в повышенных объёмах — разве это справедливо?

Получается, что житель квартиры с  $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$  фактически «подворовывает» тепло из смежных квартир. Говорить о соответствии измеренного прибором учёта в данной квартире количества теплоты и реально теряемого через наружные ограждения не приходится. При распределении того же количества теплоты, измеренного общедомовым теплосчётчиком (даже чуть меньшего из-за того, что теплопотери через ограждения квартир с  $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$  останутся те же, а в квартире с  $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$  уменьшатся), согласно площади квартир будет более справедливым — квартира с пониженной температурой

**В реальности получается, что из-за малого сопротивления теплопередаче внутренних стен, полов и потолков, разделяющих квартиры, происходит значительное перетекание теплоты от смежных квартир с более высокой температурой внутреннего воздуха в квартиру с пониженной температурой воздуха. Термостаты в ней прикроются, и теплосчётчик в искомой квартире будет измерять заниженный расход теплоты по сравнению с теряемой через наружные ограждения**

будет платить всегда, а смежные квартиры с повышенной температурой переплачивать не будут.

Подтверждением вышесказанного являются обращения некоторых жителей в НП «АВОК» о содействии в их спорах с теплоснабжающей организацией — они в своих квартирах выполнили какое-то дополнительное утепление, после чего отключили батареи отопления, а с них продолжают брать деньги за отопление. Напоминаю, что в таких случаях такие собственники не только не оплачивают стоимость сжигаемого топлива, но и постоянную составляющую затрат на поддержание деятельности теплоснабжающей организации, которая хоть и включена в стоимость тарифа, но потребитель, отапливаемый за счёт перетекания теплоты из смежных квартир, всё равно не оплачивает эти затраты, за него переплачивают соседи — разве это правильно?

**4. Пункт 5 «Введение в нормативную техническую документацию по проектированию многоквартирных домов требований к размещению индивидуальных приборов учёта потребления тепловой энергии и воды в помещениях общего пользования» — исключить, потому что при проектировании системы отопления МКД стояки, которые проходят по лестничной клетке и отапливают её, не выделяются из общей системы, и на них затруднительно ставить прибор учёта потребляемой теплоты, да и не надо, так как при отсутствии индивидуального поквартирного учёта теплоты, когда общедомовый теплосчётчик измеряет расход теплоты на отопление всего дома без выделения помещений общего пользования, этот расход потом делится между квартирами согласно площади каждой. Тогда зачем отдельно измерять этот расход, если впоследствии его всё равно надо делить по квартирам по тому же принципу? Зачем лишние измерения и ненужные затраты?»**

В отношении измерения расхода воды в помещениях общего пользования, то она расходуется практически только на влажную уборку этих помещений, её расход настолько мал, что он не превышает погрешности измерения общедомовых приборов учёта при полном заселении дома. Другое дело, когда заселение дома только начинается, и часть квартир находится ещё у застройщика. При существующей методике расчёта коммунальной услуги на горячее водоснабжение (когда квартирные водосчётчики измеряют только количество расходуемой отдельно холодной и горячей воды, а общедомовые расходы на теплопотери трубопро-

водов системы горячего водоснабжения, включая теплоотдачу полотенцесушителей, входят в тариф стоимости горячей воды, как и на её нагрев при водоразборе) получается, что незаселённые квартиры, которые воду не разбирают, эти указанные общедомовые расходы не оплачивают, и они ложатся в большем объёме на жильцов заселённых квартир, в которых вода расходуется, что несправедливо.

Поэтому предлагается расчётным путём выделить норматив потребления тепловой энергии на общедомовые нужды в системе горячего водоснабжения, поделить его на количество квартир и установить, что он оплачивается каждой квартирой независимо от показаний квартирных счётчиков. Тогда, в зависимости от собственника незаселённой квартиры, его будет оплачивать собственник квартиры либо застройщик.

Содержание предлагаемых изменений сформулировано в письме НП «АВОК» от 24 июля 2019 года в Минэкономразвитие РФ и Минстрой России в Приложении 6 «Предложения к изменению Правил ППРФ от 23 мая 2006 года №306 по определению нормативов потребления коммунальных услуг на отопление, горячее водоснабжение и электроснабжение, в том числе на общедомовые нужды (пункты 29, 43 и 45 Правил и пункты 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27 и 30–37 Приложения 1) и Правил ППРФ от 6 мая 2011 года №354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» (пункт 42.1 Правил и пункты 3, 3.1–3.4, 3.6 и 4.2 Приложения 2).

**5. В отношении пункта 24** «Внесение изменений в Правила установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений, утверждённых постановлением Правительства РФ №18, «Требования энергетической эффективности», утверждённые приказом Минстроя России от 17 декабря 2017 года №1550/пр, в части ужесточения требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций» и пункта 25 «Совершенствование свода правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий...», в части ужесточения требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций и снижения удельного потребления энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию» НП «АВОК» предлагало конкретные таблицы этих требований, но НИИ Стройфизики (автор СП 50), поддержанный Минстроем России, отвергал эти таблицы, в результате чего Россия продолжает строить зда-



ния, как указано в разделе I «Общее описание», «потребляющие вдвое больше энергии, чем их современные аналоги».

Предлагается для действительной реализации повышения энергоэффективности жилых и общественных зданий объединить пункты 24 и 25 в один следующий содержания: «Внести изменения в Правила установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений, утверждённых постановлением Правительства РФ от 25 января 2011 года №18, и в СП 50 «Тепловая защита зданий», в части включения в них таблиц с конкретными параметрами в зависимости от года строительства повышения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилых и общественных зданий и снижения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию этих зданий, а также новую таблицу классов энергетической эффективности не только многоквартирных домов, но и многоквартирных и общественных зданий, с учётом предлагаемого в Целевых показателях иного изменения диапазона отклонений показателей внутри классов, приведённых в [7].

Признать утратившими силу приказы Минстроя России от 6 июня 2016 года №399/пр «Правила определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» и от 17 ноября 2017 года №1550/пр «Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», сосредоточив Правила и Требования в одном документе — акте Правительства Российской Федерации, исключив последующую разработку проектов ведомственных актов, посвящённых данному вопросу, как это делается при разработке актов Правительства РФ по определению нормативов потребления коммунальных услуг (ППРФ от 23 мая 2006 года №306)».

В колонке «ожидаемые результаты» для большей убедительности поставленной цели добавить слово «реализации», тогда целиком фраза будет: «Обеспечение реализации повышения энергоэффективности проектируемых зданий массовой застройки, в том числе многоквартирных домов», и поменять срок исполнения на первый квартал 2021 года.

**6. Пункт 33** «Введение запрета на проектирование вертикальной разводки инженерных систем отопления в многоквартирных домах» — исключить, потому что он включён исходя из требований пунктов 3 и 4 рассматриваемого Комплексного плана для облегчения выполнения установки индивидуальных квартирных приборов учёта тепловой энергии на отопление, которые согласно пункту 3 наших замечаний признаны ненужными.

Вертикально-однотрубные системы отопления, широко распространённые в типовых муниципальных многоквартирных домах нашей страны, являются наиболее гидравлически устойчивыми и наименее металлоёмкими системами отопления, и нет никаких оснований пересматривать их применение, в том числе перекладывать колоссальное количество типовых проектов и принятых металлозаготовок в строительстве.

**7. В пункт 34 внести дополнение:** «Введение запрета на строительство многоквартирных домов без автоматизированных узлов управления и регулирования подачи тепловой энергии в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учётом всех составляющих теплового баланса здания и возможного запаса тепловой мощности системы отопления (что на 20–40% и более увеличивает энергоэффективность зданий в процессе эксплуатации)».





**8. Во исполнение пункта 74** «Установление требований энергетической эффективности к показателям удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды и тепловой энергии на горячее водоснабжение многоквартирных домов, на охлаждение (включая кондиционирование) для всех типов зданий, строений, сооружений, за исключением многоквартирных домов», в колонке «ожидаемые результаты» следует записать: «утвердить на федеральном уровне Методическое пособие “Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания” на базе утверждённого НОПРИЗ стандарта СТО НОП 2.01–2014 с таким же названием, разработанным НП «АВОК», со сроком исполнения в первом квартале 2021 года».

В этом документе приводится не только полный состав энергетического паспорта, но и методики расчёта всех составляющих теплового баланса здания, методики определения удельных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период для всех регионов России, на горячее водоснабжение, а также электрической энергии в целом на здание, для последующей возможности оценки энергопотребления по расходу первичной энергии [п. 16(1) ППРФ № 18], и в том числе на общедомовые нужды для МКД, как в годовом исчислении, так и максимально часовые (расчётные) значения. Этот стандарт прошёл шестилетнюю апробацию, и НП «АВОК» готов обновить его и переработать в Методическое пособие для возможности утверждения федеральными органами.

Следует иметь в виду, что составление энергетического паспорта здания на основании проектной документации и по результатам энергетического обследования предусмотрено ч. 8 и 9 ст. 15 Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ.

Предлагаемый состав и содержание энергопаспорта, в отличие от приведённого в приказе Минэнерго РФ № 400 от 3 декабря 2014 года, который в большей степени относится к промышленному комплексу, освобождён от излишней информации, так как он рассматривает отдельно стоящее здание, подключённое к сетям централизованного теплоснабжения, как наиболее массовое решение.

**9. Дополнить рассматриваемый Комплексный план ещё одним пунктом следующего содержания:** «Внесение изменений в Правила установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений, проект которых был представлен Минстроем России для утверждения постановлением Правительства РФ взамен ППРФ № 18, о внесении изменений в перечень обязательных лиц (организаций), участвующих в строительном процессе».

В пункте 2 Правил установления требований энергетической эффективности зданий, утверждённых утратившим силу ППРФ № 18, записано, что эти Правила: «подлежат применению при проектировании, экспертизе, строительстве, вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт отапливаемых зданий».

Но в представленном Минстроем России проекте постановления Правительства РФ, заменяющем ППРФ № 18, стран-

**Восстановить требование к экспертизе оценивать энергоэффективность проектной документации на сооружение новых зданий и капитальный ремонт существующих, в том числе в отношении документации объектов капитального строительства, получившей положительное заключение экспертизы, применяемой повторно**

ным образом из перечня обязательных лиц (организаций), участвующих в строительном процессе, исчезла организация, осуществляющая экспертизу проектной документации в части энергоэффективности проекта. В результате получается, что экспертиза устранена от контроля за энергетической эффективностью строящихся и капитально ремонтируемых зданий, что фактически приводит к нелегитимности проектных показателей энергоэффективности.

Задача экспертизы в этой области проверить, соответствуют ли выбранные конструкции наружных ограждений требуемому приведённому сопротивлению теплопередаче, учтены ли все составляющие теплового баланса здания при определении удельного теплопотребления на отопление и вентиляцию, соответствуют ли заданным значениям исходные показатели, принятые в расчётах, соответствует ли запроектированное здание нормируемым требованиям энергетической эффективности и какой проекту можно присвоить класс энергоэффективности.

Утверждает класс энергетической эффективности построенного и капитально отремонтированного МКД или общественного здания согласно № 261-ФЗ 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.

В своих подзаконных актах Минстрой России пошёл ещё дальше. В приказе Минстроя от 8 июня 2018 года № 341/пр «О внесении изменений в Требования к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации...» ни слова не говорится о требованиях к экспертизе оценивать энергоэффективность проекта вновь сооружаемого или капитально ремонтируемого здания. В статье «Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и соответствия фактического теплопотребления проектным показателям» [8] приводятся предлагаемые изменения в этот приказ.

Также требуется внести изменения в ч. 3 ст. 49 № 261-ФЗ, где указано, что «экспертиза проектной документации не проводится в отношении документации объектов капитального строительства, получившей положительное заключение экспертизы, применяемой повторно», но для оценки энергетической эффективности это неправильно.

Современные дома типовых серий являются типовыми только по принятой конструкции оболочки здания, они различны по этажности, количеству и типу секций (рядовая, торцевая, угловая) и набору квартир (две, три или четыре на этаже), поэтому удельные расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию для разных домов одной и той же типовой серии будут различны, и энергетические паспорта тоже будут разные. В экспертизу следует представлять энергетический паспорт каждого привязываемого по типовому проекту жилого дома, в том числе привязываемого по типовому проекту, ранее согласованному с экспертизой, а вместе с ним и раздел проекта «Отопление и вентиляция» с расчётной нагрузкой системы отопления.

Последнее важно для обеспечения расчётной экономии тепловой энергии от утепления здания при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов. Экспертиза проверяет правильность выбора требуемого температурного графика подачи теплоты на отопление в зависимости от установленного запаса поверхности нагрева отопительных приборов, а также соответствие проекту и изложенным выше требованиям автоматизированного теплового пункта. Это же следует и из постановления Правительства РФ от 12 ноября 2016 года № 1159 «О критериях экономической эффективности проектной документации», в котором указывается:

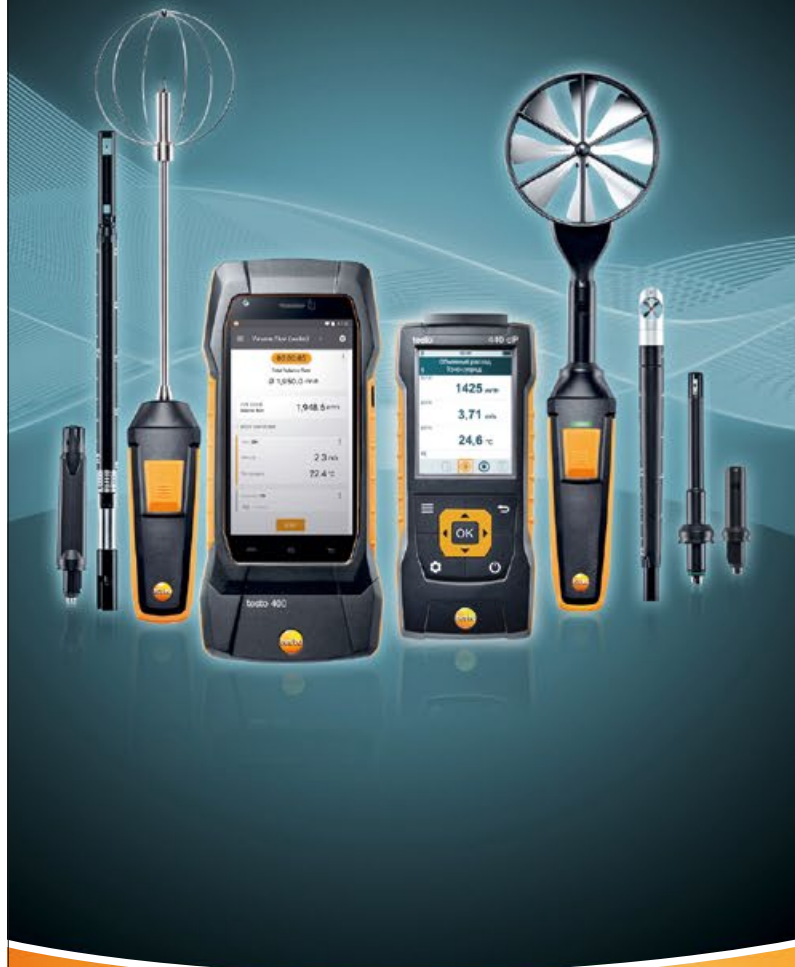
«2. Установить, что проектная документация повторного использования, а также проектная документация, подготовленная в соответствии с частью 3 статьи 48.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации, признаются экономически эффективной проектной документацией при условии их соответствия следующим критериям:

...б) объект капитального строительства, предусмотренный в проектной документации, имеет подтверждённое заключением государственной экспертизы класс энергетической эффективности не ниже класса С (нормальный по СП 50.13330.2012, теперь это класс D)».

Из приведённого следует, что следующим абзацем в пункте 9 настоящих предложений следует внести указание, что «до утверждения класса энергетической эффективности государственным строительным надзором в проектной документации на новое строительство, повторного применения и на капитальный ремонт должен указываться ожидаемый класс энергоэффективности, и он должен быть подтверждён экспертизой». ●

1. Ливчак В.И. Об уточнённой таблице классов энергоэффективности зданий, отражающей предложенную Правительством РФ долгосрочную динамику повышения требований // Журнал СОК, 2020. № 11. С. 50–55.
2. Ливчак В.И. Министры России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона № 261-ФЗ // Журнал СОК, 2020. № 10. С. 50–57.
3. Анализ энергопотребления введённых в эксплуатацию жилых зданий в 2013 году, результаты которого доложены 22.05.2014 на заседании секции «Энергоэффективное домостроение» Объединённого научно-технического совета по вопросам градостроительной политики и строительства г. Москвы: Отчёт ГУП «НИИМосстрой». — М., 2014.
4. Ливчак В.И., Забегин А.Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов // Энергосбережение, 2011. № 4. С. 3–11.
5. Ливчак В.И. Выбор приоритета в авторегулировании теплоотдачи систем отопления жилых зданий // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2016. № 1. С. 24–30.
6. Ливчак В.И. Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции её повышения к 2030 году // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2020. № 1. С. 46–57.
7. Ливчак В.И. К вопросу поквартирного учёта тепловой энергии на отопление // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2019. № 1. С. 25–33.
8. Ливчак В.И. Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и соответствии фактического теплопотребления проектным показателям // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2019. № 4. С. 22–30.

На правах рекламы.



## Измерение параметров микроклимата на высшем уровне

Многофункциональные приборы для оценки работы систем ОВКВ, качества воздуха в помещении, параметров критических производственных процессов testo 400 и testo 440

- **Моментальная готовность:** замена зондов во время измерений без перезагрузки
- **Экономия времени:** полное документирование непосредственно по месту замера
- **Удобство:** большой чёткий дисплей, компактный размер, широкий выбор зондов, преднастроенные меню измерений под каждую задачу





# Оптимизационная модель источников мощности промышленного энергоузла

## Введение

Современные технические средства позволяют внедрять сложные системы управления в работу объектов электроэнергетики, решая при этом одну из главных задач — повышение эффективности их работы за счёт сокращения затрат на производство, передачу и потребление электроэнергии. Большое число научных исследований и разработок направлено на достижение указанной цели. Одни решают поставленную задачу за счёт внедрения специализированных технических средств, другие — за счёт использования управляющих мероприятий. Выбор подхода обусловлен специфическими характеристиками объекта, для которого разрабатываются мероприятия.

При создании специализированного программного обеспечения широко используются методы оптимизации, адаптированные под специфические характеристики объекта исследования. В [1] описаны основные методы оптимизации, которые применимы для решения задач в условиях электроэнергетических систем и энергообъединений. Работа [2] посвящена оптимизации электроэнергетической системы по реактивной мощности с использованием метода «роя частиц», что обеспечивает учёт большого числа параметров элементов системы. В [3] авторы рассматривают решение той же задачи, но с применением алгоритма, моделирующего рост нагрузки.

Наряду с известными методами оптимизации, применяемыми для решения задач в энергетике, в связи с развитием современных подходов и технологий разрабатываются новые методики. Так, в [4] впервые приводится алгоритм оптимизации Grey Wolf, позволяющий осуществлять оптимальное управление энергосистем с солнечными электростанциями.

**Повышение эффективности работы объектов электроэнергетики за счёт сокращения затрат на производство, передачу и потребление электроэнергии возможно средствами управления. На достижение данной цели направлено большое число научных исследований и разработок**

В условиях систем электроснабжения крупных промышленных предприятий одним из мероприятий по повышению эффективности функционирования энергоузла узла является оптимизация режимов работы его источников энергии, заключающаяся в определении оптимальной загрузки генераторов [5] и котлов электростанций [6], экономически выгодном распределении мощности между собственными электростанциями и внешним источником, решении топливной задачи и т.д.

Рецензия эксперта на статью получена 15.12.2020 [Expert review on the article received on December 15, 2020].

УДК 621.311. Номер научной специальности: 05.14.04.

## Оптимизационная модель источников мощности промышленного энергоузла

**А. В. Варганова**, к.т.н., доцент, кафедра электроснабжения промышленных предприятий, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (МГТУ, г. Магнитогорск)

В работе приводится подход к разработке модели промышленного энергоузла, позволяющей по величине нагрузки определять оптимальные загрузки генераторов и приём мощности из энергосистемы. При построении оптимизационной модели использовался метод последовательного эквивалентирования и динамического программирования. Разработанная модель реализована в программном продукте «КАТРАН-OptActivePower».

**Ключевые слова:** энергоузел, динамическое программирование, оптимизация, тепловая электростанция, узел примыкания к энергосистеме.

UDC 621.311. The number of scientific specialty: 05.14.04.

## Optimization model of power sources of an industrial power supply

**A. V. Varganova**, postgraduate student, Nosov Magnitogorsk State Technical University (Magnitogorsk city)

The paper presents an approach to the development an industrial power unit model, which allows to determine the optimal load of the generators and the reception of power from the power system by amount of load. When constructing the optimization model, the method of sequential equivalence and dynamic programming was used. The developed model is implemented in the KATRAN-OptActivePower software.

**Key words:** power center, dynamic programming, optimization, thermal power plant, junction to the power system.

С этой целью разрабатывается и внедряется большое число программных продуктов, позволяющих осуществлять оптимизацию режимов работы электростанций. В [7] авторами предложены положения дифференциально-экзегетического подхода при анализе термодинамических режимов работы установок ТЭЦ, что обеспечивает оптимизацию режима работы электростанций. Авторы работы [8] предлагают использовать алгоритм «хаотической оптимизации» для определения экономичных режимов работы электростанции. В [9] данная задача решается за счёт применения корреляционного анализа.

Разрабатываются мероприятия, направленные на поиск оптимальных режимов работы специфического оборудования электростанций [10], особенностей работы электростанций [11] и экологических условий [12].

Рассматриваются вопросы, связанные с оптимизацией режимов работы электростанций в условиях современного конкурентного рынка [13].

Вопросы оптимизации режимов работы объектов электроэнергетики и, в частности, промышленных систем электроснабжения остаются актуальными и, ввиду постоянного совершенствования технических и информационных средств, требуют всё новых исследований и разработок. Кроме того, существующие подходы в области оптимизации режимов крупных энергообъектов не решают комплексную задачу определения экономически целесообразных режимов работы при параллельной работе местных электростанций и энергосистемы.

В данной работе предлагается подход, позволяющий смоделировать промышленную систему электроснабжения с соб-



ственными электростанциями и узлами примыкания к энергосистеме, с целью определения экономически целесообразного потребления мощности от внешнего источника и выработки электроэнергии местными генерирующими электростанциями.

### Теоретическая часть исследования

Оптимизацию режимов промышленных систем электроснабжения, с целью определения оптимального соотношения мощностей между внешними и собственными источниками, предлагается осуществлять с использованием модифицированного метода динамического программирования и последовательного эквивалентирования. Данный подход позволяет задавать исходные данные для расчётов в табличной форме и ограничения в форме равенств и неравенств.

В детерминированной постановке задачу оптимизации формулируется следующим образом — найти минимум целевой функции:

$$Z_n = \sum_{j=1}^n [C_j(x_j) + C_{от,j}(x_j) + C_{\Delta P_j}(x_j) + C_{пр,j}(x_j)] \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $x_j$  — оптимальное управление (оптимальная мощность источников энергии) на  $j$ -м шаге;  $C_j(x_j)$  — стоимость расхода пара на выработку электроэнергии при суммарной нагрузке системы электроснабжения  $P_{нагр}$ ;  $C_{от,j}(x_j)$  — стоимость расхода пара через отборы;  $C_{\Delta P_j}(x_j)$  — стоимость потерь активной мощности  $\Delta P_j$  в системе электроснабжения при заданной нагрузке  $P_{нагр,j}(x_j)$ ;  $\Delta P$  — величина потерь активной мощности в сети, МВт;  $P_{нагр,j}(x_j)$  — активная нагрузка системы электроснабжения, МВт;  $C_{пр,j}(x_j)$  — стоимость приобретаемой электроэнергии  $P_{пр,j}$  при заданной нагрузке  $P_j(x_j)$ ;  $P_{пр,j}$  — мощность, приобретаемая из энергосистемы, заданная с использованием технико-экономической модели (ТЭМ) энергосистемы, МВт.

На целевую функцию накладываются независимые ограничения (2):

$$\begin{aligned} P_{i\min} &\leq P_i \leq P_{i\max}, \\ P_{нагр} &= \sum_{i=1}^n (P_i) - \Delta P + \sum_{j=1}^m (P_{пр,j}), \\ P_{пр,j\min} &\leq P_{пр,j} \leq P_{пр,j\max}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $P_{i\min}$  и  $P_{i\max}$  — минимальная и максимальная величины активной мощности генераторов, соответствующие ТЭМ источников, МВт;  $n$  — общее число генераторов в энергоузле;  $m$  — число точек примыкания к энергосистеме;  $P_{пр,j\min}$  и  $P_{пр,j\max}$  — минимальная и максимальная величины активной мощности, принимаемой из энергосистемы, МВт.





При этом на целевую функцию накладываются зависимые ограничения в виде допустимых нагрузок на элементах сети и допустимых потерь напряжения:

$$\begin{aligned} U_{i\min} &\leq U_i \leq U_{i\max}, \\ S_{i\min} &\leq S_i \leq S_{i\max}. \end{aligned} \quad (3)$$

Рекуррентное уравнение, которому должна удовлетворять функция  $Z_n$ , будет выглядеть следующим образом:

$$Z_n(P_n) = \min_{x_n \in X_n} \{C_{n-1}[P_n - P_{\text{нагр},n}(x_n)] + C_n(x_n) + C_{\Delta P(n)}(x_n) + C_{\text{пр},n}(x_n)\}. \quad (4)$$

Уравнения состояния в результате управления  $x_n$  будут иметь вид:

$$\begin{aligned} P_n &= P_{n-1} + P_{\text{нагр},n}(x_n) + \\ &+ \Delta P_n(x_n) + P_{\text{пр}(n-1)}. \end{aligned} \quad (5)$$

При решении оптимизационной задачи, как видно из целевой функции (1), учтены потери мощности в распределительных сетях. Для этого разработан алгоритм, более подробно описанный в [14].

Для решения оптимизационной задачи с использованием метода динамического программирования разработана

технико-экономическая модель источников электроэнергии промышленной системы электроснабжения (табл.1). Данная модель представляет собой зависимость суммарной мощности нагрузки энергоузла  $P_{\text{нагр}}$  от следующих факторов: мощности  $i$ -го генератора  $t$ -й электростанции; мощности приёма внешнего источника  $P_{\text{пр}}$  при их числе  $m$ ; затрат на выработку, приём и передачу мощности  $Z$  в рассматриваемом энергоузле.

С целью оценки баланса мощности в энергоузле модель также учитывает потери активной мощности в рассматриваемой системе электроснабжения.

Для получения эквивалентной оптимизационной модели энергоузла разработан алгоритм (рис.1). На основании предложенных подходов разработан программно-вычислительный комплекс (ПВК) КАТРАН-OptActivePower [15], при использовании которого можно осуществлять планирование нормальных, ремонтных и послеаварийных режимов работы источников электрической энергии промышленных энергоузлов.

Технико-экономическая модель промышленного энергоузла

табл. 1

Параметр	Величина									
$P_{\text{нагр},j}$ , МВт	$P_{\text{нагр},1}$			$P_{\text{нагр},2}$			...			$P_{\text{нагр},j}$
$P_{it}$ , МВт	$P_{1,1}$	...	$P_{it}$	$P_{1,1}$	...	$P_{it}$	...	$P_{1,1}$	...	$P_{it}$
$P_{\text{пр},k}$ , МВт	$P_{\text{пр},1}$	...	$P_{\text{пр},m}$	$P_{\text{пр},1}$	...	$P_{\text{пр},m}$	...	$P_{\text{пр},1}$	...	$P_{\text{пр},m}$
$\Delta P_j$ , МВт	$\Delta P_1$			$\Delta P_2$			...			$\Delta P_j$
$Z_i$ , млн руб.	$Z_1$			$Z_2$			...			$Z_j$

Результаты расчёта (фрагмент модели)

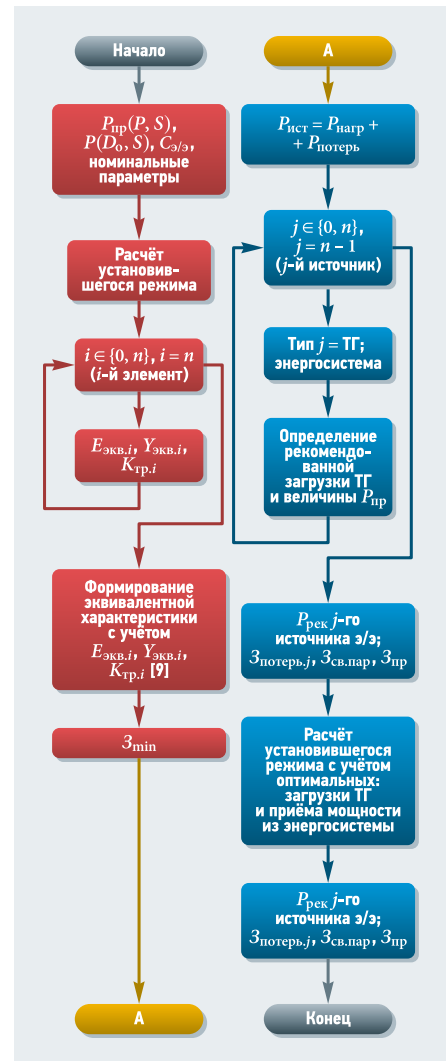
табл. 2

Параметр	Величина									
$P_{\text{нагр},j}$ , МВт	896,63			899,5			...			927,48
$P_{it}$ , МВт	570			570			...			562
$P_{\text{пр},k}$ , МВт	137	77	127	138	78	128	...	130	120	130
$\Delta P_j$ , МВт	14,37			14,5			...			14,52
$Z_i$ , млн руб.	2 600 408,5			2 615 776,1			...			2 639 951,5

Рекомендуемые загрузки  $i$ -го генератора местных электростанций

табл. 3

$P_{\text{нагр},j}$ , МВт	$P_{it}$ , МВт: ТЭЦ								ЦЭС				ПВЭС-1				ПВЭС-2				
	ТТ-1	ТТ-4	ТТ-2	ТТ-3	ТТ-5	ТТ-6	ТТ-8	ТТ-6	ТТ-4а	ТТ-4б	ТТ-7	ТТ-5	ТТ-2	ТТ-1	ТТ-3	ТТ-2	ТТ-1	ТТ-1	ТТ-2	ТТ-3	ТТ-4
896,63	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
899,50	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
901,65	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
902,50	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
903,78	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
904,49	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
905,48	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
908,47	50	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
911,59	26	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
917,52	32	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9
927,48	42	57	50	50	57	57	25	25	6	6	25	25	12	12	25	6	4	35	27	7	9



Алгоритм оптимизации режимов системы электроснабжения с собственными и внешними источниками электроэнергии

Практическая часть исследования

Исследования проводились в условиях системы электроснабжения, структурная схема которой приведена на рис. 2. Узел получает питание от трёх собственных крупных электростанций (ТЭЦ, ЦЭС, ПВЭС), а также от трёх внешних источников: ПС «Бекетово», Троицкая ГРЭС, Ириклинская ГРЭС.

На основании описанного подхода с использованием [15] осуществлён поиск оптимальных режимов работы источников электроэнергии в условиях рассматриваемого объекта. Определены экономически целесообразные величины приёма мощности из энергосистемы, рекомендуемые загрузки генераторов. Фрагмент полученной оптимизационной модели приведён в табл. 2. С целью упрощения представления расчётов в строчке с рекомендуемыми нагрузками генераторов собственных электростанций приведена суммарная выработка электростанций рассматриваемого энергоузла.

Оптимальные загрузки  $i$ -го генератора  $t$ -й электростанции подробно приведены в табл. 3.

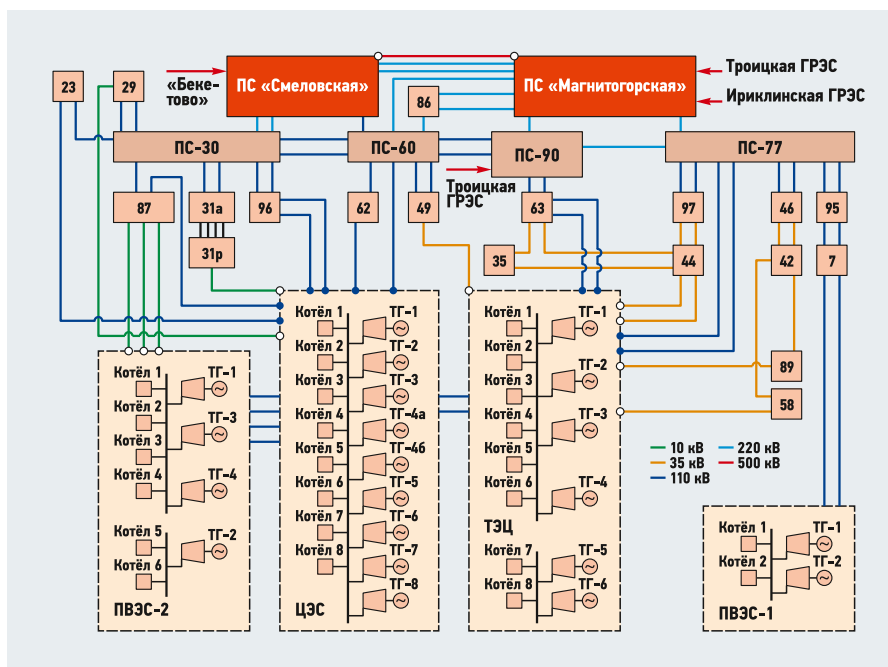


Рис. 2. Структурная схема промышленного энергоузла

Кроме того, полученные результаты для всего диапазона нагрузок энергоузла приведены на рис. 3. На данном графике отображена зависимость рекомендуемых нагрузок источников энергоузла от возмoжной мощности нагрузки (при расчётах также учтены потери мощности в балансе, однако на графике они определяются путём расчёта разницы суммарной выработки мощностей источников и мощности нагрузки).

На основании полученных зависимостей можно сделать вывод о том, что большое влияние на изменение мощности, принимаемой из системы, оказывает нагрузка, электрически близкая к ней, что объясняется учётом потерь мощности в распределительных сетях, а следовательно, и их влиянием на баланс мощности в энергоузле.

### Заключение

Разработанный подход, реализованный в оригинальном программном продукте, позволяет определить оптимальное соотношение между покупаемой и собственной мощностью промышленного энергоузла. Применение метода динамического программирования обеспечивает поиск оптимальных решений на любом этапе оптимизации и позволяет определить набор экономически целесообразных управлений для всех источников электроэнергии рассматриваемого энергоузла.

### С использованием ПВК можно осуществлять планирование нормальных, ремонтных и послераварийных режимов работы источников электроэнергии

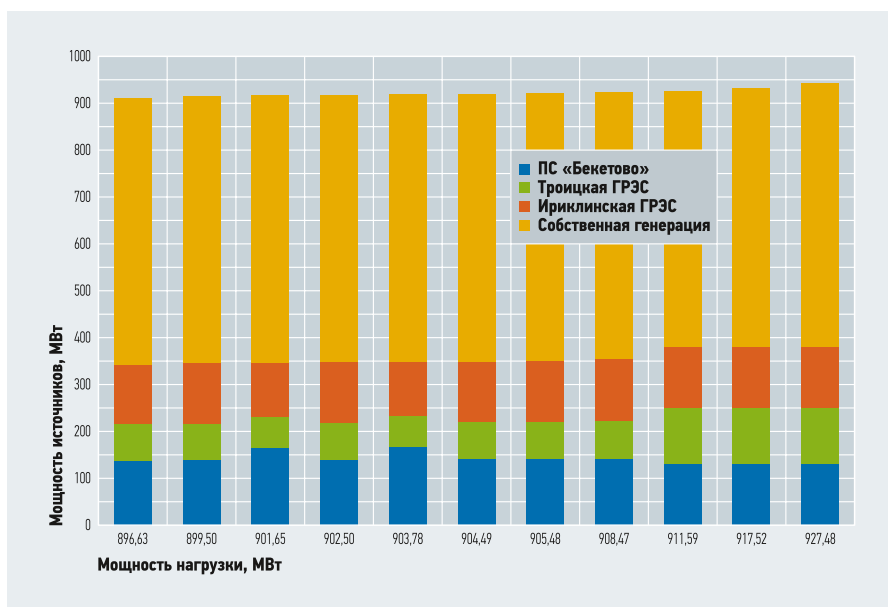


Рис. 3. Зависимость мощности источников электроэнергии от нагрузки

Подход позволяет прогнозировать нормальные, ремонтные и послераварийные режимы работы промышленной системы электроснабжения не только с точки зрения надёжности, но и учитывая экономическую составляющую.

Разработанный программный продукт применим для решения задач диспетчерских служб энергохозяйства промышленного предприятия с собственными электростанциями.

1. Алябшьева Т.М., Моржин Ю.И., Протопопова Т.Н., Цветков Е.В. О методах оптимизации режимов энергосистем и энергообъединений // Электрические станции, 2005. № 1. С. 44-49.
2. Wang T., Yuan G., Zhu L., Yu T. Reactive power optimization of electric power system incorporating wind power based on Parallel Immune Particle Swarm Optimization. The 26th Chinese Control and Decision Conference (CCDC 2014). Changsha, China. 2014. Pp. 1064-1068.
3. Wang C., Cheng H.Z., Yao L.Z. Reactive power optimization by plant growth simulation algorithm. The Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT 2008). Nanjing, China. 2008. Pp. 771-774.
4. Mate N., Bhongade S. Automatic generation control of two-area ST-thermal power plant optimized with Grey Wolf optimization. The IEEE 7th Power India International Conference (PIICON 2016). Bikaner, India. 2016. Pp. 1-6.
5. Малафеев А.В., Кочкина А.В., Панова Е.А. Оптимальное распределение мощностей между генераторами электростанций промпредприятия при длительном пофазном ремонте оборудования питающих сетей // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2012. № 4. С. 78-81.
6. Варганова А.В. Алгоритм внутростанционной оптимизации режимов работы котлоагрегатов и турбогенераторов промышленных электростанций // Промышленная энергетика, 2018. № 1. С. 17-22.
7. Шинников П.А., Боруш О.В., Зыков С.В. Экзагетические исследования и оптимизация режимов работы ТЭЦ. — Новосибирск: НГТУ, 2019. 203 с.
8. Wei Tang. Chaotic optimization algorithm based on power function carrier for economic dispatch of power plant. The 6th World Congress on Intelligent Control and Automation. Dalian, China. 2006. Pp. 7527-7531.
9. Li J., Gu J., Niu C. The operation optimization based on correlation analysis of operation parameters in power plant. The IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID 2008). Wuhan, China. 2008. Pp. 138-141.
10. Левит Г.Т. Оптимизация управления топочными режимами паровых котлов, оснащённых мельницами-вентиляторами // Теплоэнергетика, 2000. № 8. С. 43-46.
11. Малафеев А.В., Щербакова В.С., Богун В.К. Получение эквивалентной расходной характеристики заводской электростанции при нечёткой оптимизации режима системы электроснабжения / Повышение надёжности и энергоэффективности электротехнических систем и комплексов: Межвуз. сб. науч. трудов (с меж. участ.). — Уфа, 2018. С. 191-194.
12. Аракелян Э.К., Кормилицын В.И., Самаренко В.Н. Оптимизация режимов оборудования ТЭЦ с учётом экологических ограничений // Теплоэнергетика, 1992. № 2. С. 29-33.
13. Иванов Н.С., Беспалов В.И., Лопатин Н.С. Математическая модель оптимизации краткосрочных режимов работы ТЭЦ в условиях конкурентного рынка // Известия ТПУ, 2008. Т. 313. № 4. С. 37-40.
14. Малафеев А.В., Игуменцев В.А., Хламова А.В. Алгоритм оптимизации распределения активной мощности между электростанциями промышленного предприятия и узлами связи с энергосистемой с учётом потерь в распределительной сети // Промышленная энергетика, 2011. № 9. С. 16-21.
15. КАТРАН-OptActivePower. Свид-во о гос. рег-ции № 2019618397 от 01.07.2019 / А.В. Варганова, А.В. Малафеев. Правообл.: МГТУ им. Г.И. Носова; заявл. 07.06.2019; опубл. 01.07.2019.

References — see page 78.





## Не задушат ли «зелёную» энергетику в России? Пан или пропал? Спросим у правительства

Рынок возобновляемой энергетики не перенесёт снижения объёма государственной поддержки ниже минимального. В правительственных кабинетах сегодня идут активные переговоры по будущему программы развития возобновляемой энергетики на 2025–2035 годы.

Кто бы сомневался, что каждое решение органов российской государственной власти влияет и на судьбы отдельных людей, и на развитие всех сфер жизни, и определяет взлёты и падения особо важных для экономики страны отраслей. Сегодня мы словно «на перепутье» развития «зелёной» энергетики в России. Кажется бы, отрасль ВИЭ только сделала первые уверенные шаги, громко о себе заявила конкретными результатами в виде многомиллиардных инвестиций, локализацией производства, новыми рабочими местами. Первая программа государственной поддержки отрасли до 2024 года показала свою состоятельность. Но сегодня остро встал вопрос: «пан или пропал?».

Как сообщают федеральные СМИ, Министерство экономического развития предлагает сократить программу государственной поддержки отрасли ВИЭ на 2025–2035 годы в два раза от минимально необходимой, ранее согласованной всеми сторонами суммы поддержки!

И это окажется катастрофой для российской «зелёной» энергетики.

Постараемся с точки зрения здравого смысла проанализировать, чем руководствуется инвестор. Он пришёл несколько лет назад в перспективную, но абсолют-

но неконкурентоспособную отрасль. Инвестор рассчитывает период, в течение которого можно «вернуть своё» и получить прибыль. Инвестор всегда умеет считать деньги и не пойдёт на тот рынок, который не гарантирует даже мини-

**Как сообщают федеральные СМИ, Минэкономразвития предлагает сократить программу государственной поддержки отрасли ВИЭ на 2025–2035 годы в два раза от минимально необходимой величины**

мальный возврат вложений. А в возобновляемой энергетике порог вхождения даже в строительство малого ветропарка мощностью до 100 МВт оценивается минимум в десять миллиардов рублей. Вложение в производство крупного компонента для ветропарка обойдётся минимум в пять миллиардов рублей.

Уже можно видеть, как одна из компаний-участников рынка ВИЭ-генерации «пакет чемоданы», не дожидаясь решения правительства о договорах поставок мощностей (ДГПМ) ВИЭ 2.0 с 2025 года.



Фото: ПАО «Флэт Россия», enelrussia.ru

•• В Азовском районе в 2019 году началось строительство первого донского ветропарка



То же самое может произойти с другими инвесторами. И точно произойдет, если российское правительство примет решение о сокращении ранее предусмотренных минимальных параметров государственной поддержки отрасли ВИЭ ниже 400 миллиардов рублей. Да, можно сказать, что «свято место пусто не бывает» и другой инвестор займёт нишу. Но это будет тот бизнес, который будет работать уже по другим, «нерыночным» законам. А инвестор, который работает по законам рынка, больше в Россию не придёт.

В РАВИ проведена большая работа по анализу рынка. Конечно, выявлен большой интерес потенциальных инвесторов, производителей оборудования к разви-



❖ Адыгейская ВЭС (150 МВт) — самый масштабный ветроэнергетический проект 2019 года в РФ



❖ Малодербетовская солнечная электростанция (15 МВт) в Республике Калмыкия

тию ВИЭ-отрасли в стране. Но все инвесторы произносят одно и то же: «Если будет поддержка государства и дальше, мы готовы прийти на российский рынок». Но пока мы видим, что поддержка в 200 миллиардов рублей, которую предлагают чиновники, — это курам на смех. Можно сказать по-другому: это поддержка не рынка, а какого-то одного игрока.

Если говорить на языке цифр, то 400 миллиардов рублей для отрасли ВИЭ на 2025–2035 годы — это очень малая поддержка или компромисс бизнеса и государства, а 200 миллиардов означают, что поддержки практически больше нет. Ведь уже точно ужесточат условия в отрасли во второй программе повышенными требованиями по экспорту и локализации, добавив огромные штрафы.

«Зелёного» инвестора встречают в России своим, особенным способом. Сначала заманят, дадут возможность «протоптать дорожку» на рынке, потом передумают,



❖ Абаканская СЭС (5,2 МВт)



❖ Старомарьевская СЭС (100 МВт) в Ставропольском крае — крупнейшая в России. Инвестиции в проект составили 14 млрд руб.

обложат барьерами, да ещё и как будто в насмешку предложат дальние, труднодоступные или изолированные территории, где нет ни законодательных условий, ни электроэнергии, ни потребителя, ни денег. Чем не работа?

Предложение «загнать» ВИЭ в изолированные регионы звучит как предложение сослать их с глаз долой туда, где минимум инвестиций и энергопотребления, и о развитии отрасли можно будет забыть. А оборудование заводов текущих инвесторов, производящих компоненты ВЭУ, которое находится на арендованных территориях, уедет на рынки сопредельных государств. А репутацию нашей страны «спустим с горки».

Самым страшным представляется то, что едва сформировавшийся, но уже созданный рынок российской «зелёной» энергетики может быть уничтожен в одночасье, единственным росчерком пера в правительственных кабинетах. И это в условиях, когда весь мир идёт к паритету стоимости энергии из возобновляемых источников и традиционной энергетики. А у нас в России это произойдёт примерно через десять лет, когда стоимость энергии из ветра и солнца будет действительно ниже, чем у энергии, полученной из угля, нефти и газа.

Уже сегодня в отечественной отрасли ВИЭ конкуренция достаточно высока, в результате чего выигрывают потребители, поскольку стоимость электрической энергии от ВИЭ-генерации снижается. Важно понимать, что инвесторы, которые приходят в Россию по рыночным законам, в погоне за той самой долей рынка готовы повышать эффективность своих проектов и за счёт этого снижать цену.

Восторжествует ли здравый смысл? И не задушат ли в России «зелёную» энергетику? Без государственной поддержки ей точно не выжить. ●

Фото: ГК «Хабен», hevetsolar.com

Фото: АО «ЕвроСибЭнерго», euro Sib.ru

Фото: ООО «Солар Системс», solarsystems.msk.ru





## Будущее электромобилей

Последние два года во многом стали прорывными для транспортной индустрии: развитие беспилотных технологий и технологий Vehicle-to-Vehicle и Vehicle-to-Infrastructure, которые позволят автомобилям постоянно обмениваться данными друг с другом, а также с составными элементами дорожной инфраструктуры (светофорами, фонарями, камерами, парковочными счётчиками), растущая популярность каршеринговых сервисов, а также увеличение доли электромобилей стали ключевыми трендами для автомобильной индустрии в 2019 и 2020 годах.

По материалам «ЭНЕЛ Россия».



Из всех перечисленных во вступлении к статье трендов, пожалуй, именно последний является наиболее противоречивым: споры между сторонниками и противниками идеи повсеместного распространения электромобилей не утихают. Однако, если внимательно посмотреть на меры по популяризации электромобилей, предпринимаемые государствами по всему миру, становится понятно, что, как бы вы ни относились к «автоэлектрификации», она постепенно приобретает всё большие масштабы, и электромобили становятся нашей новой реальностью.

В Соединённых Штатах Америки покупателям электромобилей положены налоговые льготы, в Германии покупатель электромобиля получает скидку на его приобретение, во Франции владельцы электромобилей освобождены от экологического сбора, который жители страны платят исходя из объёма выбросов углекислого газа своих автомобилей, а Норвегия своей главной целью в области автомобильного транспорта называет отказ от бензиновых двигателей к 2025 году.

Не отстают и европейские страны, которые уже обозначили сроки отказа от продажи бензиновых и дизельных автомобилей: так, в 2030 году полностью отказаться от продажи автомобилей на бензиновом и дизельном топливе планируют

Исландия, Ирландия, Израиль, Словения и Нидерланды, а в 2040 году эта мера будет принята в Великобритании, Испании, Франции и Португалии.

В России на федеральном и региональном уровне, а также на уровне Таможенного союза вводятся льготы для электро транспорта, однако электромобили всё ещё трудно назвать популярным видом транспорта — по данным аналитического агентства «Автостат», на 1 января 2020 года в России насчитывалось 6300 электромобилей, что составляет лишь 0,01% от общего парка легковых машин в РФ. Для сравнения, в Европе на конец 2019 года этот показатель в среднем составляет 0,5–0,6%, примерно половина — заряжаемые гибридные авто.

Причины такого отставания просты: электромобиль стоит денег, и не везде его можно зарядить. Лидером по количеству зарегистрированных в Российской Федерации электромобилей остаётся Приморский край. Там потребителю доступны недорогие праворульные электрокары, импортированные из Азии.

### Стоимость владения: электромобили vs машины с ДВС

Действительно, стоимость электромобиля остаётся основным аргументом против электромобиля. Тут важно посмотреть на общемировые тренды и оценить их применимость к нашей стране. Выгода от приобретения электромобиля рассматривается в первую очередь с точки зрения общей стоимости владения Total Cost of Ownership (TCO). Для расчёта берётся разница в покупной стоимости и сравнивается с приведённой к текущему времени экономией в период владения и разницей в стоимости при продаже подержанных авто.

Так вот, в 2019 году Норвегия и Нидерланды стали единственными европейскими странами, где в трёхлетней перспективе общая стоимость владения электромобиля меньше стоимости владения автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (ДВС).



Однако, если убрать фактор более быстрого обесценивания электромобиля по сравнению с ДВС-аналогом и посмотреть на экономию на горизонте пяти-семи лет, электромобиль уже сейчас экономичнее для большинства европейских стран, и это без учёта льгот и субсидий!

При этом быстрое обесценивание электромобиля в течение первых трёх лет связано скорее с субсидиями на новый автомобиль, чем с техническим устареванием: под новый электромобиль можно получить льготу, поэтому, чтобы на подержанный электромобиль нашёлся покупатель, необходимо делать существенную скидку. Через три-четыре года вопрос стоимости электромобиля будет решён окончательно: стоимость батареи, по последнему прогнозу BNEF, в 2024 году снизится до \$100/кВт по сравнению с \$156/кВт в 2019 году, и тогда уже можно будет говорить о паритете покупной стоимости (то есть, стоимости в автосалоне) без учёта льгот.

В России ситуация сложнее — прямые субсидии фактически отсутствуют, импортёрский электромобиль в среднем получится дороже на 10–15% средней цены в Европе из-за дополнительных затрат автоконцернов на «страновую адаптацию». Экономия при владении «съедается» более быстрым обесцениванием денег. Поэтому паритет в общей стоимости владения пока достигается лишь в исключительных случаях: при значительном пробеге и/или существенной экономии на платной городской парковке.

При этом мы считаем, что уже через три-четыре года, по мере удешевления электромобиля, паритет стоимости владения будет достигнут уже непосредственно в условиях «среднестатистической» эксплуатации транспортного средства. Равная стоимость в автосалоне — вопрос более отдалённой перспективы, однако локализация производства может помочь ускорить его решение.

Подобный временной лаг между экономикой электромобиля в Европе и в России (четыре-шесть лет) отразится и на динамике количества электромобилей в нашей стране — та доля электромобилей в общем автопарке, которую мы сейчас видим в Европе, достижима в базовом варианте не ранее чем через четыре-пять лет, с одной важной оговоркой: необходимо наличие достаточного количества зарядных станций.

#### **Зарядные станции для электромобилей: востребованы ли они в РФ?**

Аргумент, который обычно используют «электроскептики», — это отсутствие развитой инфраструктуры для зарядки электромобилей. Существует прямая корреляция между уровнем развития зарядной инфраструктуры и спросом на электромобили: по данным за 2019 год, в Европе 76% всех точек зарядки электромобилей расположены только в четырёх странах: во Франции, Германии, Нидерландах и Великобритании. Именно эти страны вместе с Норвегией является лидерами по спросу на электромобили.

**Если убрать фактор более быстрого обесценивания электромобиля по сравнению с ДВС-аналогом и посмотреть на экономию на горизонте пяти-семи лет, электромобиль уже сейчас экономичнее для большинства европейских стран, и это без учёта льгот и субсидий!**

Если прогнозы Международного энергетического агентства, согласно которым к 2030 году на дорогах мира появится 125 млн электромобилей, верны, это существенно повысит спрос на зарядную инфраструктуру. Для интенсивного развития электромобильного сектора произ-

водителям инфраструктуры также необходимо будет брать в расчёт масштабы урбанизации: если владелец одноэтажного дома в частном секторе сможет зарядить электромобиль дома, то у жителей многоэтажных домов такой возможности не будет. Кроме того, плотная сеть зарядок потребуется и вдоль крупных автомагистралей, чтобы позволить владельцам электромобилей совершать поездки на дальние расстояния.

Зарядная инфраструктура — это достаточно существенные инвестиции, причём зачастую косвенные затраты могут превышать стоимость самой станции. Что требуется для того, чтобы публичная зарядная инфраструктура стала окупаемой и привлекательной для инвестора?

Затраты на технологическое присоединение должны быть оптимизированы: подключение зарядок к электрической сети не должно стоить компании-владельцу слишком дорого. Достаточного объёма должен достигать так называемый спред (разница между стоимостью отпущенной электроэнергии и покупной электроэнергией), чтобы владельцы зарядной инфраструктуры получали прибыль, которая позволит им расширять сети зарядок. В то же время стоимость отпущенной электроэнергии для владельца электромобиля должна быть разумной и доступной для рядового потребителя. Правда, это не относится к ультрабыстрой зарядке: здесь потребителю придётся доплачивать за комфорт.

Чтобы зарядное устройство было окупаемым, у него должен быть высокий коэффициент использования (в случае с зарядными станциями загрузка должна достигать восемь-десять часов эксплуатации в сутки). Также система должна допускать возможность распределения зарядных сессий между пиковыми и непиковыми часами, когда, например, зарядка электромобиля в ночные часы обойдётся его владельцу дешевле.

Наконец, современные технологии позволяют не только зарядить электромобиль, но, если у владельца электромобиля остаётся неиспользованная электроэнергия, продать её обратно в сеть — эта технология под названием Vehicle-to-Grid позволит эффективно управлять спросом на электроэнергию.

С учётом вышесказанного становится ясным, что окупаемость публичной зарядной инфраструктуры на этапе становления — вещь сильно маловероятная. Поэтому в Европе создание зарядной инфраструктуры сопровождается прямыми субсидиями со стороны государства или Европейского союза.



В России для окупаемости, помимо поддержки на федеральном или региональном уровне, необходимо искать синергетический эффект от смежных бизнесов и выстраивать экосистемы вокруг зарядной инфраструктуры.

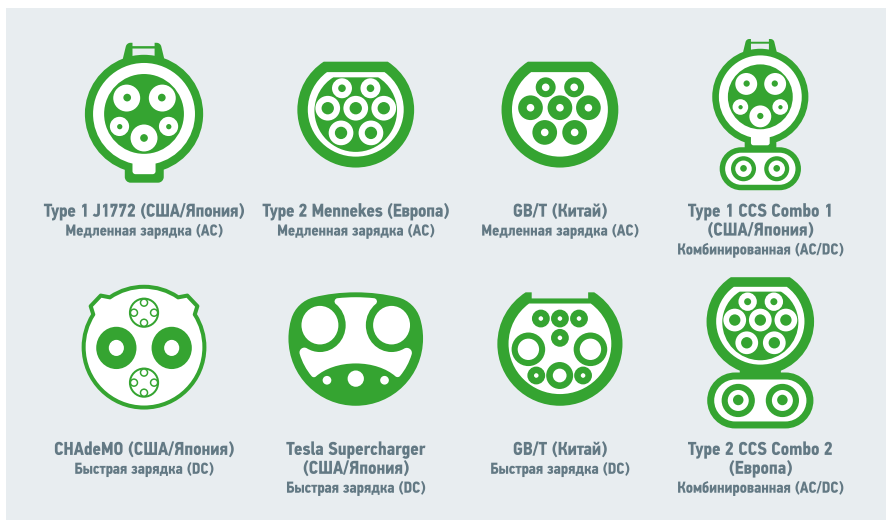
Сейчас сеть электрозаправок активно расширяется. В сентябре 2019 года на Дальнем Востоке, во Владивостоке, Артёме и Уссурийске в рамках соглашения между «Энел Икс Рус» и «РусГидро» были установлены десять зарядных станций для электромобилей.

Станции быстрой зарядки, принадлежащие к семейству Enel X JuicePump, обладают тремя зарядными портами каждая: два с постоянным током мощностью 50 кВт и один с переменным током мощностью 22 кВт. Они способны заряжать два электромобиля одновременно, обеспечивая до 200 км хода за 30–40 минут.

Осенью прошлого года «Энел Икс Рус» и «Россети» также открыли три быстрые зарядные станции для электромобилей в Челябинске. За восемь месяцев работы станций в 2020 году было произведено 1704 зарядных сессии и их востребованность постоянно увеличивается. Средний объём электроэнергии за одну сессию составил 7 кВт·ч. Использование такого объёма электроэнергии для передвижения на электромобиле позволило избежать выброса более 4,5 тонн CO<sub>2</sub>.

### На глобальном уровне Enel X принимает активное участие в проектах, направленных на решение подобных задач. Два-три года развития зарядной инфраструктуры — и такие вызовы появятся и в нашей стране

«Соотношение количества электромобилей и зарядных станций зависит от ряда факторов, включая плотность населения и долю населения, живущую в частных домохозяйствах. Мы видим, что в Европе данное соотношение постепенно выходит на “десять электромобилей на одну публичную зарядную станцию”, включая публичные зарядные станции переменного тока. Для России 10–15 электромобилей на одну публичную зарядную станцию можно рассматривать как целевой диапазон. Безусловно, на первом этапе, чтобы обеспечить удовлетворительное географическое покрытие для стимулирования спроса на электромобили данное соотношение может быть ниже. При этом географическое покрытие должно учитывать возможность свободного пере-



•• Виды разъёмов для зарядки электромобилей в разных странах

движения между регионами», — говорит Алексей Леонов, генеральный директор ООО «Энел Икс Рус».

### Заряжаем электромобиль – основные виды станций и разъёмов

На сегодняшний день не существует единого стандарта зарядок в мире. В основном различия в стандартах обусловлены географическими признаками и способом зарядки (по постоянному или переменному току). Так, для переменного тока в Северной Америке и Японии используется разъём J1772 (Type 1), в Европе Mennekes (Type 2), а в Китае GB/T. Для постоянного тока в Северной Америке используется разъём типа CCS 1, Японии — CHAdeMO, Европе — CCS 2, а Китай для зарядки по постоянному току использует тот же тип, что и для зарядки по переменному току, то есть GB/T.

Каждый тип зарядки подразумевает различные ограничения по максимальной скорости зарядки. Для зарядки с использованием переменного тока используется силовое оборудование, установленное непосредственно в электромобиле. Поэтому зачастую по переменному току мощность зарядки не может превышать более 43 кВт (такие зарядки используются во многих электробусах и, например, Renault Zoe прошлых поколений). В то же время для зарядки по постоянному току силовое оборудование установлено непосредственно в зарядной станции и ограничено скоростью зарядной станции и возможностью электромобиля «принимать» мощность такой зарядки. На сегодняшний день существуют зарядки такого типа мощностью до 350 кВт.

Многие компании в мире сейчас работают над увеличением мощности, чтобы электромобиль заряжался не дольше, автомобиль с ДВС на автозаправочной станции. Однако при мощности зарядки более 350 кВт возникает проблема перегрева зарядного кабеля.

Для решения этой проблемы сейчас находятся в разработке новые типы кабелей с водяным охлаждением. Также производители электромобилей выбирают разъёмы преимущественно в зависимости от рынков, на которые они ориентированы. Однако бывают и исключения. Например, компания Tesla имеет свой собственный стандарт, который устанавливается на всех их электромобилях, и для зарядки на станциях сторонних производителей необходимо использовать специальные переходники.

По мере развития зарядной инфраструктуры в США и Европе мы видим, как возникают дополнительные потребности, в решении которых Enel X принимает активное участие. Прежде всего это оптимизация влияния зарядной инфраструктуры на электросети и энергобаланс региона (страны) в целом, потребность в оптимизации потребления в посуточном разрезе для экономии на стоимости электричества, необходимость гибкого управления зарядной инфраструктурой при большом количестве пользователей, прочие энергетические сервисы.

На глобальном уровне Enel X принимает активное участие в проектах, направленных на решение подобных задач. Два-три года развития зарядной инфраструктуры — и такие вызовы появятся и в нашей стране. В том, что мы отстаём, как раз есть и возможность: можно уже на этапе планирования рассматривать проблемы, с которыми сталкиваются в других странах, и принимать оптимальные решения. Мировой тренд на увеличение доли электротранспорта — процесс необратимый, а подход, связанный с продолжительным этапом стимулирования данной отрасли, возможно, единственно верный: аналогичная политика в области возобновляемых источников электроэнергии помогла в конечном счёте сделать производство конкурентным и высокоэффективным. ●



## Десять прорывных идей в энергетике

Международная Ассоциация «Глобальная энергия» представила первый ежегодный доклад «10 прорывных идей в энергетике на следующие 10 лет», соавторами которого стали учёные из разных стран мира. Доклад отвечает на самые важные вопросы общества и экономики.



В докладе отражены основные положения исследований, направленных на борьбу с глобальным изменением климата, в том числе через развитие энергоэффективности и энергосбережения, а также технологий ВИЭ.

Глобальное изменение климата стало реальностью, и его темпы угрожают необратимыми последствиями для экосистем. По наиболее мрачным прогнозам экологов, всего через 50 лет до 3,5 млрд человек могут оказаться в зонах непригодных для жизни, если человечество не сократит выбросы CO<sub>2</sub>. Общая территория Земли, на которой среднегодовая температура превысит 29°C (а это температурный режим пустыни Сахара), может увеличиться с 0,8 до 19% суши [1].

«С точки зрения экономической эффективности, представленным в докладе идеям ещё далеко до традиционной энергетики. Никуда не исчезнет и потребность в углеводородах в нефте- и газохимической отраслях. Но это перспективные идеи для снижения выбросов CO<sub>2</sub> и выстраивания сбалансированных энергосистем и интегрированных энергокомпаний», — отметил президент Ассоциации Сергей Брилёв. По его словам, представленные в докладе идеи способны радикально изменить структуру мирового потребления энергии. Технологии на базе этих идей предусматривают рост энергоэффективности и энергосбережения, сокращение выбросов парниковых газов, а также развитие возобновляемых источников энергии.

Среди соавторов первого доклада — известные учёные из Российской Федерации, Великобритании, Италии и Ирана. Доклад затрагивает широкий спектр тем и направлений:

**1. Улавливание и хранение углерода (Carbon Capture and Storage).** Отделение выбросов CO<sub>2</sub> от промышленных и энергетических источников с долгосрочной изоляцией от атмосферы.

**2. «Умные» сети (Smart Grid).** Цифровая трансформация, позволяющая использовать массивы Big Data об производстве и потреблении энергии для повышения

эффективности и надёжности производства и распределения электроэнергии.

**3. Водородную энергетику (Hydrogen Economy).** Использование водорода для производства электроэнергии и как топлива для транспортных средств (а также промышленное хранение и транспортировка на большие расстояния).

**4. Малые модульные реакторы (Small Modular Reactors).** Разработки атомной энергетики, позволяющие наладить выпуск реакторов мощностью (до 300 МВт), в том числе для замены электростанций на органическом топливе.

**5. Преобразование электроэнергии в газ (Power-to-Gas, P2G).** Использование излишков электроэнергии для производства метана или сжиженного газа — перспективная технология сезонного хранения энергии (полученный газ легко преобразовать обратно в электроэнергию с помощью обычных газовых турбин).

**6. Накопители энергии (Supercapacitors).** Разработка устройств, способных аккумулировать электроэнергию в промышленных масштабах.

**7. Рециклинг и преобразование отходов в энергию (Waste-to-Energy, W2E).** Выработка электро- и тепловой энергии в результате переработки твёрдых бытовых отходов, прошедших предварительную сортировку. W2E позволяет снизить объёмы захоронения ТБО на полигонах и сократить объёмы угольной энергетики.

**8. Биотопливо (Biofuel).** Получение и применение экологически безопасного биотоплива нового поколения из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.

**9. Искусственный фотосинтез (Artificial Photosynthesis).** Химические технологии, воспроизводящие природный процесс фотосинтеза. Исследования этой темы включают в себя проектирование и сборку устройств для непосредственного производства солнечного топлива, фотоэлектрохимии и её применение в топливных элементах, производство биоводорода из солнечного света. ●



## PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

## Comparison of the efficiency of loading materials used in filters at the final stages of water purification. Pp. 32–35.

Yulia A. Lisova, postgraduate student, "Metropolis", LLC (Moscow city); Elena A. Koroleva, senior lecturer, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. SP 31.13330.2012 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) No. 31.13330.2012]. *Vodoprovodenie. Naruzhnye seti i sooruzhenija. Aktualiz. red. SNiP 2.04.02–84\* (s Izm. №1–5)* [Water supply. External networks and facilities. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.02–84\* (with Amendment No. 1–5)]. [In Russian]
2. SanPiN 2.1.4.1074–01 [Sanitary Norms and Regulations of Russia (Russian Public Health Regulations) No. 2.1.4.1074–01]. *Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodoprovodnogo snabzhenija. Kontrol' kachestva. Gigienicheskie trebovanija k obespečeniju bezopasnosti sistem gorjachego vodoprovodnogo snabzhenija* [Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for ensuring the safety of hot water supply systems]. [In Russian]
3. E.A. Gorbachev. *Proektirovanie oshchistnyh sooruzhenij vodoprovoda iz poverhnostnyh istochnikov: Uchebn. posob.* [Design of treatment facilities for water supply from surface sources: A textbook]. Moscow. Izd-vo ASV [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2004. 240 p. [In Russian]
4. Ju.N. Kartushina, I.A. Polozova, D.S. Anan'ev. *Opreделение optimal'nogo sootnoshenija ishodnyh komponentov v syr'evoj smesi dlja proizvodstva keramzita s ispol'zovaniem osadka posle biologicheskoy oshchistki stochnyh vod* [Determination of the optimal ratio of the initial components in the raw mixture for the production of expanded clay using sludge after biological wastewater treatment]. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Don's Engineering Bulletin]. 2014. No. 4. [In Russian]
5. V.F. Kozhinov. *Oshchistka pit'evoy i tehnicheckoy vody. Primery i raschety* [Purification of drinking and industrial water. Examples and calculations]. 3rd edition. Moscow. *Strojizdat* [Publishing House of literature on the construction and architecture ("Strojizdat" Publishers)]. 1982. 303 p. [In Russian]
6. A.A. Kulakov. *Jekologicheskaja ocenka kompleksa "vodnyj ob'ekt — vypusk ochishhennyh stochnyh vod"* [Environmental assessment of the complex "water body — discharge of treated waste water"]. *Vodoprovodenie i sanitarnaja tehnika* [Water supply and sanitary equipment]. 2013. No. 5. Pp. 25–30. [In Russian]
7. L.A. Kul'skij, S.S. Dushkin. *Magnitnoe pole i processy vodoobrabotki* [Magnetic field and water treatment processes]. Kiev, Ukraine. *Naukova dumka* ["Scientific thought" Publishers]. 1987. 110 p. [In Russian]
8. L.A. Kul'skij, P.P. Srochak. *Tehnologija oshchistki prirodnyh vod* [Technology of natural water purification]. 2nd edition, exp. and rev. Kiev, Ukraine. *Vishha shkola* ["Higher education" Publishing House]. 1986. 352 p. [In Russian]
9. V.A. Orlov, L.A. Kvitka. *Vodoprovodenie: Uchebn.* [Water supply: A textbook]. Moscow. *Infra-M* ["Infra-M" Scientific Publishing Center]. 2015. 443 p.
10. OAO "Mosvodokanal" — *krupnejshaja vodnaja kompanija v Rossii* ["Mosvodokanal", OJSC, is the largest water company in Russia]. Web-source: mosvodokanal.ru. Access data: November 20, 2020. [In Russian]
11. V.I. Stepanov. *Struktury i tekstury mineral'nyh agregatov, obrazujushchihsvja v svobodnom prostreanstve pustot* [Structures and textures of mineral aggregates formed in the free space of voids]. *Speleologija v Rossii* ["Speleology in Russia" Magazine]. 1998. No. 1. Pp. 70–91. [In Russian]

## HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

## CFD modeling of hydraulic modes of thermal networks. Pp. 50–52.

Alexey A. Alekseev, postgraduate student; Alexander V. Knyuk, postgraduate student; Yury L. Lipovka, Doctor of Technical Sciences, Siberian Federal University (SFU, Krasnoyarsk city)

1. I.A. Sultanguzin, T.V. Jacjuk. *Primenenie BIM-, BEM- i CFD-tehnologij dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatatsii jenergojeffektivnogo doma* [Application of BIM-, BEM- and CFD-technologies for the design, construction and operation of an energy efficient home]. *Zhurnal San-tehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2019. No. 3. Pp. 36–42. [In Russian]
2. A.V. Pen'kovskij, V.A. Stennikov. *Matematicheskoe modelirovanie rynka teplovoj jenerгии v formate edinoj teplosnabzhashchij organizatsii* [Mathematical modeling of the heat energy market in the format of a single heat supply organization]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2018. No. 7. Pp. 42–53. [In Russian]
3. Ju.L. Lipovka. *Vlijanie neposredstvennogo vodorazbora na rezhimy raboty posledovatel'no vkljuchennyh teplobmennikov* [Influence of direct water intake on operating modes of heat exchangers connected in series]. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo i arhitektura* ["Izvestija Vysshikh Uchebnykh Zavedenij (Proc. of Higher Educational Institutions). Series: Construction and Architecture" Magazine]. 1979. No. 6. Pp. 95–100. [In Russian]
4. A.J. Lipovka, Y.L. Lipovka. *Determining hydraulic friction factor for pipeline systems*. Journal of Siberian Federal University. Series: Engineering & Technologies. 2014. No. 7(1). Pp. 62–82.
5. V.V. Tokarev. *Razrabotka metodiki sekcionirovanija kol'cevyyh teplovyh setej zakrytyh sistem teplosnabzhenija* [Development of a method for sectioning circular heating networks of closed heat supply systems]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2018. No. 6. Pp. 84–94. [In Russian]
6. Ju.L. Lipovka. *Matematicheskoe modelirovanie sistem teplosnabzhenija s obespečeniem ustojchivogo jenergosberezhenija* [Mathematical modeling of heat supply systems with sustainable energy saving]. *Jenergosberezhenie i vodopodgotovka* ["Energy saving and water treatment" Magazine]. 2002. No. 1. Pp. 89–92. [In Russian]

## HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

7. N.N. Novickij, O.A. Grebneva, V.V. Tokarev. *Issledovanie jeffektivnosti metodov aktivnoj identifikatsii dlja teplogidravlicheckih ispytanij teplovyh setej* [Research of the effectiveness of methods of active identification for thermohydraulic tests of heating networks]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2018. No. 7. Pp. 54–63. [In Russian]
8. Ju.L. Lipovka, V.I. Panfilov. *Jeksperimental'noe izučenie potokoraspređenija na avtomatizirovannyh teplovyh punktah* [Experimental study of flow distribution at automated heating points]. *Jenergosberezhenie i vodopodgotovka* ["Energy saving and water treatment" Magazine]. 2008. No. 2. Pp. 52–54. [In Russian]
9. Ju.L. Lipovka, D.A. Kalabin. *Gidravlicheckaja ustojchivost' v uslovijah neravnomernoj avtomatizatsii sistem teplosnabzhenija* [Hydraulic stability in conditions of uneven automation of heat supply systems]. *Jenergosberezhenie i vodopodgotovka* ["Energy saving and water treatment" Magazine]. 2018. No. 3. Pp. 19–24. [In Russian]

## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

## Optimization model of power sources of an industrial power supply. Pp. 68–71.

Alexandra V. Varganova, postgraduate student, Nosov Magnitogorsk State Technical University (Magnitogorsk city)

1. T.M. Aljabysheva, Ju.I. Morzhin, T.N. Protopopova, E.V. Tsvetkov. *O metodah optimizatsii rezhimov jenergosistem i jenergoob'edinenij* [On the methods of optimization of modes of power systems and power interconnections]. *Jelekticheskie stancii* ["Electric power stations" Magazine]. 2005. No. 1. Pp. 44–49. [In Russian]
2. T. Wang, G. Yuan, L. Zhu, T. Yu. *Reactive power optimization of electric power system incorporating wind power based on parallel immune particle swarm optimization*. The 26th Chinese Control and Decision Conference (CCDC 2014). Changsha, China. 2014. Pp. 1064–1068.
3. C. Wang, H.Z. Cheng, L.Z. Yao. *Reactive power optimization by plant growth simulation algorithm*. The Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies. Nanjing, China. 2008. Pp. 771–774.
4. N. Mate, S. Bhongade. *Automatic generation control of two-area ST-thermal power plant optimized with Grey Wolf optimization*. The IEEE 7th Power India International Conference (PII-CON 2016). Bikaner, India. 2016. Pp. 1–6.
5. A.V. Malafeev, A.V. Kochkina, E.A. Panova. *Optimal'noe raspredelenie moshhnostej mezhdu generatormi jelektrostancij promyshlennogo predpriyatija pri dlitel'nom pofaznom remonte oborudovaniya pitajushchih setej* [Optimal distribution of power between the generators of power plants of an industrial enterprise during long-term phase-by-phase repair of power supply network equipment]. *Vestnik MG TU* [Bulletin of the Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2012. No. 4. Pp. 78–81. [In Russian]
6. A.V. Varganova. *Algoritim vnutristancionnoj optimizatsii rezhimov raboty kotloagregatov i turbogeneratorov promyshlennyh jelektrostancij* [Algorithm for in-plant optimization of operating modes of boilers and turbine generators of industrial power plants]. *Promyshlennaja jenergetika* ["Industrial power engineering" Magazine]. 2018. No. 1. Pp. 17–22. [In Russian]
7. P.A. Shhinnikov, O.V. Borush, S.V. Zykov. *Jekzeticheskie issledovanija i optimizatsija rezhimov raboty TJeC* [Exegetic research and optimization of operating modes of a combined heat and power plant]. Novosibirsk. *NGTU* [Aleksiev Nizhny Novgorod State Technical University]. 2019. 203 p. [In Russian]
8. Wei Tang. *Chaotic optimization algorithm based on power function carrier for economic dispatch of power plant*. The 6th World Congress on Intelligent Control and Automation. Dalian, China. 2006. Pp. 7527–7531.
9. J. Li, J. Gu, C. Niu. *The operation optimization based on correlation analysis of operation parameters in power plant*. The International Symposium on Computational Intelligence and Design. Wuhan, China. 2008. Pp. 138–141.
10. G.T. Levit. *Optimizatsija upravlenija topochnymi rezhimami parovyh kotlov, osnashhennyh mel'nicami-ventiljatorami* [Optimization of control of combustion modes of steam boilers equipped with mills-fans]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2000. No. 8. Pp. 43–46. [In Russian]
11. A.V. Malafeev, V.S. Shherbakova, V.K. Bogush. *Poluchenie jekvivalentnoj rashodnoj karakteristiki zavodskoj jelektrostancii pri nechetkoj optimizatsii rezhima sistemy jelektrosnabzhenija* [Obtaining an equivalent consumption characteristic of a plant power plant with fuzzy optimization of the power supply system mode]. *Povyshenie nadezhnosti i jenergojeffektivnosti jelektrotehnicheskijh sistem i kompleksov: Mezhvuz. sb. nauchn. trudov (s mezhd. uchast.)* [Improving the reliability and energy efficiency of electrical systems and complexes: An interuniversity collected volume of scientific papers (with international participation)]. Ufa. 2018. Pp. 191–194. [In Russian]
12. Je.K. Arakeljan, V.I. Kormilicyn, V.N. Samarenko. *Optimizatsija rezhimov oborudovaniya TJeC s uchetom jekologicheskijh ogranichenij* [Optimization of the modes of the combined heat and power plant equipment taking into account environmental restrictions]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 1992. No. 2. Pp. 29–33. [In Russian]
13. N.S. Ivanov, V.I. Bepalov, N.S. Lopatin. *Matematicheskaja model' optimizatsii kratkosrochnykh rezhimov raboty TJeC v uslovijah konkurentnogo rynka* [Mathematical model of optimization of short-term operating modes of a combined heat and power plant in a competitive market]. *Izvestija TPU* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University]. 2008. Vol. 313. No. 4. Pp. 37–40. [In Russian]
14. A.V. Malafeev, V.A. Igumenshhev, A.V. Hlamova. *Algoritim optimizatsii raspredelenija aktivnoj moshhnosti mezhdu jelektrostancijami promyshlennogo predpriyatija i uzlami svyazi s jenergosistemoj s uchetom poter' v raspredelitel'noj seti* [Algorithm for optimizing the distribution of active power between power plants of an industrial enterprise and nodes of communication with the power system, taking into account losses in the distribution network]. *Promyshlennaja jenergetika* ["Industrial power engineering" Magazine]. 2011. No. 9. Pp. 16–21. [In Russian]
15. KATRAN-OptActivePower. The state registration certificate No. 2019618397 dated July 1, 2019. A.V. Varganova, A.V. Malafeev. Copyright: Nosov Magnitogorsk State Technical University. Decl. on June 7, 2019. Publ. on July 1, 2019. [In Russian]

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



# XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi  
Approved  
Event



# КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

## Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

### X Международный конгресс



Энергосбережение и  
энергоэффективность –  
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР: **FarEXPO**



Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37 st@farexpo.ru www.farexpo.ru  
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон G

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:







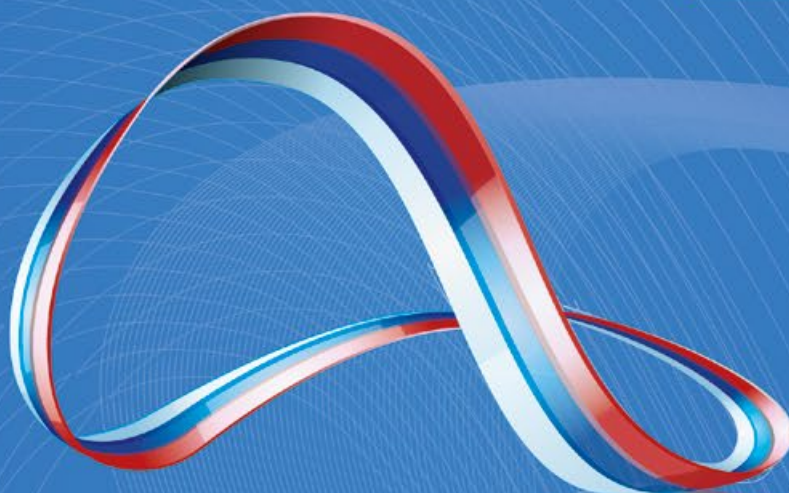
**КЛИМАТА**

# 17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,  
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД



ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ  
СОБЫТИЕ ГОДА\*



## Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

**9-12 МАРТА 2021**  
МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

\* Согласно данным ООО «Евроэкспо» на основании количества посетителей, профилей участников и стран-участниц выставки 2020 года

Получить новых поставщиков и клиентов

Договориться о выгодных условиях и скидках

Найти новые возможности заработать

Узнать о крутых продуктах и технологиях

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



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

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕКОМЕНДУЕТ



# 25

ЮБИЛЕЙНАЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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

# 0+

# aqua THERM MOSCOW

2–5 февраля 2021

Крокус Экспо, Москва

Для бесплатного прохода  
на выставку зарегистрируйтесь  
на сайте: [aquatherm-moscow.ru](http://aquatherm-moscow.ru)



Промокод: **СОК**

Developed by



Организаторы



Специализированные разделы

WORLD OF  
WATER & SPA





• Москва • Санкт-Петербург • Белгород • 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 • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Орёл • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саранск • Саратов • Москва • Санкт-Петербург • Брянск • Владимир • Калуга • Смоленск • Воронеж • Тверь • Липецк • Тула • Рязань • Великий Новгород • Чебоксары • Набережные Челны • Казань



# LUNDA

## инженерные системы

Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Казань • Владимир • Воронеж • Великий Новгород • Калуга • Петрозаводск • Липецк • Рязань • Казань • Чебоксары • Набережные Челны • Тверь • Владимир • Ростов-на-Дону • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Сочи • Пенза • Владимир • Нижний Новгород • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Саратов • Белгород • Брянск • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Чебоксары • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Брянск • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск •

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