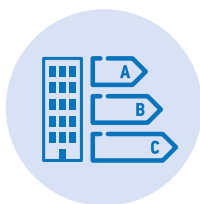




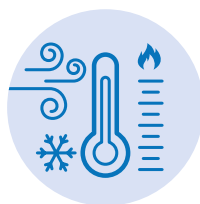
16

Обучение  
и цифровизация  
заказчика



34

О путях  
экономии  
энергии



44

Климатика:  
дискуссия  
профессионалов



63

Локализация  
в ветроэнергетике  
России

## ПЕРВЫЙ В РОССИИ

### ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЯТОР

серии ВИР600

### С ДИАМЕТРОМ КОЛЕСА 1,8 МЕТРА

ВЫПОЛНЕННЫЙ ПОЛНОСТЬЮ  
ИЗ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ  
КОМПЛЕКТУЮЩИХ.

# ВЕЗА



# МИР КЛИМАТА

EXPO 2023

EXPO  
КОНГРЕСС  
HVAC/R  
ИНДУСТРИЯ

28 февраля –  
3 марта 2023  
Москва  
ЦВК «Экспоцентр»

Климат,  
который  
делают  
**ЛЮДИ**

РЕКЛАМА ООО «ЕВРОЭКСПО»

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

Организаторы:



Генеральный  
интернет-  
партнер:



При поддержке:



Российский союз предприятий  
холодовой промышленности  
РОССОЮЗХОЛОДПРОМ



НОВАЯ Международная выставка оборудования,  
технологий и услуг для вентиляции,  
кондиционирования и холодоснабжения бытовых,  
коммерческих и промышленных объектов



## 5 причин посетить AIRVent:

- вживую оценить новинки оборудования для вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения
- найти новых поставщиков с выгодными условиями закупок
- лично встретиться с топ-менеджерами компаний и провести переговоры
- укрепить отношения с текущими партнерами
- получить достоверное представление о рынке и достижениях в импортозамещении

Одновременно с Aquatherm Moscow,  
крупнейшей в России и СНГ  
международной выставкой  
комплексных инженерных решений

aqua  
THERM  
MOSCOW

**14-17.02.2023**

Москва, Крокус Экспо  
[airventmoscow.ru](http://airventmoscow.ru)

Получите бесплатный  
билет по промокоду  
**sok**



0+



### [О новой технологии и новом мышлении](#)

Иногда случается так, что некая техническая проблема долго не решается. Однако не существует нерешаемых проблем. Сегодня в рамках эксклюзивного интервью мы беседуем с Виталием Хизниченко, генеральным директором компании Imrex Expert, о технологии, которая способна кардинальным образом повлиять на сегмент утилизации отходов.

12



### [О путях экономии энергии на отопление жилых зданий](#)

Практически ежегодно происходит заметное увеличение тарифов на тепловую и электрическую энергию на отопление жилых, общественных и производственных зданий. Причём увеличение тарифов в отдельных регионах идёт по-разному. Имеет место и значительное отличие тарифов в самих регионах.

34



### [Михаил Викторов, НОТИМ: 2023-й — год обучения и цифровизации заказчика](#)

Цифровые информационные модели и системы, цифровизация управления строительством — эти понятия вошли в обиход передовой части строительной отрасли. Но более 80% компаний или перешли на «цифру» в минимальной доле или не перешли вовсе. И одно из узких мест — это цифровизация заказчиков.

16



### [Геотермальная энергетика: обзор российских научных школ](#)

В предлагаемой статье представлены результаты исследований российских научных организаций по глубинной и поверхностной геотермии. Отмечены результаты работ российских научно-исследовательских организаций в области геотермальной теплогенерации в Краснодарском крае, Чечне и Дагестане.

36



### [От погоды в доме к климату в офисе и на предприятии](#)

Для кого-то «погода в доме» — строка из популярной в прошлом песни, а для климатехников это в первую очередь стабильная работа систем отопления, вентиляции, кондиционирования, которые эту «погоду» создают. Предлагаем вниманию читателей дискуссию профессионалов климатического сегмента.

44



### [Предлагаемые изменения к новым решениям Минстроя России](#)

На страницах журнала СОК и других изданий автором статьи высказывались критические замечания и конкретные предложения по изменению утверждённых Минстроем России нормативно-технических документов, призванных обеспечить повышение энергоэффективности строящихся и существующих зданий...

52

Ежемесячный отраслевой журнал  
«Сантехника, отопление, кондиционирование»

№ 2143 в Перечне ВАК Министерства  
образования и науки РФ (от 01.11.2022)

#### Учредитель и издатель

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

#### Директор

Константин Михасев

#### Главный редактор

Александр Николаевич Гудко

#### Технические редакторы

Сергей Брух, Александр Говорин

#### Руководитель отдела рекламы

Татьяна Пучкова

#### Ответственный секретарь

Ольга Юферева

#### Дизайн и верстка

Роман Головкин

#### Редакционная коллегия

Председатель:

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

Сопредседатели:

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

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

Заместитель председателя:

И.Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ РАН

Секция «Сантехника»

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

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

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

Секция «Отопление и ГВС»

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

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

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

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

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

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

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

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

В.И. Прохоров, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ»

Секция «Энергосбережение»

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

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

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

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

Секция «ВИЗ»

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

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

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

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

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

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

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

Секция «Биоэнергетика»

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

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

В.В. Мясоедова, д.х.н., проф., ФГБНУ «ФИЦ ХФ РАН»

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

\* Руководитель секции.

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

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

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

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

Подписной индекс: П1895.

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

#### Адрес в Интернете

[www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru), [www.forum.c-o-k.ru](http://www.forum.c-o-k.ru)

#### Отпечатано в типографии

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

Тираж 15 000 экз. Цена свободная.

Выпуск № 251 (11/2022). Дата выхода: 19.12.2022.

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

ISSN 1682-3524

## Новости

4

## События

[ГК «СиСофт» заключила соглашение о сотрудничестве с МИТУ-МАСИ](#)

8

[Эксклюзивное оборудование на Heat&Power 2022 в контексте тренда на импортозамещение](#)

10

## Интервью

[О новой технологии и новом мышлении](#)

12

## ВМ-проектирование

[Михаил Викторов: 2023 год должен стать «Годом обучения и цифровизации заказчика»](#)

16

[Моделирование и исследование в COMSOL Multiphysics функциональных характеристик объектов социальной инфраструктуры](#)

19

## Сантехника и водоснабжение

[Эмиссия газов в воздушный бассейн из канализационных очистных станций](#)

26

## Отопление и ГВС

[Проекты года. Чугунная классика: котельные для ЗАО «НПК «ЯрЛИ»](#)

28

[Проекты года. Социальная газификация: «Мособлгаз» догазифицировал 2805 населённых пунктов в МО за полтора года](#)

30

[Российские аналоги американских сплавов 314 и 316](#)

32

[О путях экономии тепловой и электрической энергии на отопление жилых зданий](#)

34

[Геотермальная энергетика: обзор российских научных школ](#)

36

## Кондиционирование и вентиляция

[Проекты года. Чиллеры ERACO & ROYAL Clima на страже здоровья жителей Ленинградской области](#)

41

[Высоконапорные вентиляторы ВИР: работают там, где другие не справятся](#)

42

[От погоды в доме к климату в офисе и на предприятии](#)

44

## Энергосбережение и ВИЭ

[Предлагаемые изменения к новым решениям Минстроя России об энергоэффективности зданий и определения их теплопотребления](#)

52

[Модельные подходы и параметры оценки энергетической эффективности здания](#)

60

[Карго-культ, или Локализация в российской ветроэнергетике](#)

63

## Одной строкой

•• Возобновляемые источники энергии в начале 2025 года обойдут уголь и станут главным поставщиком электричества на планете, говорится в отчёте Международного энергетического агентства (МЭА).

•• Компания «Бастион» получила заключение Минпромторга, подтверждающего российское происхождение выпускаемого оборудования.

•• 15 ноября 2022 года в Тайване (Китай) состоялась конференция дистрибьюторов GREE Taiwan Distributors Conference 2023 & Press Conference. Оуэн Ли, помощник генерального менеджера GREE Electric Appliances, Inc., из Чжухая, был приглашён на конференцию и представил дистрибьюторам достижения GREE в области технологических инноваций и контроля качества.



•• Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ) назвала имена лауреатов премии «Золотой ветер» 2022. Почётный приз получили Василий Зубакин и Алексей Строгов. Премия «Золотой ветер» является высшей наградой российского ветроэнергетического рынка и ежегодно вручается за выдающийся вклад в развитие ветроэнергетики страны.

•• Редкие трубы увеличенного диаметра «Корсис Плюс» диаметром 3,5 м, которые необходимы для развития коммунальной инфраструктуры Подмосквья, начали делать на Климовском трубном заводе. Для этого потребовалось модернизировать производство и обучить сотрудников новым методам стыковки и сварки.

•• 22 ноября 2022 года генеральный директор российской «Группы Полипластик» Мирон Горилловский и акционер казахстанского ТОО «BSD Construction» Ерлан Идрисов завершили сделку по приобретению «Группой Полипластик» 75% в уставном капитале казахстанского предприятия, сообщает пресс-служба компании из РФ.

•• Универсальные зарядные станции для электротранспорта, сделанные в Удмуртии, появились на улицах столицы республики. Их производство локализовано на территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) в городе Сарапул, а после открытия нового Технопарка «ИКСЭл-Сарапул», который строит ТПХ «Русклимат», завод станет его резидентом. Производственная мощность предприятия составит более 1350 изделий в год.



## RIFAR – Марка №1 в России

По результатам общенационального голосования «Народная марка 2022» — радиаторы отопления RIFAR признаны «Маркой №1 в России». С сентября по октябрь 2022 года, путём прямого общенационального голосования, россияне выразили своё отношение к производителям различных товаров и услуг, представленных на отечественном рынке, заполнив анкеты в электронных СМИ и в социальных медиа. В них необходимо было отметить названия лучших компаний и марок по мнению потребителя.

Компания RIFAR стала лауреатом премии «Народная марка» 2022 года в категории «Радиаторы отопления». Отметим, что категории конкурса в 2022 году тщательно отбирались на основании исследования потребительского рынка таким образом, чтобы товары, представленные в категории, имели устоявшийся бренд, национальную дистрибуцию и использовались большинством жителей России.



«Марка №1 в России» — это система оценки знания и использования брендов в национальном масштабе, которая объективно определяет картину предпочтений россиян. С 1998 года в голосовании за лидеров потребительского рынка приняли участие более 10 млн человек.

Компания RIFAR благодарит всех покупателей, всех своих партнёров и друзей за оказанное доверие!

RIFAR — 20 лет с заботой о качестве вашей жизни!

## SHUFT HVAC Technologies

### Новый ассортимент чиллеров SHUFT HVAC Technologies



В 2022 году SHUFT HVAC Technologies и турецкий производитель Provent заключили договор на эксклюзивную поставку чиллеров совместного производства.

SHUFT HVAC Technologies ПО «ВентИнжМаш» является одним из ведущих российских производителей оборудования для систем вентиляции и кондиционирования.

Компания Provent основана в 2007 году в Стамбуле для производства систем кондиционирования и вентиляции. Предприятие,

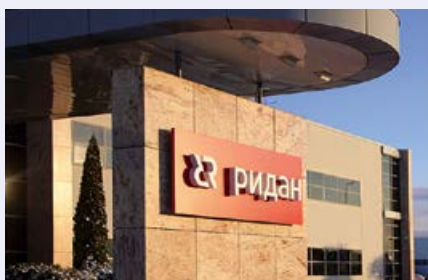
обеспечивающее полный цикл производства чиллеров и руфтопов, расположено на площади 21 тыс. м<sup>2</sup>, оборудовано семью современными станками с числовым программным управлением (ЧПУ) и покрасочной камерой. Каждый чиллер проходит испытания в собственной лаборатории, расположенной на производстве SHUFT HVAC Technologies. Срок производства оборудования составляет четыре недели.

Ассортимент устройств совместного производства включает чиллеры мощностью от 30 до 1500 кВт в стандартном исполнении и до 2500 кВт в специсполнении. В зависимости от мощности используются компрессоры Danfoss или Frascold, испарители Refcar, вентиляторы Rosenberg, насосы Standart, контроллеры собственного производства Provent. Варианты исполнения чиллеров: с водяным охлаждением конденсатора, с выносным конденсатором, с фриулингом.

Источник: Мир Климата/Холода.

«Ридан»

## «Ридан» – новое имя Danfoss в России



В рамках соглашения с международной группой Danfoss A/S в конце ноября компания ООО «Данфосс» изменила официальное наименование на ООО «Ридан». Подразделение приводной техники «Данфосс» выделилось в компанию «ВЕДА МК» в апреле 2022 года. Первого декабря компания «Ридан» собрала более 500 партнёров и клиентов на территории своего офисно-производственного комплекса в Московской области, чтобы отчитаться о проделанной работе и рассказать о планах на будущее.

Мероприятие прошло в недавно построенном корпусе, где пока ещё не установлено производственное оборудование. В помещении площадью более 2000 м<sup>2</sup> расположились

конференц-зона для выступления спикеров, выставка оборудования, аудитории для тематических секций.

Руководители компаний рассказали, что было сделано для сохранения привычного уровня качества продукции и сервисов, поделились планами по развитию.

На выставке оборудования были представлены образцы продукции и демонстрационные стенды, имитирующие работу инженерных систем. Руководители направлений консультировали посетителей по техническим характеристикам, подбору, эксплуатации и наличию представленного оборудования.

Мероприятие завершилось тематическими секциями для специалистов, где эксперты «Ридан» рассказали о ключевых продуктах и программном обеспечении.



Подробнее о мероприятии компании ООО «Ридан», проведённом 1 декабря 2022 года

Одной строкой

:: Торгово-производственный холдинг (ТПХ) «Русклимат» заключил трёхстороннее инвестиционное соглашение о развитии социальной, транспортной и научно-производственной инфраструктуры города Киржач и Киржачского района Владимирской области.

:: Директор по энергетическим рынкам и внешним связям, член правления АО «Системный оператор Единой энергосистемы» Андрей Катаев с рабочим визитом посетил Коммерческо-технологический центр АО «Атомэнергопромснаб» дивизиона «Ветроэнергетика» Госкорпорации «Росатом».



:: На заводе «Хевел» в Новочебоксарске завершена четвертая модернизация производства и обновлена линейка продукции. Завод перешёл на увеличенный формат фотоэлектрической ячейки — самостоятельный продукт, который поставляется для различных солнечных решений. Переход на новый размер ячеек позволил увеличить мощность и эффективность фотоэлектрических преобразователей и фотоэлектрических модулей.

:: ПАО «Энел Россия» получило разрешение на ввод в коммерческую эксплуатацию первой очереди мощностью 170 МВт (84% от проектной мощности) самой крупной ветроэлектростанции Российской Федерации — Кольской ВЭС (проектная мощность 201 МВт), расположенной за Полярным кругом в Мурманской области.

:: Министр финансов Германии Кристиан Ландер предложил ввести налог на сверхприбыль для нефтегазовых компаний. Предполагается, что налог составит 33%. Об этом сообщила газета Die Welt со ссылкой на документ.

:: Генеральный директор ДОМ.РФ Виталий Мутко в эфире телеканала «Россия 24» заявил, что принятие новых мер поддержки обеспечит увеличение доли «зелёных» многоквартирных домов в четыре раза — на 20% — к 2030 году.

:: В России насчитывается более 4367 зарядных станций. Среди них и 688 новых станций с функционалом быстрой зарядки, а 3679 станций поддерживают только медленное восполнение энергии. На быстрой зарядке машины находятся 54 минуты, а на медленной в среднем тратят один час и 36 минут.

«Русклимат»

## ТПХ «Русклимат» принял участие в ВИК-2022



В рамках Владимирского инвестиционного конгресса (ВИК) 2022 Торгово-производственный холдинг (ТПХ) «Русклимат» представил продукцию новых предприятий, которые станут резидентами ОЭЗ «Владимир». Положительное решение о её создании было принято межведомственной правительственной комиссией 30 ноября. Стенд ТПХ «Русклимат» посетил заместитель министра промышленности и торговли РФ Александр Беспрозванных и глава региона Александр Авдеев.

В ходе пленарного заседания «Устойчивое развитие. Поддержка ответственного ведения бизнеса» председатель совета директоров ТПХ «Русклимат» Михаил Тимошенко представил ESG-повестку холдинга и предложил слушателям кейсы, которые уже сегодня позволяют Киржачу получать пользу от

работы социально-направленных предприятий на территории города. Кроме этого, он дал положительную оценку новому закону Владимирской области об ответственном бизнесе и отметил: *«Если при ответственном ведении бизнеса будет работать система, позволяющая получать дополнительные преференции, то это положительно скажется не только на развитии холдинга, но и на всех подобных предприятиях по всей стране».*

В ходе конгресса было подписано трёхстороннее инвестиционное соглашение о развитии социальной, транспортной и научно-производственной инфраструктуры города Киржача и Киржачского района Владимирской области. Общий объём инвестиций составит более 2,8 млрд руб. В частности, на территории технопарка «Русклимат ИКСЭл» будет построен логистический центр площадью 40 тыс. м<sup>2</sup> и новый производственный корпус площадью 35 тыс. м<sup>2</sup>.



## Одной строкой

22 ноября в рамках Международного форума «АТОМЕХПРО» инжиниринговая компания «Атомэнергопроект» госкорпорации «Росатом» подписала соглашение о сотрудничестве в области информационных технологий с крупнейшим отечественным разработчиком ПО и ИТ-решений — ГК «СиСофт» (CSoft).

Государственная Дума ФС РФ приняла в первом чтении законопроект, снимающий избыточные административные барьеры в сфере теплоснабжения. Документ инициирован депутатом Дмитрием Исламовым («Единая Россия»).



Великобритания строит в Восточном Йоркшире самую большую систему хранения энергии в Европе — Tesla Megapacks мощностью 196 МВт·ч.

Доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом энергобалансе к 2050 году увеличится в 7,5 раз (до 28%), однако ископаемое топливо останется приоритетным в мировом энергопотреблении. Такой прогноз представил руководитель Роснедр Евгений Петров.

По итогам независимого экологического аудита проект компании Regions Development — жилой комплекс премиум-класса Dream Towers — стал лучшим в категории «Экологическая экспертиза» на престижной премии в сфере жилой недвижимости Urban Awards 2022. Локация проекта — Нагатинский затон — отмечена среди наиболее экологически благоприятных районов Москвы.

ООО «ЭНЭЛТ Арктика» (Якутия, 100%-я дочерняя компания ООО «Группа ЭНЭЛТ») заменит в 11 посёлках Якутии дизельную генерацию на автономные гибридные энергоустановки, сообщает пресс-служба «Корпорации развития Дальнего Востока и Арктики» (КРДВ).

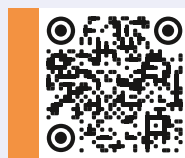
К концу октября совокупная установленная мощность по производству электроэнергии в Китае достигла около 2,5 млрд кВт, увеличившись на 8,3% в годовом исчислении, свидетельствуют данные Государственного управления по делам энергетики КНР.

## «Лунда»

### Сервис Obermaster – его плюсы и возможности!

Мы уже рассказывали про очень удобный сервис для автоматизации бизнеса Obermaster, который разработан при поддержке LUNDA. Напомним: он позволяет оперативно контролировать все этапы работ по каждому объекту, упрощает документооборот, а также взаимодействие с заказчиками и сотрудниками. Вы сможете тратить меньше времени на «бумажную» работу и организационные задачи, выполнять больше заказов и, соответственно, больше зарабатывать.

У сервиса очень много функций. Ознакомиться с ними подробно можно на сайте или посмотреть видеоролик, который в LUNDA сняли специально для вас.



Многочисленные функции сервиса Obermaster в видеоролике компании LUNDA



Также LUNDA советует вам самим попробовать Obermaster, тем более что на сайте компании за покупку годовой подписки вас ждут 25 000 бонусных рублей в подарок. А перед покупкой можно пользоваться «Обермастером» три месяца бесплатно.

Источник: ООО «Лунда».

## Выставки

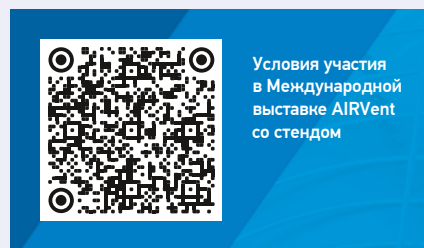
### Журнал СОК примет участие в новой климатической выставке AIRVent



14–17 февраля 2023 года в городе Москве, в МВЦ «Крокус Экспо», состоится AIRVent — новая международная выставка оборудования, технологий и услуг для вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения бытовых, коммерческих и промышленных объектов. Выставка AIRVent состоится одновременно и на одной площадке с Aquatherm Moscow. Ранее выставка AIRVent являлась специализированным разделом выставки Aquatherm Moscow, и в 2022 году раздел посетили более 5600 специалистов.

Журнал СОК выступает генеральным информационным партнёром выставки, принимает участие со стендом, а также является организатором конференции «BIM & BEM: Моделирование систем инженерного обустройства зданий и сооружений», которая состоится в рамках деловой программы AIRVent.

Эксперты отрасли расскажут об использовании инструментов цифрового строительства при создании и обслуживании систем инженерного обустройства зданий и сооружений, а также о ситуации с импортозамещением необходимого программного обеспечения. Приглашаем вас присоединиться к выставке и стать участником значимого для климатической и холодильной отрасли мероприятия. Своё участие в выставке AIRVent уже подтвердили ведущие игроки рынка, среди которых: «Русклимат», «ВЕЗА», производственная группа «Антарес», «БРИЗ — Климатические системы», Breezart, «Империя Климата», Era, Fachmann, «Инвент», «РостоПласт», «Ровен», Simecs, Shiberg, «Унисплит», «Вентарт Групп», «Трейд Групп», Waer, Metal Processing Technology, «Терма», «Инфрарэда», Resol, «Шеф ТД», «Русский холод», «Промситех», «КриоФрост», ИЭМЗ «Купол», «Итал Россия СПб», «Ванвент», СССЕ и другие.







**ООО «Дорогобужкотломаш»**

## ООО «Дорогобужкотломаш» и НИУ «МЭИ» подписали соглашение о сотрудничестве

В Национальном исследовательском университете «МЭИ» состоялось подписание соглашения о сотрудничестве НИУ «МЭИ» и компании ООО «Дорогобужкотломаш». Со стороны «МЭИ» подпись под документом поставил ректор Николай Роголёв, со стороны предприятия — первый заместитель генерального директора Александр Борцов.

Инжиниринговый центр НИУ «МЭИ» в рамках рабочей встречи обсудил создание совместного студенческого Конструкторского бюро по котельной технике, которое сможет заниматься разработкой перспективного тепло-технического оборудования, а также модернизацию лаборатории высокотемпературных процессов и установок (ИТНО). Стороны обсудили развитие материальной базы студенческого Конструкторского бюро, организацию стажировок и практик студентов НИУ «МЭИ» в ООО «Дорогобужкотломаш» (ДКМ).

По результатам встречи составлен проект плана совместной деятельности Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» и ООО «Дорогобужкотломаш», совместная работа которых позволит создавать высокоэффективные отечественные горелочные устройства и конденсатные котлы в рамках перспективных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). НИУ «МЭИ» и ООО «Дорогобужкотломаш» подписали соглашение о сотрудничестве.



Подробнее о встрече представителей ООО «Дорогобужкотломаш» и НИУ «МЭИ»

**«Систэм Электрик»**

## «Систэм Электрик» представила устройства для автоматизации инженерных систем зданий



Российская производственная компания «Систэм Электрик» (Système Electric, ранее Schneider Electric в России) представила линейку SystemeHD: программируемые BACnet-контроллеры SystemeHD и подключаемые к ним модули расширения. Устройства предназначены для работы в составе системы BMS совместно с системой диспетчеризации Systeme Platform.

Новая линейка разработана для автоматизации инженерных систем зданий, в частности, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ). Возможности программирования позволяют применять контроллеры в различных конфигурациях при-

точно-вытяжных установок, тепловых пунктов, зонального регулирования и для других задач ОВКВ. Контроллеры работают под управлением системы диспетчеризации Systeme Platform и подключаются по высокоскоростному интерфейсу Ethernet с передачей данных по протоколу BACnet IP. Специализированный инструмент для программирования контроллеров позволяет легко и удобно создавать и настраивать необходимые алгоритмы автоматизации.

Устройства SystemeHD оснащены дискретными аналоговыми входами и выходами, число которых может быть увеличено при помощи локальных или удалённых модулей расширения. Благодаря портам RS-485 с поддержкой протоколов BACnet MS/TP и Modbus RTU, к устройствам SystemeHD можно подключить датчики с протоколом Modbus, комнатные цифровые термостаты, панели человеко-машинного интерфейса и преобразователи частоты. В линейке доступны модели с двумя портами Ethernet, что делает возможным построение частной выделенной сети автоматизации.

**Одной строкой**

:: Холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех» запустил производство чиллеров, предназначенных для кондиционирования воздуха и обеспечения холодом сложных технологических процессов. Производство линейки, получившей название Pluton, развёрнуто на НПП «Сигнал» (входит в концерн «Автоматика» холдинга «Росэлектроника»).



:: Первая ветроэлектростанция будет построена в 2023 году в Новоланском районе Дагестана. Сумма частных инвестиций оценивается в 1,4 млрд руб., сообщили в пресс-службе министерства энергетики и ЖКХ Дагестана.

:: Власти Великобритании выделили миллиард фунтов стерлингов в рамках новой программы по улучшению теплоизоляции домов и их энергоэффективности для экономии энергии на фоне кризиса в стране.



:: Цены на литий-ионные батареи для электромобилей с начала 2022 года возросли на 7%, до \$151 за 1 кВт·ч. По данным BloombergNEF, это первый подъём цены на такие батареи с 2010 года. Рост цен связан с возросшей стоимостью лития и никеля.

:: Модернизация систем ливневого водоотведения в регионах России станет одной из первоочередных задач новой федеральной программы обновления жилищно-коммунального хозяйства РФ. Об этом ТАСС сообщили в понедельник в Министерстве строительства и ЖКХ РФ.

:: Швейцария может запретить электромобили для экономии электричества. Страна опасается дефицита электроэнергии этой зимой, потому что основные поставщики, Франция и Германия, могут не обеспечить необходимую мощность из-за проблем с собственной генерацией.

Источник: Systeme.ru.

## ГК «СиСофт» заключила соглашение о сотрудничестве с МИТУ-МАСИ

Подписание соглашения состоялось в рамках конференции «Подготовка квалифицированных кадров в условиях цифровой трансформации строительной отрасли». Мероприятие прошло на площадке МАСИ 23 ноября 2022 года.

Подписи на документе поставили первый проректор Автономной некоммерческой организации высшего образования «[Московский информационно-технологический университет — Московский архитектурно-строительный институт](#)» (АНО ВО «МИТУ-МАСИ») Светлана Забелина и исполнительный директор «[СиСофт Разработка](#)» (ГК «СиСофт») Михаил Бочаров.

Организаторами конференции стали Департамент строительства города Москвы и АНО ВО «МИТУ-МАСИ». В мероприятии приняли участие представители строительных организаций, проектных институтов, разработчики программно-обеспечения, студенты [МИТУ-МАСИ](#).

С приветственным словом перед аудиторией выступила первый проректор АНО ВО «МИТУ-МАСИ» Светлана Забелина и заместитель руководителя центра компетенций Департамента строительства города Москвы Елена Звонарёва.

Представили [ГК «СиСофт»](#) ознакомили участников мероприятия с опытом разработки и внедрения собственных технологий информационного моделирования на предприятиях промышленного и гражданского назначения. В частности, руководитель проектов компании «[СиСофт Девелопмент](#)» Егор Бачурин выступил с докладом «Технологии и опыт применения российской системы информационного моделирования Model Studio CS». Он рассказал о широких возможностях продуктов линейки Model Studio CS, незаменимой в различных направлениях современной промышленности. Кроме того, докладчик сообщил об опыте импортозамещения зарубежных программных комплексов, автоматизации процесса проектирования предприятий промышленного и гражданского назначения, а также о единой среде разработки информационной модели на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства.



❖ [ГК «СиСофт»](#) заключила соглашение о сотрудничестве с [МИТУ-МАСИ](#)

Исполнительный директор «[СиСофт Разработка](#)» (ГК «СиСофт») Михаил Бочаров отметил: «*Российская система образования, несмотря на все реформы, продолжает выпускать специалистов, обладающих главным умением для IT и других высокотехнологических отраслей — способностью обучаться. И отечественные разработчики — всегда в авангарде. Соглашение, которое мы подписали сегодня, — это важный шаг на пути к нашей общей цели, которая заключается в том, чтобы дать информационной и промышленной отраслям ещё больше молодых профессионалов, готовых к реализации передовых проектов самого разного масштаба.*»



❖ Егор Бачурин выступил с докладом «Технологии и опыт применения системы информационного моделирования Model Studio CS»

Руководитель проектов компании «[СиСофт Девелопмент](#)» Егор Бачурин сказал: «*Наша страна уверенно движется по пути импортозамещения иностранных программных продуктов на предприятиях строительной, машиностроительной, металлургической, энергетической и других отраслей. Такие конференции, как сегодняшняя, играют большую роль в этом процессе. Во-первых, они являются важными площадками популяризации отечественных решений в области информационного моделирования, управления и автоматизации производства. Во-вторых, здесь разработчики, представители регуляторов, действующие и будущие специалисты получают возможность обмена опытом, знаниями и мнениями, что на сегодняшнем этапе становления российской отрасли информационного моделирования особенно важно.*» ●



❖ Участники конференции «Подготовка квалифицированных кадров...» 23 ноября 2022 года

27-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
Самая крупная в России выставка комплексных  
инженерных решений для отопления, водоснабжения,  
канализации и бассейнов\*

0+

# aqua THERM MOSCOW

14–17.02.2023

Москва, Крокус Экспо

Получите билет бесплатно  
на сайте выставки, используя

Промокод: **СОК**  
[aquathermmoscow.ru](http://aquathermmoscow.ru)



## Эксклюзивное оборудование на Heat&Power 2022 в контексте тренда на импортозамещение

С 25 по 27 октября 2022 года в МВЦ «Крокус Экспо» при информационной поддержке журнала СОК состоялась 7-я Международная выставка промышленного котельного, теплообменного и электрогенерирующего оборудования — [Heat&Power 2022](#), представив актуальные технологические достижения для теплоэнергетических предприятий.



Выставка прошла при поддержке Комитета Госдумы ФС РФ по энергетике, Минпромторга России и профильных ассоциаций. Партнёрами деловой программы выступили: НП «НАЭВИ», Проектный офис развития Арктики (ПОРА), Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики, Ассоциация «ЭнергоИнновация», ERBA-ECO, Ассоциация водных компаний (АВК).

### Экспозиция: эксклюзивные технологические решения для теплоэнергетики в условиях импортозамещения

Экспоненты [Heat&Power 2022](#) продемонстрировали современное промышленное оборудование для котельных в одном зале с Международной выставкой промышленных насосов, компрессоров и трубопроводной арматуры, приводов и двигателей PCVExpo 2022. Формат объединённой экспозиции позволил увеличить количество потенциальных клиентов для участников каждой выставки, а посетителям — ознакомиться с широким выбором инновационных технологических решений для предприятий различных отраслей промышленности: машиностроения, приборостроения, строительства, химического и нефтехимического производства, распределённой генерации тепловой и электроэнергии, водо- и теплоснабжения и других.



В [Heat&Power 2022](#) приняли участие крупнейшие производители и поставщики промышленного оборудования: «Агуна», «Барнаульский котельный завод», «Аксион-холдинг» (Ижевский моторный завод), «Теплообмен», «КАМА-Энергетика», Нижегородский завод теплообменного оборудования (ООО «НЗТО»), «Паллант», «СибАрМаГаз», «Водотепломонтаж», «АМЗ Газэнергомаш», «Дымоходные системы Prime», «Корулснаб», «Невский», ГК «ЭСКМ», «ЗЕВС-Трубопровод», «ПСМ», «Карос», «Завод газовых машин», «Кузбассэнергопромаш» («КЭПМ») и другие.

Деятельность большинства компаний — участников выставки нацелена на производство импортозамещающей продукции. Актуальность данного направления подтвердилась высоким интересом к российским материалам и оборудованию экспонентов [Heat&Power 2022](#), что будет способствовать росту отечественного производства.

*«Посетителей на выставке было много, и тренд на импортозамещение проявлялся не на словах, а на деле: наши заказчики активно интересовались именно российской продукцией. С точки зрения охвата аудитории и узнаваемости бренда для нас это выгодно», — отметил Илья Макаров, заместитель начальника управления поставок технического оборудования «ЭСКМ».*

Многопрофильная «Корпорация АК «Электросевнавмонтаж» («ЭСКМ») в третий раз участвует на [Heat&Power](#). В этом году компания представила свои последние достижения в сфере теплообменных технологий: пластинчатые и интенсифицированные кожухотрубные теплообменники, а также теплообменники специального назначения.



Продукция привлекла внимание представителей предприятий коммунальной и промышленной теплоэнергетики, ЕРС-подрядчиков, торговых организаций, предприятий нефтегазового сектора, а также основных заказчиков «ЭСКМ» — компаний, входящих в дивизион госкорпорации «Росатом». Наибольший интерес посетительской аудитории вызвали теплообменные пластины собственной штамповки, образцы пластинчатого и кожухотрубного теплообменников.

*«Коммерческую эффективность участия будем замерять числом реальных клиентов с выставки. По итогам трёх выставочных дней мы получили свыше 50 целевых контактов. Думаю, 1/3 из них — горячие, остальные новые. Для нас это очень хороший результат. Можно сказать, [Heat&Power](#) — единственная профильная выставка, участие в которой всегда оправдывает наши ожидания», — резюмировал заместитель начальника управления поставок технического оборудования «ЭСКМ» Илья Макаров.*

Компания «ПСМ» — системообразующее предприятие в области энергетического машиностроения в РФ, привезла на [Heat&Power](#) газопоршневую электростанцию на базе двигателя «Бодуин» как высококонкурентную продукцию в тематике газопоршневого оборудования.

Участвуя в выставке, компания ставила перед собой в основном имиджевые задачи, поэтому ожидала не большое количество клиентов, а конкурентную среду, представленную множеством компаний в трёх тематических блоках [Heat&Power 2022](#).



«Одна из наших стратегических задач на [Heat&Power](#) — пообщаться с рынком, вторая — показать, что у компании всё хорошо: она развивается, растёт и участвует в выставках, — пояснил генеральный директор компании «ПСМ» Андрей Медведев. — Вот почему лично для меня, как для гендиректора компании, [Heat&Power](#) — это возможность максимально результативно провести на одной площадке бизнес-встречи с партнёрами, конкурентами, крупными поставщиками. Мы наметили порядка двенадцати встреч, половина из них состоялась уже на второй день. Можно сказать, что свои имиджевые задачи мы решили, а коммерческие перед нами не стояли. Учитывая высокую эффективность нашего участия на [Heat&Power 2022](#), мы готовы буквально сейчас обсуждать застройку стенда на следующий год и рекомендовать выставку профильным компаниям».

В числе участников, которые впервые экспонировали свою продукцию на [Heat&Power](#), — компания «ЗЕВС-Трубопровод», выпускающая технологическое оборудование для очистки теплоагрегатов от накипи и твёрдых отложений. На стенде компании можно было оценить работу электрогидроимпульсной установки. Компания «ЗЕВС-Трубопровод» представила установку как модернизированное, эффективное работающее решение с новым промышлен-



ном дизайном. Экспонируемое оборудование вызвало интерес представителей сельскохозяйственной отрасли, индустрии здравоохранения, а также проектировщиков и строителей объектов теплоэнергетики. В контексте тренда на импортозамещение электрогидроимпульсная установка более чем востребована у российского потребителя, так как не только сделана в России, но и почти на 100% состоит из отечественных компонентов.

Участие в [Heat&Power 2022](#) прокомментировал Владимир Стегний, директор по марке-



тингу компании «ЗЕВС-Трубопровод»: «Ожидания от выставки оправдались. Мы идём по номинальному сценарию и не зря приехали на выставку, так как в цепочке взаимодействия с клиентом выставка — короткий путь к совершению сделки. Мы впервые на [Heat&Power](#), но уже поставили рекорд по сравнению с участием в других выставках: 250–300 контактов. Из них если будет пяти-шести хороших контрактов, это окупит участие, и компания будет в плюсе. В следующем году готов участвовать, так как победа на одной выставке — это не финальная точка, а просто новое состояние, новый этап».

### Рекордный интерес посетительской аудитории

Выставку [Heat&Power](#) посетили 4140 специалистов, из которых 3224 человека — посетители выставки промышленного котельного, теплообменного и электрогенерирующего оборудования [Heat&Power](#) и выставки промышленных насосов, компрессоров и трубопроводной арматуры, приводов и двигателей PCVExpo, 916 — специалисты, пришедшие по билетам других выставок промышленного оборудования, проходивших одновременно с [Heat&Power](#) (Testing & Control, NDT Russia, ExpoCoating Russia, GasSuf). Количество новых посетителей составило 63%.

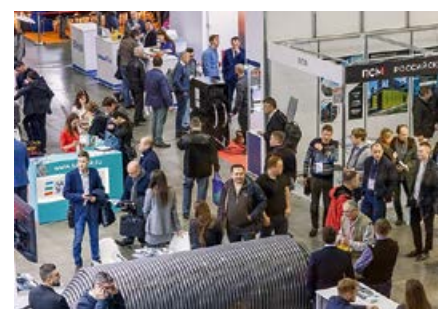


По сравнению с 2021 годом количество целевых посетителей выставки [Heat&Power](#) возросло на 38%, количество посетителей из расчёта на одну компанию-участника увеличилось на 130%. Данный показатель значительно превысил не только результат прошлого года, но и стал рекордным за последние пять лет, продемонстрировав рост по отношению к допандемийному (2019-му) году на 23%.

Количество специалистов, влияющих на принятие решений о закупках, возросло на 95%. Доля топ-менеджеров достигла 68%.

### Деловая программа: проблемные вопросы повышения экономической эффективности распределённой генерации

В этом году все три дня деловой программы [Heat&Power 2022](#) были посвящены вопросу повышения энергетической эффективности, в рамках которой признанные эксперты энергетической и теплоэнергетической отрасли обсудили роль малой энергетики на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в развитии распределённой энергетики Российской Федерации; энергопереход с учётом обеспечения энергетической безопасности; цифровые и интеллектуальные системы в энергогенерации и энергоснабжении; нормативно-техническую основу для применения систем накопления энергии и другие актуальные аспекты энергоснабжения.



На конференционной площадке выставки [Heat&Power 2022](#) состоялось восемь мероприятий деловой программы — стратегических сессий. В качестве спикеров выступили более 60 представителей компаний-лидеров отрасли и научно-исследовательских институтов и лабораторий.

Благодаря рекордному интересу посетителей к продукции на [Heat&Power 2022](#), 98% экспонентов отметили высокую коммерческую эффективность от участия в выставке и запланировали стенд на следующий год: «ЗЕВС-Трубопровод», «Терморобот», «Форсел», «Теплообмен», «Нарос», «Агуна», «Курс» и многие другие компании.

Используйте возможность выйти на качественно новый уровень продаж промышленного оборудования для котельных — примите участие со стендом в 8-й Международной выставке [Heat&Power](#), которая состоится 24–26 октября 2023 года в городе Москве в МВЦ «Крокус Экспо!» ●

## О НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ И НОВОМ МЫШЛЕНИИ

Прогресс никогда не останавливается. Но иногда случается так, что некая техническая проблема не решается длительное время. Она стоит подобно скале, о которую бессильно разбиваются морские волны. А все попытки лучших умов решить её терпят фиаско. Однако, как нет нерушимых скал, так и не существует нерешаемых проблем. Сегодня мы беседуем с Виталием ХИЗНИЧЕНКО, генеральным директором компании Imprex Expert, о технологии, которая способна кардинальным образом повлиять на сегмент утилизации отходов.

Интервью подготовлено Александром ГУДКО, главным редактором [журнала СОК](#)

**❖ Виталий, экологизация отраслей отечественной экономики на сегодняшний день оставляет желать лучшего. Расскажите, пожалуйста, о том, с какими проблемами сталкиваются сегмент переработки отходов, сырьевой сектор, а также водоканалы и сегмент ЖКХ при решении вопросов утилизации и водоочистки?**

— Основная проблема, существовавшая до сегодняшнего дня, — элементарное отсутствие технологии, которая полностью может решить вопрос с утилизацией отходов без участия в этом мусорных полигонов для их хранения. Причём эти полигоны приходится повсеместно закрывать и рекультивировать. Даже самые популярные методы обращения с отходами оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Хотя их и совершенствуют, снижая такое влияние, однако получить технологию, позволяющую решать задачу переработки отходов без так называемых «хвостов», до сих пор не удавалось. Эти самые «хвосты» остаются всегда — в объёмах от 20 до 40 процентов от исходного продукта. То есть, так или иначе, нужно заниматься их захоронением или искать иной способ складирования.

А раз нормальных технологий нет, то нашим промышленникам и руководителям водоканалов вкладывать силы и деньги в работу по утилизации «не с руки». Ибо проблема всё равно остаётся. Посудите сами: вложив значительные финансовые средства в переработку и при этом всё равно оставив себе 40 процентов отходов, компания «распишется» в том, что она их будет хранить. Проще официально заявить, что всё утилизируется, а от отходов можно избавиться как-то иначе и «без лишнего шума». Всё потому, что люди не могут найти стопроцентно эффективной технологии. Обратите внимание: я говорю не только о России, этот «камень преткновения» — глобальный.

**❖ Печальная ситуация... Насколько мне известно, в настоящий момент вы выводите на рынок технологию, способную обеспечить прорыв и при этом дать ощутимый экономический эффект при решении задач водоочистки и утилизации отходов. Расскажите, пожалуйста, о ней.**

— Существуют различные технологии переработки отходов — термические, бактериальные, механические, а также технологии, объединяющие все эти методы.



**Виталий ХИЗНИЧЕНКО**

Генеральный директор Imprex Expert, а также компании Imprex Life, основанной в Москве в 2015 году. Работа ООО «ИМПЕКС ЛАЙФ» включает два основных направления: оснащение хирургических операционных медицинским оборудованием и проект «Русский госпиталь», в который входит организация лечения пациентов с редкими оториноларингологическими (в том числе фониатрическими) и челюстно-лицевыми патологиями, а также работа в области высокотехнологичной медицины и повышение квалификации врачей-хирургов. Среди партнёров Imprex Life: «РусФонд», «Благотворительный фонд Аружан Саин» (Республика Казахстан), НКО «Синергия талантов» (город Ростов-на-Дону). В 2022 году было получено пять благодарственных писем от депутатов Государственной Думы ФС РФ за участие компании (в лице руководителя) в различных социальных проектах и мероприятиях. 20 декабря 2022 года в Государственной Думе ФС РФ В. В. Хизниченко был награждён памятной медалью «100 лет основания СССР», выпущенной Коммунистической партией Российской Федерации (КПРФ), за вклад в развитие связей с соотечественниками.

В 2022 году в Imprex Life было открыто экологическое направление, которое выделилось в отдельную компанию — ООО «ИМПЕКС ЭКСПЕРТ».



❖ Принципиальная схема завода, реализующего инновационный метод «ИМПЕКС» переработки отходов с помощью непрерывной многостадийной термомеханической деструкции

Наша компания Imprex Expert предлагает универсальный, инновационный и даже, не побоюсь этого слова, революционный подход к переработке отходов с помощью непрерывной термомеханической деструкции. Способ этот называется

«многостадийная термомеханическая деструкция» — метод «ИМПЕКС». Данная технология позволяет без остатков перерабатывать нефтешламы, угольную пыль, отработанные шины, ил, а также органику, например, отходы сельскохозяйствен-

ных производств и животноводства. Процесс протекает достаточно быстро и непрерывно. При этом мы не выбрасываем в окружающую среду такие вредные вещества, как оксиды, диоксины, тяжёлые металлы. А также не остаётся пресловутых «хвостов», о которых я говорил выше.

«В железе» наша технология воплощена в виде реакторной установки, которая работает не просто без отходов: на выходе она даёт полезные продукты. Например, газ, который может пойти на выработку электроэнергии или синтетической нефти. Ещё мы можем получать чистую техническую воду, стерильный грунт, углерод, углеродные материалы, в зависимости от состава перерабатываемого отхода. За счёт такого «бонуса» появляется возможность снизить стоимость услуги и оборудования: продукты на выходе — коммерческие, их можно реализовывать. Компаниям это должно быть интересно.

❖ **Виталий, а как для клиента работает услуга? И кто продаёт полезный вырабатываемый продукт?**

— Результат работы оборудования включён в нашу бизнес-модель. Продуктами, получаемыми на выходе, будем заниматься мы. Клиент получает «услугу под ключ». Мы приезжаем, разворачиваем комплекс очистных агрегатов и делаем свою работу. Ему даже не надо расширять инфраструктуру, устанавливать оборудование. Всё мобильно и удобно. И, при наличии вторичного полезного продукта, ещё и относительно недорого. Оперативная, удобная услуга без каких бы то ни было усложняющих факторов: *«были отходы — нет отходов»*. Всё просто.

❖ **Догадываюсь, что на пустом месте и по щелчку пальцев такие технологии не рождаются. Можно немного истории?**

— История нашей технологии началась двадцать лет назад. Тогда проблемой создания полезных продуктов из отходов занималась группа учёных. За прошедшие годы было проведено более 3000 опытов, в результате которых технология доказала свою эффективность. Естественно, что-то менялось, корректировалось, совершенствовалось оборудование... Но сам принцип действия остался неизменным. На сегодняшний день изготовлено несколько установок. Разработчик — российский, программное обеспечение тоже отечественное. При этом, несмотря на то, что технология шлифуется уже два десятилетия, мы всё равно себя позиционируем как российский молодой стартап, наконец выходящий на рынок с рабочим решением.

### Метод «ИМПЕКС». Справка

Метод многостадийной термомеханической деструкции «ИМПЕКС» подразумевает термомеханическое многостадийное разложение органических соединений. По завершении цикла продукты переработки отходов становятся товарами.

Сначала под воздействием температуры молекулы твёрдых органических соединений переходят в газообразное состояние, после чего парогазовая смесь в процессе охлаждения в теплообменных аппаратах подвергается разделению на жидкие углеводороды (развивается углеводородная молекулярная цепочка), далее происходит разрыв цепи, где мы получаем воду и несконденсированный газ. Твёрдый пористый углистый остаток проходит активацию в реакторе «облагораживания», где под воздействием перегретого пара переходит в углерод-углеродные материалы.

Основные реакции термической деструкции протекают по радикально-цепному механизму. Превращение углеводородов проходит несколько стадий: зарождение цепи, развитие цепи и разрыв цепи. На первой стадии исходная молекула углеводорода разрушается на два свободных радикала под воздействием высоких температур. Разрыв молекулы происходит по связи C—C. После чего эти радикалы вступают в реакцию с молекулой углеводорода большего размера и отрывают от неё атом водорода. В результате реакции образуется новый алифатический радикал, который распадается по связи C—C, находящейся в β-положении (вторичном) к атому углерода, от которого был оторван водород.

При протекании вторичной реакции β-распада образуется устойчивая молекула и активный радикал — метильный или этильный. Этот радикал способен снова вступать в реакцию, зарождая новые цепи. На стадии развития цепи могут образовываться разные радикалы — этот процесс зависит от строения молекулы углеводорода, являющейся «донором» водорода. Процесс отрыва атома водорода от вторичного и третичного атома углерода является более лёгким, чем отрыв от первичного атома.

На завершающей стадии, за счёт реакции рекомбинации или диспропорционирования двух радикалов, происходит обрыв цепи — таким образом реализована многостадийная термомеханическая деструкция.



**•• Вы заявили о себе рынку? Были ли «выходы в люди»?**

— Да, стартап дебютировал в 2022 году на выставке «Нефть и газ». Это был переломный момент. Будучи знакомым с коллективом разработчиков, я просто решил помочь ребятам — и предложил финансировать участие в выставке, психологически будучи готовым к тому, что инвестиция может «не выстрелить». До этого момента они ходили по замкнутому кругу: «Нет продвижения — нет инвесторов. Нет инвесторов — нет продвижения». На выставку приехал один раз, понаблюдать за происходящим со стороны. Маленький стенд состоял из стен и наклеек на них, где была отражена суть метода. И всё. Каково же было моё удивление, когда я увидел, что у столика, где сидел специалист, людей было больше, чем на всех остальных стендах, в том числе больших, профессионально застроенных и оборудованных. Стало понятно — к теме есть реальный интерес.

Говоря языком маркетологов, для меня это был «тест ниши». Мне стало интересно, и, даже не будучи погружённым в тему, я начал собирать «обратную связь» от людей из отрасли. Посетители по несколько раз переспрашивали, правильно ли они понимают наши технические выкладки, признавали, что никогда ранее о таком подходе ничего не знали. Фактически все вопросы можно было свести к одному — легендарному «А что, так можно было?!» Но... этим всё не кончилось. В последовавшие за выставкой дни «чудеса» продолжались. Я привык к такой схеме: выставка прошла, и менеджеры начинают обзванивать по собранным визиткам потенциальных клиентов. Здесь же было всё наоборот: мы пару дней сидели на входя-

щих звонках! Продолжались консультации — на сей раз телефонные, назначались встречи... И мне, как инвестору, тогда стало окончательно понятно: это успех.

Мы решили объединить наши усилия и серьёзно заняться вопросом продвижения нашей технологии. Засучить рукава и довести этот «бриллиант в пыли» до совершенства.

**•• Понимаю, что времени прошло немного. Но, быть может, есть уже практические результаты вашей совместной работы?**

— Первый основательный пилотный проект был реализован на водоканале в городе Санкт-Петербурге. «Пробеги» на водоканале продолжались около полутора — установка работала в промышленном режиме, то есть 24 часа в сутки. Получили хорошие результаты. И они были задокументированы. В настоящее время



Фото: Дмитрий Кандицкий, vtopsk.ru

идёт обкатка по нефтешламу для одного из крупных нефтеперерабатывающих заводов. Предварительные результаты превзошли все наши ожидания. Ждём официальное заключение лаборатории, которое ляжет в основу получения лицензии и всех прочих необходимых разрешительных документов. В 2023 году мы планируем развернуть нашу технологию «на земле» и начнём применять её уже в промышленных масштабах.

**•• Хочется верить, что всё так и произойдёт. Надеюсь, вы будете держать нас в курсе событий?**

— У каждой компании есть миссия и имидж. Наша миссия — открывать и развивать новое. А основа имиджа — максимальная открытость и прозрачность. Из своей деятельности мы не делаем тайны и, несомненно, готовы рассказывать на страницах вашего журнала и на других информационных площадках о своей деятельности и достижениях.

**•• Виталий, вот какая мысль пришла в голову. Конечно, это эмоции, но рассказанное вами — счастливая история, которых в нашей жизни, увы, случается немного...**

— Это классическая история. И вы правы, говоря о том, что лишь некоторые из них имеют счастливый конец. В нашей стране много великих умов, выдающихся талантов — это инженеры, разработчики, которые чистом энтузиазме, десятилетиями не опуская рук, следуют за своей идеей, пытаются её реализовать, насколько хватает сил. Но силы эти, хотя и велики, но, увы, не безграничны. В какой-то момент, если им повезёт, происходит вот такая судьбоносная состыковка, пересечение с людьми, имеющими желание и возможность поддержать их, помочь довести начатое до конца, до воплощения, до триумфа. Однако большинство перспективных идей умирают в гаражах, разных НИИ и т.п. Исчезают в небытии сотнями, так и не став достоянием, гордостью страны.

Будем надеяться, что те негативные перемены, которые произошли в последнее время в мире, изменят стереотипы мышления, в основе которых лежат безразличие и неверие в отечественный интеллектуальный капитал. Сделают всех этих «кулибинных» более интересными как власть предреждающим, так и большим компаниям и людям, имеющим средства для вложения в новое, может быть, даже и гениальное. И тогда страна получит реальный шанс получить настоящий технологический рывок. Не декларируемый, а подлинный. ●



Официальное награждение победителей  
состоится 16 февраля 2023, в Москве, Крокус Экспо  
в рамках выставки Aquatherm Moscow



# AQUATHERM MOSCOW AWARDS 2023

Подайте заявку  
на участие в Международной  
отраслевой Премии  
на сайте выставки  
[aquathermmoscow.ru](http://aquathermmoscow.ru)



Aquatherm Moscow Awards – уникальное, не имеющее аналогов в России мероприятие для индустрии отопления и водоснабжения, позволяющее определить лучших из лучших в представленных номинациях. Благодаря экспертному совету, в составе которого признанные профессионалы индустрии, вы получите объективную сравнительную оценку своего продукта и авторитетно заявите о его конкурентных преимуществах и триумфе вашего бизнеса.



ОРГАНИЗАТОР  
ORGANISER

Совместно с журналом



# Михаил Викторов: 2023 год должен стать «Годом обучения и цифровизации заказчика»

Цифровые информационные модели, цифровизация процессов управления строительством, цифровые информационные системы — эти понятия за последние годы прочно вошли в обиход передовой части строительной отрасли России. Однако более 80 % компаний отрасли или перешли на «цифру» в самой минимальной доле или не перешли вообще. И одно из узких мест — это цифровизация заказчиков.

Выступая на многочисленных форумах и конференциях, президент [Национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования \(НОТИМ\)](#) Михаил ВИКТОРОВ больше всего внимания уделял именно цифровизации и цифровой трансформации заказчиков — государственных или коммерческих, поскольку они и являются конечными бенефициарами и внедрения «цифры», и формирования информационной модели. И именно они должны получить выгоду от перехода всех строительных процессов на технологии информационного моделирования (ТИМ).

❖ **Михаил Юрьевич, вы в своих выступлениях делаете упор на необходимость перехода в ТИМ именно заказчиков-застройщиков. Почему?**

— Сразу хочу подчеркнуть, что под термином «заказчик» мы понимаем и государственные корпорации, и коммерческих застройщиков жилья, и управления капитального строительства в регионах. Именно они стоят в самом начале всей цепочки внедрения ТИМ, они формируют техническое задание и принимают выполненные работы — и информационную модель, и сам объект.

Сейчас государство приняло несколько принципиальных решений, которые серьёзно повлияют на переход строительной отрасли на ТИМ. Во-первых, с первого января 2022 года все госзаказчики постепенно начали внедрять ТИМ — сначала на этапе проектирования, а затем строительства. Напомню, что, согласно Постановлению Правительства РФ №1431, все государственные контракты на проектирование и строительство, заключённые после первого января 2022 года, обязаны содержать требования к информационной модели. Пока этот процесс развивается довольно медленно, но никаких отмен и переносов срока больше не будет — об этом принципиально заявил Минстрой России.

Что касается жилищного строительства, здесь установлен срок перехода на ТИМ с первого июля 2024 года для тех застройщиков, которые работают в рамках



❖ Михаил Викторов, президент [НОТИМ](#)

закона о долевом строительстве жилья и привлекают средства граждан. Однако нужно понять, насколько жилищный рынок готов к такому переходу? [НОТИМ](#) принципиально выступал за плавный переход, и наша позиция была услышана, потому что судить обо всех застройщиках по лидерам — федеральным застройщикам, входящим в список системообразующих компаний и давно интегрированных в систему ТИМ, в корне неправильно. Тем самым мы можем поставить в очень трудные условия средних и небольших застройщиков, особенно в регионах.

❖ **Но им и сейчас приходится нелегко — каждый год с рынка уходят десятки застройщиков, потому что проектное финансирование оказалось им не по плечу. А теперь ещё и ТИМ...**

— Вы правы, проектное финансирование наложило существенный отпечаток на управление стройкой, и не все застройщики с этим справились, потому что отношения между участниками строительства в корне изменились. Как вы думаете, кто сейчас главный на стройке? Не заказчик, не подрядчик, а банк — он даёт деньги и очень жёстко контролирует стройку. Банк в состоянии влиять и на ценовую политику застройщика, потому что заинтересован в коммерческой прибыли проекта. С другой стороны, банк, к сожалению, заинтересован и в длительности проекта, потому что проектное финансирование — это плата застройщиками банкам за кредит. Чем дольше срок строительства, тем больше застройщик заплатит банку за пользование заёмными средствами. Поэтому банки не особо заинтересованы в ускорении сроков строительства, в том числе при внедрении цифровизации.

Хочу привести конкретный пример: [НОТИМ](#) подготовил ряд расчётов, базирующихся на реальной стройке, где продажи квартир начались в конце 2021 — начале 2022 годов [см. табл. 1 «Понижение кредитных ставок в зависимости от наполнения счетов эскроу». — Прим. ред.].

❖ Понижение кредитных ставок в зависимости от наполнения счетов эскроу табл. 1

Наполнение эскроу-счетов относительно размера задолженности, %	Банк «ДОМ.РФ» (договор от декабря 2020), %	ПАО «Сбербанк» (договор от марта 2021), %
0	12,55	8,0
25	10,125	6,7
50	7,70	5,4
75	5,275	4,1
99	2,947	2,852
125	1,725	1,8
150	0,60	0,8
175	0,01	0,01

На стадии начала строительства заказчик-застройщик получил проектный кредит 12 миллиардов рублей под 12,5 процента. За счёт удачного расположения объекта у застройщика активно шли продажи, и он за первые семь-восемь месяцев собрал на эскроу счетах почти 100 процентов размера кредита. Но при этом ставка по проектному финансированию не обнулилась и осталась на уровне трёх процентов. Более того, продажи идут успешно, и застройщик уже фактически вернул свою маржу, но он свои деньги не получает, хотя ему нужны оборотные средства. Вот отсюда и идёт дискуссия о поэтапном раскрытии счетов эскроу — из нехватки оборотных средств!

То есть, хотя застройщик взял кредит на 12 миллиардов и привлёк в банк уже 16 миллиардов, ставка по проектному



кредиту у него по-прежнему составляет 1,8 процента, то есть банк продолжает торговать своими деньгами и получает уже сверхприбыль! Справедливо ли это? Думаю, что нет. Можно сколько угодно говорить, что проектное финансирование и счета эскроу защищают дольщиков, но застройщику эта схема обходится дорого. Я привёл в пример объект в Москве, а порядка 20 процентов застройщиков в регионах стройки вообще не начинают, потому что проектное финансирование для них — просто неподъёмное. И, конечно, на этом фоне заставлять их внедрять ТИМ — это очень сложно.

❖ Что же можно сделать в такой непростой ситуации?

— Нужно встать на позиции бизнеса и конечного потребителя — а их интерес состоит в том, чтобы не было лишних затрат и, соответственно, роста стоимости жилья. [НОТИМ](#) провёл ряд консультаций с крупнейшими застройщиками, в «Клубе инвесторов Москвы» и выдвинул предложение, чтобы те застройщики, которые перейдут на технологии информационного моделирования и дадут банку доступ к своей информационной модели для контроля за сроками строительства и прохождением средств, получали от банков скидку при проектном финансировании 2–2,5 процента. Это будет реальным стимулом перехода застройщиков на ТИМ и сэкономит им и покупателям жилья миллионы рублей.

❖ Внедрение ТИМ на объекте «Морской порт» табл. 2

Исполнитель	Функции исполнителя	Стоимость за три года, млн руб.
Проектировщик	Создание сводной информационной модели до стадии рабочей документации (РД). BIM-сопровождение модели в процессе строительства (ежемесячное внесение изменений в модель)	431
Программное обеспечение (ПО)	Покупка ПО для управления строительством на основе BIM-модели — комплекс «АДЕПТ»: «Управление строительством», «Смета», «BIM», «СЭД», «ИД», «Стройконтроль»	15,68
Компания — консультант по внедрению	Создание и сопровождение среды общих данных (СОД), разработка методик и регламентов, классификатор обучения сотрудников заказчика	13,2
Проектировщик / строители	Внесение информации о ходе строительно-монтажных работ (СМР) в плановую 4D/5D. Контроль соблюдения сроков, объёмов и стоимости, выдача отчётов	36,7
<b>Итого</b>		<b>496,88 (1,23% затрат на внедрение)</b>

Примечание: расчётная стоимость строительства — 40 млрд руб., расчётный срок строительства — 35 мес.

❖ Но сначала, чтобы полноценно начать работать в ТИМ, застройщикам придётся весьма солидно потратиться?

— Да, определённые средства вложить в цифровизацию придётся, однако они довольно быстро окупаются. [НОТИМ](#) проанализировал несколько объектов, которые строились с применением технологий информационного моделирования — промышленные объекты и жилые здания. У нас была задача показать затраты на внедрение ТИМ. Так, мы проанализировали объект «Морской порт», стоимость строительства которого 40 миллиардов рублей. При этом затраты на внедрение ТИМ затраты составили около 500 миллионов рублей, то есть 1,23 процента от стоимости объекта [см. табл. 2 «Внедрение ТИМ на объекте “Морской порт”». — *Прим. ред.*]. Конечно, при промышленном строительстве внедрение ТИМ идёт проще в том смысле, что у таких объектов, как правило, один собственник, один заказчик — и он может диктовать подрядчикам, как они должны работать.

Если говорить о жилье, то здесь многое зависит не только от заказчиков, но и от проектировщиков — насколько они «продвинуты» в ТИМ и хотят ли развиваться. Потому что качественная информационная модель формируется именно на этапе проектирования, и застройщикам здесь нужно вложить деньги и в оборудование, и в ПО, и в кадры.

Если брать затраты на внедрение ТИМ на этапе проектирования, то 87 процентов приходится именно на работу проектировщиков, 3,2 процента — на покупку ПО, ещё 2,7 процента — на формирование нормативной базы и обучение. Специально хочу подчеркнуть очень большую роль проектировщиков — она сейчас недооценена, оплата труда проектировщиков крайне низкая, особенно в госсекторе. Оплату труда высококвалифицированных проектировщиков, особенно работающих в ТИМ, нужно поднимать в 2–2,5 раза.

Если говорить о внедрении ТИМ на строительстве жилого объекта в целом, то по расчётам экспертов [НОТИМ](#), на создание информационной модели, покупку ПО, создание методик и так далее здесь уходит уже 2,1 процента от стоимости объекта [см. табл. 3 «Внедрение ТИМ на жилом объекте». — *Прим. ред.*].

Да, это затраты застройщика, но переход на технологии информационного моделирования, начиная с этапа проектирования, при строительстве, а затем при эксплуатации объекта даёт очень существенный экономический эффект. Так, при расходах на внедрение ТИМ на жилом объекте в районе 63 миллионов рублей экономия за счёт устранения коллизий составила 36 миллионов рублей, а за счёт сокращения сроков и оптимизации процессов строительства — ещё от 100 до 300 миллионов рублей. То есть при грамотном внедрении информационная модель способна окупиться при строительстве двух-трёх объектов эконом-класса и одного-двух — бизнес-класса. Поэтому толчок реформе должны дать именно заказчики, которые получают максимальный экономический эффект.

•• **И этот эффект, как я понимаю, может дать любое программное обеспечение, вне зависимости от его «национальности»?**

— В принципе, да, — все программы, будь то [Renga](#), [nanoCAD](#) или Autodesk, работают по одному алгоритму. Однако сейчас стоит вопрос о переходе сначала проектировщиков, а потом и других участников строительного процесса на отечественный софт. Это вопрос и технологической устойчивости, и национальной безопасности отрасли. Тридцать лет наши компании «подсаживали» на иностранные разработки, без сомнения, очень хорошие, в которые были вложены миллиарды

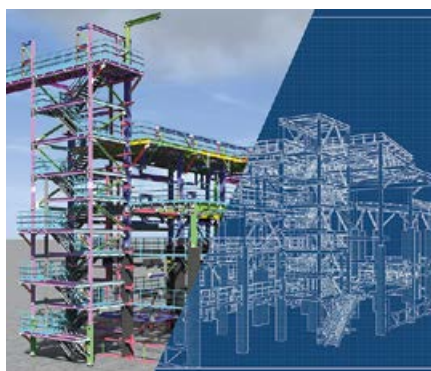
•• Внедрение ТИМ на жилом объекте

табл. 3

Исполнитель	Функции исполнителя	Стоимость за два года, млн руб.
Проектировщик	Создание сводной информационной модели + BIM-сопровождение модели при строительстве (ежемесячное внесение изменений в модель)	7,2 + 24
Программное обеспечение (ПО)	Покупка ПО для управления строительством на основе BIM-модели — комплекс «АДЕПТ»: «Управление строительством», «Смета», «BIM», «СЭД», «ИД», «Стройконтроль»	5,5
Компания — консультант по внедрению	Создание и сопровождение среды общих данных (СОД), разработка методик и регламентов, классификатор обучения сотрудников заказчика	5,6
Проектировщик / строители	Внесение информации о ходе строительно-монтажных работ (СМР) в плановую 4D/5D. Контроль соблюдения сроков, объёмов и стоимости, выдача отчётов	19,2
<b>Итого</b>		<b>63,5</b> (2,1% затрат на внедрение)

долларов. Но сейчас переходить на отечественный софт просто необходимо.

Мы не ведём дискуссию о сопоставлении качества российских и западных САПР, мы с уважением относимся ко всем разработчикам и уверены, что на российском рынке каждая компания найдёт свою нишу. Но [НОТИМ](#) и создавался для того, чтобы продвигать отечественное ПО для строительства — и здесь мы находим полную поддержку Минстроя России. Конечно, нужна обратная связь от проектного сообщества к российским вендорам, и чем больше будет замечаний и диалога линейных проектировщиков с создателями новых сервисов, тем быстрее они станут конкурентными и удобными для применения.



Хочу отметить, что, за исключением САПР, по другим направлениям российские разработки выглядят куда достойнее и даже блестяще. У нас есть «топовая десятка» разработчиков очень хороших продуктов для среды общих данных, таких как «АСКОН», «[Нанософт](#)» и «[СиСофт](#)». У нас есть прекрасные разработки в сфере платформ для заказчиков от компаний «ГАСКАР Групп», «ПСС», «Матрикс». Все эти программы работают и обкатаны на многих реальных объектах.

Кроме того, для всех участников строительного процесса [НОТИМ](#) сформировал каталог ПО с разбивкой отечественных разработок на различные стадии строительства и продвигает всё это в регионы, в том числе в рамках нашего «фирменного» мероприятия «Строительный навигатор». Мы постоянно знакомимся с новыми разработчиками, сервисными программами, новыми подходами в цифровизации стройки. [НОТИМ](#) цепляется за каждую новую разработку и готов её продвигать заказчикам всех уровней.

И хочу завершить наш разговор тем, с чего мы его начали: нам необходимо повышать цифровую грамотность именно заказчиков — и государственных, и коммерческих. [НОТИМ](#) совместно с Университетом Минстроя России и МГСУ разработали соответствующие программы для заказчиков — нужно идти и учиться работать с ТИМ. Опыт крупных госзаказчиков и застройщиков показывает, что смену компетенции в части перехода на цифровое управление строительства уходит несколько лет, и это обходится в существенные деньги. Однако очень многие заказчики, госзаказчики, особенно в регионах, не могут позволить себе многолетний переход и собственные разработки стоимостью 200–300 миллионов рублей, поэтому им нужны типовые недорогие решения и понятный, удобный софт. Именно поэтому [НОТИМ](#) и Минстрой объявили 2023 год «Годом обучения и цифровизации заказчика».

Уверен, у нас всё получится! ●



# Моделирование и исследование в **COMSOL** **Multiphysics** функциональных характеристик объектов социальной инфраструктуры

Рецензия эксперта на статью получена  
11.11.2022 [The expert review of the article  
was received on November 11, 2022]

Рост жилищного строительства в России вызвал активизацию спроса на социальную инфраструктуру, развитие которой стало в настоящее время одной из приоритетных задач государства [1]. К социальной инфраструктуре относятся объекты бытового обслуживания, досуговой занятости людей, их развития и поддержания здоровья, объекты образования, культуры, спорта, торговли. Однако строительство социальной инфраструктуры усложняется тем, что многие из них выполняются не по типовым проектам и формы их сложны и разнообразны. Значительная часть из них — объекты сезонного назначения (летние кафе и веранды ресторанов, торговые павильоны). Подобные сооружения выполняются, как правило, из современных лёгких и прочных материалов, что придаёт им эстетичный вид и привлекательность. Но в зимнее время эти объекты не выполняют свои функции по причине отсутствия отопления помещений. Постройки занимают городские площади, не принося прибыли.

Важной строительной задачей является превращение подобных объектов в объекты круглогодичного функционирования. То есть спроектировать или реконструировать их необходимо таким образом, чтобы в летний период они были приспособлены к обслуживанию человека на открытом воздухе, а в зимний период в данных помещениях поддерживалась комфортная температура. Однако обеспечение этих объектов эффективной отопительной системой также является сложной задачей. Вызвано это тем, что оригинальные формы стен, окон и крыши требуют предварительного индивидуального исследования энергетических потерь через ограждающие конструкции объекта

**В настоящее время в России места размещения и виды конструктивных форм объектов социальной инфраструктуры учитываются и при разработке технологии информационного моделирования в строительстве — BIM-технологии**

в зимний период от совместного действия наружной отрицательной температуры и ветровых потоков на элементы сложной формы. Иначе некоторые зоны стен и перекрытия помещений могут отпотеть или даже промерзнуть, создавая некомфортные условия для посетителей и обслуживающего персонала.

В настоящее время места размещения и виды конструктивных форм объектов социальной инфраструктуры учитываются и при разработке технологии информационного моделирования в строительстве (BIM), так как при создании архитектуры улиц и проектировании комплекса строящихся зданий они зачастую играют важную роль в общем ансамбле района или города. Одна из основных задач генерального плана города и любого поселения заключается в создании комфортной среды для жителей, поэтому эти объекты должны тесно увязываться с окружающим пространством улиц и площадей. При этом проектировщики обязательно учитывают природные условия, такие как направление и силу ветра, то есть характеристики поля течения воздушных потоков в зонах застройки жилых домов и в расположении объектов социального назначения, непосредственно влияющие на комфортность обслуживания населения и надёжность эксплуатации.

УДК 725.949. Научная специальность: 05.23.03 (2.1.3).

## Моделирование и исследование в **COMSOL Multiphysics** функциональных характеристик объектов социальной инфраструктуры

**В. А. Сучилин**, д.т.н., профессор; **А. С. Кочетков**, старший преподаватель; **Н. Н. Губанов**, старший преподаватель, [Российский государственный университет туризма и сервиса](#) (РГУТиС, дп. Черкизово Московской области)

Рост жилищного строительства вызвал активизацию спроса на социальную инфраструктуру, в которую входят, например, объекты, формирующие комфортность среды места пребывания человека. На основании изучения современной городской социальной инфраструктуры сделаны выводы, что номенклатура их может быть значительно расширена за счёт применения при разработке конструктивных видов известных в научных изданиях многочисленных форм аналитических поверхностей. Сооружения на их основе могут выполняться из современных лёгких и прочных материалов, что придаст им эстетичный вид и гармонию с окружающей средой. Моделирование проблем энергосбережения и шумопоглощения данных объектов при ветровых нагрузках выполнено в ПО **COMSOL Multiphysics**.

**Ключевые слова:** социальная инфраструктура, аналитические поверхности, свойства объектов из оболочек, ветровые нагрузки, энергосбережение, вибрация, частотные характеристики, надёжность, метод крупных вихрей, моделирование в **COMSOL Multiphysics**.

UDC 725.949. Scientific specialty number: 05.23.03 (2.1.3).

## Modeling and research in **COMSOL Multiphysics** of the functional characteristics of social infrastructure facilities

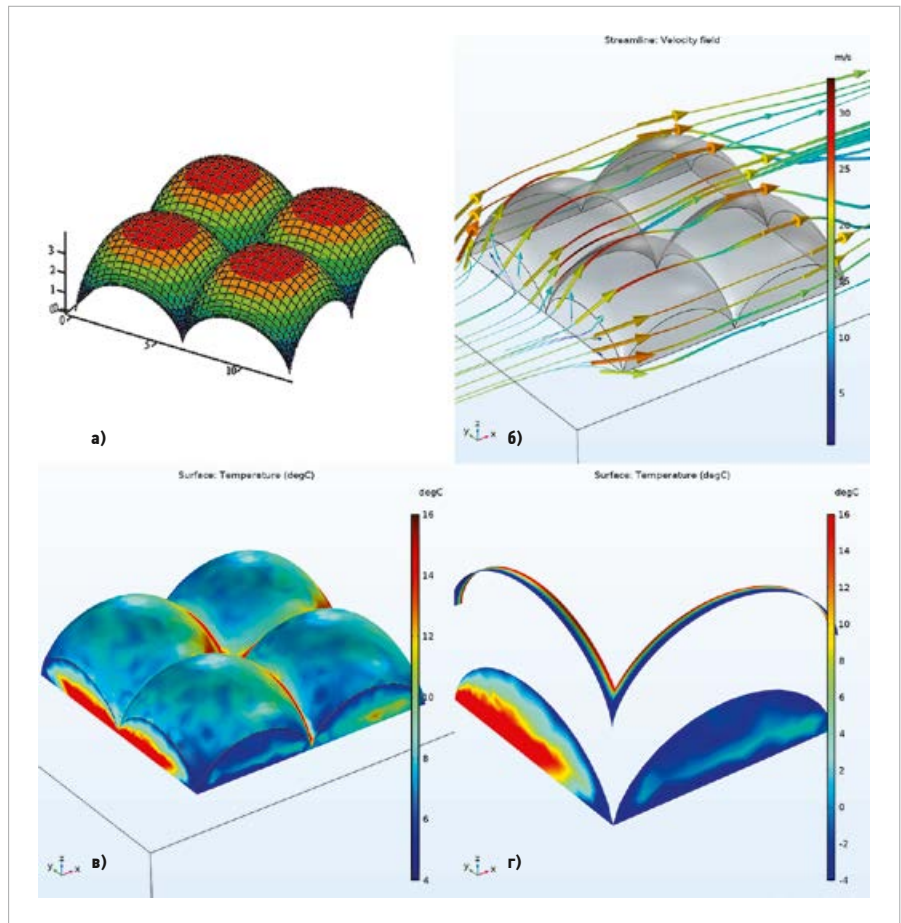
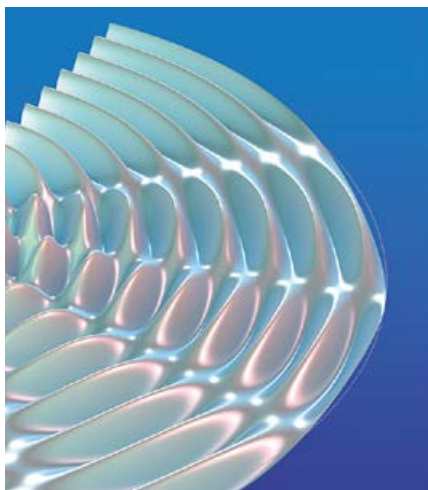
**V. A. Suchilin**, Doctor of Technical Sciences, Professor; **A. S. Kochetkov**, senior lecturer; **N. N. Gubanov**, senior lecturer, [Russian State University of Tourism and Service](#) (RGUTiS, dp. Cherkizovo, Moscow region)

The growth of housing construction caused the intensification of demand for social infrastructure, which includes, for example, facilities that form the comfort of the environment of a person's stay. Based on the study of the modern city social infrastructure, conclusions have been made that their nomenclature can be significantly expanded due to the use in the development of constructive types of numerous forms of analytical surfaces known in scientific publications. Structures based on them can be made of modern light and durable materials, which will give them aesthetic appearance and harmony with the environment. Modeling the problems of energy conservation and noise absorption of these facilities during wind loads is made in the **COMSOL Multiphysics**.

**Key words:** social infrastructure, analytical surfaces, properties of shell objects, wind loads, energy saving, vibration, frequency characteristics, dependability, the large eddy simulation method, modeling in **COMSOL Multiphysics**.

Номенклатура объектов социального назначения может быть значительно расширена, например, за счёт применения при разработке конструкций многочисленных известных форм аналитических поверхностей, которые уже систематизированы по видам поверхностей и классифицированы по соответствующим группам применения в научных изданиях и справочниках [2, 3]. Сооружения на их основе могут выполняться из лёгких и прочных материалов, в частности, из алюминиевых сплавов, полимерных материалов или многослойных ламинатов в различных сочетаниях, что придаст им высокий уровень эстетичности и гармоничность с окружающей средой.

Анализ широко представленных в литературе аналитических поверхностей позволил выделить из них ряд форм, перспективных для городской социальной инфраструктуры, и задал направление дальнейшего углублённого математического моделирования для исследования конструктивных решений, отвечающих новым функциональным требованиям реальных объектов. Цифровое представление аналитических поверхностей — это практически компьютерная модель реального объекта или, в полном смысле, его цифровой двойник [4, 5], который может воспроизводить состояние объекта как на стадиях разработки и производства, так и в процессе эксплуатации объекта, при условии оснащения его соответствующими датчиками, что позволяет прогнозировать поведение объекта в реальных условиях обслуживания, верифицировать результаты взаимодействия его с окружающей средой, а после дополнительных конструктивных проработок (добавление опорных фундаментов, подкрепляющего каркаса и других элементов) проводить корректировку с целью использования в соответствующих областях городской инфраструктуры.



•• Рис. 1. Геометрия и функциональные характеристики энергозащищённости объекта в зимний период [а — циклоидальная поверхность переноса; б — линии поля скорости воздушного потока вблизи поверхности модели; в — распределение температуры в среднем сечении теплозащитных блоков; г — то же для двух теплозащитных блоков и тепловых мостов]

Необходимо отметить, что некоторые формы аналитических поверхностей уже воплощены в реальных конструкциях, главным образом за рубежом, в виде выставочных и хозяйственных павильонов различного назначения в городской инфраструктуре, придорожных кафе и других подобных объектов [6]. В то же время с развитием современных компьютерных программ и применением новых строительных материалов появляются и новые возможности при моделировании и более глубоком анализе взаимосвязей формы, прочности и эргономичности сооружений.

### Исследуемая модель и результаты

В статье как пример показана только одна форма трёхмерной аналитической поверхности: циклоидальная поверхность переноса, ранее рассматривавшаяся как модель каркасного объекта типа малой архитектурной формы (МАФ) в системе Mathcad [7], где приведено её математическое выражение и функциональное описание как возможной новой формы объекта городской инфраструктуры. Параметрическая форма задания поверхности:

$$x = a[t + \sin(t) + \pi],$$

$$y = b[u + \sin(u) + \pi],$$

$$z = c[1 + \cos(t)] + d[1 + \cos(u)],$$

где  $a, b, c$  и  $d$  — размерные параметры.

В данной модели  $a = b = c = d = 0,79577$ , что даёт габариты объекта параметрической архитектуры в плане  $10 \times 10$  м.

Геометрия и функциональные характеристики объекта в зимний период представлены на рис. 1, где показан внешний вид данной аналитической поверхности. В таком виде конструкция, созданная на её основе, представляет собой летний вариант объекта (торгового павильона или летнего кафе на открытом воздухе).

В зимнем варианте объект дополняется утепляющими блоками, которые заполняют восемь открытых проёмов в стенах конструкции и четыре куполообразных полости под крышей. Положение окон и входных дверей в стенных блоках не указано и в тепловых расчётах не учитывалось. Боковая поверхность каждого стенного блока имеет образующую в виде одной ветви циклоиды. В этой модели теплоизоляционный слой блока (0,25 м) скреплён для прочности по боковой стороне стальной лентой толщиной 1 мм (геометрические размеры модели могут не совпадать с размерами реального объекта). Тем самым создаётся конструкция типа теплового моста, состоящего из внутренней тёплой стены помещения, слоя теплоизоляции, отделяющей её от внешней среды, и стальной ленты, их соединяющей.

Задача совместного влияния тепла и влажности на функционирование строительных конструкций в виде теплового моста решалась в [8] с помощью интерфейса Heat Transfer in Building Materials. В данной статье конвективный теплообмен в неизотермическом турбулентном потоке моделируется как два последовательных этапа решения в интерфейсах Turbulent Flow,  $k$ - $\epsilon$  и Heat Transfer in Fluids.

На первом этапе задаётся скорость ветра  $U = 20$  м/с, что соответствует турбулентному течению при высокой плотности потоков воздуха. При аэродинамическом анализе объектов сложной формы требуется получить корректные начальные условия моделирования.

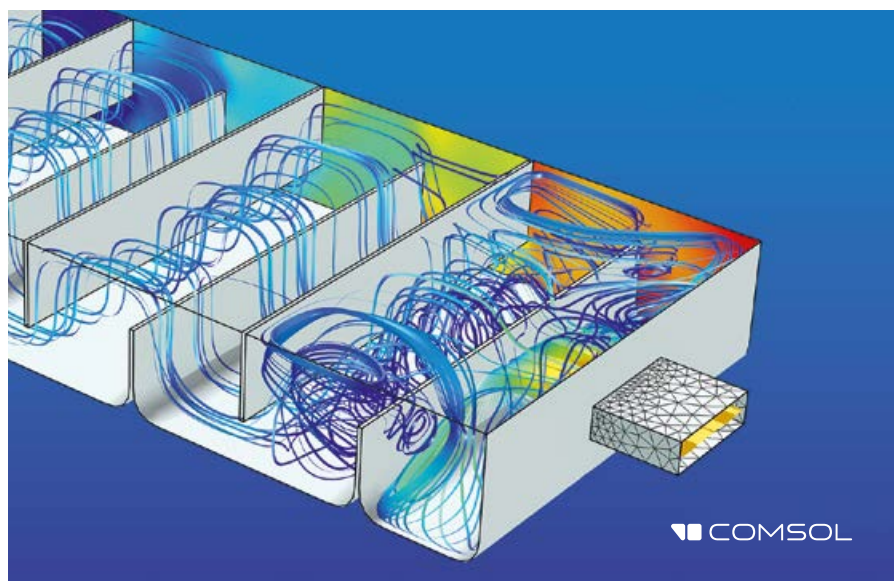
Для этого, согласно методике [9], нужно решить уравнение Лапласа для потенциального течения потоков воздуха. Далее полученное решение используется в качестве начальных условий для осреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье — Стокса (RANS). Расчётная область должна быть достаточно большой, чтобы поставить граничные условия для скорости ветра и давления на внешних границах. Воздушный домен в данной модели имеет размеры  $90 \times 40 \times 10$  м.

**В данной статье конвективный теплообмен в неизотермическом турбулентном потоке моделируется как два последовательных этапа решения в интерфейсах Turbulent Flow,  $k$ - $\epsilon$  и Heat Transfer in Fluids**

На рис. 1б показана область течения воздушного потока в зоне расположения объекта. Цвет линий поля скорости соответствует средней скорости потока, а толщина пропорциональна кинетической энергии турбулентности  $k$ . Видно, что воздушный поток, обтекая модель, изменяет скорость и направление движения неравномерно. Сталкиваясь с фронтальной поверхностью, поток резко тормозится и изменяет направление, энергия турбулентности растёт. Над верхней поверхностью скорость потока увеличивается до 30 м/с, но энергия турбулентности уменьшается, течение становится однородным, вихри не образуются. Огибая боковую поверхность, течение замедляется, линии потока выпрямляются, что обеспечивает более длительный и плотный контакт потока холодного воздуха с поверхностью объекта. Следовательно, можно ожидать интенсивного остывания именно боковых поверхностей объекта.

Видно, что в целом течение воздушных потоков не становится вихревым вблизи поверхности модели, что обусловлено хорошей аэродинамической формой объекта в зимний период, то есть с закрытыми стенными проёмами.

На втором этапе решается стационарное уравнение теплообмена для тепловых мостов, образованных блоками утеплителя. Теплопроводность теплоизоляционного материала  $0,032$  Вт/(м·К), теплопроводность стальной ленты  $50$  Вт/(м·К), температура наружного воздуха  $-10^\circ\text{C}$ , температура воздуха в помещении  $20^\circ\text{C}$  (источник тепла не указывается). Функциональные характеристики энергозащитности объекта показаны на рис. 1в–г.



На рис. 1в приведено распределение температуры в среднем сечении теплозащитных блоков ( $0,125$  м от внешней поверхности). Видно, что передние блоки удерживают тепло лучше: от  $4$  до  $16^\circ\text{C}$  в среднем сечении, причём зона нагрева смещена вниз и к середине от внешних кромок объекта. Блоки под крыши на большей части среднего сечения удерживают температуру от  $6$  до  $10^\circ\text{C}$ , но в угловой зоне ниже: до  $4^\circ\text{C}$ , а в центре выше: около  $16^\circ\text{C}$ . Боковые блоки остывают интенсивнее: на двух блоках справа температура в среднем сечении от  $4$  до  $8^\circ\text{C}$ , причём небольшая зона нагрева до  $12^\circ\text{C}$  смещена от фронтальной поверхности модели и сосредоточена в середине второго блока. Таким образом, энергозащитность объекта неравномерна для передней, верхней и боковой поверхности и требует доработки.

На рис. 1г показано распределение температуры в среднем сечении двух теплозащитных блоков, контактирующих по углу, и поверхностях связанных с ними тепло-

вых мостов. Видно, что вблизи внешней кромки, где находится стальная лента, температура в среднем сечении обоих блоков намного ниже, чем в средней зоне: до  $-6^\circ\text{C}$ . Такое же резкое уменьшение температуры в направлении внешней поверхности на самой кромке. Это вызвано повышенной теплоотдачей стальной ленты по всей длине кромки, что приводит к потерям тепловой энергии в тепловом мосте. Это говорит о его слабой энергозащитности и также требует доработки. Например, стальную ленту можно заменить на полимерную или армированную полимерным материалом.

Дальнейшее исследование функциональных характеристик данного объек-

та связано с его летним вариантом, когда модель представляет собой поверхность без дополнительных блоков. Для оболочки, выполненной из алюминиевого сплава, требуется провести аэродинамическое моделирование воздействующих на неё воздушных потоков и исследование её функциональных характеристик, а также предложить инженерную проработку параметров объекта. Очевидно, что при той же скорости ветра  $U = 20$  м/с параметры воздушных потоков в зоне летнего объекта будут другими.

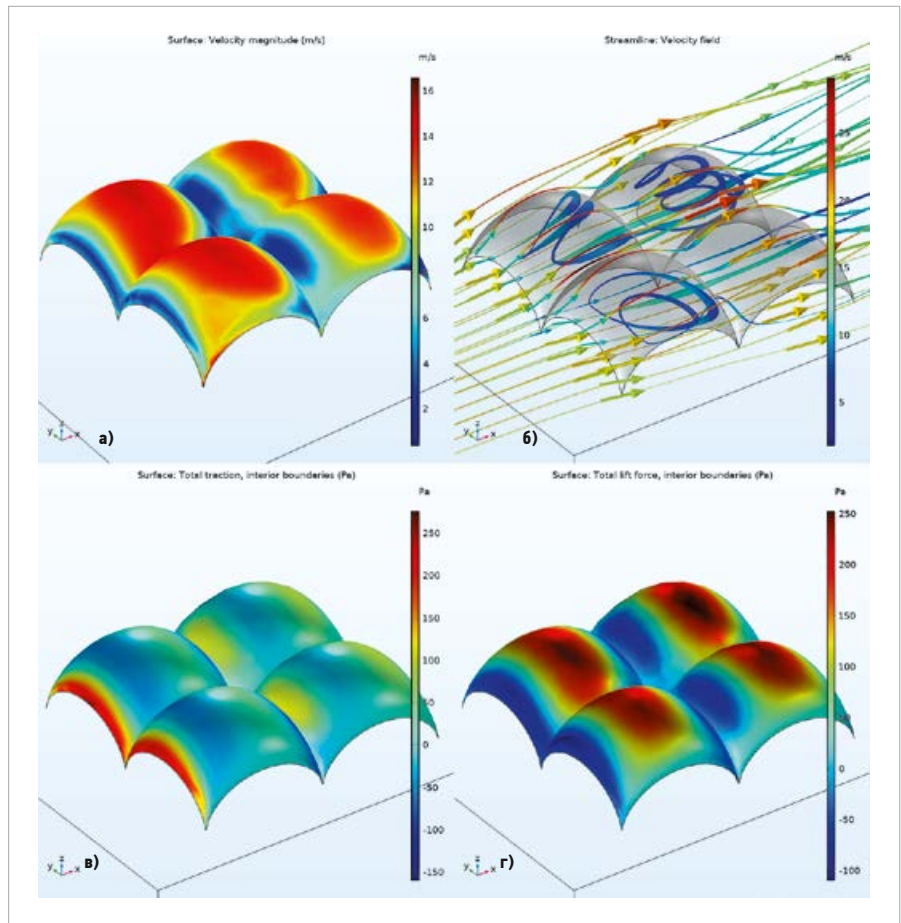
В связи с тем, что конструкция планируется облегчённой (перекрытие в виде оболочки из алюминиевого сплава с дальнейшим креплением её на каркасе из тонкостенных труб), предполагается под действием высоких скоростей ветровых потоков появление вибрации, вызывающей неприятные звуковые ощущения. Важным фактором, определяющим уровень вибраций при высоких скоростях воздушных потоков, являются аэродинамические характеристики формы перекрытия.

Выполнив расчёт скорости ветровых потоков и давления воздуха, обтекающего поверхность, можно затем провести вибрационный анализ и оценить нагрузки на поверхностных элементах. В рамках такого анализа важно определить также амплитуду действующих в воздушном потоке колебаний и их частоту. Это обуславливает применение метода крупных вихрей (LES) [9–11] для расчёта аэродинамических сил, действующих на конструктивные элементы поверхности. Основная идея LES заключается в формальном математическом разделении крупных и мелких вихревых структур посредством фильтрации. По сравнению с методами прямого численного моделирования турбулентности LES требует меньших вычислительных ресурсов, поскольку исключает прямой расчёт мелких вихрей.

Преимущество метода LES заключается в том, что он позволяет довольно точно смоделировать силовые пульсации в потоке воздуха. Это означает, что можно рассчитать нестационарные силы, действующие на оболочку, провести прочностной анализ элементов конструкции и выделить проблемные участки. Затем с помощью быстрого преобразования Фурье перевести пульсирующие нагрузки в частотную область, осуществить моделирование в выделенных локальных областях поверхности и проанализировать их собственные частоты и колебания, возбуждаемые приложенными ветровыми нагрузками. Таким образом, можно оценить риск возникновения резонансных явлений и повышенной вибрации поверхности перекрытия конструкции объекта, что позволит провести прогноз по оптимальной конструкции подкрепляющего каркаса и способа крепления облегчённой поверхности (в данном случае из алюминиевого сплава).

На первом этапе проводилось моделирование и расчёт полей скорости и давления в окружающем воздушном домене для безотрывного и стационарного режима обтекания поверхности. Такая задача решается в интерфейсе Turbulent Flow,  $k-\epsilon$ .

Воздушный домен имеет размеры  $90 \times 40 \times 10$  м. Поверхность без подкрепляющего каркаса рассматривается как его внутренняя граница. На рис. 2 показаны результаты расчёта движения воздушных потоков в этой области и обтекания ими элементов поверхности. Средняя скорость воздушного потока на верхней поверхности модели представлена на рис. 2а. Видно, что при обтекании объекта поток движется очень неравномерно: резко замедляется до 5 м/с на передней кромке, затем ускорится выше 25 м/с над пер-



•• Рис. 2. Результаты стационарного аэродинамического расчёта [а — средняя скорость воздушного потока вблизи поверхности модели; б — линии поля скорости воздушного потока вблизи поверхности модели; в — распределение давления фронтальной силы ветрового напора; г — распределение давления подъёмной силы ветра]

вым куполом, и то же явление повторяется с меньшей разницей скоростей над вторым куполом. Такой характер движения потока приводит к неравномерности давления на внешней и внутренней поверхностях объекта.

На рис. 2б показана область течения воздушного потока вблизи поверхности объекта. Цвет линий поля скорости соответствует средней скорости потока, а толщина пропорциональна кинетической энергии турбулентности  $k$ . Видно, что воздушный поток, обтекающий модель, изменяет скорость и направление движения неравномерно: над внешней поверхностью скорость отдельных струй увеличивается, а под внутренней поверхностью уменьшается. Поток замедляется, но становится более вихреобразным, и кинетическая энергия турбулентности растёт. При этом давление на внешней и внутренней поверхности изменяется неравномерно. В составе ветровой нагрузки на поверхность модели можно выделить фронтальную силу ветрового напора в направлении оси  $Ox$  и подъёмную силу в направлении оси  $Oz$ . Рост давления на внешней поверхности создаёт фронтальный напор воздушного потока, а увеличение давления на внутренней поверхности приводит к образованию подъёмной

силы. Видно, что более вихревым течение воздушных потоков становится вблизи кромок элементов поверхности. В этих зонах могут возникать значительные деформации материала оболочки объекта.

На рис. 2в распределение давления фронтальной силы ветрового напора имеет выраженную область максимума на передней кромке поверхности до 275 Па. Аналогично на рис. 2г распределение давления подъёмной силы ветра показывает наибольшие значения (до 252 Па) на верхней зоне поверхности. Кроме того, огибающие струи с высокой энергией турбулентности  $k$  по внешней поверхности оболочки и круговые вихри с внутренней будут оказывать неравномерное давление на отдельные зоны поверхности, что вызовет напряжённое состояние в оболочке при совместном действии фронтального давления потока и подъёмной силы и может привести к смещению оболочки с подкрепляющего каркаса. При этом сила ветрового напора составляет всего 1549 Н, а подъёмная сила 9093 Н. Были также найдены коэффициент лобового сопротивления  $C_D = 0,1$  и коэффициент подъёмной силы  $C_L = 0,6$ . Таким образом, под действием ветра опрокидывание конструкции более вероятно, чем горизонтальное смещение.



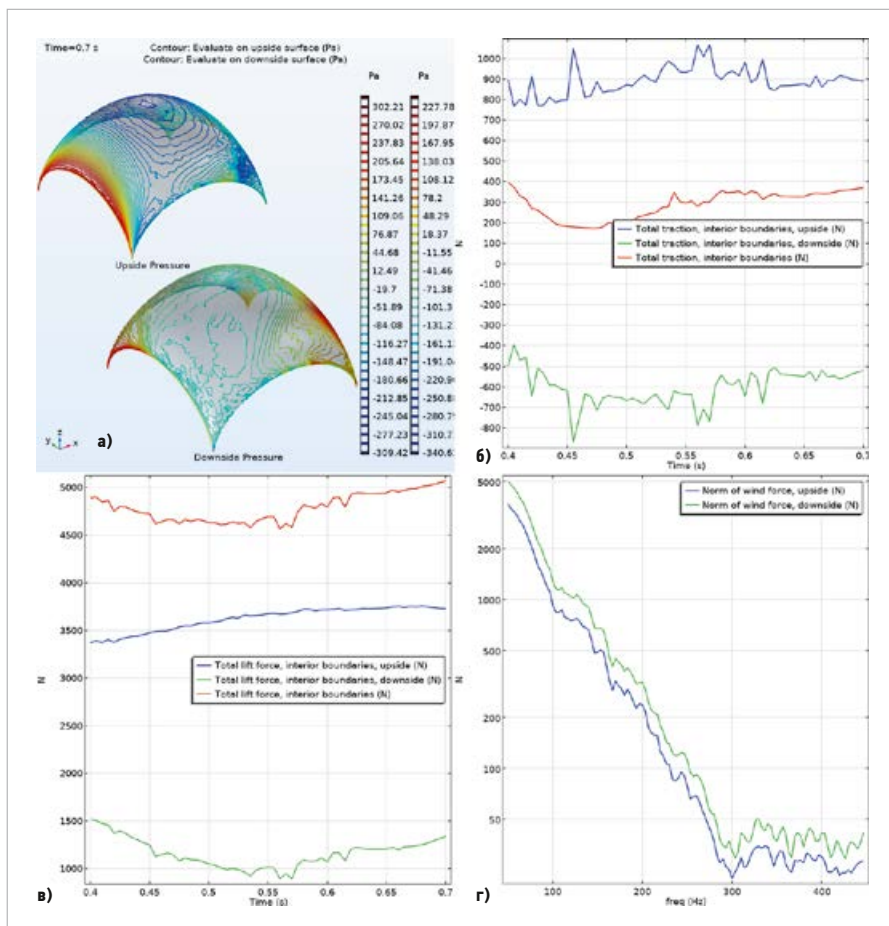


Рис. 3. Результаты аэродинамического расчёта во временном и частотном интервалах [а — линии изобар на внутренней и внешней поверхностях (0,7 с); б — величины фронтальной силы ветрового напора на внешней и внутренней поверхностях и суммарной силы в зависимости от времени; в — то же для подъёмной силы; г — величины нормализованных полных сил, действующих на внешнюю и внутреннюю поверхности в зависимости от частоты]

На втором этапе результаты стационарного RANS-моделирования используются в качестве начальных условий для метода LES во временной области. Как следует из результатов первого этапа, деформации элементов поверхности будут выше вблизи её кромок. Поэтому для сокращения расчётного времени достаточно провести исследование для части поверхности, включающей кромку. Моделиро-

**Надёжные результаты во временной области можно получить только при выполнении моделирования в течение длительного времени**

валось воздействие ветрового потока со скоростью  $U = 20$  м/с на 1/4 часть оболочки в течение 0,7 с. Стабилизация течения наступает, когда воздушный поток проходит 8 м со скоростью 20 м/с и достигает передней кромки поверхности. Детальное моделирование с шагом 0,005 с выполнено на интервале от 0,4 до 0,7 с. Результаты воздействия воздушных потоков на фрагмент оболочки во временном и частотном интервалах показаны на рис. 3.

На рис. 3а показано распределение давления воздуха в момент времени 0,7 с на внутренней (справа внизу) и внешней (слева вверху) поверхности оболочки представлено линиями изобар. Хорошо видно, что со стороны набегающего потока на внешней фронтальной кромке возникает зона повышенного давления воздуха до 320 Па, а на внутренней кромке при вихревом движении воздуха давление уменьшается вдоль кромки слева направо от положительного (около 100 Па) до отрицательного (около -100 Па). Аналогично на верхней области внешней поверхности давление явно пониженное до -350 Па, а на внутренней распределение имеет неоднородный характер. Таким образом, силовые пульсации в воздушном потоке возникают преимущественно на внутренней поверхности.

Силы ветрового напора, действующие на конструкцию, являются алгебраической суммой сил, действующих на внутреннюю и внешнюю поверхность оболочки. На рис. 3б показаны величины фронтальной силы ветрового напора на внешней поверхности (синяя линия), внутренней поверхности (зелёная линия) и суммарной силы (красная линия) в зависимости от времени. Видно, что сила

на внешней поверхности положительна, а на внутренней отрицательна, что соответствует характеру движения воздушных потоков вблизи поверхности объекта (рис. 2а) и рис. 3а. Величина суммарной силы в каждый момент времени меньше, чем оба слагаемых по абсолютной величине, а её график имеет меньше особенностей с меньшей амплитудой пульсаций, чем их графики, так как при сложении многочисленных локальные экстремумы на графиках внешней и внутренней сил компенсируют друг друга.

На рис. 3в показаны величины подъёмной силы на внешней поверхности (синяя линия), внутренней поверхности (зелёная) и суммарной силы (красная) в зависимости от времени. Здесь силы на внешней и на внутренней поверхности положительны, что соответствует распределению давления на рис. 3а. Таким образом, величина суммарной силы в каждый момент времени больше, чем оба слагаемых, а её график имеет многочисленные явно выраженные особенности, причём происхождение этих пульсаций по-прежнему связано с внутренней поверхностью.

Целью моделирования является прочностной анализ элементов конструкции объекта, но из-за случайного характера нагрузки надёжные результаты во временной области можно получить только при выполнении моделирования в течение длительного времени. Поэтому согласно методике [11] на третьем этапе данные о колебании сил в воздушном потоке на интервале от 0,4 до 0,7 с, где решения наиболее детализированы, переносятся из временной области в частотную с помощью быстрого преобразования Фурье. Поскольку делается выборка с периодом 0,3 с, разрешение в частотной области составит 3,33 Гц.

На рис. 3г даны графики величин нормализованных полных сил, действующих на внешнюю и внутреннюю поверхности оболочки в диапазоне частот 50–450 Гц. Видно, что на всем интервале полная сила на внутренней поверхности больше, чем на внешней. На участке до частоты 270 Гц обе силы быстро убывают с практически одинаковыми пульсациями и с небольшими пиками на частотах 110, 125 и 200 Гц. Интервал частот выше 270 Гц характеризуется интенсивными колебаниями обеих сил с многочисленными пиками, но пульсации полной силы на внутренней поверхности отстают по частоте от пульсаций на внешней, причём последние происходят чаще и с большей амплитудой. Если пиковые частоты совпадают с собственными частотами конструкции, существует риск резонанса.

После переноса данных о пульсациях сил в потоке воздуха в частотную область можно использовать их для вычисления нагрузок на кромки поверхности. На четвёртом этапе в интерфейсе Shell рассматривается оболочка из алюминиевого сплава толщиной 1,2 мм и в исследовании Eigenfrequency определяется спектр её собственных частот. Граничные условия задачи состоят в фиксации точек опоры конструкции на поверхности земли. В исследовании Frequency Domain, Modal расчёт проводится в частотной области с возбуждением от ветровой нагрузки, причём силы, действующие на внешнюю и на внутреннюю стороны поверхности, задаются отдельно. В системе предполагается демпфирование с коэффициентом гистерезисных потерь 0,03.

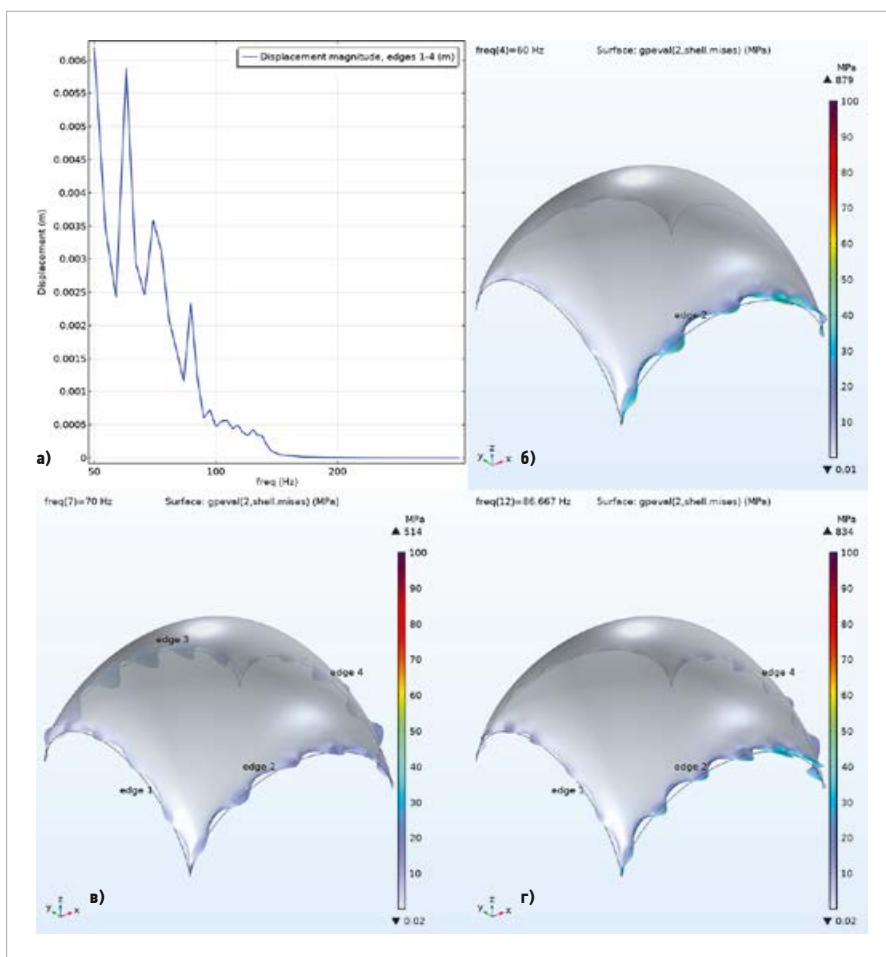
Результаты частотного отклика кромок оболочки на приложенные гармонические нагрузки показаны на рис. 4 для нескольких характерных частот. Чтобы определить эти характерные частоты, необходимо построить кривую частотного отклика для некоторого параметра системы. На этой кривой будут визуализированы пики, положение которых определяется ближайшими собственными резонансными частотами системы.

На рис. 4а дана кривая частотного отклика для средней величины смещения кромок под действием гармонической нагрузки. На кривой выделяются пики на 60, 70 и 86,67 Гц, которые соответствуют собственным частотам оболочки, найденным ранее. Итак, в системе определяются три первые моды, для которых можно провести анализ напряжений и деформаций кромок оболочки.

На рис. 4б показано распределение напряжения по Мизесу на кромках и деформация их в увеличенном масштабе для частоты 60 Гц. Видно, что напряжение сосредоточено преимущественно на кромке 2 с максимальным значением 50 МПа, и она же подвергается наибольшей деформации синусоидального типа с амплитудой до 5,7 мм. Остальные кромки практически не реагируют на гармоническую нагрузку на данной частоте.

Таким образом, стрессовая нагрузка распределена неравномерно и резонирует только кромка 2, что может привести к смещению оболочки с подкрепляющего каркаса.

На рис. 4в распределение напряжения по Мизесу при частоте 70 Гц заметно на всех кромках поверхности МАФ с максимумом около 40 МПа. Они получают значительные деформации синусоидального типа с амплитудой до 3,6 мм и будут колебаться с частотой, близкой к собственной.



•• Рис. 4. Результаты частотного отклика на приложенные гармонические нагрузки [а — кривая частотного отклика для средней величины смещения кромок; б — распределение напряжения по Мизесу на кромках и деформации (в увеличенном масштабе) для частоты 60 Гц; в — то же для частоты 70 Гц; г — то же для частоты 86,67 Гц]

Это означает, что скорее всего, кромки будут резонировать и издавать шум на этой частоте. Надо будет искать способ гашения таких колебаний, так как от этого зависит комфортность пребывания на объекте посетителей и обслуживающего персонала. Кроме того, эксплуатационная надёжность будет определяться усталостью материала оболочки, вызванной циклическим нагружением кромок поверхности.

На рис. 4г дано распределение напряжения по Мизесу для частоты 86,67 Гц. Оно проявляется на кромках 2 и 4, и в меньшей степени на кромке 1 с максимумом около 30 МПа. Амплитуда синусоидальных деформаций составляет до 2,3 мм. Неравномерность стрессовой нагрузки и в этом случае может привести к смещению оболочки. Резонанс кромок 2 и 4 также может вызвать нежелательный шум.

**Частотный отклик кромок на ветровую нагрузку наблюдается с разной интенсивностью практически по всем краям поверхности. Однако эти локальные вибрации могут быть погашены при выполнении инженерной проработки**

В целом можно заметить, что с каждой из мод собственных колебаний системы связаны резонансные явления на разных кромках оболочки и для их устранения требуются комплексные решения.

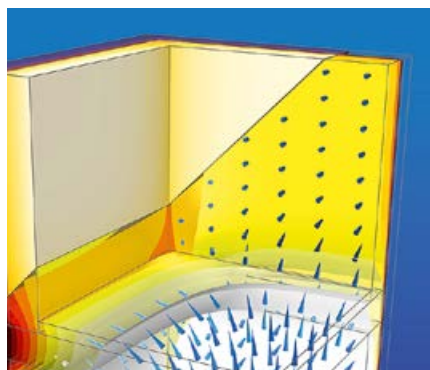
Таким образом, частотный отклик кромок на ветровую нагрузку наблюдается с разной интенсивностью практически по всем краям поверхности. Однако эти локальные вибрации могут быть погашены при выполнении инженерной проработки. Так, при соединении оболочки объекта с подкрепляющим каркасом необходимо кромки и всю поверхность закреплять, например, с помощью эпоксидного клея. Подкрепляющий каркас желательно выполнять облегчённым, например, из тонкостенных трубчатых элементов.

Следует отметить, что, в случае выполнения оболочки объекта из полимерных материалов, характеристики колебательных явлений в кромках поверхности будут другими. Например, возможны проявления краевого эффекта (расслоение ламината оболочки), следовательно, будут необходимы дополнительные исследования и рекомендации по способу устранения расслоения. Однако приведённая методика моделирования практически остаётся неизменной.

## Заключение

1. Социальные архитектурные объекты, смоделированные по поверхностям, заданным аналитически, позволяют исследовать фундаментальные свойства объектов, их качественное поведение при эксплуатации, анализировать структурную параметризацию при расширении функционального ряда Цифровое же представление аналитических поверхностей — это практически компьютерная модель реального объекта или, в полном смысле, цифровой двойник его, который может воспроизводить состояние объекта, как в условиях разработки и производства, так и в процессе эксплуатации. Наличие большого выбора разнообразных форм аналитических поверхностей может решить ряд эстетических и дизайнерских проблем городской архитектуры, коммунального хозяйства и сферы бытового обслуживания.

2. В данном исследовании выполнена комплексная оценка тепловой и ветровой защищённости предложенного социального объекта с использованием теплоизоляционных блоков с целью энергосбережения в зимний период эксплуатации. Получены подтверждения важности изучения подобных процессов, так как повышение энергосбережения помещений социальных объектов в период жизненного цикла, безусловно, отражается на эффективности в целом функционирования городской инфраструктуры в рамках технологии Building Energy Modeling (BEM).



3. При моделировании подобных объектов необходимо учитывать, что облегчённость элементов перекрытия конструкции априори предполагает появление вибрации в них под действием высоких скоростей ветровых потоков, приводящей к некомфортным звуковым ощущениям. Устранение подобных явлений является важной задачей. Известно, что уровень вибрации тонкостенных оболочек при высоких скоростях воздушных потоков зависит во многом от аэродинамических характеристик формы объекта. С помощью численного моделирования проведён аэродинамический расчёт потока воздуха, обтекающего поверхность объекта, методами RANS и LES.

4. Визуализация поля течения воздушных потоков вблизи поверхности исследуемого объекта подтверждает их турбулентный характер. Показано влияние скорости ветра на динамику внешней конвекции тепловых мостов объекта и их температурные характеристики в зимний период. В летний период эксплуатации объекта показано, что огибающие струи

с высокой энергией турбулентности по внешней поверхности оболочки и круговые вихри с внутренней будут оказывать неравномерное давление на отдельные зоны поверхности, что вызовет в них значительные деформации. Кроме того, под внутренней поверхностью воздушный поток замедляется, но становится более вихреобразным, и кинетическая энергия турбулентности растёт. Увеличение давления на внутренней поверхности приводит к образованию подъёмной силы что может вызвать смещение оболочки. Необходимо предусмотреть способ крепления поверхности к укрепляющему каркасу.

5. Найдены собственные резонансные частоты колебаний элементов оболочки, по которым проведён анализ стрессового состояния и деформации кромок поверхности. Показано, что в турбулентном потоке воздуха кромки поверхности, выполненной из алюминиевого сплава, могут резонировать в определённом диапазоне частот и создавать неприятный звуковой эффект, делающий дискомфортным пребывание на объекте посетителей и обслуживающего персонала. Кроме того, цикличность деформации кромок поверхности объекта приведёт к их устойчивому разрушению и снижению эксплуатационной надёжности. Дальнейшее исследование может быть связано с использованием полимерных материалов для оболочки поверхности, а также с разработкой подкрепляющего каркаса и способов крепления оболочки к нему. ●

1. Боровских О.Н. Особенности строительства объектов социальной инфраструктуры на современном этапе // Российское предпринимательство, 2015. Т. 16. №20. С. 3559–3568.
2. Кривошапко С.Н., Иванов В.Н., Халаби С.М. Аналитические поверхности: материалы по геометрии 500 поверхностей и информация к расчёту на прочность тонких оболочек: науч. издание. — М.: Наука, 2006. 536 с.
3. Кривошапко С.Н., Мамиева И.А. Аналитические поверхности в архитектуре зданий, конструкций и изделий: монография. — М.: Кн. дом «Либроком», 2012. 328 с.
4. Орельяна Урсуа И.О. Из истории развития BIM-технологий [Электр. текст]. Журнал СОК. Режим доступа: с-о-к.ru. Дата обращения: 26.10.2022.
5. Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Моделирование и исследование в COMSOL Multiphysics динамических характеристик малых ветроэнергетических установок // Журнал СОК, 2022. №5. С. 70–76.
6. Мамиева И.А. Аналитические поверхности для параметрической архитектуры в современных зданиях и сооружениях // Academia. Архитектура и строительство, 2020. №1. С. 150–165.
7. Сучилин В.А., Тюменев Ю.Я. Моделирование малых архитектурных форм по аналитическим зависимостям // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2014. №1 [Электр. текст]. Режим доступа: resources.today. Дата обращения: 26.10.2022.
8. Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Моделирование в COMSOL Multiphysics энергосбережения типовых зданий ЖКХ при реконструкции и ремонте // Журнал СОК, 2020. №6. С. 44–50.
9. Ed Fontes. Simulating wind load on a sports car's side door and mirror. Web-source: comsol.com. Access data: October 26, 2022.
10. Large eddy simulation of a sports car. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: October 26, 2022.
11. Fluid-structure interaction on a sports car door. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: October 26, 2022.
12. S.N. Krivoshapko, V.N. Ivanov, S.M. Halabi. *Analiticheskie poverhnosti: materialy po geometrii 500 poverhnoyest i informaciya k raschetu na prochnost' tonkih obolochek: nauch. izdanie* [Analytical surfaces: materials on geometry 500 surfaces and information for calculation for the strength of thin shells: A scientific publication]. Moscow. Izd-vo "Nauka" ["Nauka" Publishers], 2006. 536 p. [In Russian]
13. S.N. Krivoshapko, I.A. Mamiyeva. *Analiticheskie poverhnosti v arhitekture zdaniy, konstrukcij i izdelij: monografiya* [Analytical surfaces in the architecture of buildings, designs and products: A monograph]. Moscow. "Librokom" ["Librokom" Publishers], 2012. 328 p. [In Russian]
14. I.O. Orelyana Ursua. *Из истории развития BIM-технологий* [From the history of the development of BIM-technologies]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. Web-source: с-о-к.ru. Access date: October 26, 2022. [In Russian]
15. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. *Modelirovanie i issledovanie v COMSOL Multiphysics dinamiceskikh harakteristik malyx vetrojenergeticheskikh ustanovok* [Modeling and research in COMSOL Multiphysics of the dynamic characteristics of small wind power plants]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2021. No. 4. Pp. 72–77. [In Russian]
16. I.A. Mamiyeva. *Analiticheskie poverhnosti dlja parametricheskoj arhitekturnykh zdaniy i sooruzhenij* [Analytical surfaces for parametric architecture in modern buildings and structures]. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo* ["Academia. Architecture and construction" Magazine]. 2020. No. 1. Pp. 150–165. [In Russian]
17. V.A. Suchilin, Ju. Ja. Tjumenyev. *Modelirovanie malyx arhitekturnykh form po analiticheskim zavisimostjam* [Modeling small architectural forms by analytical dependencies] *Internet-zhurnal "Othody i resursy"* [Russian journal of resources, conservation and recycling]. 2014. Vol. 1. No. 1. Web-source: resources.today. Access date: October 26, 2022. [In Russian]
18. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. *Modelirovanije v COMSOL Multiphysics jenergoberezenija tipovykh zdaniy ZhKH pri rekonstrukcii i remonte* [Modeling in COMSOL Multiphysics of energy saving of typical housing and communal services buildings during reconstruction and repair]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2020. No. 6. Pp. 44–50. [In Russian]
19. Ed Fontes. Simulating wind load on a sports car's side door and mirror. Web-source: comsol.com. Access date: October 26, 2022.
20. Large eddy simulation of a sports car. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access date: October 26, 2022.
21. Fluid-structure interaction on a sports car door. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access date: October 26, 2022.

## REFERENCES

1. O.N. Borovskih. *Osobennosti stroitel'stva ob'ektov social'noj infrastruktury na sovremennom jetape* [Special aspects of social infrastructure facilities construction at the modern stage]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo* [Russian Journal of Entrepreneurship]. 2015. Vol. 16. No. 20. Pp. 3559–3568. [In Russian]

## Эмиссия газов в воздушный бассейн из канализационных очистных станций

В данной статье аналитического характера описаны методы биологической очистки сточных вод.

На всех этапах очистки сточных вод городов с промышленными предприятиями от процеживания очищенной воды перед повторным её использованием или выпуском в поверхностный водоём и в процессе переработки осадков сточных вод для подготовки их к утилизации в воздушный бассейн происходит эмиссия газов, выделяющихся в оборудовании и ёмкостных сооружениях, входящих в комплекс очистной станции.

В процессе очистки городских сточных вод, переработки их осадков к утилизации в воздушный бассейн выделяются газы в лотках, оборудовании и ёмкостных сооружениях, входящих в комплекс очистной станции (рис. 1). Наиболее распространённые из них: углекислота  $\text{CO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$ , сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ , закись азота  $\text{N}_2\text{O}$ , аммоний  $\text{NH}_3$  и промежуточные органические вещества: меркаптаны (метил- и этилмеркаптаны) и хлор. Токсичность этих газов различается в десятки раз, но и их массы тоже различаются на порядки. Считается, что индекс токсичности углекислоты наименьший, а выход углекислоты на КОС — наибольший.

В потенциале глобального потепления (ППП) воздействие углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) на парниковый эффект составляет 1,0, метана — 25, закиси азота — 296.

Источниками выбросов парниковых газов на канализационных очистных сооружениях (КОС) являются:

- метана — анаэробные процессы в первичных отстойниках, уплотнение и обезвоживание осадка на иловых площадках, утечки при сбраживании осадка в метантенках, размещение осадка на полигонах;
- закиси азота — процессы нитрификации и денитрификации.

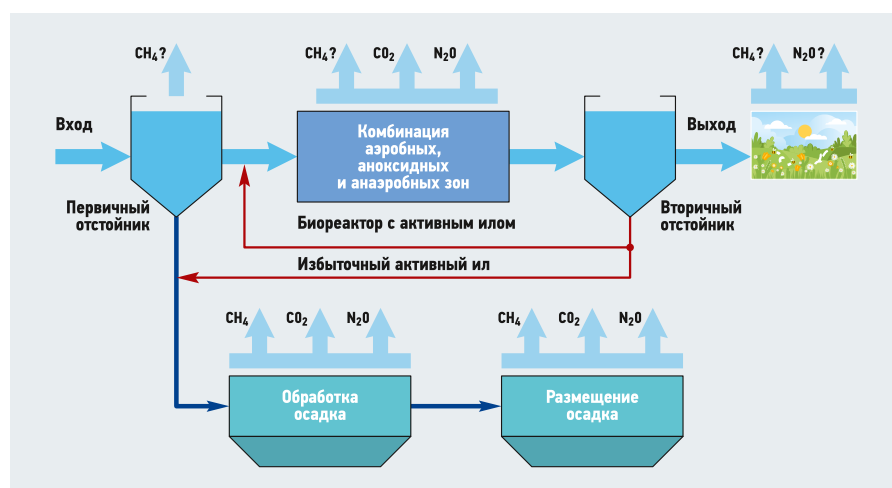
Для определения выбросов парниковых газов КОС существует несколько моделей. Наиболее адекватными из них являются модели, использующие рекомендации

**Источниками выбросов парниковых газов на КОС являются: анаэробные процессы в первичных отстойниках, уплотнение и обезвоживание осадка на иловых площадках, утечки при сбраживании осадка в метантенках; процессы нитрификации и денитрификации**

Рамочной конвенции ООН по изменению климата и предлагаемые методологии определения выбросов парниковых газов для реализации механизмов устойчивого развития. Все методологии определения выбросов парниковых газов разрабатываются членами Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и проходят обсуждения на сайте Рамочной конвенции ООН по изменению климата. В частности, рассматриваются выбросы парниковых газов, сопровождающие процессы очистки сточных вод. Представленные методологии регулярно обновляются и корректируются.

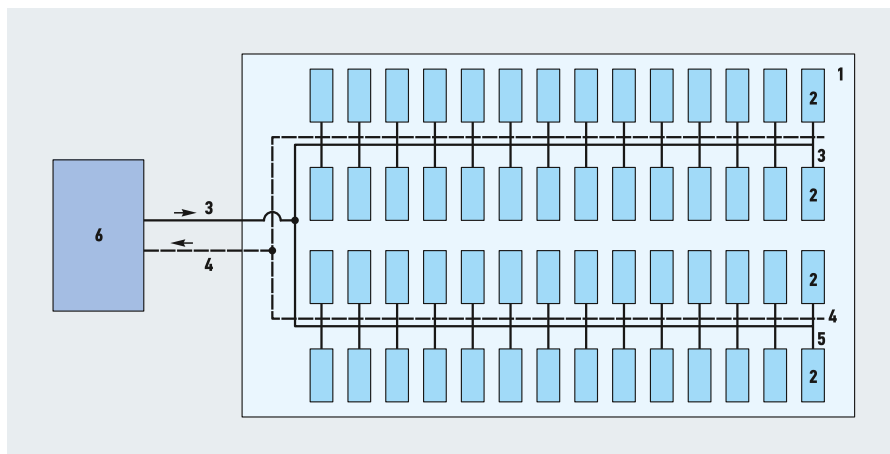
На рис. 1 показана в общем виде наиболее распространённая схема биологической очистки сточных вод, применяемая на российских предприятиях водоотведения. Биореактор с активным илом является либо простым аэротенком, либо, в зависимости от поставленной задачи биологического удаления соединений азота и фосфора, комбинацией анаэробных, аноксидных и аэробных зон.

Первичный отстойник может являться источником выбросов метана в том случае, если осадок долгое время не выгружается и подвергается анаэробному разложению. Биореактор, как правило, источником метана не является, поскольку ил циркулирует между различными зонами, и время его пребывания в анаэробной зоне незначительно. Образование метана



:: Рис. 1. Эмиссия парниковых газов на сооружениях биологической очистки сточных вод

Авторы: Л.Н. ПРИХОДЬКО, к.т.н., доцент;  
С.В. ГРИНЕНКО, д.э.н., профессор;  
Е.В. БЕЛЯКОВА, старший преподаватель,  
[Сочинский государственный университет](#)  
(г. г. Сочи Краснодарского края)



⊗ **Рис. 2.** Помещение с расположенными в нём устройствами для гидропонного выращивания растений с коммуникациями для подвода и отвода питательного раствора культуральной жидкости и резервуаром для её приготовления и подачи в устройство (1 — корпус устройства; 2 — водопровод; 3 — канализация; 4 и 5 — пробковый кран; 6 — резервуар для приготовления и дозирования питательного раствора и культуральной жидкости)

в биореакторе с активным илом служит признаком перегрузки очистных сооружений и образования застойных зон, где происходит загнивание активного ила. Закись азота в реакторе образуется в процессах нитрификации и денитрификации. Основными источниками образования метана являются процессы обработки и размещения осадка.

Методологии МГЭИК применимы к станциям биологической очистки, предназначенным для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод или их смесей. Рассматриваются следующие сценарии очистки сточных вод и обработки осадков:

1. Биологическая очистка сточных вод включает процессы нитрификации и денитрификации, сопровождающиеся выделением закиси азота.
2. Очистные сооружения работают ненадлежащим образом (несвоевременная выгрузка осадка из первичных отстойников, перегрузка биореактора), что вызывает образование метана.
3. Осадок обезвоживается на иловых площадках с последующим размещением на полигоне, или используется для удобрения и улучшения состава почвы.
4. Осадок перерабатывается в анаэробном реакторе (метантенке) со сжиганием биогаза или использованием биогаза для производства электричества и тепла. Осадок из анаэробного реактора обезвоживается, хранится на полигоне или вносится в почву.
5. Осадок сжигается с получением тепловой или электрической энергии.

Для снижения токсичности эмиссионных газов применяются различные методы обезвоживания твёрдой фазы и утилизации газов. Поскольку выделя-

ющиеся газы являются парниковыми, то они полезны для растений. В этом случае рациональным направлением в уменьшении их воздействия на население сельтебной территории является подача газовых выделений в парники для выращивания овощных и садовых культур или создания контура вокруг КОС из вечнозелёных растений, например, хвойных деревьев, имеющих листву с развитой поверхностью для поглощения газов и их использования на продукцию биомассы продуцентов (растений), а также получения кислорода для обогащения им воздуха.

Наибольший экономический эффект от использования фитореакторов для обезвреживания газовых выбросов получается при размещении фитореакторов непосредственно рядом с биореакторами очистки сточных вод в закрытых помещениях КОС типа «Мегаполис I» или «Мегаполис II». Наиболее активными продуцентами зелёной массы растений и поставки кислорода в воздух из углекислоты являются овощные культуры, газонная трава и выющиеся комнатные цветы, рассады для клумб — растения, используемые, многими жителями России. Эти растения можно выращивать в горшках, лотках, коробах и прочем инвентаре, располагаемом в объёме помещений на различной высоте с возможностью капельного орошения очищаемой сточной жидкостью и искус-

**Наиболее активными продуцентами зелёной массы растений и поставки кислорода в воздух из углекислоты являются: овощные культуры, газонная трава и выющиеся комнатные цветы, рассады для клумб**

ственным освещением для управления процессом фотосинтеза. Совмещение в одном помещении процессов очистки сточных вод и выращивания растений обеспечивает не только круговорот воздуха и пищи, но и круговорот воды, так как зелень на 90% состоит из воды, хотя и является пищей и продуцентом кислорода, поэтому конструкции очистных станций в виде ацидозоофитореакторов (АЗФР) являются перспективными.

На уже действующих очистных станциях вокруг КОС может быть выполнена санитарная зона в виде густой посадки вечнозелёных деревьев для обезвреживания газовых выбросов, то есть к средозащитным функциям зона санитарного разрыва приобретает и новые — переработки парниковых газов.

Другим путём сокращения токсичности эмиссионных газов от очистных станций канализации является задействование в технологии очистки сточных вод и переработки осадков таких процессов, которые сопровождаются наименьшей эмиссией в воздух высокотоксичных газов, а таковыми являются процессы горения, электрические разряды, необходимые для работы котельных, двигателей внутреннего сгорания, при производстве озона и т.д.

Вариантом полезного использования избытка углекислоты в атмосфере, и тем самым способом очистки газовых выбросов, может быть гидропонное выращивание растений на КОС закрытого типа или в тепличном хозяйстве населённых пунктов. Примером гидропонного культивирования растений (рис. 2) является изолированное помещение с расположенными в нём устройствами для выращивания с коммуникациями подвода и отвода питательного раствора, культуральной жидкости и резервуаром для её приготовления и подачи в устройство.

Когда будет решена и отработана проблема дезодорации и обеззараживания газовой атмосферы в закрытых КОС, они могут быть не только природоохранными сооружениями, но и производителями сельхозпродукции. ●

1. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков / Н.И. Куликов, А.Н. Ножевникова, Г.М. Зубов [и др.]; под общ. ред. Н.И. Куликова, А.Н. Ножевниковой. — М.: Логос, 2017. 400 с.
2. Бедрицкий А.И. Влияние климатических и географических условий и структурных особенностей экономики России на антропогенную эмиссию парниковых газов: монография. — М.: Энергия, 2017. 217 с.
3. Серпокрылов Н.С., Вильсон Е.В., Кузьмина Ю.С., Земченко Г.Н., Каменев Я.Ю. Процессы очистки сточных вод как фактор эмиссии диоксида углерода в атмосферу / Совершенствование систем водоснабжения и водоотведения по очистке природных и сточных и сточных вод: Межвуз. сб. научн. трудов СГАСУ. — Самара, 2008. С. 256–262.

ПРОЕКТЫ ГОДА:  
ОТОПЛЕНИЕ И ГВС



## Чугунная классика: котельные для ЗАО «НПК «ЯрЛИ»

В текущих условиях турбулентности и неопределённости некоторые вещи продолжают оставаться неизменными. Так, чугунная классика от [De Dietrich](#) не выходит из моды и оправдывает доверие партнёров стабильной работой и бесперебойными поставками оборудования и запасных частей.

Ярославская Научно-производственная компания «ЯрЛИ» (ЗАО «НПК «ЯрЛИ») на протяжении более десяти лет совершенствует свои промышленные площадки, отдавая предпочтение котлам [De Dietrich](#) серии [GT](#) как источнику теплогенерации.

Главный инженер компании «ЯрЛИ» Максим Валерьевич Кудрявцев отмечает глубокую приверженность и высокое доверие специалистов предприятия к бренду [De Dietrich](#), желание использовать надёжное оборудование, которое позволяет повысить качество эксплуатации энергетического комплекса всего производства.

*«Унификация энергетического комплекса — один из аспектов надёжности, — считает М. В. Кудрявцев и также обращает внимание на немаловажный фактор постоянной безаварийной работы оборудования и, как следствие, значительный экономический эффект. — При, казалось бы, высоких капитальных затратах, но при этом крайне низкой стоимости эксплуатации достигается значительная экономия средств предприятия. Сэкономленные средства идут на дальнейшее развитие производства и модернизацию всего комплекса».*

Рассмотрим объект подробнее.

ЗАО «НПК «ЯрЛИ» было создано в 1958 году как филиал Государственного научно-исследовательского и проектного института лакокрасочной промышленности (ГИПИ ЛКП, г. Москва).

В 1991 году институт ГИПИ ЛКП получил статус самостоятельной организации. С 1990-х годов компания «ЯрЛИ» разрабатывает и производит лакокрасочные материалы для различных отраслей промышленности, располагая на территории города Ярославля тремя производственными площадками.

**ЗАО «НПК «ЯрЛИ» на протяжении более десяти лет совершенствует свои промышленные площадки, отдавая предпочтение котлам [De Dietrich](#) серии [GT](#) как источнику теплогенерации. Специалисты предприятия говорят о глубокой приверженности и высоком доверии к бренду [De Dietrich](#), желании использовать надёжное оборудование**





Строительство новых и модернизация существующих технологических комплексов, использование высокопроизводительного оборудования, развитие научной базы позволяют компании занимать лидирующие позиции на рынке. Одним из таких направлений технического перенаправления является энергетическая независимость предприятия, позволяющая выстраивать технологические процессы надлежащим образом, при этом обеспечивая комфортный режим работы более чем 600 сотрудникам компании.

Первыми были построены и введены в эксплуатацию две газовые котельные на базе чугунных котлов [De Dietrich](#) серии [GT](#) суммарной тепловой мощностью 3,57 МВт.

Установленное оборудование зарекомендовало себя с самой лучшей стороны. По словам главного энергетика предприятия Александра Сергеевича Горохова, на протяжении десяти лет в процессе эксплуатации котельных нареканий в работе не выявлено.

Основываясь на положительном опыте, руководством предприятия было принято решение о строительстве на основной производственной площадке в 2022 году очередной котельной с тремя чугунными моделями [De Dietrich GT 530](#) суммарной мощностью 3,6 МВт. Это позволило компании повысить надёжность снабжения теплом производственных площадей и технологических процессов.



Монтажной организацией при строительстве котельной выступила ООО «Компания «Водная и отопительная техника» (ООО «Компания «ВОТ», г. Ярославль), являющаяся многолетним надёжным партнёром ЗАО «НПК «ЯрЛИ» и имеющая значительный опыт работы с оборудованием [De Dietrich](#) на протяжении более десяти лет. Монтажные работы были выполнены в установленные сроки к новому отопительному сезону.

Первичный пуск котельной состоялся 10 октября 2022 года, в данный момент она находится в режиме пусконаладочных работ и выдаёт тепловую нагрузку в полном объёме.

### **Предстоит модернизация очередной производственной площадки и строительство четвёртой по счёту котельной, на которой также планируются к установке котлы [De Dietrich GT 530](#) суммарной теплопроизводительностью 2,3 МВт**

Итак, ЗАО «НПК «ЯрЛИ» получило новый энергетический объект высокого эксплуатационного качества, а монтажная компания «ВОТ» — ещё один положительный опыт в свою копилку. Директор ООО «Компания «ВОТ» Станислав Викторович Хатюшин отмечает высокое качество оборудования [De Dietrich](#), удобство монтажа, надёжность и стабильность поставок даже в условиях ограничений, а также слаженность команды производителя, готовой оказать поддержку на всех этапах работы (от проекта до объекта).

«В ближайшей перспективе предприятию предстоит модернизация очередной производственной площадки и строительство четвёртой по счёту котельной, на которой также планируются к установке котлы [De Dietrich GT 530](#) суммарной теплопроизводительностью 2,3 МВт, — делится планами главный энергетик. — Предприятие не видит альтернативы на рынке теплоэнергетического оборудования бренду [De Dietrich](#), особенно в условиях ограниченного импорта».

Многолетний положительный опыт работы с промышленными котельными и высокая оценка оборудования конечными пользователями говорят о качестве и надёжности продукции бренда [De Dietrich](#), позволяющей проектировать и строить теплоэнергетические объекты с длительным сроком бесперебойной работы и весомой экономией в процессе эксплуатации. ●

ПРОЕКТЫ ГОДА:  
ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

## Социальная газификация: «Мособлгаз» догазифицировал 2805 населённых пунктов в МО за полтора года

В Московской области догазифицированы 2805 населённых пунктов по президентскому проекту. «Мособлгаз» выполнил полуторагодовой план по программе «Социальная газификация» на 100%. Возможность подключиться к газу появилась у 300 тыс. жителей Подмосковья. Главная цель проекта — бесплатное подведение газопровода до границы участка при условии, что в населённом пункте есть газопровод-источник и дом заявителя зарегистрирован.

Подмосковье — первый регион, приступивший к реализации указа Президента России. В апреле 2021 года по итогам Послания Федеральному Собранию Владимир Путин дал поручение правительству о догазификации регионов. В июне того же года Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Александр Новак и губернатор Московской области Андрей Воробьёв ввели в эксплуатацию крупнейшую в регионе газораспределительную станцию «Жуково» в Раменском городском округе, тем самым дав старт программе «Социальная газификация».

Под председательством губернатора Московской области Андрея Воробьёва в регионе регулярно проходят штабы, на которых присутствуют представители правительства Московской области, министерства энергетики Московской области, «Мособлгаза» и смежных структур. Такой формат позволяет значительно ускорить процесс газификации региона.

### Газификация глазами жителя

Программа многократно снизила стоимость подключения для жителя. Раньше подведение газа до границ участка могло стоить до миллиона рублей, теперь — бесплатно. Сам процесс газификации дома с появлением программы упростился для заявителя — вот шаги, которые нужно выполнить жителю Московской области:

- подать заявку на участие в программе;
- заключить договор;
- подготовить дом к приёму газа;
- дождаться строительства и пуска.

Услуги теперь сами «приходят» к жителю — по территории Подмосковья курсируют мобильные офисы «Социальной газификации»: 12 автомобилей перемещаются по региону и работают по принципу МФЦ. Здесь жители могут не только подать заявку на газификацию, но и полу-



60-й брифинг по программе «Социальная газификация» при участии генерального директора АО «Мособлгаз» Игоря Баранова

чить 11 социальных услуг: зарегистрировать дом, заключить договор на техобслуживание газового оборудования, заказать перерасчёт за ТКО, присвоить адрес дому и другое. Те же самые услуги можно получить и в восьми стационарных офисах «Социальной газификации». Ранее подключение у жителя занимало гораздо больше времени, сейчас достаточно подать заявку, приложив пакет документов. Сделать это можно не только в одном из клиентских офисов «Мособлгаза», но и онлайн.

Отслеживать статус работ в населённом пункте также можно онлайн: на сайте «Мособлгаза» представлена интерактивная карта газификации. С помощью этого ресурса также можно перейти в telegram-чат с персональным помощником и уточнить необходимую информацию. Этим чатом пользуются более 30 тыс. жителей Подмосковья.

Московская область — первый регион, на территории которого по поручению губернатора начали действовать льготы. Заявки уже подали более тысячи жителей Подмосковья. Дополнительная мера поддержки включает 100%-ю оплату работ внутри участка и оплату газового оборудования стоимостью до 80 тыс. руб.

На субсидию могут рассчитывать: малообеспеченные семьи с детьми; семьи, получающие пособие на ребёнка; одиноко проживающие пенсионеры; семьи, состоящие из пенсионеров; ветераны и участники Великой Отечественной войны.



Ирина Мамонова из деревни Мамоново Одинцовского района Московской области — 200-тысячная жительница, подключившаяся по программе «Социальная газификация»





❖ Строительство газораспределительной станции (ГРС) «Жуково»

### Газификация глазами газиков

Проект стал настоящим вызовом для подмосковных газиков за счёт своего масштаба: на территории региона за полтора года программы предстояло построить более 3000 км новых газораспределительных сетей — это рекордная цифра. Чтобы успеть реализовать проект в стольких коротких сроках, «Мособлгаз» мобилизовал свои ресурсы и привлёк к строительству сетей подрядные организации со всей России.

Изначально программа выполнялась силами 100 бригад. Спустя год для нара-

щивания темпов количество бригад было увеличено в 2,5 раза, что позволило создать более тысячи рабочих мест в Подмоскowie. Ежедневно на проекте работали 400 бригад без выходных дней. Таких результатов удалось достичь благодаря упрощению системы согласования прохождения трасс газопроводов с коммунальными службами и органами местного самоуправления.

К лету 2022 года в части строительства «Мособлгаз» достиг полного импортозамещения: все материалы и комплектующие — отечественного производства.

«Мособлгаз» сотрудничает с российскими заводами-изготовителями, многие из них расположены на территории Московской области. В производстве используются новейшие современные материалы.

Помимо этого, «Мособлгаз» начал производство собственной линейки газовых приборов под брендом «Могучий» и уже выпустил в продажу первый газовый котёл — самый компактный в своём классе, с низким потреблением газа, мощностью 24 кВт, который позволяет отапливать дом площадью до 240 м<sup>2</sup>. Этот отопительный прибор оснащён современным сенсорным экраном и может управляться дистанционно. В его производстве использованы медные и латунные компоненты без добавления композитных материалов. КПД котла равен 92,2% — это один из самых высоких показателей эффективности. Модулирующий газовый клапан обеспечивает быстрый нагрев системы отопления за счёт автоматического изменения интенсивности пламени. Также котёл обладает функцией раздельной настройки температур горячей воды и отопления.

Принцип бесплатного подведения газа до границ участка заявителя сохранится и в дальнейшем: по поручению Президента РФ программа «Социальная газификация» продолжена и стала бессрочной. ●

«Мособлгаз» — с теплом в каждый дом!

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

## Российский газовый настенный двухконтурный котел

# MOGUCHI

ТЕПЛО ПРЕМИУМ-КЛАССА В ВАШЕМ ДОМЕ



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

Мощность

Эффективность

Комфорт





## Российские аналоги американских сплавов 314 и 316

304 и 316 — обозначения аустенитных хромоникелевой и хромоникельмолибденовой сталей, заданные Американским институтом сталей и сплавов (AISI). Их свойства регламентирует стандарт [ASTM A 276-06](#)\*. Несмотря на то, что такая маркировка задана американским стандартом и в нормативном порядке действует в США, в конце прошлого века на территории постсоветского пространства обозначения 304 и 316 крепко вошли в обиход для определения серии аустенитных коррозионно-стойких сплавов.

В то время данному положению дел можно было найти оправдание, например, отсутствие на тот момент актуальных российских стандартов по части нержавеющей сталей и крепежа из них.

Однако уже с 1 января 2011 года в нашей стране была введена в действие актуальная серия отечественных стандартов

ГОСТ Р ИСО 3506–2009 (впоследствии это стандарт [ГОСТ ИСО 3506–2014 \[1\]](#)). Таким образом, на территории Российской Федерации в нормативном порядке было утверждено обозначение нержавеющей сталей для производства крепежных изделий, принятое во всём мире международным стандартом [ISO 3506](#) (табл. 1).

⋯ Аналоги американским сплавам AISI среди марок нержавеющей сталей по российскому стандарту [ГОСТ ИСО 3506–2014 \[1\]](#)

табл. 1

Марка стали		Химический состав*1, %								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Прочие
<b>Аустенитные стали</b>										
<b>A2</b>	<a href="#">по ГОСТ ИСО 3506</a>	0,10	1,0	2,0	0,050	0,03	15–20	–*2	8–19	Cu ≤ 1,0*3*4
<b>304L</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	18–20	–	8–12	–
<b>304</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	18–20	–	8–11	–
<b>A3</b>	<a href="#">по ГОСТ ИСО 3506</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	17–19	–*2	9–12	Cu ≤ 1,0
<b>321</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	17–19	–	9–12	Ti: 5×(C+N) ≤ 0,70
<b>A4</b>	<a href="#">по ГОСТ ИСО 3506</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	16–18,5	2–3	10–15	Cu ≤ 4,0
<b>316L</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,03	1,0	2,0	0,045	0,03	16–18	2–3	10–14	–
<b>316</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	16–18	2–3	10–14	–
<b>A5</b>	<a href="#">по ГОСТ ИСО 3506</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	16–18,5	2–3	10,5–14	Cu ≤ 1,0; Ti: 5×C ≤ 0,8
<b>316Ti</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,08	1,0	2,0	0,045	0,03	16–18	2–3	10–14	N ≤ 0,10; Ti: 5×(C+N) ≤ 0,7
<b>Ферритные стали</b>										
<b>F1</b>	<a href="#">по ГОСТ ИСО 3506</a>	0,12	1,0	1,0	0,040	0,03	15–18	–*2	≤	–
<b>430</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,12	1,0	1,0	0,040	0,03	16–18	–	≤ 0,75	–
<b>Мартенситные стали</b>										
<b>C1</b>	<a href="#">по ГОСТ ИСО 3506</a>	0,09–0,15	1,0	1,0	0,050	0,03	11,5–14	–	1	–
<b>410</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	0,08–0,15	1,0	1,0	0,040	0,03	11,5–13,5	–	–	–
<b>420</b>	<a href="#">по ASTM A 276–06</a>	≥ 0,15	1,0	1,0	0,040	0,03	12–14	–	–	–

\* ASTM — Американское общество по испытанию материалов (American Society for Testing and Materials, ASTM International) — международная организация, разрабатывающая и издающая добровольные стандарты для материалов, продуктов, систем и услуг.

\*1 Приведены максимальные значения, если не указано иное.

\*2 Молибден может присутствовать по решению изготовителя стали. В случае, если содержание молибдена влияет на условия применения стали, его содержание должно быть согласовано между изготовителем и потребителем стали.

\*3 Если содержание хрома менее 17%, содержание никеля должно быть не менее 12%.

\*4 Для аустенитных сталей с минимальным содержанием углерода 0,03% содержание азота не должно превышать 0,22%.



В частности, российский стандарт ввёл новые маркировки наиболее популярным аустенитным коррозионно-стойким сталям: маркировка А2 взамен американской группы сталей 304-й серии и маркировка А4 — взамен 316-й.

**На территории Российской Федерации в нормативном порядке было утверждено обозначение нержавеющей стали для производства крепежных изделий, принятое во всём мире международным стандартом [ISO 3506](#)**

И всё же по сей день встречаются спецификации и прочие технические сопроводительные документы с американским обозначением: 304 и 316.

Отечественные марки сталей по [ГОСТ ISO 3506 \[1\]](#) имеют достаточно

широкие пределы допустимого содержания легирующих элементов. Поэтому американским сплавам AISI совсем несложно подобрать аналоги\* среди марок нержавеющей стали по российскому стандарту для крепежных изделий — [ГОСТ ISO 3506–2014 \[1\]](#), как это показано в табл. 1.

Как видно из приведённой таблицы, нержавеющие стали марок AISI 304 и 316 по своему химическому составу полностью соответствуют группе аустенитных сплавов А2 и А4.

Поэтому при необходимости использования крепежа, изготовленного из нержавеющей стали по американским стандартам, отечественный стандарт [ГОСТ ISO 3506 \[1\]](#) допускает замену на аналогичные крепежные изделия из отечественных марок сталей. ●

1. [ГОСТ ISO 3506–2014. Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. В 4-х частях. Ч. 1–4 / Дата введ.: 01.01.2017. — М.: Стандартинформ, 2016.](#)



\* Данное сравнение носит справочный характер и учитывает лишь нормативные значения химического состава. Для сравнения приводятся лишь самые популярные сплавы, массово используемые для производства нержавеющей крепежных изделий.

На правах рекламы.



## НЕРЖАВЕЮЩИЙ КРЕПЁЖ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МАРОК СТАЛЕЙ

Компания BEST-Крепёж специализируется на поставках крепежных и такелажных элементов из нержавеющей стали марок А2 и А4 по [ГОСТ ISO 3506](#).

По американским стандартам ASTM к ним относятся коррозионно-стойкие стали, типа: 304 и 316.

Качество продукции BEST-Крепёж соответствует требованиям [ГОСТ](#), [ISO](#), [EN](#) и [DIN](#), что подтверждается лабораторными испытаниями и отображено в соответствующих документах, согласно действующим в России нормативным актам.

ОТК BEST-Крепёж строго контролирует: механическую прочность и геометрию резьбы, сплав и радиационный фон продукции в каждой партии товара.

Компания BEST-Крепёж принимает к рассмотрению претензии на отгруженные изделия, независимо от срока давности отгрузки. В случае выявления брака вся партия признаётся бракованной.



[www.best-krepeg.ru](http://www.best-krepeg.ru)



## О путях экономии тепловой и электрической энергии на отопление жилых зданий

Практически ежегодно происходит заметное увеличение тарифов на тепловую и электрическую энергию на отопление жилых, общественных и производственных зданий. Причём увеличение тарифов в отдельных регионах идёт по-разному. Имеет место и значительное отличие тарифов в самих регионах.

По причине, указанной во вступлении к статье, естественно, очень серьёзно стоит вопрос снижения потребляемой тепловой и электрической энергии.

Следует иметь в виду, что при эксплуатации температура воздуха в обслуживаемых зонах жилых помещений в холодный период года должна находиться в пределах параметров, предусмотренных в табл. 1 [ГОСТ 30494 \[1\]](#). Минимально допустимая температура воздуха в жилых комнатах при этом не должна быть ниже 18–20 °С, а максимальная — не выше 24 °С. В нерабочее время и при устранении аварии в системе теплоснабжения в жилых помещениях следует поддерживать температуру воздуха не ниже 15 °С. В действительности температура воздуха в помещении зависит от системы теплоснабжения, то есть от соответствия или несоответствия температуры теплоносителя температуре наружного воздуха, переменной в течение отопительного периода. При расчётной температуре наружного воздуха температура воды в системе отопления должна быть близкой к 95 °С.

Понятно, что с повышением температуры воздуха в помещении увеличиваются тепловые потери через наружные ограждения.

С точки зрения отопления следует отметить, что здания имеют разный так называемый уровень теплозащиты, который зависит от значения приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций  $R_0$  [м<sup>2</sup>·°С/Вт] здания (наружные стены, покрытия, перекрытия чердачные).

**При эксплуатации жилых зданий температура воздуха в обслуживаемых зонах жилых помещений в холодный период года должна находиться в пределах параметров, предусмотренных в табл. 1 [ГОСТ 30494](#)**

У зданий постройки после 2000 года значения  $R_0$  в 1,6–1,8 раза больше приведённого сопротивления теплопередаче наружных стен, покрытий, чердачных перекрытий зданий постройки до 2000-го [2, 3]. Следует отметить, что продолжается строительство зданий с повышенной площадью световых проёмов, приведённое сопротивление теплопередаче которых в несколько раз меньше сопротивления теплопередаче наружных стен.



●● Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха\*1

табл. 1

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.*2	оптим.*2	допуст.*2
Холодный	Жилая комната	20–22	18–24 (20–24)*3	19–20	17–23 (19–23)*3	45–30	60	0,15	0,2
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) –31 °С и ниже	21–23	20–24 (22–24)*3	20–22	19–23 (21–23)*3	45–30	60	0,15	0,2
	Кухня	19–21	18–26	18–20	17–25	Не норм.	Не норм.	0,15	0,2
	Туалет	19–21	18–26	18–20	17–25	Не норм.	Не норм.	0,15	0,2
	Ванная, совмещённый санузел	24–26	18–26	23–27	17–26	Не норм.	Не норм.	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20–22	18–24	19–21	17–23	45–30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18–20	16–22	17–19	15–21	45–30	60	Не норм.	Не норм.
	Вестибюль, лестничная клетка	16–18	14–20	15–17	13–19	Не норм.	Не норм.	Не норм.	Не норм.
Тёплый	Кладовые	16–18	12–22	15–17	11–21	Не норм.	Не норм.	Не норм.	Не норм.
	Жилая комната	22–25	20–28	22–24	18–27	60–30	65	0,2	0,3

\*1 В обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий. \*2 Не более. \*3 Значения в скобках относятся к домам престарелых и инвалидов.

Чтобы иметь возможность поддерживать температуру воздуха в помещении в указанных пределах (табл.1), рекомендуются устанавливать перед отопительными приборами краны (радиаторные терморегуляторы) [4], позволяющие изменять расход теплоносителя, проходящего через прибор. Необходимость их установки особенно нужна в помещениях, имеющих значительную площадь окон, через которые в солнечные дни в помещение поступает значительное количество солнечной тепловой энергии, приводящей к повышению температуры воздуха.

Расчёт поквартирного теплопотребления обычно ведётся пропорционально площади квартиры, что не соответствует действительности. Дело в том, что в домах имеются квартиры одной площади, но разной площади ограждающих конструкций — рядовые и угловые, на верхних и нижних этажах, с лоджиями, балконами и без них. Как показывают расчёты, тепловые потери в рядовой квартире одинаковой площади значительно мень-

ше тепловых потерь в квартирах угловых или на верхних этажах [5].

Поэтому эксплуатирующим организациям поквартирное теплопотребление правильнее определять пропорционально расчётным тепловым потерям, приведённым в проектах.

Действительные тепловые потери во многом зависят от расположения отопительных приборов. Радиаторы, например, в проектах подбираются при их открытой установке. Однако при монтаже радиаторы в отдельных случаях устанавливают

**По желанию владельцев нередко устанавливаются отопительные приборы большей расчётной мощности и отличающиеся от представленных в проекте. Это также приводит к повышению температуры воздуха и к увеличению тепловых потерь при отсутствии радиаторных терморегуляторов**

скрыто в нишах с экранами, за столами, мебелью, шторами. Это приводит к значительному увеличению тепловых потерь особенно при размещении приборов в закрытых нишах.

Необходимо отметить, что в ходе монтажа по желанию владельцев нередко устанавливаются отопительные приборы большей расчётной мощности и отличающиеся от представленных в проекте. Это, собственно, также приводит к повышению температуры воздуха и, естественно, к увеличению тепловых потерь при отсутствии радиаторных терморегуляторов.

Тепловые потери зависят и от качества уплотнения окон и наружных дверей лоджий и балконов.

Нельзя не отметить следующий факт. При разных температурах воздуха в помещениях смежных квартир из помещений с большей температурой через межквартирные стены и перекрытия поступает тепловой поток в помещения с меньшей температурой. В этом случае тепловые потери в смежных квартирах отличаются значительно. Дело в том, что коэффициенты теплопередачи межквартирных стен и перекрытий больше коэффициентов теплопередачи наружных стен в пятьдесят раз.

В северных районах Российской Федерации в холодный период, когда продолжительность светового дня незначительна, для сокращения тепловых потерь желательно использовать солнцезащитные устройства на окнах. ●

1. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Дата введ.: 01.01.2013.
2. СНиП II-3–79\*. Строительная теплотехника / Дата введ.: 01.07.1979.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализ. ред. СНиП 23–02–2003 / Дата введ.: 01.07.2013.
4. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Дата введ.: 01.07.2021.
5. Круинов Б.А. О поквартирной плате за отопление // Журнал СОК, 2016. №1. С. 72–73.



## Геотермальная энергетика: обзор российских научных школ

В 2021 году геотермальная электрогенерация РФ имела установленную мощность 74 МВт с выработкой энергии 280 ГВт·ч/год, а геотермальная теплогенерация составила 110 МВт и 428 ГВт·ч/год, соответственно. В статье указано количество геотермальных месторождений и эксплуатируемых скважин, описаны структура и принципы эксплуатации. Рассмотрены основные результаты развития советской геотермальной энергетики.

В этой статье представлены результаты исследований российских научных организаций по глубинной и поверхностной геотермии. Показана перспективность исследований по разработке и сооружению скважин со сверхкритическими параметрами теплоносителя у подножия вулканов на Камчатке. Представлены направления и наиболее важные результаты исследований отечественной научной школы геотермальной электрогенерации. Отмечены результаты работ российских научно-исследовательских организаций в области геотермальной теплогенерации в Краснодарском крае, Чечне и Дагестане.

### Введение

В 2021 году геотермальная энергетика РФ имела установленную мощность ГеоЭС — 74 МВт, мощность теплогенерации — 110 МВт, выработку электрической энергии — 280 ГВт·ч/год, тепловой энергии — 428 ГВт·ч/год. В стране эксплуатировались три пароводяных геотермальных месторождения с 95 скважинами, из которых в 2021 году было добыто 13 млн тонн пароводяной смеси (ПВС). На 33-х гидрогеотермальных месторождениях с 101-й скважиной было добыто 25,7 млн м<sup>3</sup>/год. Составление российской геотермальной энергетики (на 2019 год) описано в статье [1].

Геотермальная энергетика, как объект научных исследований, имеет междисциплинарный характер и включает вопросы геологии и геофизики, технологий бурения, разработки и эксплуатации месторождений, технологий и оборудования электрогенерации и теплоснабжения.

В зависимости от температуры теплоносителя, поступающего из недр Земли, различают глубинную и поверхностную геотермию (глубина менее 400 м). В формировании ресурсов поверхностной геотермии решающее значение имеет воз-

действие солнечной радиации на поверхность Земли. Глубинная геотермия, в зависимости от вида горных пород, разделяется на петрогеотермальную (тепло «сухих» пород) и геотермальную (паро- и водонасыщенные породы).

Отечественная геотермия достигла значительного развития в 1980–2000 годах [2]. Научные исследования в этой области знаний тогда возглавляла Академия наук СССР, а в работе под её руководством участвовало более 50 организаций. Разведкой,

**Геотермальная энергетика РФ в 2021 году имела установленную мощность ГеоЭС — 74 МВт, теплогенерации — 110 МВт, выработку электроэнергии — 280 ГВт·ч/год, тепловой энергии — 428 ГВт·ч/год**

бурением, эксплуатацией геотермальных месторождений занимался Мингазпром СССР, в составе которого научно-производственное объединение (НПО) «Союзгеотерм» выполняло весь комплекс геотермальных исследований. Максимальная добыча геотермальной воды в СССР была достигнута в 1985 году — 60 млн м<sup>3</sup>/год. Установленная мощность ГеоЭС в 1999 году составляла 24 МВт, а геотермальной теплогенерации — 308 МВт.

Геотермальная наука в СССР имела четыре основные научные школы: московскую (Геологический институт АН СССР, Объединённый институт физики Земли, Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского), ленинградскую (Ленинградский горный институт), киевскую и дагестанскую (НПО «Союзгеотерм»).





Фото: завод.рф

**Калужский турбинный завод (ПАО «КТЗ»)** — один из крупнейших в России производителей оборудования для энергетики. Основан в 1946 году. В производственной программе завода: паровые турбины для привода электрических генераторов, приводные паровые турбины, турбогенераторы блочные, паровые геотермальные турбины и энергоблоки.

В 1996–2012 годах наиболее значимых результатов достигла научная школа геотермальной энергетики д.т.н., профессора О. А. Поварова. Созданная в НИУ «МЭИ» на основе экспериментальной базы опытной ТЭЦ, эта школа в творческом сотрудничестве с Калужским турбинным заводом (ПАО «КТЗ») обеспечила разработку и изготовление геотермальных паровых турбин мирового уровня и сооружение на их основе новых российских ГеоЭС.

### Геотермальные ресурсы

Первые системные научно-технические разработки в области геотермальной энергетики в России были начаты в 1954 году по решению президиума Академии наук СССР о создании в городе Петропавловске-Камчатском лаборатории по исследованию геотермальных ресурсов. По инициативе и под руководством академика АН СССР М. А. Лаврентьева в 1955 году было выполнено первое системное изучение гидротермальных ресурсов страны. В России на основе проведённого экспедиционного обследования геотермальных источников Камчатки и многолетних исследований советских учёных были разработаны атласы и карты геотермальных ресурсов СССР. В работе [3] представлены ресурсы геотермальных водяных источников, а в [4] они дополнены петрогеотермальными ресурсами.

В настоящее время исследования в области петрогеотермальных ресурсов ведутся группой учёных под руководством



❖ Ключевская сопка на Камчатке — самый высокий (4850 м) активный вулкан в Евразии

д.т.н., профессора Э. И. Богуславского. Он является известным российским специалистом по ресурсам поверхностной геотермии (до 400 м). В его монографии [5] представлены карты «нейтрального» слоя территории России, распределения температур горных пород на глубинах до 200 м, результаты исследований конвективного теплообмена в проницаемых водонасыщенных горных породах и при обтекании ствола геотермальной скважины подземными водами. Исследования в области поверхностной геотермии выполняют специалисты под руководством д.т.н. Г.П. Васильева. Ими изучен теплообмен в горных породах с учётом фазового перехода грунтовых вод, а также разработаны теоретические основы этих процессов, результаты которых изложены в монографии [6], получены результаты моделирования теплообмена в горных породах средней полосы России, представленные в статье [7].

Ведущей научной организацией страны по глубинной геотермии, в том числе по изучению парогидротермальных месторождений, является Институт вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, находящийся в городе Петропавловске-Камчатском. Результаты его оценки запасов пароводяных и водяных геотермальных ресурсов Камчатки представлены в статье [8]. ИВиС выполняет исследования по изучению технических возможностей и технико-экономической целесообразности бурения и использования геотермальных скважин со сверхкритическими параметрами у подножья камчатских вулканов [9]. В международных научных конференциях, организованных ИВиС, регулярно принимают участие до 130 учёных, в том числе ведущие специалисты из зарубежных стран.



❖ Институт вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН был основан в 1962 году

Традиции дагестанской научной геотермальной школы с 1980 года продолжает Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГиЭ) ОИВТ РАН в городе Махачкале. В его составе — 130 кандидатов и докторов наук, работающих в областях геологии, геофизики, технологий бурения и разработки месторождений, электро- и теплогенерации, извлечения редких химических реагентов.

Руководителем ИПГиЭ ОИВТ РАН является д.т.н., профессор А.Б. Алхасов, в монографиях [10, 11] и сборнике [12] которого представлены основные наиболее значимые результаты многолетних исследований института.



•• Геологический музей (ГГМ) РАН содержит более 60 тыс. образцов минералов со всего мира



•• Геологический институт (ГИН) РАН был основан в 1930 году. Основные направления исследований института: тектоника, литология, стратиграфия и четвертичная геология

Геологический институт РАН (Москва) представляет московскую научную школу в области глубинной геотермии. В работах д.г.-м.н. М.Д. Хуторского с соавторами [13, 14] выполнены оценки (на 2010 год) геотермальных ресурсов Российской Федерации, определены современные тенденции и перспективы развития геотермии в нашей стране [15].

В московском Геологическом музее им. В.И. Вернадского под руководством д.т.н. С.В. Черкасова также ведутся научные исследования по использованию геотермальных ресурсов в теплоснабжении. Так, при его активном участии была разработана и в 2015 году реализована геологическая модель Ханкальского геотермального месторождения и создана автономная система геотермального теплоснабжения в Чеченской Республике [16, 17].

Исследованиями пароводяных и геотермальных скважин в Дальневосточном научном центре (ДНЦ) РАН руководит д.т.н. А.Н. Шулюпин [18, 19].

### Геотермальная электрогенерация

Советская научная школа геотермальной электроэнергетики в лице Института технической теплофизики в Новосибирске (под руководством д.т.н. С.С. Кутеладзе) и Новосибирского филиала института «Теплоэлектропроект» (во главе с к.т.н. Б.М. Выморковым) разработала

**На Паратунской ГеоЭС впервые была реализована технология преобразования низкотемпературного тепла в электроэнергию с использованием органического цикла Ренкина. В дальнейшем бинарные энерготехнологии на низкокипящих рабочих телах получили широкое распространение за рубежом для утилизации тепла геотермальных ресурсов и сбросного тепла промышленных предприятий**

и обеспечила в 1966 году сооружение первой в СССР Паужетской ГеоЭС прямого цикла на Камчатке, которая состояла из двух энергоблоков мощностью по 2,5 МВт каждый с турбинами МК-2,5-1,8 Калужского турбинного завода [20]. После строительства второй очереди в 1982 году установленная мощность Паужетской ГеоЭС достигла 11 МВт.

По проекту Новосибирского отделения Государственного проектного и научно-исследовательского института АН СССР (ГипроНИИ) в 1967 году была сооружена экспериментальная бинарная Паратунская ГеоЭС мощностью 600 кВт [1]. Впервые была реализована технология преобразования низкотемпературного тепла в электроэнергию с использованием органического цикла Ренкина (с использованием низкокипящего органического рабочего тела). В дальнейшем бинарные энерготехнологии получили широкое распространение за рубежом для утилизации тепла геотермальных ресурсов и сбросного теплоносителя промышленных предприятий. К сожалению, после этого в нашей стране, обладающей огромными запасами углеводородного топлива, технологии геотермальной электрогенерации долгое время оставались невостребованными.

Новый этап развития отечественной геотермальной электроэнергетики начался в 1990 году, когда в рамках реализации Государственной научно-технической программы (ГНТП) СССР «Экологически чистая энергетика» под руководством д.т.н., профессора МЭИ О.А. Поварова были возобновлены научно-технические исследования и разработки по созданию отечественного геотермального энергетического оборудования.

В течение 10–15 лет, совместными усилиями АО «Наука», ООО «Геотерм-ЭМ», Научно-исследовательского и учебного центра геотермальной энергетики (НУЦ Гео) Московского энергетического института,



Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института атомного и энергетического машиностроения (ВНИИАМ), а также других научных организаций был выполнен комплекс фундаментальных исследований в области геотермальной энергетики, включая следующие:

- разработку ряда лабораторных и натурных экспериментальных стендов, установок и приборов;
- проведение физико-химических исследований геотермального теплоносителя, течения многофазных и многокомпонентных сред, процессов и закономерностей эрозионно-коррозионного воздействия теплоносителя на металл геотермального энергетического оборудования;
- разработку технологий и уникального оборудования для геотермальных электростанций, работающих на пароводяном теплоносителе.

В результате сформировалась российская научная школа д.т.н. О. А. Поварова, были разработаны и созданы новые российские ГеоЭС на Камчатке и Курильских островах, за что в 2003 году О. А. Поварову и коллективу учёных и специалистов была присуждена Государственная премия РФ по науке и технике.

Силами учёных и инженеров НУЦ ГеоМЭИ, АО «КТЗ», ООО «Геотерм-ЭМ», АО «Наука», ВНИИАМ, ЭНИН и других российских организаций было разработано уникальное оборудование для Верхне-Мутновской ГеоЭС мощностью 12 МВт, запущенной в эксплуатацию на Камчатке в 1999 году, включая турбоагрегаты мощностью по 4 МВт каждый с системой внутриканальной сепарации и поворотными отсечными клапанами типа «баттерфляй», уникальные сепараторы, расширители и паросборники горизонтального типа с новым принципом гравитационного осаждения жидких частиц, а также воздухоохлаждаемые конденсаторы поверхностного типа. Этот опыт был использован при разработке и создании оборудования флагмана российской геотермальной электроэнергетики — Мутновской ГеоЭС мощностью 50 МВт с двумя энергоблоками по 25,0 МВт каждый.

Учёные научной школы геотермальной электроэнергетики, созданной О. А. Поваровым (д.т.н. Г. В. Томаров, к.т.н. В. Н. Семёнов, к.т.н. А. И. Никольский, к.т.н. А. А. Шипков и другие специалисты, объединившиеся с 2007 года в научно-технической компании ООО «Геотерм-ЭМ»), продолжили исследования в области геотермальных бинарных технологий с низкотемпературным рабочим телом. Ими была разработана технологическая схема бинар-

### Учёные научной школы геотермальной электроэнергетики О. А. Поварова продолжили исследования в области геотермальных бинарных технологий с низкотемпературным рабочим телом

ного энергоблока мощностью 2,5 МВт для уникальной Паужетской ГеоЭС [20] и рассчитаны её параметры.

При поддержке Министерства образования и науки РФ ООО «Геотерм-ЭМ» (директор — д.т.н. Г. В. Томаров) выполнило комплекс научных исследований в области оптимизации технологии и выбора низкотемпературного органического рабочего тела геотермальных бинарных энергоустановок [21]. Получены результаты ис-

### Геотермальная теплогенерация

Во времена СССР ведущей научной школой геотермального теплоснабжения была дагестанская. В 1980-х годах в НПО «Союз-геотерм» коллектив учёных и инженеров во главе с к.т.н. М. М. Алиевым создал геотермальные системы, в том числе с реинжекцией отработанного теплоносителя, использованием геотермальной воды двух разных геологических пластов и тепловыми насосами [1]. Результатом работы украинской геотермальной научной школы под руководством д.т.н. Ю. П. Морозова было сооружение нескольких геотермальных систем теплоснабжения (ГСТ) в Крыму, в том числе с использованием отсепарированного из геотермальной воды метана для электрогенерации и пикового догрева теплоносителя [2].



❖ Мутновская ГеоЭС (50 МВт) на Камчатке — крупнейшая геотермальная электростанция России

следований по повышению эффективности использования тепла геотермального теплоносителя различного температурного уровня (70, 120 и 180 °С) на основе применения мультикаскадных геотермальных энергокомплексов [22, 23], а также путём использования водородно-кислородных парогенераторов для перегрева пара вторичного вскипания [24].

Помимо этого, наряду с осуществлением научно-технического сопровождения ГеоЭС, на Камчатке были разработаны технические предложения и технико-экономические обоснования по модернизации действующих Верхне-Мутновской ГеоЭС и Мутновской ГеоЭС путём их расширения паровыми турбинами на паре вторичного вскипания и бинарными энергоблоками на основе утилизации тепла сбросного геотермального теплоносителя без бурения дополнительных скважин [25]. Эти разработки должны лечь в основу дальнейшего развития отечественных технологий геотермальной электрогенерации.

В постсоветское время дагестанскую научную геотермальную школу возглавил и продолжает более 40 лет ею руководить д.т.н., профессор А. Б. Алхасов в Институте проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГиВЭ) ОИВТ РАН. В монографиях [10, 11] д.т.н. А. Б. Алхасовым изложены результаты многолетних геотермальных исследований, в том числе по теплогенерации. В 2021 году по добыче геотермальной воды, установленной мощности ГСТ и реализации тепловой энергии Дагестан занимал второе место в Российской Федерации после Камчатки. Перспективы развития дагестанских ГСТ представлены в статьях [26, 27], а результаты разработок ГСТ ИПГиВЭ отмечены в сборнике докладов [12]. Р. М. Алиевым исследуются вопросы технологии геотермального бурения [28].

Подготовка бакалавров по геотермальной энергетике ведётся в Дагестанском государственном университете (ДГУ), а учёных — в аспирантуре ИПГиВЭ.

Научной геотермальной школой д.т.н., профессора О.А. Поварова с 2008 года развивалось и геотермальное теплоснабжение [20]. Для посёлка Розового Краснодарского края д.т.н. Г.В. Томаровым, совместно с д.т.н. В.А. Бутузовым (компания ООО «Энерготехнологии-Сервис»), в 2012 году была разработана и реализована первая очередь ГСТ расчётной тепловой мощностью 5 МВт [29], особенностью которой является строительство геотермального насосного модуля для стабилизации гидравлического режима работы скважины, геотермального центрального теплового пункта с гелиоустановкой для замещения скважины в межотопительный период [30]. Дополнительно для пяти городов и населённых пунктов Краснодарского края были разработаны схемы перспективного геотермального теплоснабжения [20].

Геотермальная система теплоснабжения с реинжекцией отработанного геотермального теплоносителя расчётной мощностью 7,5 МВт была разработана и построена на Ханкальском месторождении в Чеченской Республике в 2015 году научным коллективом под руководством д.т.н. М.Ш. Минцаева, ныне ректора Грознен-

ского нефтяного университета (ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова) [31]. Особенностью этого комплексного проекта являлось моделирование геотермального месторождения [16, 32], дуплетное бурение двух скважин, в том числе наклонной для реинжекции, организация насосной и термосифонной циркуляции, геотермальная система отопления теплиц [33]. Результаты анализа современного опыта создания российских ГСТ приведены в статьях [29, 30].

## Выводы

1. Геотермальная энергетика является одним из развивающихся сегментов возобновляемой энергетики России и имеет более чем столетнюю историю. Современ-

**Современная разведанная ресурсная база Российской Федерации позволяет в разы увеличить мощности ГеоЭС и геотермальных систем теплоснабжения в стране. В настоящий момент в России работает несколько научных школ по изучению геотермальных ресурсов**

ная разведанная ресурсная база страны позволяет в разы увеличить мощности ГеоЭС и ГСТ. В России работает несколько научных школ по изучению геотермальных ресурсов, среди которых ведущими являются ИВиС ДВО РАН и ИПГиВЭ ОИВТ РАН. Моделирование разработки геотермальных месторождений реализовано при сооружении Ханкальской ГСТ.

2. Учёные научной школы геотермальной электроэнергетики, созданной д.т.н., профессором О.А. Поваровым в период разработки и сооружения российских геотермальных электростанций с 1996 по 2002 годы (Верхне-Мутновская ГеоЭС и Мутновская ГеоЭС), объединившиеся позднее в компании ООО «Геотерм-ЭМ» (директор — д.т.н. Г.В. Томаров), продолжают выполнять исследования и разработки по совершенствованию действующих отечественных ГеоЭС и перспективных геотермальных энергоблоков с органическим циклом Ренкина.

3. В области геотермальной теплогенерации ведут исследования в основном д.т.н. В.А. Бутузов (ООО «Энерготехнологии-Сервис»), д.т.н. А.Б. Алхасов (ИПГиВЭ). Разработки поверхностных ГСТ выполняет д.т.н. Г.П. Васильев. ●

- Бутузов В.А., Томаров Г.В., Алхасов А.Б., Алиев Р.М., Бадавов Г.Б. Геотермальная энергетика России: ресурсная база, электроэнергетика, теплоснабжение (обзор) // Теплоэнергетика, 2022. №1. С. 3–17.
- Бутузов В.А. Российская геотермальная энергетика: анализ столетнего развития научных и инженерных концепций // Окружающая среда и энергетика, 2019. №3. С. 4–21.
- Маврицкий Б.Ф., Локшин Б.А., Вольфенфельд А.В. Прогнозные запасы термальных вод СССР, возможные объёмы внедрения геотермального теплоснабжения: В сб. «Изучение и использование глубинного тепла Земли». — М.: Наука, 1973. С. 87–97.
- Атлас карт ресурсов термальных вод СССР. — М.: Мингеологии СССР; ВСЕГИНГЕО, 1984. 15 л.
- Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр: монография. — М.: Спутник, 2018. 448 с.
- Васильев Г.П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв Земли. — М.: ИД «Граница», 2006. 173 с.
- Васильев Г.П., Горнов В.Д. [и др.] Геотермальное теплоснабжение в Московском регионе // Теплоэнергетика, 2008. №1. С. 85–96.
- Кирюхин А.В., Сутробов В.М. Геотермальные ресурсы Камчатки и ближайшие перспективы их освоения // Вулканология и сейсмология, 2019. №6. С. 50–65.
- Фёдоров С.А., Сутробов В.М., Уткин И.С., Уткина Л.И. Возможности использования тепла магматического очага Авачинского вулкана и окружающих его пород для тепло- и электроснабжения // Вулканология и сейсмология, 2009. №1. С. 32–46.
- Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. — М.: Физматлит, 2008.
- Алхасов А.Б. Освоение низкопотенциального геотермального тепла. — М.: Физматлит, 2017.
- Алхасов А.Б. Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики — филиал Объединённого института высоких температур Российской академии наук / Возобновляемая энергетика — проблемы и перспективы. Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов: Мат. VI Межд. конф. «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы» и XII школы молодых учёных «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов» им. Э.Э. Шпильрайна (12–15.10.2020). — Махачкала: Изд-во «Алеф», 2020. 530 с.
- Кононов В.И., Поляк Б.Г., Хуторской М.Я. Геотермальные ресурсы России // Георесурсы, 2005. №2. С. 29–33.
- Гнатус Н.А., Хуторской М.Д. Тепло «сухих» горных пород — неисчерпаемый источник энергии // Литология и полезные ископаемые, 2010. №6. С. 662–670.
- Хуторской М.Д., Каримов В.Ю., Косьянов В.А. Возобновляемая и нетрадиционная энергетика — мировые и отечественные тенденции развития: учеб. пособие. — М.: ФГБОУ ВО «МГРИ», 2021.
- Черкасов С.В. Методологические основы создания и эксплуатации природно-техногенных систем геотермальной энергетики: Автореф. дисс. докт. техн. наук по спец. 25.00.10. — М.: ФГБУН «ГТМ им. В.И. Вернадского», 2021. 44 с.
- Свид. о гос. рег. программы для ЭВМ №2014616264. Программа для термодинамического моделирования резервуара теплоэнергетических вод Geotherm / Н.А. Ваганова, М.Ю. Филимонов, С.В. Черкасов, М.Ш. Минцаев (RUS). Правообл.: ФГБУН «ГТМ им. В.И. Вернадского», ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Дата рег.: 10.02.2014.
- Шулюпин А.В., Варламова Н.Н. Современные тенденции в освоении геотермальных ресурсов // Георесурсы, 2020. №24. С. 113–122.
- Шулюпин А.В. Способы обеспечения устойчивой работы пароводяных скважин // Георесурсы, 2019. №1. С. 99–106.
- Геотермальная энергетика: справ.-методическое издание / Г.В. Томаров, А.И. Никольский, В.Н. Семёнов, А.А. Шипков; под ред. П.П. Безруких. — М.: Интех-энерго-Издат; Теплоэнергетик, 2015. 301 с.
- Томаров Г.В., Шипков А.А., Сорокина Е.В. Выбор оптимального рабочего тела для бинарных установок на предельно низкотемпературном теплоносителе // Теплоэнергетика, 2016. №12. С. 59–67.
- Томаров Г.В., Шипков А.А. Мультикаскадные геотермальные бинарные энергокомплексы: утилизация среднетемпературного теплоносителя (120 °С) // Теплоэнергетика, 2022. №5. С. 49–57.
- Томаров Г.В., Шипков А.А. Мультикаскадные геотермальные бинарные энергокомплексы: утилизация высокотемпературного теплоносителя (180 °С) // Теплоэнергетика, 2022. №4. С. 31–40.
- Томаров Г.В., Шипков А.А. Геотермальная комбинированная бинарная электростанция с системой перегрева пара вторичного вскипания: выбор оптимальных рабочих тел // Теплоэнергетика, 2019. №11. С. 63–71.
- Томаров Г.В. Геотермальные энерготехнологии России // Вестник МЭИ, 2020. №4. С. 29–41.
- Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Рамазанов А.Ш., Каспарова М.А. Перспективы освоения высокотемпературных высокоминерализованных ресурсов Тарумовского геотермального месторождения // Теплоэнергетика, 2016. №6. С. 25–30.
- Алхасов А.Б., Алхасова Д.А. Комплексное использование низкопотенциальных термальных вод Юга России для тепло- и водоснабжения и решения экологических проблем // Теплоэнергетика, 2019. №5. С. 82–88.
- Алиев Р.М., Бадавов Г.Б., Байрамов А.М. Технико-экономические особенности строительства геотермальных скважин / Geoenergy Чечня: Мат. межд. науч.-практ. конф. (Прозный, 19–21.05.2015). — Махачкала: Изд-во «Алеф», 2015.
- Бутузов В.А., Амерханов Р.А., Григораш О.В. Геотермальное теплоснабжение в России // Теплоэнергетика, 2020. №3. С. 3–14.
- Бутузов В.А. Геотермия Кубани, Ставрополя, Адыгеи и Карачаево-Черкессии // Энергия, 2021. №3. С. 48–59.
- Минцаев М.Ш., Якубов Т.В., Барзаева М.А. Технико-экономическое обоснование использования геотермальных ресурсов для отопления тепличных комплексов // Вестник газовой науки: науч.-техн. сб., 2021. №4. С. 176–183.
- Минцаев М.Ш., Эльсункаева Э.В. Разработка ГИС-модуля для комплексного мониторинга геологической среды Ханкальского месторождения Чеченской Республики // Мониторинг. Наука и технологии, 2021. №3. С. 51–56.
- Минцаев М.Ш., Хакимов З.Л., Лабазанов М.А. Автоматизированная система управления Ханкальской геотермальной станцией с циркуляционной системой отбора глубинного тепла земли — образовательный аспект // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки, 2022. №11. С. 31–37.

## Чиллеры **ERACO & ROYAL Clima** на страже здоровья жителей Ленинградской области

В сентябре 2022 года была завершена поставка и запуск чиллеров на объекте «Центр медицинской реабилитации» в городе Коммунар Ленинградской области. В этом проекте примечательно то, что работа чиллеров должна осуществляться круглогодично — без перерыва и отдыха системы кондиционирования должны поддерживать микроклимат в помещениях реабилитационного центра.

Чиллеры [ERACO & ROYAL Clima](#) — это совместная разработка турецких инженеров и российская адаптация данной климатической техники к реалиям климата и рынка России, сложение многолетнего подтверждённого опыта производства и успешной дистрибуции на территории России. Модифицированные и доработанные для использования в самых суровых условиях российского климата, холодильные машины [ERACO & ROYAL Clima](#) уже успели зарекомендовать себя в качестве надёжного оборудования для создания микроклимата. Например, первые поставленные машины уже работают при отрицательных температурах, знакомятся с сибирскими морозами, а в сентябре 2022 года была завершена поставка и запуск чиллеров на объекте «Центр медицинской реабилитации» в городе Коммунар Ленинградской области.

В данном проекте примечательно то, что работа чиллеров должна осуществляться круглогодично — без перерыва и отдыха системы кондиционирования должны поддерживать микроклимат в помещениях реабилитационного центра. Для реализации данной задачи была выбрана непростая схема: два одинаковых чиллера, имеющих в своём составе насосные группы, работают в режиме «рабочий» или «резервный».

Для надёжной работы в зимний период чиллеры [ERACO & ROYAL Clima](#) адаптированы к работе при отрицательных температурах. Специальные зимние комплекты ЛТК состоят из следующего набора компонентов:

- нагреватель испарителя, чтобы остаточная жидкость не начала кристаллизоваться в моменты, когда оборудование не используется;
- нагреватель электрического шкафа (поскольку электроника не любит мороз, внутри лучше поддерживать плюсовую температуру, а также чтобы избежать образования инея на силовых и слабо-

точных компонентах шкафа управления из-за перепадов температур — при этом, естественно, шкаф управления дополнительно теплоизолируется);

- жидкостной ресивер, чтобы аккумулировать жидкий хладагент при снижении давления;
- термостат для активации системы подогрева в моменты остановки холодильной машины;
- регулятор давления конденсации.



❖ Чиллер [ERACO & ROYAL Clima](#)

Встроенные насосные группы также имеют рабочий и резервный насосы, которые готовы автоматически запуститься, чтобы не допустить остановки в работе системы кондиционирования.

Всего на объекте установлено пять холодильных машин с воздушным охлаждением конденсатора различной производительности от 15 до 355 кВт, и, чтобы реализовать взаимодействие с внешней системой мониторинга и управления, все чиллеры интегрированы в сеть по протоколу Modbus.

Конечно, проект холодоснабжения реабилитационного центра в Ленинградской области не единственный, где применено оборудование [ERACO & ROYAL Clima](#). На текущий момент произведено или находится в производстве более 50 холодильных машин суммарной холодопроизводительностью более 35 МВт. ●



## Высоконапорные вентиляторы **ВИР:** работают там, где другие не справятся

В ходе реализации новых объектов, в которых компания «ВЕЗА» принимала участие со своим оборудованием, начало приходить понимание, что обойтись стандартными радиальными вентиляторами, серийно выпускаемыми заводами компании, уже не представляется возможным. Так в 2006–2007 годах появился самостоятельный проект высоконапорных вентиляторов для тяжёлых условий работы, получивший название **ВИР** — Вентиляторы Индустриальные Радиальные.

Компания «ВЕЗА» с начала своего основания стремилась принимать участие в самых амбициозных проектах, реализуемых нашим государством, как на территории России, так и за её пределами. В середине 2000-х годов «ВЕЗА» поставляла оборудование на такие знаковые объекты, как АЭС «Бушер» (Республика Иран), месторождение «Ванкор» (компания «Роснефть»), морские платформы. В ходе реализации данных объектов начало приходить понимание, что обойтись стандартными радиальными вентиляторами, выпускаемыми серийно заводами компании, уже не представляется возможным. И в 2006–2007 годах появился самостоятельный проект высоконапорных вентиляторов для тяжёлых условий работы, получивший название **ВИР** (Вентиляторы Индустриальные Радиальные).

В 2007 году компания «ВЕЗА» начала производство шести серий вентиляторов: ВИР100, ВИР200, ВИР300, ВИР400, ВИР600 и ВИР800. В каждой серии были реализованы стандартные габариты колёс от 315–400 до 1250–1400. Прототипом для построения серий стали модели вентиляторов компании Ferrari Ventilatori. Вентиляторы Ferrari имеют массу аналогов, например, Mz Aspiratory, Sodeca, и фактически могут считаться стандартом данного типа оборудования в Европе, в том числе по разнообразию серий.

Опыт специалистов «ВЕЗА» был подкреплён десятилетней работой по поставкам оригинальных вентиляторов Ferrari в Россию. «ВЕЗА» поставляла эти вентиляторы с выполнением индивидуального подбора специально подготовленными сотрудниками строго под проект. Под-

готовка сотрудников «ВЕЗА» позволила без участия фирмы Ferrari, пользуясь её программным обеспечением для подбора и богатым опытом, успешно продавать свыше 500 вентиляторов в год. Все поставляемые агрегаты проходили сборку с монтажом российского электромотора, получали паспорт «ВИР-ВЕЗА» и покрывались гарантией «ВЕЗА». Общий объём поставок с 2007 по 2014 годы составил тысячи штук. В 2015 году доля вентиляторов производства «ВЕЗА» достигла 95%, и применение покупных вентиляторов Ferrari перестало быть необходимым.



❖ Вентилятор ВИР400 на основе оригинального вентилятора Ferrari

С течением времени «ВЕЗА» разработала собственный программный продукт VezaFan с набором вентиляторов **ВИР** для удобного самостоятельного подбора. Расширился и модельный ряд применяемых колёс. На данный момент «ВЕЗА» предлагает вентиляторы **ВИР** девяти серий собственной конструкции. Специалисты компании потратили более восьми лет на разработку конструкторской документации, технологии производства и проведение лабораторных тестов.



❖ Вентилятор ВИР600-160 (третья схема) производства «ВЕЗА»



❖ Балансировка рабочего колеса диаметром 1800 мм вентилятора ВИР на станке

Конструкция и технология производства ВИР не являются секретом. Вентиляторы ВИР — это полностью сварной корпус с раскроем всех деталей на лазерной установке и с высококачественной сваркой, поскольку резка плазмой не даёт необходимой точности, а сварка требует не только обученных работников, но и роботов. Во многом именно роботизированная сварка и даёт предприятию «ВЕЗА» возможность получать недорогие и очень точные по геометрии колеса.

Вентиляторы ВИР уже стали базовыми для применения на объектах нефтегазовой промышленности, АЭС, горно-обогатительных комбинатах (ГОК) и морских платформах. ВИРы свободно «закрывают» всю номенклатуру дымососов и мельничных вентиляторов серий ВДН, ВДН, ВМ, ВВДН, РСС, ВРС. Вместе с ВИР производятся гибкие вставки СОМ разного исполнения, в том числе для горячих газов (до постоянной температуры +450°С), а также коррозионностойкие, антистатические и для высокого давления (до 20 кПа).

В 2022 году компания «ВЕЗА» покорил очередную технологический рубеж, освоив производство вентиляторов типа ВИР с диаметром рабочих колёс 1600, 1800 и 2000 мм.

Реализация проекта по изготовлению вентиляторов с вышеуказанными диаметрами рабочих колёс потребовала от компании существенной доработки технологии производства составных частей вентилятора и закупки новых образцов оборудования.

Были приобретены новые станки Nodi, позволяющие выкатывать передние диски колёс диаметром до 2000 мм. В том числе эти станки позволяют выкатывать более эффективные входные коллектора одной деталью. Также был введён в строй новый станок для балансировки колёс в сборе с валом, что повысило точность балансировки роторов (вал, колесо), применяемых в вентиляторах с трансмиссионным валом. Начали применяться коллектора, изготовленные на станках ротационной выкатки, с конструктивным обратным отгибом, который способствует повышению полного и статического КПД

на величину от 3 до 5% за счёт обеспечения плавности и равномерности входа потока внутрь рабочего колеса. Была проведена масштабная конструкторская работа по увеличению жёсткости корпуса вентилятора, для возможности закреплять навесное дополнительное оборудование (например, осевой направляющий аппарат типа ОНА) напрямую на корпусе.



Появилась возможность изготовления вентиляторов типа ВИР до 20-го номера включительно на трансмиссионном валу, с клиноременной передачей, а также вентиляторов с двухсторонним всасыванием.

Вся работа по разработке конструкторской документации, технологической оснастке, выпуску пилотного образца и проведению испытаний, а также серийное производство осуществлены в городе Брянске на собственном заводе «ВЕЗА».

В феврале 2022 года были изготовлены и переданы заказчику первые вентиляторы ВИР с диаметром колеса 1600 мм. А в декабре — изготовлены и отгружены первые вентиляторы с диаметром колеса 1800 мм, выполненные по пятой конструктивной схеме. ●



❖ Контрольная сборка корпуса вентилятора ВИР 180-го габарита в цехе

## КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

# От погоды в доме к климату в офисе и на предприятии

Для кого-то «погода в доме» — строка из популярной в прошлом песни, а для климатотехников это в первую очередь стабильная работа систем отопления, вентиляции, кондиционирования, которые эту «погоду» создают. И многие превосходные решения будут представлены потребителям на XVIII выставке «Мир Климата Экспо», которая пройдёт 28 февраля по 3 марта 2023 года в городе Москве, в ЦВК «Экспоцентр».



Традиционно на выставочной площадке «Мир Климата Экспо», с 28 февраля по 3 марта 2023 года, будет представлен полный спектр современного климатического оборудования. Международная выставка объединит производителей и поставщиков решений HVAC/R и специалистов отрасли — дилеров, проектные, инжиниринговые и монтажные компании, сервисные и промышленные предприятия, представителей девелопмента и многочисленных специалистов, которые строят карьеру в индустрии HVAC/R.

В преддверии выставки мы провели виртуальный круглый стол, в котором пригласили принять участие видных участников рынка — представителей компаний-лидеров и экспертов (см. врезку «Участники дискуссии»). Вместе с ними были обсуждены текущее положение, тренды и перспективы отечественной климатической отрасли.

❖ **Сегодня отрасль HVAC/R, как и остальные сферы, испытывает на себе последствия турбулентности. Какие изменения произошли на климатическом рынке?**

**Дмитрий Кузин, АПИК:** На мой взгляд, турбулентности нет. Ушли с рынка японцы, корейцы, европейцы. Но их доля на рынке кондиционеров составляла около восьми процентов, остальные — производители из КНР. Сегодня к ним присоединяются турецкие компании, производители из Узбекистана. Практически все проекты и клиенты переведены на китайскую технику. Вместе с тем есть параллельный импорт через Турцию и Казахстан. На передний план выходит даже не логистика, а отработка финансовых схем взаиморасчётов. Оборудования на рынке много, дефицита нет и не будет. Цены поднялись незначительно. Существенно подорожали хладагенты — в четыре-пять раз.

### Участники дискуссии вокруг XVIII выставки «Мир Климата Экспо»:

- ❑ **Дмитрий Кузин**, исполнительный директор Ассоциации предприятий индустрии климата (АПИК)
- ❑ **Юрий Дубровин**, председатель правления «Россоюзхолодпром»
- ❑ **Ольга Моисеева**, генеральный директор компании «Евроэкспо»\*
- ❑ **Андрей Марнов**, директор по развитию «Гервент Рус»
- ❑ **Олег Каторгин**, заместитель генерального директора компании «ПРАЙМ ТЕХ»
- ❑ **Майкл и Элен Мирошкины**, руководители компании Invisiline
- ❑ **Иброхим Собиров**, менеджер по ВЭД Infinity Copper Group (Узбекистан)
- ❑ **Николай Фисенко**, руководитель компании «ТИКА Про»
- ❑ **Олег Турков**, генеральный директор компании Turkov
- ❑ **Роман Фёдоров**, автор YouTube-канала «Кондиционеры и всё, что с ними связано»
- ❑ **Татьяна Макарова**, коммерческий директор компании «Маркон-Холод»
- ❑ **Виталий Мартынов**, главный инженер МФК «Yes Технопарк»





**Юрий Дубровин, «Россоюзхолодпром»:** В России прекратили работу многие ведущие американские и европейские производители климатического оборудования и комплектующих — в форматах полного ухода или смены собственников. На оставшихся работать в РФ европейских производителей накладываются ограничения по номенклатуре и по поставкам в ряд сегментов рынка и компаний. В ближайшие пять-семь лет освободившаяся часть рынка будет заполнена российскими компаниями и производителями из КНР. Выросли сроки поставки комплектующих, в первую очередь электронных компонентов, — до 6–12 месяцев.



**Роман Фёдоров, канал «Кондиционеры и всё, что с ними связано»:** Этот год вырвал нас из так называемой «зоны комфорта». В связи с уходом с нашего рынка некоторых брендов сузился ассортимент оборудования и комплектующих. Увеличились сроки поставок у имеющихся поставщиков. Приходится искать замену. Одновременно растёт спрос на отраслевых профессионалов, знающих своё дело и отвечающих за высокое качество оказываемых услуг.

**Олег Каторгин, «ПРАЙМ ТЕХ»:** В нашей компании произошли важные изменения. Осенью 2022 года корпорация Johnson Controls подписала соглашение о продаже российского завода по производству приточно-вытяжных установок, гидро-модулей и систем автоматизации российскому юридическому лицу. Продукция завода будет выпускаться под новым брендом Prime, она адаптирована к текущей ситуации в условиях дефицита импортных компонентов без ущерба качеству и надёжности оборудования, согласно жёстким требованиям международных стандартов.



Благодаря многолетнему опыту специалистов российского представительства и технологиям материнской компании, портфель продуктов под маркой Prime будет расширяться и в ближайшее время максимально приблизится к ассортименту, предлагаемому ранее под брендом York. Также планируется разработка новых, актуальных для российского рынка продуктов, ранее не представленных корпорацией Johnson Controls.



**Николай Фисенко, «ТИКА Про»:** В приоритете — экологичность и повышение энергоэффективности климатического оборудования. Чтобы повысить эффективность, ТИКА разрабатывает инновационные виды климатической техники, в частности, безмасляные чиллеры с центробежными компрессорами, коэффициент энергоэффективности которых достигает 7,0 — это недостижимый показатель для большинства современных кондиционеров.

Что касается трендов, то это прежде всего активное развитие сегмента модульных чиллеров. Представленный на рынке модельный ряд значительно расширился и теперь включает модульные чиллеры производительностью от 300 до 450 киловатт. Ещё одна заметная тенденция — появление на рынке СНГ крупных игроков с обширной складской программой оборудования, в числе которых и наша компания.



**Иброхим Собиров, Infinity Copper Group (Узбекистан):** Наша компания — один из ведущих поставщиков высококачественных медных труб в Центральной Азии. У компании с каждым днём увеличивается число потребителей, что требует от нас не только роста объёма, но и качества производимой продукции. Чтобы оставаться конкурентоспособными, мы делаем ставку на повышение квалификации нашего персонала во всех сферах, включая маркетинг. Кроме того, проводим анализ транспортной и таможенной логистики для своевременной и качественной доставки производимой нами продукции до конечного потребителя. Повышение качества на всех рабочих направлениях — это и есть новый тренд.



Ольга Моисеева, «Евроэкспо» (организатор «Мир Климата Экспо»): Выставка пройдёт в 2023 году уже в восемнадцатый раз, демонстрируя свою надёжность и устойчивость. Мы выстояли в пандемию, провели в 2022 году достаточно насыщенное по графику мероприятие, при том, что, безусловно, оно потеряло в площадях за время локдаунов.

Однако в этом году мы видим, что прежний спрос на выставку со стороны участников и посетителей восстанавливается. Компания «Евроэкспо» может говорить об этом уверенно, поскольку осенний сезон текущего года показывает рост и других наших выставочных проектов.



Так, наша выставка инструмента и оборудования MITECH, которая прошла в первой декаде ноября, продемонстрировала кратное увеличение компаний-участников и посетителей, которые ищут новые возможности в условиях изменившегося и меняющегося рынка.

В рамках подготовки «Мира Климата Экспо 2023» мы фиксируем обновление состава участников: наряду с многолетними «зубрами» рынка на выставке занимают места новые компании, а также те, кто не участвовал более пяти лет. Наблюдается и существенный рост экспозиции турецких и китайских компаний, которые впервые заходят на российский рынок.

Деловая программа 2023 будет обсуждать тренды предстоящего года, новые каналы продаж, секреты сохранения и повышения маржинальности, стимулирования продаж через отраслевые маркетплейсы, а также оптимизацию затрат на сервисное обслуживание. Не обойдётся без традиционных профессиональных сессий, которые готовят наши многолетние партнёры: Ассоциация предприятий индустрии климата, Российский союз

предприятий холодильной промышленности, НП «АВОК», ассоциации «АВОК Северо-Запад», «Союз торговых центров: Россия, Беларусь, Казахстан».

В рамках предстоящей выставки мы активно работаем с отраслевыми СМИ, планируем провести индустриальную экскурсию для журналистов по нашей площадке. Опыт работы на MITECH дал нам более 150 публикаций о конкретных разработках и технологиях наших участников накануне и сразу после выставки.

2022 год, безусловно, обновляет состав игроков рынка и «климатическую карту» России. Но личное общение, крепкие деловые связи и репутация по-прежнему

❖ 2022 год внёс свои коррективы в работу бизнеса. Какие новые задачи появились в повестке компаний?

Юрий Дубровин, «Россоюзхолодпром»: Задач много. Назову только самые основные. Первое — это всё, что связано с платежами. Санкции блокировали работу с рядом ведущих российских банков, что привело к поиску альтернативных банков.



Увеличиваются платежи в национальных валютах. Во втором и третьем кварталах существенно выросли внереализационные расходы компаний-импортёров, связанные с отрицательными курсовыми разницами при проведении внешних поставок. Второе — жёсткие санкционные ограничения в логистике с РФ. Они изменили и удлинители транспортные маршруты, увеличивая транспортные расходы. Третье — компании, выпускающие спецтехнику, ощущают недостаток оборотных средств, увеличиваются задержки финансирования со стороны государственных структур по выполненным поставкам.

И последнее — для криогенной техники резко стали недоступными ключевые позиции технологического оборудования. Это основные компоненты шкафов управления (промышленные контроллеры, реле и т.д.), технологические компрессорные установки средней производительности (от 300 до 3000 киловатт), насосы высокого давления (6–10 мегапаскалей), как для нагнетания давления в маслосистемах, так и повышения давления криогенных жидкостей (азот, СПГ и др.).

Проблемой стал уход с российского рынка шведского концерна SKF, поставившего широкий ассортимент шариковых подшипников промышленного и специального назначения.





Большие сложности возникли в связи с уходом французского поставщика S2M SKF Magnetic Bearings, продукция которого применялась для подвеса роторов турбодетандерных компрессорных установок. Многие позиции ушли с рынка, значительно сузился ассортимент продукции.

Основной проблемой холодильщиков также является отсутствие производства в России основного узла холодильной системы — компрессоров.

Для решения вышеперечисленных и других возникающих вопросов необходимо целенаправленное активное участие органов исполнительной власти, профильных министерств в выработке стратегических решений и программ содействия промышленным предприятиям, особенно на региональных уровнях. На сегодняшний день эта работа активно ведётся со стороны различных институтов развития, федеральных органов исполнительной власти и банков.



**Дмитрий Кузин, АПИК:** Главная проблема и для нас, и для холодильщиков — мы не производим массово свои компрессоры, не производим хладагенты, кондиционеры. Раньше это было невыгодно — высокая себестоимость, низкая конкурентоспособность, относительно небольшой внутренний рынок сбыта. У холодильщиков также имеется проблема в переходе с дорогих импортных хладагентов на дешёвые природные газы — для её решения потребуются другое оборудование, вплоть до труб и фитингов, которое производят только в Европе (такого нет даже в Китае). Приходится многое делать «на коленке» ограниченными партиями.



**Андрей Марнов, «Гервент Рус»:** Наша компания столкнулась с такими вызовами, как выход продукции на международную арену, расширение партнёрских отношений с зарубежными странами. Среди основных трендов климатической отрасли важно отметить энергоэффективность и экологичность. Наша компания работает в этом ключе. Мы занимаемся разработкой и производством ротационных вентиляционных турбин из УФ-стабилизированного АБС-пластика, работающих исключительно за счёт силы ветра, без затрат на электричество.

Эффективность работы ротационной вентиляционной турбины «Нанодфлектор» производства нашей компании подтверждена испытаниями, которые показали, что коэффициент эффективности «Нанодфлектора» выше в среднем в 2,5 раза, чем у всех аналогов, в том числе выше турбодфлектора в 1,7 раза, устройства ЦАГИ — в 2,17 раза, открытого канала с зонтом — в 3,9 раза. Характеристики доказаны испытаниями АВОВ.



**Татьяна Макарова, «Маркон-Холод»:** На законодательном уровне были приняты постановления, которые ограничили и усложнили порядок ввоза и потребления хладагентов на территории РФ. Помимо этого, наложилась ещё и геополити-



ческая ситуация, которая привела к полной трансформации бизнеса.

«Маркон-Холод» — динамично развивающаяся компания, которая занимает лидирующие позиции на рынке хладагентов, пожаротушащих газов, медных труб, масел, оборудования и сопутствующих материалов. Безусловно, как и у всех, есть проблемы, связанные с нарушением цепочек поставок, проблем с логистикой, с нехваткой товара и т.д. Нам приходится адаптироваться и меняться, чтоб сохранять свои позиции в существующих реалиях. В мае этого года мы представили рынку линейку заменителей таких хладагентов, как 507, 404, 141, 410, под серией MCOOL. Хладагенты успешно производятся в требуемых заказчиками объёмах и имеют положительные отзывы по применению. Что касается общей тенденции, то можно отметить интерес к использованию природных хладагентов, таких как изобутан, пропан, аммиак и CO<sub>2</sub>.



**Олег Турков, Turkov:** Turkov — российская промышленная компания, которая с 2009 года разрабатывает инновационные, энергоэффективные технологии в сфере вентиляции. За последние годы компания заметно выросла, постоянно модернизируется и разрабатывается новое оборудование с привлечением инженеров, программистов, физиков, математиков. Упрощаем управление и создаём возможности для лёгкой работы с нашим установками. Главная современная тенденция — локализация климатического оборудования в РФ. Кроме того, растёт спрос на энергоэффективное строительство, неотъемлемой частью которого является механическая вентиляция с рекуперацией.

Основная задача нашей компании сегодня — ещё больше локализовать производство, а также содействовать импортозамещению и увеличивать присутствие нашего оборудования на рынке РФ и в странах СНГ.

**❖ Сегодня импортозамещение в чистом виде уже не тренд, так как на смену ушедшим брендам приходят в том числе компании из Азии. Что можете сказать об импортозамещении в отрасли? Каких успехов удалось достичь?**

**Дмитрий Кузин, АПИК:** Начнём с того, что бытовые, полупромышленные и промышленные кондиционеры у нас не производятся. Нет заводов по производству компрессоров и мотор-колёс, без которых кондиционер не будет работать. Современные хладагенты, цены на которые за год выросли в пять раз, в России тоже не выпускаются. Объективно российский «промышленный холод» на 70 процентов работает на импортных комплектующих, которые в Китае не делают. А для того, чтобы перевести оборудование на аммиак и CO<sub>2</sub> (их у нас много), потребуется другое оборудование, рассчитанное на более высокое давление в контуре, которое опять же производится большей частью в «недружественных» странах.

Надо понимать, что строительство «с нуля» завода по производству бытовых кондиционеров занимает не один год и стоит миллиарды рублей. Такой завод будет рентабельным при выпуске порядка пяти миллионов кондиционеров в год. Только при таких объёмах цены на готовую продукцию будут сравнимы с ценами на импортные аналоги, обладающие схожими характеристиками. Однако остаётся нерешённым вопрос со сбытом, поскольку ёмкость российского рынка бытовых кондиционеров составляет всего 2,5 миллиона штук.

Когда с аналогичными сложностями столкнулись в Узбекистане, проблему высокой себестоимости кондиционеров, произведённых на местном возведённом заводе, решали за счёт введения 50-процентной пошлины и предоставления предприятию государственных дотаций. Даже при выходе предприятия на объёмы в 250–300 тысяч кондиционеров в год приходится держать 30-процентную таможенную пошлину, чтобы уравнивать цену на узбекские и китайские кондиционеры внутри самого Узбекистана.

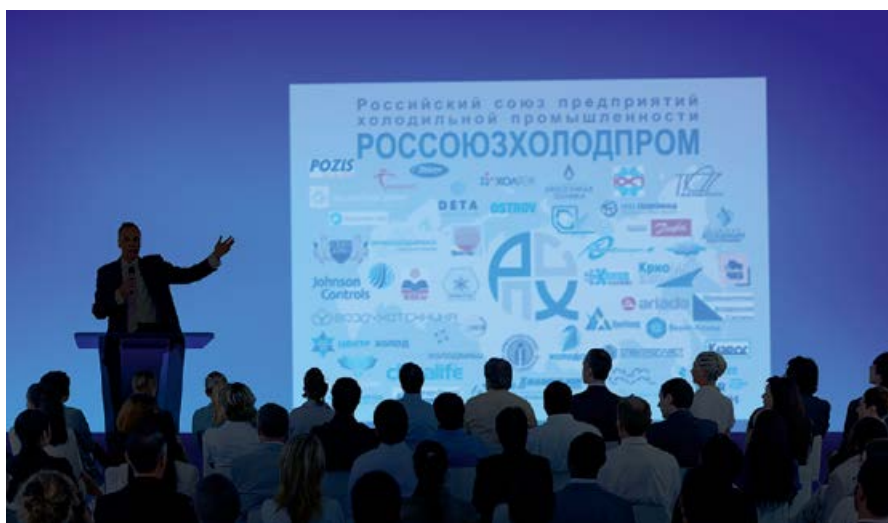
Схожая ситуация с предприятиями по производству хладагентов, с той лишь разницей, что сроки ввода завода в эксплуатацию (и стоимость строительства) вырастают в два-три раза. Плюс импортное сырьё, так как плавикового шпата в необходимом количестве у нас нет.

Что касается мотор-колёс, то тут перспектива внушает определённые надежды. В недалёком прошлом в России существовали заводы, которые производили



некие подобию мотор-колёс, действительно востребованные на нашем рынке и не только. Они не выдержали конкуренции с импортной, особенно китайской продукцией, по части себестоимости и ассортимента. Но, думается, вернуть эти предприятия в строй — вполне по силам нашему государству.

лых и средних по производительности для получения сверхчистых сжиженных газов: азота, кислорода, аргона. Не секрет, что в космической отрасли, нефтехимии, атомной энергетике, в строительстве и медицине указанные газы играют основополагающую роль в технологических процессах. Таких действующих устано-



**Юрий Дубровин, «Россоюзхолодпром»:** В отечественном промышленном холодо-снабжении практически присутствует полная зависимость от импорта. Реально процесс импортозамещения в нашей стране ускоряется в специальной технике, осваивается производство ряда комплектующих и приборов холодильной автоматики. Это обусловлено относительно небольшими объёмами производства холодильных систем для спецтехники и новыми показателями.

Непростая ситуация в области производства отечественной криогенной техники, в частности, установок разделения воздуха методом низкотемпературной ректификации, особенно в линейке ма-

вок в Российской Федерации насчитывается более двух тысяч штук, и многие из них давно работают на пределе своих возможностей, требуют замены, модернизации, ремонта.

Признанные мировые лидеры криогенного машиностроения, такие как Linde plc (США), Praxair (США), Air Products (США), Air Liquide (Франция) и другие, в условиях жесточайшего санкционного давления свернули свою активную производственную деятельность в России, передав менеджерам своих российских дочерних компаний права на собственность воздухоразделительных установок (ВРУ), работающих в России, по производству промышленных и медицинских газов.

Основным производителем, особенно в области крупнотоннажных воздухо rozdельных установок, в России остаётся завод «Криогенмаш» (город Балашиха), который в 2017 и 2019 годах удалось сохранить от разорения и продажи в пользу компании Air Products (США).

Умеренными темпами развивается производство ёмкостного парка криогенного оборудования, газификаторов различной производительности, специальной арматуры, АСУ ТП, детандерного оборудования («Уралкриомаш», «Криотехника», «Гелиймаш» и др.).



нах же вузов с подготовкой по холодильному делу практически нет, ввиду чего не хватает обученных специалистов.

Для привлечения молодых кадров в отрасль необходимо создавать профильные кафедры в региональных вузах, налаживать связи кафедр с профильными производствами в целях организации полнокровной практики для студентов и возможности для предприятий курировать и привлекать специалистов со студенческой скамьи. Необходимы программы поддержки воспитания кадров со стороны региональных властей.



**Роман Фёдоров, канал «Кондиционеры и всё, что с ними связано»:** Это непростой вопрос. Я думаю, что в нашей сфере не хватает специалистов высокой квалификации. А спрос на них растёт. Особенно среди заказчиков, столкнувшихся с низкоквалифицированными мастерами, наводняющими рынок услуг в летний «высокий сезон». Для привлечения молодых специалистов, как я представляю себе, нужно популяризировать нашу профессию. И не только с точки зрения заработка, что, конечно, важно, но и с точки зрения того, что наша работа интересная и разнообразная, она даёт возможность думать и развиваться.

**Дмитрий Кузин, АПИК:** Хороших специалистов всегда не хватает. Но сегодня ситуация исправляется — компании держат связь с профильными вузами, оборудуют лаборатории, присылают специалистов читать лекции, организуют практику на своих предприятиях, то есть заранее готовят себе кадры. Раньше выпускники в 80 процентах случаев шли работать не по специальности, сейчас аккуратно 80 процентов идёт в профессию. Плохо поставлена подготовка рабочих кадров, ведь таких учебных центров, как у Ассоциации предприятий индустрии климата, всего порядка трёх по всей России, и в основном рабочих готовят на предприятиях.

торый сейчас является основным поставщиком крупнотоннажных ВРУ для наших металлургов.

Наша страна сейчас остро нуждается в локализации совместного производства в области криогенного машиностроения (инжиниринга) с партнёрами из Китайской Народной Республики, Индии.

Благодаря большой работе, проводимой со стороны государства, начинается возрождение отечественной криогенной отрасли, которая уже осваивает практическое применение таких стратегических газов, как водород и гелий.

**❖ Отвлечёмся от импортозамещения и поговорим о людях. Есть ли нехватка кадров сегодня в климатической отрасли — насколько остро стоит эта проблема и как привлечь молодых специалистов?**

**Юрий Дубровин, «Россоюзхолодпром»:** К сожалению, годы реформ систем высшего и среднего образования не привели нас к желаемому результату в вопросе воспитания квалифицированных кадров. Имеет место нехватка конструкторов, технологов, а также рабочих, включая станочников (особенно для работы на универсальных станках), сварщиков (особенно аргонщиков, работающих с алюминиевыми и другими сплавами), слесарей-сборщиков. Очень трудно найти специалистов в криогенные лаборатории.

Проблема квалифицированных кадров по-прежнему острая из-за критического недостатка профессиональных среднетехнических учебных заведений, локализации вузов по холодильным специальностям в Москве и Санкт-Петербурге. Специалисты из этих городов остаются на местах и не готовы к релокации. В регио-

Уход зарубежных поставщиков из России стал и вызовом, и стимулом для собственного российского производства. Так, стала ещё более востребована криогенная арматура ярославского НПО «Регулятор», уже освоившего значительную часть линейки Herose GmbH (Германия). Вместо контроллеров, производимых зарубежными поставщиками, стали применяться изделия Научно-инженерного центра «ИнкомСистем», АО «Нефтегазавтоматика». Над магнитными подшипниками трудятся коллективы таких компаний, как «РЭП Холдинг», «ВНИИЭМ».

Газовая отрасль очень остро почувствовала невозможность обеспечить потребности в ёмкостном парке для перевозки жидкого гелия, в связи с чем делаются большие ставки на НПО «Гелиймаш», имеющее положительный опыт создания сорокафутовых контейнеров-цистерн для перевозки жидкого гелия и занимающееся развитием своего нового производства для серийного выпуска таких изделий. На несколько лет обеспечил себя заказами в области криогенных воздухо rozdельных установок и «Криогенмаш», ко-

:: **Повышение престижа рабочих профессий — тема частых дискуссий на разных профессиональных площадках, в том числе в рамках деловой программы выставок. Какую роль в решении стоящих перед отраслью и компаниями задач играют крупные отраслевые события, такие как «Мир Климата Экспо»?**

Дмитрий Кузин, АПИК: Выставка работает тогда, когда это не «ярмарка тщеславия» с крутыми стендами, а площадка для общения, где всё большее значение приобретает деловая программа. Кроме того, выставка даёт возможность гостям в одном месте встретиться с экспонентами из разных регионов, куда они бы никогда не доехали, шанс пообщаться с «исполинами» рынка в лице эксклюзивных компаний и прочих поставщиков, и, конечно, провести переговоры с первыми лицами компаний. Всемирное сотрудничество с вузами, делегации студентов профильных институтов (сейчас нас регулярно и организованно посещают студенты МГСУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана), а также проведение профессиональных конкурсов и соревнований, как «Климат Профи» — всё это положительно скажется на отрасли в целом.



Олег Каторгин, «ПРАЙМ ТЕХ»: «Мир Климата Экспо» — ведущая выставка в Москве и России в области HVAC/R, что обеспечивает для экспонента максимальный охват целевой аудитории. Мы впервые участвуем в выставке и планируем представить профессиональным участникам рынка свой новый бренд, рассказать о новой линейке продукции — холодильных машинах, которые мы начнём производить в первом квартале 2023 года.



Андрей Марнов, «Гервент Рус»: «Мир Климата Экспо» полностью соответствует тематике и целевой аудитории нашей компании, так как участниками и гостями выставки являются представители российских и зарубежных производителей вентиляционного оборудования, кондиционирования, отопления и т.д. Одним из самых результативных наших участков в «Мире Климата» можно считать текущий год, когда было заключено пять удачных сделок. На выставке в 2023 году наша компания представит ротационные вентиляционные турбины PVT-160 и PVT-355 (160-го и 355-го диаметров), со всеми сопутствующими элементами, для презентации нашего продукта, а также для расширения партнёрских связей с российскими и зарубежными компаниями.

Виталий Мартынов, «Yes Технопарк»: В мои обязанности как главного инженера МФК «Yes Технопарк» входит приёмка и организация эксплуатации объекта. В выставке «Мир Климата Экспо» я буду участвовать впервые. Планирую познакомиться и провести переговоры с представителями обслуживающих компаний, поставщиками оборудования, проектировщиками систем ОВиК в целях дальнейшего сотрудничества.



Запроектированное оборудование из Европы было заменено, где это возможно, на отечественное или из восточных стран. Есть проблемы со сроками поставки ЗИП из Европы из-за изменения логистических цепочек. Сейчас — время перемен. Новым производителям нужно заявлять о себе, в том числе на выставках, и обеспечивать качество продукции и технической поддержки на должном уровне.

Олег Турков, Turkov: В выставке «Мир Климата Экспо» наша компания участвует с 2014 года. Это единственная отраслевая выставка HVAC в РФ — универсальная площадка для поисков новых партнёров, хорошая возможность продемонстрировать новинки своего оборудования.



Выставка — это всегда долгоиграющая история. Каждый год участия приносит новые интересные знакомства, уникальных партнёров. На «Мире Климата Экспо 2023» мы продемонстрируем продукт, который является одним из самых высокотехнологичных в индустрии климата и производится в РФ. С точки зрения производства и локализации — это революционное и неожиданное для всех решение.

Юрий Дубровин, «Россоюзхолодпром»: Интерес к отраслевым выставкам со стороны участников рынка будет всегда. Однако участниками выставок часто становятся те компании, которые давно представлены на рынке, нет достаточного количества новых игроков. Входной билет для участников выставки высок для «начинающих», что не позволяет им заявить о себе. Целесообразно также выделение льготных мест для новых, недавно образованных компаний. Необходим комплекс мер государственной поддержки для отечественных компаний.

Безусловно, большую роль в популяризации и развитии отрасли играет деловая программа выставки, которую органично дополняют кадровые мероприятия — ярмарка вакансий, презентация учебных заведений отрасли, привлечение студенческой аудитории.

«Россоюзхолодпром», благодаря поддержке организаторов выставки «Мир Климата Экспо», проводит обширную деловую программу, среди мероприятий которой финал отраслевого конкурса, конференции и семинары. Выставка «Мир Климата Экспо» — одно из центральных отраслевых мероприятий года, на котором есть возможность представить новые тренды, обсудить текущие вопросы и проблемы, пообщаться с профессионалами.



**Майкл и Элен Мирошкины, Invisiline:** Мы принимаем участие в «[Мире Климата Экспо](#)» во второй раз, но давно присматривались к ней, как к наиболее авторитетной выставке в сфере климатического оборудования. Invisiline — инноватор в сфере безрамочных диффузоров, реализующий проекты с 2017 года под девизом «Баланс эстетики и функциональности». Важно уделять внимание деталям, грамотно оформлять не только техническую, но и визуальную составляющую продукта. Наша миссия — создавать продукты на стыке творчества и инженерных технологий. Коллаборация архитекторов и лучших инженеров в сфере вентиляции и кондиционирования привела к созданию уникального продукта, отвечающего самым взыскательным требованиям. И мы будем рады представить его на выставке.



**Николай Фисенко, «ТИКА Про»:** Компания «ТИКА Про» — официальный представитель в РФ китайской корпорации TICA, выпускающей свыше 30 видов климатической техники и известной во всём мире. «[Мир Климата Экспо 2023](#)» станет для нашей компании уже третьим по счёту. Мы с огромным желанием принимаем участие в выставке и рассматриваем её как действительно уникальную, крупнейшую в России и странах СНГ площадку, на которой профессионалы в области систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха могут обменяться опытом, завязать новые контакты, представить инновационное климатическое

оборудование, найти крупных заказчиков. Стоит отметить и удачно подобранные сроки проведения выставки: начало весны — наиболее подходящее время, чтобы презентовать новые линейки оборудования в преддверии «горячего» сезона.

Самой удачной для нас была выставка 2022 года. Это первое «постковидное» событие в сфере HVAC на территории СНГ привлекло внимание как экспертов, так и рядовых посетителей. За четыре дня выставки мы наладили контакт с множеством потенциальных клиентов: сказались отложенный спрос на кондиционеры, обусловленный почти двухгодичной приостановкой многих проектов из-за пандемии, а также уход с рынка ряда крупных европейских и американских производителей. В результате интерес к оборудованию TICA, на которое не распространяются западные санкции, не только значительно вырос, но и материализовался в уже реализованных проектах.



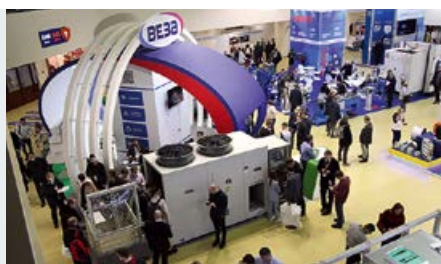
**Иброхим Собиров, Infinity Copper Group (Узбекистан):** Наша компания участвует в «[Мире Климата Экспо](#)» на протяжении двух лет. Данное мероприятие выделяется тем, что подавляющее большинство её посетителей — профессиональные специалисты, знающие все тонкости оборудования. На выставке в 2023 году мы представим наши самые востребованные продукты: медные трубы и фитинги, изоляцию, ТЭНы для водонагревателей.

Вся продукция Infinity Copper Group производится исключительно из чистейшего сырья минерального происхождения без использования отходов или вторичной меди. Наша компания получила международный сертификат ISO 9001, который предоставляет нам возможность значительно улучшить положение нашей компании для выхода на мировой рынок.

Мы планируем и дальше удовлетворять запросы потребителей, улучшать качество выпускаемой продукции.

**Ольга Моисеева, «Евроэкспо» (организатор «Мир Климата Экспо»):** Предстоящая выставка пройдёт под девизом «Климат, который делают люди». Наше качество жизни напрямую зависит от комфортной атмосферы, как на рабочем месте, так и в домашней обстановке. Технологии, безусловно, важны. Но первичны люди. Климат на предприятиях, в офисах, торговых центрах, культурных объектах, для промышленных задач и для комфортного пребывания дома создают профессионалы: инженеры, проектировщики, консультанты, монтажники, которые помогают реализовать оптимальный вариант технологического решения.

«[Мир Климата Экспо](#)» — безусловно, ведущее отраслевое мероприятие в индустрии промышленного, коммерческого



и бытового кондиционирования, вентиляции и охлаждения, на котором представлены все доступные на сегодня технологии для российского рынка. С 28 февраля по 3 марта 2023 года мы планируем собрать на нашей площадке в «Экспоцентре» весь цвет климатической отрасли — тех, кто производит, поставляет и применяет в жизни HVAC/R-технику и оборудование. Будем общаться и искать ответы на реальные запросы и вопросы рынка.

**Итак, российский рынок климатической техники продолжает развиваться несмотря на все существующие трудности. Участники и эксперты круглого стола не сомневаются в положительных перспективах и продолжают работать, прикладывая усилия для формирования стабильного завтрашнего дня отрасли. ●**

# Предлагаемые изменения к новым решениям Минстроя России об энергоэффективности зданий и определения их теплотребления

На страницах [журнала СОК \[1–3\]](#) и других изданий [4, 5] мною высказывались критические замечания и конкретные предложения по изменению утверждённых Минстроем России нормативно-технических документов, которые, в соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ, указаниями Президента и Председателя Правительства Российской Федерации, были призваны обеспечить повышение энергетической эффективности строящихся и существующих зданий.

К сожалению, все эти предложения игнорируются, а потому уровень энергоэффективности наших зданий до сих пор не только не повышается по отношению к базовым значениям [СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»](#), но в ряде регионах страны остаётся на уровне прошлого века, в то время как, например, в Финляндии энергопотребление зданий на базе сжигания ископаемого топлива приближается к нулевому уровню.

В этой статье приводятся наши предложения [6] по изменению и дополнению последнего проекта приказа Минстроя, поступившего с письмом ФАУ «ФЦС» от 11 августа 2022 года «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий и Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», и к вступившему



в силу 1 сентября того же 2022 года «Положению о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию...» в части требований к энергоэффективности зданий и систем их инженерного обеспечения, утверждённому Постановлением Правительства РФ (ПП РФ) от 27 мая 2022 года № 963, а также о некорректном определении тепловой нагрузки систем отопления жилого дома при анализе выбора типа и мощности источника энергии, результаты которого приведены в статье [7], опубликованной в новостях [журнала СОК](#) 7–12 ноября 2022 года, причиной которого стало несовершенство научно-технической нормативной базы в Российской Федерации.

**Приложение к письму президента НП «АВОК» от 18 августа 2022 года № И-43/1-3 директору ФАУ «ФЦС» с предложениями В. И. Ливчака к проекту приказа Минстроя России «Об утверждении требований энергоэффективности зданий...»**

ФАУ «ФЦС» письмом от 11 августа 2022 года № Исх-5102 направило на рассмотрение очередной проект приказа Минстроя России «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений и Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» за подписью министра И.Э. Файзуллина. До этого, 24 марта 2022 года Комитет Торгово-промышленной палаты (ТПП) РФ по предпринимательству в сфере строительства направил на рассмотрение предыдущую редакцию проекта приказа Минстроя России с тем же названием.

НП «АВОК» рассмотрело этот проект, высказало критические замечания о невозможности выполнения по этому приказу задач, поставленных ПП РФ № 18 от 25 января 2011 года и ПП РФ № 603 от 20 мая 2017 года, предусматривающих во исполнение № 261-ФЗ повышение энергоэффективности зданий: первое — на 40 % к 2020 году (по сравнению с базовым уровнем 2003 года), второе — на 50 % к 2028 году, в том числе на первом этапе с 2018 года — на 20 % к тому же базовому году, **которые до настоящего времени так и не выполнены Минстроем**. И предложило альтернативную редакцию, позволяющую реально достигнуть показателей энергоэффективности жилых и общественных зданий, не только продекларированных в ПП РФ № 603 **для нового строительства, но и существующего жилищного фонда** в «Комплексном плане мероприятий по повышению энергоэффективности экономики России», разработанном Минэкономразвития РФ и утверждённом распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2018 года № 703-р, а также в соответствии с планом выполнения стратегии низкоуглеродного развития на нашей планете согласно Парижскому международному соглашению в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата от 12 декабря 2015 года, к которому присоединилась и Россия.

## Об авторе

**Вадим Иосифович ЛИВЧАК** — к.т.н., вице-президент НП «АВОК» в 2000–2012 годах, начальник отдела «Энергоэффективность зданий и систем их инженерного обеспечения» Мосгосэкспертизы при правительстве города Москвы в 1998–2010 годах.



Эти предложения были направлены НП «АВОК» письмом № И-13/1 от 5 апреля 2022 года в Комитет ТПП РФ, и ответственный секретарь Комитета лично заверил меня, что письмо будет перенаправлено для рассмотрения в Минстрой России. Однако Минстрой, уверенный в своей непогрешимости, не счёл необходимым менять свои позиции и обошёл молчанием наши неоднократные критические замечания. Поэтому новая редакция проекта приказа Минстроя от 11 августа 2022 года точь-в-точь повторяет предыдущую, за исключением сдвига, намечаемого в меньшей степени по сравнению с предыдущими решениями Правительства РФ по повышению энергоэффективности зданий на прошедшие полгода. Замечания наши остались те же.

Итак, задачи, минимизированные в приказе Минстроя по сравнению с требованиями руководства страны, не будут выполнены, потому что:

1. В проекте приказа не предусматривается повышение требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций на 40–50% по сравнению с базовыми значениями. Необходимость этого подтверждается исследованиями большинства отечественных специалистов и зарубежным опытом. Повышение теплозащиты остаётся наиболее экономичным энергосберегающим решением по сравнению с применением утилизации теплоты удаляемого вентиляцией воздуха или использованием для производства энергии нетрадиционных возобновляемых источников. Такое повышение теплозащиты остаётся ещё ниже уровня, применяемого в скандинавских странах, и в сочетании с осуществлением автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления (и не «при условии технической возможности», как указано в п. 16 «Требований...» проекта приказа, позволяющих их неприменение, а в обязательном порядке) по разработанному нами оптимизированным температурным графикам позволяет достигнуть к 2028–2030 годам уровня зданий с низким потреблением энергии для нового строительства и такого же уровня всех капитально ремонтируемых зданий, построенных до 1980 года.

2. Необходимо вернуться к показателю энергетической эффективности здания, провозглашённому в [СНиП 23-02-2003](#) и в ПП РФ № 18 и № 603, а именно **удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, отнесённому к площади квартир или полезной площади отапливаемых помещений общественных зданий, или их отапли-**

**ваемого объёма** (п. 2 раздела «Термины» [СНиП 23-02-2003](#)) вместо удельной характеристики расхода тепловой энергии, которая неправильно определена и не характеризует потребление энергии **за год или иной период времени**. Она не может быть сопоставлена с фактическим потреблением энергетических ресурсов, измеренных приборами учёта, предусмотренным новой версией Государственной информационной системы (ГИС) в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, введённой в эксплуатацию с 24 декабря 2021 года.

**Минстрой, уверенный в своей непогрешимости, не счёл необходимым менять свои позиции и обошёл молчанием неоднократные критические замечания. Новая редакция проекта приказа Минстроя точь-в-точь повторила предыдущую, кроме некоторых нюансов**

3. Необходимо пересмотреть динамику повышения показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности зданий, подводя их к требованиям ПП РФ № 603 и общемировым, принятым согласно Парижскому соглашению по климату, по которому **к 2050 году** (году подведения итогов долгосрочной стратегии низкоуглеродного развития) следует в отношении нового строительства перейти к строительству зданий с потреблением энергии, близким к нулевому, а в отношении существующего жилищного фонда — достичь в результате выполненного комплексного капитального ремонта уровня зданий с низким потреблением энергии для всех построенных до 2000 года многоквартирных домов. В связи с этим нами предложены новые таблицы базового уровня **удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию** [8] многоквартирных домов, многоквартирных домов (отдельно стоящих или блокированной застройки) и общественных зданий, а также нормируемого на первом этапе повышения их

энергоэффективности, и новая таблица классов энергетической эффективности не только для многоквартирных домов, но и для других гражданских зданий.

4. Для контроля за реализацией предложенной программы повышения энергетической эффективности зданий **необходимо восстановить участие экспертизы проектной документации в области энергоэффективности зданий**, предусмотренной основными федеральными документами № 261-ФЗ и ПП РФ № 18\*. Утверждает класс энергоэффективности построенного и капитально отремонтированного многоквартирного дома 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.

5. В пп. 5–8 «Правил...» рассматриваемого проекта приказа Минстроя указывается, что акт проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности составляется в том числе «на основании декларации о фактических значениях удельных величин расхода энергетических ресурсов, которая подаётся в произвольной форме». Но зачем создавать лишний документ, да ещё и в произвольной форме (что предусматривает необязательность его выполнения), когда в проектной документации обязателен энергетический паспорт, в котором предусмотрено включение фактических и расчётных значений удельных величин годового расхода энергетических ресурсов? Для установления правильности режима работы системы отопления здания и выявления резервов экономии тепловой энергии при их эксплуатации важно сопоставлять фактическое теплопотребление здания на отопление и вентиляцию, измеренное по общедомовым приборам учёта и пересчитанное на нормализованный отопительный период с предложенным нами коэффициентом пересчёта при регулировании подачи теплоты по оптимизированному температурному графику, с ожидаемым проектным теплопотреблением, рассчитанным на фактический уровень заселения квартиры по разработанной нами методике.

\* Когда автор указал разработчикам приказов Минстроя № 1550 и № 399, развивающим эти документы, на отсутствие экспертизы в оценке энергоэффективности зданий, ему было сказано: «Зачем повторять то, что есть в основополагающем документе?». Теперь, когда вместо ПП РФ основополагающим документом становится приказ Минстроя, устранение экспертизы узаконивается.

6. Поскольку в п. 5 «Требований...» рассматриваемого проекта приказа Минстроя в перечисленных актах «Перечня национальных стандартов и сводов правил», утверждённых к применению ПП РФ №815 от 28 мая 2021 года, заявлено, что в них приводятся «показатели, характеризующие удельную величину годового [выделенное слово пропущено не случайно, поскольку  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$  — это не годовой расход] расхода энергетических ресурсов в жилых, общественных и производственных зданиях», а в действительности ничего подобного там нет, то необходимо использовать для определения этих

быть внесены изменения в СП 50, исключив из него тексты, связанные с задачей определения энергетической эффективности зданий и расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, в том числе понятия «удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию», раздела 10 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий», Приложения Г «Расчёт удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий» и Приложения Д «Форма для заполнения энергетического паспорта здания».



показателей разработанный в НОП (ныне НОПРИЗ) стандарт [СТО НОП 2.1-2014 «Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания»](#), поручив НП «АВОК» в кратчайший срок обновить его с учётом изъятий из [СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»](#) (далее — [СП 50](#)) и произошедших изменений, в том числе связанных с присоединением нашей страны к Парижскому соглашению по климату 2015 года. Для усиления направленности документа нужно дать ему новое название СП «Реализация требований повышения энергетической эффективности зданий и систем их инженерного обеспечения» и утвердить на **федеральном уровне** в качестве методического пособия.

7. Ни один приказ или постановление не будет выполняться проектировщиком, пока его требования не будут включены в нормативно-технические документы, используемые при проектировании. В этом была одна из причин невыполнения требований повышения энергетической эффективности зданий в нашей стране. Поэтому с утверждением рассматриваемого приказа Минстроя должны

8. Включить требования повышения энергетической эффективности зданий в отдельный свод правил или для ускорения их реализации внести как очередные изменения в близкий по содержанию [СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»](#) (далее — [СП 60](#)), изложенные в статье автора [9], вместе с предложениями по дополнению Приложения А и другими изменениями в тексте данного [СП 60](#).



**Предложения по изменению и дополнению утверждённых ПП РФ от 27 мая 2022 года № 963 «Изменений к Положению о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию...» в части соблюдения требований к энергоэффективности зданий и систем их инженерного обеспечения**

Эти изменения и дополнения вызваны тем, что из предыдущей редакции «Состава разделов проектной документации» был исключён п. 27<sup>1</sup>, включающий раздел 10<sup>1</sup> «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащённости зданий приборами учёта используемых энергетических ресурсов», и его содержание попытались разнести по другим подразделам раздела 5, не обладая соответствующей квалификацией в области требований энергетической эффективности зданий.

Следует отметить, что Изменения, утверждённые ПП РФ №963, связаны с усилением роли экспертизы — первый пункт начинается со слов: «1. Настоящее положение устанавливает состав разделов проектной документации, подлежащей экспертизе...» (в предыдущей редакции документа ссылки на экспертизу не было) и распространяет действия предлагаемого документа не только на строительство новых зданий (а также при их реконструкции и капитальном ремонте), но и с **расширением распространения принятых в проектной документации технических решений на «возможность их реализации при эксплуатации объекта капитального строительства»** (см. Изменения 2 к п. 3 «Состава разделов»). Делается попытка усилить внимание к «требованиям энергетической эффективности», но не сосредоточив эти требования в одном пункте (ранее это был п. 27<sup>1</sup> раздел 10<sup>1</sup>), а «размазав» их по отдельным разделам проектной документации, посвящённым, например, архитектурным решениям (п. 13, раздел 3, подпункт б<sup>3</sup>); электроснабжению (п. 16, подпункты ж<sup>3</sup> и ж<sup>4</sup>) «в части показателя, характеризующего годовую удельную величину расхода электроэнергии, потребляемой зданием и максимально допустимой величины отклонения от нормируемого показателя»; водоснабжению (п. 17, подпункты т<sup>4</sup> и т<sup>5</sup>) «в части показателя, характеризующего годовую удельную величину расхода воды и максимально допустимой величины отклонения от нормируемого показателя», не разделяя на расходы холодной и горячей воды и не выделяя величину годового удельного расхода тепловой энергии





на горячее водоснабжение, что обязательно для оценки потребления суммарной конечной и первичной энергии объектом; потреблению тепловой энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, величина годового удельного расхода которой и её отклонение от нормируемого показателя не фиксируется, что неправильно, а ограничивается (в п. 19, подпункты о<sup>3</sup> и о<sup>4</sup>) «показателем, характеризующим годовую удельную величину расхода теплоносителей и максимально допустимой величиной отклонения их от нормируемого показателя», хотя в законодательстве Российской Федерации таких показателей нет, а энергоэффективность оценивается по удельному годовому теплотреблению!

В этом законодательном документе отсутствует показатель, характеризующий «годовую удельную величину расхода топлива в объекте капитального строительства и максимально допустимую величину отклонения этого показателя от нормируемого» (п. 21, посвящённый газоснабжению, подпункты р<sup>2</sup> и р<sup>3</sup>).

Зачем-то в п. 23 раздела 7 «Проект организации строительства» включён подпункт «ф<sup>2</sup>) перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности», включающий задачи, не соответствующие специалистам, выполняющим проект организации строительства.

А в п. 26<sup>1</sup> раздела 10 «Требования к обеспечению безопасной эксплуатации объектов капитального строительства» содержится подпункт «з) перечень требований энергетической эффективности, которым здание должно соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, и сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности (за исключением зданий, на которые требования энергетической эффективности не распространяются)». Всё это подтверждает, что неправильно был исклю-

чён раздел 10<sup>1</sup> «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности...», который, в соответствии с требованиями [СНиП 23-02-2003](#), имел чёткое и ясное название «Энергоэффективность зданий».

И такой раздел должен быть восстановлен в составе разделов проектной документации строящихся и капитально ремонтируемых зданий, потому что этот раздел, как никакой другой, включая отдельные мероприятия, которые могут быть указаны в специализированных разделах, оценивает их воздействие по суммарному удельному годовому расходу энергетических ресурсов, сравнивая его с нормируемыми показателями, на основании чего устанавливается соответствие энергоэффективности здания требованиям норм и устанавливается класс энергетической эффективности, который подтверждается экспертизой, а утверждение класса по результатам приёмочных испытаний остаётся за стройнадзором, как и полагается по № 261-ФЗ.

### **Раздел «Энергоэффективность зданий» оценивает соблюдение требований энергетической эффективности по суммарному удельному годовому расходу энергетических ресурсов, потребляемых зданием, устанавливая соответствие энергоэффективности здания требованиям норм**

Тогда перечисленные выше подпункты должны быть исключены из «Состава разделов проектной документации», а в п. 15 раздела 5 включить следующий подпункт: «ж) подраздел «Энергоэффективность здания и систем их инженерного обеспечения», содержание которого излагается после п. 21 подраздела «Система газоснабжения» в новом пункте со следующим текстом:

21<sup>1</sup>. Подраздел «Энергоэффективность здания и систем их инженерного обеспечения» раздела 5 должен содержать следующий текст:

**в текстовой части:**

а) Пояснительную записку: с расчётами приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений и приложением протоколов теплотехнических испытаний, подтверждающих принятые расчётные теплофизические показатели строительных материалов, и сертификатов соответствия на светопрозрачные ограждения; с расчётами энергетических показателей здания и оценкой тепловой энергоэффективности проекта по удельной годовой величине расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию строящегося или капитально ремонтируемого здания, отнесённой к площади квартир жилого здания или полезной площади отапливаемых помещений общественного здания. При установлении класса энергетической эффективности по результатам энергоаудита существующих многоквартирных домов (МКД) или общественного здания включают, помимо удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, по которому оценивается его тепловая энергоэффективность, также и суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и расход электрической энергии на общедомовые нужды, квартиры и на кондиционирование воздуха, в соответствие с которым оценивается энергоэффективность здания по потреблению конечной энергии, а в сравнении с фактически измеренным и пересчитанным на нормализованный отопительный период — неиспользованный ресурс энергосбережения.

Кроме того, в записке приводится перечень мероприятий по рациональному использованию тепловой и электрической энергии, расходуемой для тепло- и холодоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, освещения, водо- и электропотребления, реализованных в проекте.

б) Энергетический паспорт проекта с результатами расчёта абсолютных значений и удельных показателей расходов тепловой и электрической энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, по которому судят о классе энергоэффективности проекта данного здания, ожидаемых удельных годовых расходах энергии на горячее водоснабжение и кондиционирование, освещение и электро-снабжение и ожидаемого водопотребления за год.

в) Соблюдение требований оснащённости зданий, строений и сооружений приборами учёта используемых энергетических ресурсов.

г) Обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащённости их приборами учёта используемых энергетических ресурсов.

д) Перечень требований энергетической эффективности, которым здание должно соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, обоснование требуемых температурных графиков центрального регулирования системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учётом теплового баланса здания и выявленного запаса тепловой мощности системы отопления, в системы вентиляции — для поддержания заданной температуры приточного воздуха, в системе горячего водоснабжения — поддержание заданной температуры и давления в местах водоразбора, на вводе тепловых сетей в здание — ограничение максимального расхода теплоносителя из тепловых сетей с учётом использования аккумулирующей способности здания для гашения суточной неравномерности потребления горячей воды.

**в графической части:**

е) Ситуационный план расположения в здании приборов учёта и автоматического регулирования, используемых энергетических и водных ресурсов.

ж) Принципиальную схему подключения оборудования систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодного и горячего водоснабжения к магистральным сетям с размещением на ней приборов учёта и автоматического регулирования.

Для обеспечения энергетической эффективности зданий при их проектировании необходимо включить следующее:

1. В [СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»](#) или в методический документ в развитие этого СП — раздел «Определение удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию», по которому оценивается энергоэффективность запроектированного здания и систем отопления и вентиляции его обслуживающих. При этом в помещениях здания должны обеспечиваться: нормативный воздухообмен, предотвращение выпадения

**В СП 124.13330.2012 необходимо включить раздел «Энергоэффективность системы теплоснабжения», который включает мероприятия по снижению энергозатрат на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение зданий, подключённых к централизованной системе теплоснабжения**

конденсата на внутренней поверхности наружных ограждений и внутренний климат на уровне нижнего значения комфортных условий. При этом аналогичный раздел 10 и Приложения Г и Д из [СП 50.13330.2012](#) исключить.

2. В [СП 30.13330.2011 «Внутренний водопровод и канализация зданий»](#) — раздел «Определение удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение».

3. В [СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»](#) — раздел «Энергоэффективность системы теплоснабжения», который включает мероприятия по снижению энергозатрат на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение зданий, подключённых к централизованной системе теплоснабжения, тепловых потерь трубопроводов тепловых сетей и затрат электроэнергии на перекачку теплоносителя, циркулирующего в тепловых сетях и внутрядомовых системах отопления и водоснабжения, а также на освещение помещений общедомового назначения.

4. Внести изменения в [СП 510.1325800.2022 «Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения»](#) и обновить стандарт [СТО НОП 2.01-2014 «Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания»](#) с учётом прошедших изменений и совершенствований.



НП «АВОК» готово представить обновлённую форму и содержание «Энергетического паспорта проекта жилого и общественного зданий» и содержание текста с методиками расчёта показателей энергетической эффективности здания. Изменения и дополнения в вышеперечисленные СП опубликованы для рассмотрения инженерной общественности в научно-технических журналах и переданы в Минстрой и Минэкономразвития России.

**О некорректном определении тепловой нагрузки систем отопления жилого дома при анализе выбора типа и мощности источника энергии, результаты которого приведены в статье [7] (см. новости журнала СОК 7–12 ноября 2022 года)**

В разделе «Затраты тепловой энергии на отопление» статьи [7] определяется «Расчётная тепловая мощность на отопление и вентиляцию зданий коттеджного типа» с учётом «в соответствии со [СНиП 23-02-2003](#) мощности внутренних источников теплоты для жилых зданий в среднем 10 Вт/м<sup>2</sup>». На квадратный метр какой площади? По данному СНиП, должно быть, жилой площади — и определяться по п. Г.5 Приложения Г в зависимости от расчётной застройки дома по интерполяции между 17 и 10 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади. Ничего не сказано и о том, какой принят вентиляционный воздухообмен, а это неотъемлемая часть теплового баланса здания и перечисленная выше в тексте.

Далее указывается, что «средний коэффициент теплопередачи ограждений здания определён по формуле (Ж.1) из [СП 50](#):

$$k_{\text{общ}} = \frac{1}{V} \sum_i \left( n_{i,i} \frac{A_i}{R_{\text{о,п}}^{\text{нп}}} \right).$$

Максимальное из найденных значений коэффициентов теплопередачи ограждений получено для Краснодара — 0,691 Вт/(м<sup>2</sup>·К), минимальное для Красноярска — 0,414 Вт/(м<sup>2</sup>·К), для Москвы получили 0,505 Вт/(м<sup>2</sup>·К)».

Но в формуле (Ж.1) из Приложения Ж [СП 50](#), на которую ссылаются авторы статьи, определяется не средний коэффициент теплопередачи ограждений здания  $k_{\text{общ}}$  [Вт/(м<sup>2</sup>·°С)], а удельная теплозащитная характеристика здания  $k_{\text{об}}$  [Вт/(м<sup>3</sup>·°С)] — они и по размерности отличаются.

Общий коэффициент теплопередачи ограждений здания  $k_{\text{общ}}$  [Вт/(м<sup>2</sup>·°С)] находится из формулы (Ж.2), близкой к (Ж.1), но отличающейся тем, что вместо отапливаемого объёма здания  $V_{\text{от}}$  в формуле, приведённой в статье, указана сумма площадей всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания  $A_{\text{н}}^{\text{сум}}$ .

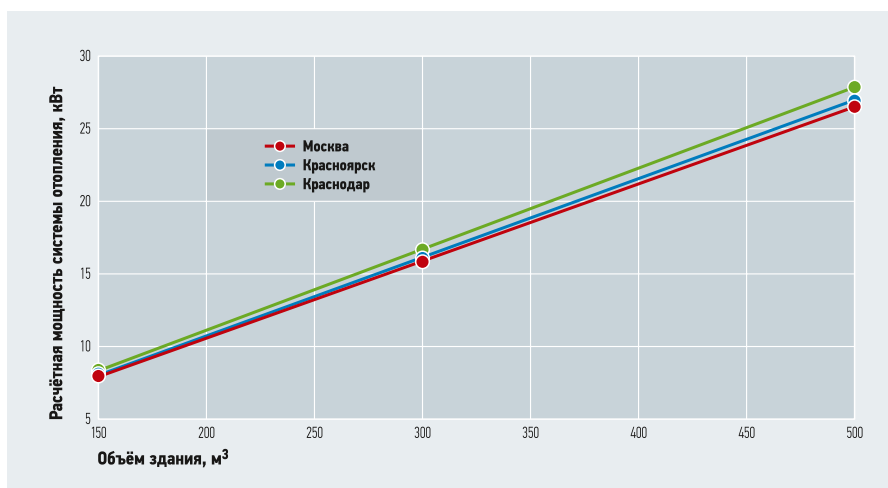


Рис. 1. Зависимость расчётной мощности системы отопления от площади отапливаемого здания [7]

Чтобы избежать этого неизвестного  $A_H^{СУМ}$  по формуле (Ж.2), надо в знаменателе вместо  $A_H^{СУМ}$  подставить  $V_{от} K_{комп}$ , где  $K_{комп}$  — это коэффициент компактности здания, а не «компоновки», как в статье. Вероятно, значения  $k_{общ}$  будут отличаться при этом от приведённых в статье в абзаце после первой формулы.

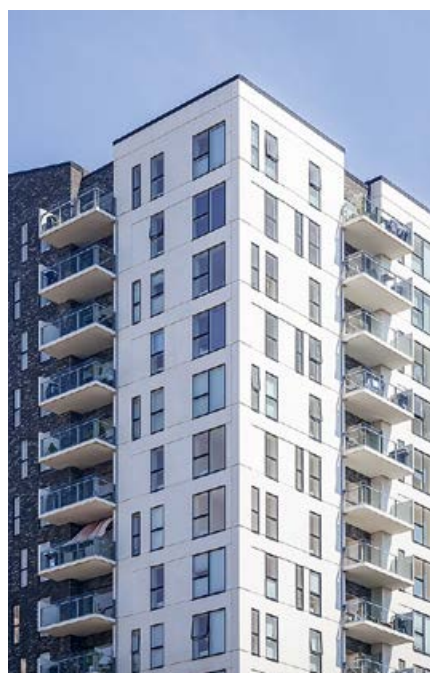
Теперь переходим к определению мощности системы отопления. Поскольку о жилой площади, как и о расходе теплоты на нагрев вентиляционного воздуха, в статье ничего не говорится, предположим, что из известных нам значений тепловая мощность системы отопления дома площадью  $A_{от} = 300$  м², построенного в климатических условиях города Москвы, была определена по формуле:

$$Q_{отр} = [k_{общ}(t_v - t_{нр})V_{от}K_{комп} - q_{быт}A_{от}]10^{-3} = [0,505 \times (20 + 26) \times 900 \times 0,9 - 10 \times 300] \times 10^{-3} = 15,8 \text{ кВт.}$$

То же, что и на рис. 1 в [7] — красная точка для здания объёмом 300 м³. Следовательно, помимо того, что неправильно были определены коэффициент теплопередачи ограждений здания и удельная величина бытовых теплопоступлений, при определении мощности системы отопления не была учтена составляющая теплового баланса здания — расход теплоты на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир. А значит все последующие расчёты в статье [7] также некорректны.

Помимо недостаточной компетентности авторов статьи в рассматриваемой тематике, эти ошибки можно списать на несовершенство существующей нормативно-технической базы в этой области, которую предлагается исправить. Методика определения мощности (тепловой нагрузки) системы отопления при проектировании вновь строящегося или капитально ремонтируемого существующего многоквартирного дома или общественного здания приведена в предлагаемых изменениях СП 60 [2]. При намечаемых к застройке жилых районов на стадии, когда

отсутствуют строительные чертежи каждого дома, а известна только этажность и общая площадь квартир предполагаемых к строительству зданий, для оценки требуемой тепловой нагрузки многоквартирных домов следует использовать уточнённую нами в 2022 году «Таблицу удельных показателей максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов», включённую в Приложение В СП 124.13330.2012 «Тепловые сети», но пока не исправленную, а представленную нами в предложениях к изменению «Правил...» ПП РФ № 306 от 23 мая 2006 года по определению нормативов потребления коммунальных услуг на отопление, горячее водоснабжение и электроснабжение, в том числе на общедомовые нужды (пп. 29, 43 и 45 Правил и пп. 18–20, 23, 24, 26 и 27, 30–37 Приложения 1), переданных НП «АВОК» в Минэкономразвития и Минстрой России письмом № И-35/4 от 23 июля 2019 года. Ниже приводятся предложения в части определения нормативов теплопотребления на отопление МКД.



## Предложения к изменению «Правил» ПП РФ от 23 мая 2006 года № 306 (с изменениями на 1 марта 2022 года) в части определения нормативов теплопотребления на отопление МКД

Норматив энергопотребления зданием предполагает нормирование удельной величины для возможности использования её во всех зданиях указанного назначения независимо от их размера. Уточнения связаны с неправильным толкованием, к какому параметру должна относиться данная удельная величина.

Со времени утверждения первого нормативного документа, регламентирующего энергоэффективность зданий (СНиП 23-02-2003), показателем энергоэффективности был принят удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, отнесённый к 1 м² общей площади квартир, за исключением балконов, лоджий, веранд и террас, или полезной площади нежилых отапливаемых помещений общественных зданий, согласно приказу Минэкономразвития России от 30 сентября 2011 года № 531 и СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные» (далее — СП 54).

В соответствии с приказом Министерства по земельной политике, строительству и ЖКХ РФ от 4 августа 1998 года № 37 (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 19 мая 2008 года), на который ссылается СП 54, показатели общей площади квартиры используются для целей официального статистического учёта жилищного фонда, оплаты жилья и коммунальных услуг, а посему эта площадь будет во всех отчётных показателях. Причём в том же приказе Минэкономразвития, в примечании к п. 3.36 «Инструкции о проведении учёта жилищного фонда в Российской Федерации», указано, что применявшееся ранее в официальном статистическом учёте жилищного фонда понятие «общая площадь» равнозначно понятию «общая площадь квартиры».

Так было принято, потому что указанные площади, согласно СНиП на жилые и общественные здания, характеризуют строящиеся и существующие здания и их использование вместо общей площади здания, в которую в МКД, помимо площади квартир, входит площадь помещений общедомового назначения (лестнично-лифтовые узлы, межквартирные коридоры и вестибюли) и та часть площади перекрытия, на которую опираются внутренние стены, и грамотное решение по соотношению этих площадей дополнительно стимулирует повышение энергоэффективности здания.

Под отапливаемой площадью многоквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчётной температурой внутреннего воздуха выше +12°C, для блокированных зданий — общую площадь квартиры за исключением встроенного гаража.

За рубежом в качестве такого показателя принимается кондиционируемая площадь помещений, что корреспондируется с принятой у нас. В европейских нормах EN 15217:2007 [10] в разделе «Термины» сформулировано (п. 3.12), что «показатель энергоэффективности» (Energy Performance Indicator) — это энергетический параметр, делённый на кондиционируемую площадь, а «кондиционируемая площадь» (conditioned area) — это площадь пола кондиционируемых помещений за исключением нежилых подвалов и нежилых частей помещений (п. 3.26). В то же время в Примечании 3 к п. 3.26 указывается, что точное определение кондиционируемой площади даёт националь-

**В европейских нормах EN 15217:2007 [10] в разделе «Термины» сформулировано (п. 3.12), что «показатель энергоэффективности» — это энергетический параметр, делённый на кондиционируемую площадь**

ными органами. Эта же формулировка повторяется в ISO 13790:2008 [11]. Из этого следует, что предлагаемые в СНиП 23-02-2003 и действующем ГОСТ 31427-2010 [12] формулировки не противоречат европейским нормам.

Однако в «Правилах установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг...» присутствуют другие непонятные и противоречивые формулировки. Так, в Приложении 1 к «Правилам...» в разделе «Формула расчёта норматива потребления коммунальной услуги по отоплению в жилых помещениях» написано:

«18. Норматив потребления коммунальной услуги по отоплению в жилых и нежилых помещениях (Гкал на 1 м<sup>2</sup> общей площади всех жилых и нежилых помещений в многоквартирном доме или жилого дома в месяц) определяется по формуле:

$$N_o = \frac{Q_o}{S_{об} n_{от}}, \quad (18)$$

где  $Q_o$  — количество тепловой энергии, потребляемой за один отопительный период многоквартирными домами, не оборудованными коллективными (общедомовыми) приборами учёта тепловой энергии, или жилыми домами, не оборудованными индивидуальными приборами учёта тепловой энергии (Гкал), определяемое по формуле (19);  $S_{об}$  — общая площадь всех жилых и нежилых помещений в многоквартирных домах или общая площадь жилых домов, м<sup>2</sup>;  $n_{от}$  — период, равный продолжительности отопительного периода (количество календарных месяцев, в том числе неполных, в отопительном периоде)».

Удельные показатели максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов  $q_{уд.от}^p$  [Вт/м<sup>2</sup>] общей площади квартир без летних помещений

табл. 4

Этажность жилых зданий	Расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_n$ , °C										
	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
<b>Для зданий строительства до 2000 года</b>											
Одно- и двухэтажные многоквартирные, отдельно стоящие	146	155	165	175	185	197	209	219	228	238	248
Двух- и трёхэтажные многоквартирные, сблокированные	108	115	122	129	135	144	153	159	166	172	180
4–6-этажные кирпичные	59	64	69	74	80	86	92	98	103	108	113
4–6-этажные панельные	51	56	61	65	70	75	81	85	90	95	99
7–10-этажные кирпичные	55	60	65	70	75	81	87	92	97	102	107
7–10-этажные панельные	47	52	56	60	65	70	75	80	84	88	93
11–13-этажные	50	55	59	63	69	75	79	85	90	93	99
14–16-этажные	51	57	61	65	71	78	82	87	92	96	102
Более 16 этажей	53	58	63	67	73	79	84	89	94	98	104
<b>Для зданий строительства после 1 января 2000 года</b>											
Одно- и двухэтажные многоквартирные, отдельно стоящие	76	76	77	81	85	90	96	102	105	107	109
Двух- и трёхэтажные многоквартирные, сблокированные	57	57	57	60	65	70	75	80	85	88	90
4–6-этажные	45	45	46	50	55	61	67	72	76	80	84
7–10-этажные	41	41	42	46	50	55	60	65	69	73	76
11–13-этажные	38	38	39	43	46	51	55	60	63	67	69
14–16-этажные	36	36	37	41	44	48	51	55	58	62	64
Более 16 этажей	35	35	36	39	42	45	48	52	55	58	61
<b>Для зданий строительства после 1 января 2023 года</b>											
Одно- и двухэтажные многоквартирные, отдельно стоящие	60	61	62	65	68	72	77	82	84	86	87
Двух- и трёхэтажные многоквартирные, сблокированные	45	46	47	48	52	56	60	64	68	71	72
4–6-этажные	36	37	38	40	44	49	54	58	61	64	67
7–10-этажные	33	34	35	37	40	44	48	52	55	58	61
11–13-этажные	31	32	33	34	37	41	44	48	50	53	55
14–16-этажные	29	30	31	32	34	38	40	44	46	49	51
Более 16 этажей	28	29	30	31	33	36	38	42	44	47	49

Примечание. Тепловая нагрузка на отопление и вентиляцию жилых домов определена при расчётной температуре наружного воздуха для всех регионов строительства от -5 до -55°C, принимая требуемые по действующим во время сооружения объекта значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений, нормативной заселённости 20 м<sup>2</sup> площади квартир на человека, отсюда соответственно нормируемого для такой заселённости вентиляционного воздухообмена 30 м<sup>3</sup>/ч на жителя и удельной величине бытовых теплопоступлений 17 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади квартир. Также было установлено, что на удельные показатели расхода теплоты на отопление влияет этажность зданий, поскольку, во-первых, с понижением этажности увеличивается относительная площадь наружных ограждений на 1 м<sup>2</sup> общей площади квартир, и поэтому доля расхода теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха и бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания снижается. Во-вторых, в зданиях с повышением этажности возрастает объём инфильтрующегося воздуха из-за увеличения теплового напора в системах естественной вентиляции, и соответственно растёт расчётный расход теплоты на отопление, а в домах строительства до 2000 года из-за сверхнормативной воздухопроницаемости окон приходилось принимать увеличение воздухообмена на 30% выше нормативного (поэтому в последующем были уточнены удельные показатели для домов повышенной этажности, построенных до 2000 года).

А в п. 20 при определении часовой тепловой нагрузки на отопление многоквартирных домов или жилых домов, не оборудованных приборами учёта тепловой энергии, используется формула:

$$q_{\max} = q_{\text{уд}} S, \quad (20)$$

где  $q_{\text{уд}}$  — нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного дома или жилого дома ([ккал/(ч·м<sup>2</sup>)] или [Вт/м<sup>2</sup>] общей площади квартир), предусмотренный в табл. 4;  $S$  — **общая площадь жилых и нежилых помещений многоквартирного дома, а также помещений, входящих в состав общего имущества в многоквартирном доме, или площадь жилого дома, м<sup>2</sup>.**

**В обоих случаях для МКД площади  $S_{\text{об}}$  и  $S$  — это одна и та же величина  $S_{\text{кв}}$ , называемая, как уже было установлено выше, площадью квартир без летних помещений, а для жилых домов — так же площадь квартир без летних помещений и гаража.**

Поскольку в этих «Правилах...» определяются нормативы не только отопления, но и горячего водоснабжения, следует добавить в обозначении удельных величин в формулах (19) и (20) «от» (отоп-



ление):  $q_{\text{уд,от}}^p$  и  $q_{\text{max,от}}$ ; заменить «о» на «от» в  $N_{\text{от}}$  и  $Q_{\text{от}}$ ; а  $n_{\text{от}}$  заменить на  $n_{\text{оп}}$ , где «оп» — отопительный период.

Табл. 4, на которую дана ссылка в п. 20 Приложения 1 к Правилам, взять из Приложения В [СП 124.13330.2012](#) с небольшими уточнениями (исправленная табл. 4 представлена в данной статье), основание которых приведено в [13–15]. Следует учесть, что при необходимости пересчёта показателей, приведённых в табл. 4, с [Вт/м<sup>2</sup>] на [ккал/(ч·м<sup>2</sup>)] надо разделить их на 1,163.

Далее текст п.19 сохраняется без изменений, за исключением добавления в начале первого предложения после слов «...или жилого дома»: «, не оборудованных автоматикой центрального регулирова-

ния подачи теплоты в систему отопления», далее по тексту с добавлением следующего абзаца, обусловленного тем, что на период неисправности прибора учёта коммунальной услуги на отопление расчёт оплаты потребления данной услуги по нормативам следует выполнять с использованием расчётного метода, изложенного в пп. 18 и 19 Приложения 1 к «Правилам...» ПП РФ № 306, исходя из проектной нагрузки на отопление с пересчётом на фактическую среднесуточную температуру наружного воздуха за месяц или меньший период отключения прибора учёта. При этом продолжится помесичный расчёт с потребителями тепловой энергии на отопление, что, безусловно, правильно при отключении прибора учёта на непродолжительный период проверки прибора или устранения неисправности, а также для исключения не поддерживаемых населением вынужденных перерасчётов из-за отличия фактических погодных условий от расчётных при определении годового теплосребования.

Тогда в конце текста п.19 Приложения 1 к «Правилам...» ПП РФ № 306 надо записать: «На период неисправности прибора учёта коммунальной услуги на отопление расчёт оплаты потребления данной услуги по нормативам следует выполнять с использованием расчётного метода, изложенного в пп. 18–20 Приложения 1 к Правилам, исходя из проектной нагрузки на отопление с пересчётом на фактическую среднесуточную температуру наружного воздуха за месяц или меньший период отключения прибора учёта. Для этого в скобках надо записать: “(Гкал/месяц)”, а в формуле (19) и пояснениях к ней вместо  $t_{\text{ср,оп}}$  записать “ $t_{\text{ср,мес}}$  — среднемесячная температура наружного воздуха или средняя за период отключения прибора учёта”, вместо  $n_{\text{оп}}$  записать “ $n_{\text{мес}}$  — количество суток в данном месяце или периоде отключения прибора учёта”». ●



1. Ливчак В.И. Минстрой России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона № 261-ФЗ // Журнал СОК, 2020. № 10. С. 50–57.
2. Ливчак В.И. Новая редакция СП 60.13330.2020 не позволяет правильно рассчитать тепловую нагрузку и годовое теплосребование системы отопления зданий. Предложение к изменению СП 60.13330.2020 // Журнал СОК, 2021. № 11. С. 64–73.
3. Ливчак В.И. Методика расчёта графиков регулирования подачи теплоты в систему отопления. Предложение к изменению СП 60.13330.2020 // Журнал СОК, 2022. № 1. С. 86–92.
4. Ливчак В.И. Предложения по реализации повышения энергоэффективности зданий ЖКХ в России вопреки действиям Минстроя и Минэкономразвития // Инженерные системы, 2021. № 1. С. 24–33.
5. Ливчак В.И. Предложения по нормированию требований повышения энергетической эффективности зданий нового строительства и жилищного фонда России // Энергосбережение, 2021. № 7. С. 38–43.

6. Приложение к письму президента НП «АВОК» от 18.08.2022 № И-43/1-3 директору ФАУ «ФЦС» с предложениями В.И. Ливчака к проекту приказа Минстроя России «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий...».
7. Гащо Е.Г., Фокин А.М. Анализ зависимости тепловой энергии, затраченной на отопление и охлаждение зданий, от различных факторов // Журнал СОК, 2022. № 2. С. 64–67.
8. Ливчак В.И. Об уточнённой таблице классов энергоэффективности зданий, отражающей предложенную Правительством Российской Федерации долгосрочную динамику повышения требований // Журнал СОК, 2020. № 11. С. 50–55.
9. Ливчак В.И. Предложения о внесении изменений в СП 60.13330.2020 // АВОК, 2022. № 5. С. 20–21.
10. EN 15217:2007. Energy performance of buildings — Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings [Энергетическая эффективность зданий. Методы выражения энергопотреб-

ления и классы энергоэффективности зданий] / Отм. с 19.06.2017, испр. EN ISO 52003-1:2017.

11. ISO 13790:2008. Energy performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling [Энергетические показатели зданий. Расчёт расхода энергии на отопление и охлаждение помещений] / Отм. с 19.06.2017, испр. EN ISO 52016-1:2017.
12. ГОСТ 31427–2010. Здания жилые и общественные. Состав показателей энергетической эффективности / Дата введ.: 01.01.2012.
13. Великанов В.П., Грудзинский М.М., Ливчак В.И., Требуков С.П., Махов Л.М. Нормы расхода тепловой энергии на отопление жилых зданий // Водоснабжение и сантехника, 1987. № 9.
14. Ливчак В.И. Обоснование расчёта удельных показателей расхода тепла на отопление разноэтажных жилых зданий // АВОК, 2005. № 2. С. 36–41.
15. Ливчак В.И. Определение нормативов потребления коммунальных услуг в жилых домах // АВОК, 2011. № 8. С. 48–54.



## Модельные подходы и параметры оценки энергетической эффективности здания

Рассмотрен ряд параметров, связанных с оценкой энергетической эффективности зданий: эффективность отопления помещений, тепловая масса здания, тепловое поведение здания, скорость теплообмена. Сделан обзор некоторых подходов к моделированию энергетических характеристик зданий с учётом различных факторов. Рассмотрен пример обеспечения энергетической эффективности здания для конкретной практической задачи быстрого и экономичного прогрева холодного неотапливаемого помещения.

**Авторы:** С.Г. КАРСТИНА, д.ф.-м.н., профессор кафедры физики и нанотехнологий; О.Б. СЕЛЬДЮГАЕВ, к.х.н., младший научный сотрудник; Л.А. ЗИНОВЬЕВ, к.х.н., руководитель лаборатории, [Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова](#) (КарУ, г. Караганда, Республика Казахстан)

В настоящее время многие страны в мире идут по пути перехода к устойчивой энергетической системе, повышая энергетическую эффективность (ЭЭ) и оптимизируя способы удовлетворения спроса на энергию [1]. Такой подход оправдывается рядом факторов и проблем, в числе которых — повышение энергетической эффективности для сектора зданий. Так, например, согласно данным по странам Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН), в 2018 году около трети всего энергопотребления и около 40% выбросов CO<sub>2</sub> приходилось на сектор зданий [2]. В первую очередь это обусловлено необходимостью поддержания в зданиях комфортных условий для проживающих или работающих в них людей за счёт отопления помещений, нагрева воды, работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха, электроснабжения для освещения помещений и обеспечения функционирования бытовой техники.

Проблема потребления большого количества энергии зданиями может быть решена практически за счёт реконструкции зданий, повышения требований к энергоэффективности для вновь возводимых зданий, создания инструментария (например, программных средств) для моделирования энергетических характеристик зданий, прежде всего на стадии их проектирования или реконструкции, с учётом различных факторов (например, местоположения, ориентации, планировки, используемых строительных материалов и оборудования и т.д.).

Соответственно, для снижения потребления энергии зданиями при сохранении максимального теплового комфорта и их эксплуатационной безопасности необходимо искать и применять новые технологические решения при проектировании или реконструкции зданий, находить комплексные решения посредством применения эффективных материалов и передовых практик.

К числу эффективных технологических решений, позволяющих снизить потребление энергии зданиями при их проекти-

ровании или реконструкции, можно отнести следующие:

- теплотщиту зданий;
- снижение тепловых потерь в зданиях;
- модернизацию внутренних систем теплоснабжения в зданиях и оптимизацию их характеристик;
- обеспечение оптимального потребления электроэнергии зданиями.

Рассмотрим некоторые параметры, влияющие на энергоэффективность зданий.

**Проблема большого энергопотребления зданиями может быть решена за счёт: реконструкции зданий, повышения требований к энергоэффективности для вновь возводимых зданий, создания инструментария для моделирования энергохарактеристик зданий**

На показатели энергетической эффективности зданий наибольшее влияние оказывают их ограждающие конструкции [3]. При этом обеспечение термоизоляции, герметичности и исключение мостиков холода крайне важно для всех зданий вне зависимости от климата. На этапе проектирования здания необходимо правильно выбрать толщины теплоизоляционных слоёв, учитывая различные параметры, в том числе требования строительных и нормативных норм, климатические условия и т.д.

Как при реконструкции уже существующих зданий, так и при возведении новых зданий важно провести оценку эффективности отопления помещений (ЭОП) [4]. Для этого могут быть использованы коэффициенты эффективности, рассчитываемые как отношение тепловых потерь в идеальном случае к тепловым потерям в реальном случае. В идеальном случае теплотери минимальны и возникают при установке идеального локального управления, способного «эффективно» использовать энергию.

Это означает, что температуру в помещении можно считать постоянной в рассматриваемом временном интервале, то есть свободное тепло от тепловых источников используется в помещении эффективно. В реальном случае приходится учитывать потери тепла путём установки локального регулятора на отопление помещения, который не способен «эффективно» использовать тепловую энергию, поступающую от теплоприборов. Таким образом, значения коэффициентов эффективности, более или менее близкие к единице, будут означать, что энергия используется «эффективно», а близкие к нулю значения коэффициентов эффективности будут означать, что большая часть энергии теряется во внешнюю среду [4, 5].

Следующим важным показателем является тепловая масса здания, влияющая на энергопотребление, потребление электроэнергии и комфорт. Тепловая масса здания способна аккумулировать тепло, поступающее от внешних источников. При этом не всегда вся тепловая масса здания участвует в тепловом обмене. В связи с этим выделяют «активный слой» или «активную тепловую массу», представляющую собой ограниченную часть здания, участвующую в тепловом обмене. Активная тепловая масса показывает, сколько энергии тело может сохранить на каждый градус. С точки зрения вычислений, тепловая масса здания рассматривается как модель единичной теплоёмкости. Для неё характерно то, что внутри каждой тепловой ёмкости не существует градиента температуры. Предполагается, что градиент температуры существует только между тепловыми ёмкостями. Тяжёлая тепловая масса уменьшает колебания температуры в помещении по сравнению с лёгкой тепловой массой.

Изоляционный слой способен задерживать (временная задержка) и уменьшать (коэффициент декремента) тепловую волну, исходящую от синусоидального внешнего колебания наружной температуры. При этом важное значение имеют расположение и толщина изоляционного слоя. На коэффициент декремента и время задержки тепловой волны различные материалы влияют по-разному, что позволяет судить о реакции тепловой массы здания на наружную температуру.

На сохранение тепла зданием влияет его тепловое поведение, определяемое как скорость изменения температуры поверхностей здания и воздуха в течение определённого периода времени. Данный параметр весьма важен при поиске решения по установке комнатного регулятора для регулирования количества тепла, по-

даваемого в управляемый объём помещения. Основная трудность выбора модели для управления тепловым поведением здания заключается в оценке поведения внутренней температуры в управляемом объёме помещения. В целом подобные модели строятся с помощью методов конечных разностей и позволяют анализировать переходное тепловое поведение отдельной зоны, стен или компонентов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Применение этих моделей сопряжено со сложностью и продолжительностью вычислений. В связи с этим можно считать, что вопрос разработки модели помещения, учитывающей тепловые потоки, обусловленные вентиляцией, инфильтрацией воздуха, прито-



ком тепла, остаётся открытым. Сама модель должна учитывать поведение нагревателей, многослойность стен, наружный климат и т.д. — все факторы, объединённые для имитации теплового поведения тепловой зоны.

Следующими важными параметрами, используемыми для оценки энергетической эффективности зданий, являются скорости теплообмена между отопительными приборами и помещениями здания (первое) и между помещениями здания и наружным воздухом (второе) [6].

Оптимизировать значения этих параметров можно за счёт снижения эффективного коэффициента теплоотдачи через наружные стены и соблюдение индивидуального температурного графика для здания. При этом теплоснабжение здания должно обеспечивать комфортные для человека условия, а общие затраты и потери энергии на участке между источником и потребителем тепла должны быть минимальными. Если эти условия выполняются, то можно говорить о энергоэффективности здания. В качестве математической модели, позволяющей выбрать

оптимальные условия, обеспечивающие энергетическую эффективность здания, может быть использован подход, основанный на минимизации суммы функций, определяющих затраты электроэнергии и потери тепловой энергии при транспортировке и распределении тепла, а также в случае аварийных ситуаций [6].

Более узкий подход предполагает решение этой задачи только с учётом транспортировки и распределения тепла через наружные стены, что позволяет определить конкретные меры для снижения потерь энергии в здании. Более общий подход учитывает всю систему теплоснабжения, включая систему регулирования теплового режима в здании и линии подачи тепловой энергии в него.

Рассмотрим пример обеспечения энергетической эффективности здания для конкретной практической задачи. Необходимо быстро и экономично прогреть холодное неотапливаемое помещение, температура в котором значительно меньше  $0^{\circ}\text{C}$ , для размещения в нём людей или оборудования. При этом необходимо обеспечить в здании комфортные тепловые условия для людей и соответствующие эксплуатационным нормам тепловые условия для содержания техники ( $t_{\text{комф}}$ ). Задача прогрева будет включать две подзадачи: первая — прогрев воздуха помещения до  $t_{\text{комф}}$  и вторая — прогрев стен помещения до  $t_{\text{комф}}$ .

Рассмотрим первую подзадачу — прогрев воздуха помещения (температура стен может оставаться значительно ниже температуры помещения).

Быстро прогреть воздух в помещении лучше всего при помощи тепловой пушки. Тепловая пушка — это мощный, скоростной нагреватель, в который входит холодный воздух помещения, а выходит тёплый воздух с заранее известной температурой, которую можно регулировать.

Предлагаемая модель для решения этой задачи должна учитывать влияние на процесс прогрева воздуха в помещении характеристик стен помещения (например, материала, из которого изготовлены стены, многослойность стены и т.д.), температуру выходящего из нагревателя воздуха, размещение нагревателя. Рассмотрим результаты реализации предлагаемой модели для случая, когда нагреватель расположен снизу у одной из стен прогреваемого помещения, а начальная температура воздуха в помещении равна  $t_{нач}$  (рис. 1).

Горячий воздух выходит из нагревателя и поднимается вверх. При этом происходит взаимодействие потока поднимающегося горячего воздуха с холодной стеной помещения. В результате такого взаимодействия часть тепловой энергии из горячего воздуха переходит в холодную стену (температура потока горячего воздуха понижается, температура холодной стены повышается, однако стену прогреть достаточно трудно, так как она имеет большую теплоёмкость и значительную массу). Скорость «сброса» энергии из потока горячего воздуха в холодную стену в основном зависит от поверхности материала стен (коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ ): чем больше коэффициент теплоотдачи, тем больше энергии «уходит» в стену.

Рассмотрим весь цикл прохождения воздуха в помещении: от нагревателя до возвращения в него (рис. 1). Горячий воздух, исходящий от нагревателя, движется вверх вдоль стены А и холодного потолка, теряя при этом тепловую энергию. Важно отметить, что потери энергии при движении вдоль потолка будут меньше, чем при движении вдоль стены А, так как поток горячего воздуха уже стал холоднее, а количество передаваемой энергии зависит от разности температур между объектами взаимодействия. Достигнув стены В, потерявший определённую температуру поток воздуха начинает опускаться вниз по спирали (температура потока воздуха, вышедшего из нагревателя, при этом всё ещё значительно выше температуры холодного воздуха под ним). При контакте потока воздуха со стеной В также происходит потеря тепловой энергии, и температура потока воздуха будет продолжать снижаться. Достигнув пола, поток воздуха опять поступает в нагреватель.

Для каждого последующего цикла прохождения воздуха в помещении (из нагревателя до возвращения в него) температура воздуха, поступающего в нагреватель после прохождения всего помещения, будет выше, чем в предыдущем цикле. В результате с течением времени воздух в помещении будет прогреваться.

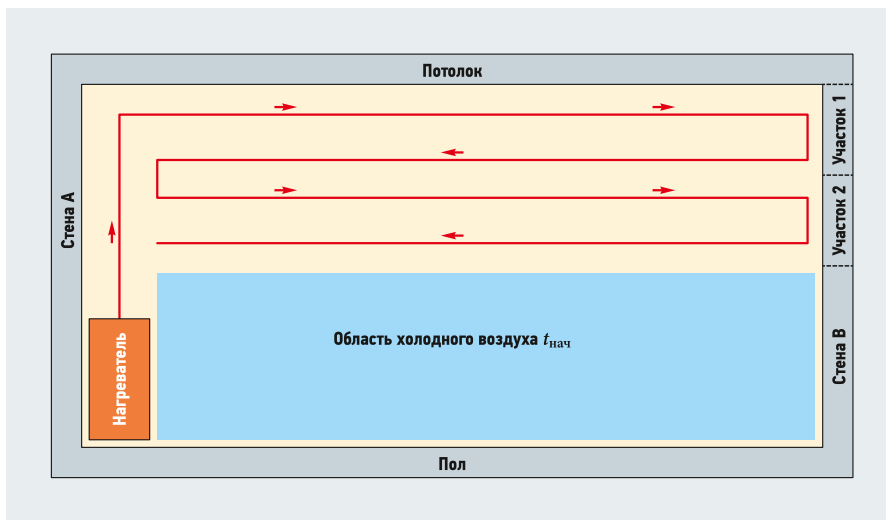


Рис. 1. Цикл прохождения воздуха в помещении: от нагревателя до возвращения в него

Предложенная нами модель позволяет понять, как влияют параметры помещения и нагревателя на скорость прогрева воздуха в помещении.

### Выводы

По результатам проведённых расчётов можно констатировать, что:

1. Проведённые расчёты позволили установить зависимость времени прогрева воздуха в помещении от коэффициента теплоотдачи стен помещения. Так, например, при использовании нагревателей одинаковой мощности в идентичных по геометрическим размерам помещениях, но отличающихся значениями коэффициентов теплоотдачи стен, обнаружено, что прогрев воздуха идёт быстрее в помещении, где стены имеют меньший коэффициент теплоотдачи. В частности, для помещений с кирпичными стенами (коэффициент теплоотдачи кирпичной стены равен 5,6) скорость прогрева воздуха до одной и той же температуры в 4,1 раза выше, чем для помещений с бетонными стенами (коэффициент теплоотдачи бетонной стены равен 8,0) [7].

Полученный результат имеет практическое значение и должен учитываться при выборе оптимальных характеристик помещения, обеспечивающих быстрый прогрев воздуха до необходимой температуры для размещения людей, оборудования, продуктов и т.д. В случае, если в помещении внутренние стены имеют высокий коэффициент теплоотдачи, то на них можно нанести покрытие, снижающее коэффициент теплоотдачи (например, нанести слой штукатурки).

**Проведённые расчёты позволили установить зависимость времени прогрева воздуха в помещении от коэффициента теплоотдачи стен рассматриваемого помещения**

2. Установлено, что неэкономично производить прогрев помещения потоком воздуха, температура которого значительно превышает температуру холодного уличного воздуха (температуру холодных стен прогреваемого помещения). Это связано с тем, что при таких условиях сильно увеличивается «сброс» энергии в холодные стены. Например, при температуре уличного воздуха  $-25^{\circ}\text{C}$  время прогрева воздуха в помещении при подаче тёплого воздуха с температурой  $+80^{\circ}\text{C}$  возрастёт в два раза по сравнению с прогревом помещения потоком воздуха с начальной температурой  $+40^{\circ}\text{C}$  [7].

Этот результат показывает, что, прогревая помещение, необходимо учитывать оптимальную разницу между температурой холодных стен и температурой подаваемого для нагрева воздуха. Например, для начальной температуры помещения  $-25^{\circ}\text{C}$  данная разница (между начальной температурой холодных стен и температурой подаваемого для нагрева воздуха) лежит в пределах  $65-75^{\circ}\text{C}$ . ●

1. Сравнительный обзор существующих технологий по повышению энергетической эффективности зданий в регионе ЕЭК ООН / Совместная целевая группа по стандартам энергоэффективности зданий ЕЭК ООН. — Женева (Швейцария), 2019. 71 с.
2. Сравнительный обзор стандартов и технологий энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН / Группа по стандартам энергоэффективности зданий ЕЭК ООН. — Женева (Швейцария), 2018. 146 с.
3. Сельдогаев О.Б., Зиновьев Л.А., Карстина С.Г. Расчёт времени охлаждения помещений в кирпичных домах // Журнал СОК, 2022. №5. С. 64–67.
4. Brembilla C., Östlin R., Soleimani-Mohseni M., Olofsson T. Paradoxes in understanding the efficiency factors of space heating. Energy Efficiency. 2018. Issue 12. Pp. 777–786.
5. Brembilla C., Östlin R., Olofsson T. Predictions' robustness of one-dimensional model of hydronic floor heating: novel validation methodology using a thermostat booth simulator and uncertainty analysis. Journal of Building Physics. 2018. Vol. 41. Issue 5. Pp. 418–444.
6. Сабденов К.О., Байтасов Т.М. Оптимальное (энергоэффективное) теплоснабжение здания в системе центрального отопления // Известия ТПУ. Серия: Инжиниринг георесурсов, 2015. №8. С. 53–60.
7. Сельдогаев О.Б., Торегельдин О.Б., Жолмагамбетов Н.Р. Создание комфортных условий микроклимата теплоизолированного помещения // Труды КарГТУ, 2017. №4. С. 83–84.



## Карго-культ, или Локализация в российской ветроэнергетике

Санкции в принудительном порядке заставили уйти с рынка иностранных партнёров, что освободило многие рыночные ниши. У России появился шанс «пересобрать» свою технологическую историю. В первые годы советской власти и после Второй мировой войны СССР как раз совершал подобный технологический рывок. Пора вспомнить классический подход советской технической политики — получить интеллектуальную собственность на технологию, а потом организовать своё производство на уровне не ниже исходного.

**Автор:** С.И. МОРОЗОВ, председатель Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ). Источник: РАВИ

### Первый этап развития российской ветроэнергетики

Этап освоения технологий и реализации пилотных проектов в российской ветроэнергетике закончился в феврале 2022 года. С рынка ушли два из трёх оригинальных производителей оборудования — Vestas и Siemens Gamesa. Вот тут-то ярко проявились два различных подхода к организации производств.

Первый подход заключался в том, что «локализацией» производства в России занимался иностранный технологический инвестор в тех рамках, которые были ему удобны. Этим путём пошли европейские компании Vestas и Siemens Gamesa, а мы позволили им действовать по такой схеме. Первый проект ветропарка в Ульяновской области, утверждённый в 2015 году, имел уровень локализации 28%, затем мы ставили себе цель добиться уровня локализации — 65%. Но сейчас поздно меряться процентами, при передаче технологий партнёры оставили за собой критически важные компоненты.



Второй подход к организации производства продемонстрировала компания «Новавинд» («Росатом»). «Новавинд» выкупила конструкторскую и технологическую документацию у иностранного донора и самостоятельно локализовала в России производство ветрогенераторов мощностью 2,5 МВт. Всё бы было прекрасно, только в мире сейчас востребованы турбины большей мощности (5 МВт и более). Получается, что самые востребованные турбины в Российской Федерации не производятся.

### Импортозамещение — это не смена импорта

Может быть, мы и хотели бы продолжать сотрудничать с мировыми лидерами, как жители Меланезийских островов продолжать быть рынком сбыта для иностранных компаний и думать, что создаём новую отрасль энергетики. Однако ситуация резко изменилась. Нам для выживания ветроэнергетики необходимо организовать технологически независимое производство турбин мощностью 5 МВт, сохранив производство турбин класса 2,5 МВт. При этом весь необходи-

### Для выживания отечественной ветроэнергетики необходимо организовать технологически независимое производство турбин мощностью 5 МВт и более, сохранив производство турбин класса 2,5 МВт

мый опыт и техническая возможность для создания ветрогенератора мультимегаваттного класса у российской промышленности есть. За технологическим суверенитетом стоит общественный и интеллектуальный суверенитет, к формированию которого надо проявить волю.

Не стоит идеализировать китайские компании или любые другие. Ветроэнергетика — высококонкурентный рынок, никто не будет добровольно создавать себе проблемы в будущем. Если и брать на вооружение опыт Китая, так в том, как государство лоббирует интересы своих производителей и не ведёт никаких разговоров о «свободных рынках».

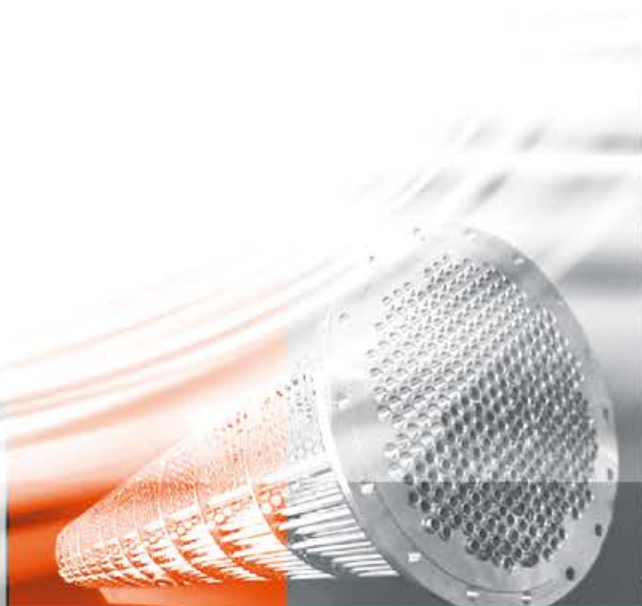


Для достижения технологического суверенитета в ветроэнергетике Российской Федерации важно сейчас реализовать вариант полного выкупа технологии компетентной отечественной компанией. При этом для полной и технологически независимой локализации крайне важно, чтобы компания, которая берет на себя такую роль, обладала не только необходимой производственной и ресурсной базой, но и владела соответствующими компетенциями в инжиниринге, имела опыт освоения подобных продуктов. И такая компания тоже есть.

Итак, у нас есть готовность промышленности произвести продукт, есть рынок для этого продукта и есть компания, находящаяся на завершающей стадии переговоров по полному выкупу интеллектуальной собственности на продукт. В такой момент позволить какому-либо партнёру сотрудничество по схеме Vestas и Siemens Gamesa будет означать предательство национальных интересов, потому что российского производства оборудования для ветроэнергетики в России снова не будет. Будем создавать очередной карго-культ и меряться процентами локализации. ●

**24-26 ОКТЯБРЯ 2023**  
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

**HEAT&POWER**



**8-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛОБМЕННОГО  
И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**



Организатор



Международная  
Выставочная  
Компания

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



**ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД**  
[heatpower-expo.ru](http://heatpower-expo.ru)

27-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
Самая крупная в России выставка комплексных  
инженерных решений для отопления, водоснабжения,  
канализации и бассейнов\*

0+

# aqua THERM MOSCOW

14–17.02.2023

Москва, Крокус Экспо

Получите билет бесплатно  
на сайте выставки, используя

Промокод: **СОК**  
[aquathermmoscow.ru](http://aquathermmoscow.ru)



Открыли новые филиалы в октябре и ноябре в Краснодаре и Твери • Не изменяем стоимость оплаченного оборудования • Регулярно расширяем ассортимент и увеличиваем складской запас • Более 1500 новых товарных позиций поступило на склад в 2022 году • Более 20 000 уникальных артикулов товара в наличии на складе • Двадцать два новых поставщика инженерного оборудования в 2022 году • Бесплатная доставка по всей России 7 дней в неделю • В марте и апреле провели пятидневные курсы повышения квалификации



# LUNDA

## для профессионалов

### 51 филиал в 36 городах

Развитие филиальной сети с 2007 года • Только сертифицированный товар • Программа лояльности со специальными скидками, бонусами и акциями • Аренда профессионального инструмента для монтажа • Проектирование инженерных систем • Подбор оборудования • Персональный менеджер для каждого клиента • Бонусы с каждой покупки • Обучение и технические семинары

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