

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА



12

<u>Отечественное</u> ПО - дорога в будущее



<u>25</u>

<u>Подготовка</u> воды для заливки льда



Отопление – прошлое и настоящее



60

<u>Теплокомфорт</u> в пассивных домах. Часть 2



OBERMASTER

**АВТОМАТИЗАЦИЯ** МОНТАЖНОГО БИЗНЕСА



**ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ** 



ПЛАНИРОВАНИЕ



СМЕТЫ И СЧЕТА



ОНЛАЙН-ПОДТВЕРЖДЕНИЕ



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА



РОСТ ДОХОДОВ





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



#### Новая выставка AIRVent\* – это:

- новая аудитория (59% посетителей не посещают другие выставки схожей тематики)
- широкая география посетителей (5 600+ специалистов из 79 регионов РФ)
- новая возможность увеличить объемы продаж (77% посетителей планируют закупить продукцию участников)

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

14-17.02.2023

Москва, Крокус Экспо airventmoscow.ru

Узнать условия участия











climatexpo.ru

Главное отраслевое событие года



СОДЕРЖАНИЕ

## 09/2022



#### Конференция «BIM & BEM 2022 | Промышленность». Итоги

25 октября 2022 года в городе Москве, в рамках Международной выставки International Machinery Fair / Electro & Heat Generation 2022 с успехом прошла организованная <u>журналом СОК</u> Конференция по цифровизации проектирования и эксплуатации энергогенерирующих объектов «ВІМ & ВЕМ 2022 | Промышленность» (VII конференция «ВІМ & ВЕМ»).



#### «nanoCAD Электро» российская ВІМ-система. <u>Доказательства и факты</u>

Цель, которую поставил перед собой автор предлагаемой статьи, — доказать читателям, что российский **BIM** существует, и он уже находится на том уровне, что его надо брать, пробовать и начинать в нём работать. Автор уверен, что приводимые им доказательства, вне всякого сомнения, более чем убедительны.





#### Система отопления – прошлое и настоящее

Судя по документам, централизованное отопление с автоматическими регуляторами температуры (нынешние настроечные и термостатические клапаны) уже действовало в Германии и царской России на рубеже XIX-XX веков, то есть этой технологии более 120 лет. А какие ещё достижения технической революции того времени дожили до наших дней?



#### Подготовка воды для заливки льда

Анализ существующих схем подготовки воды для заливки льда при подготовке спортивных мероприятий приводит к следующему выводу: чем ниже солесодержание воды и концентрация содержащихся в ней газов, тем выше качество получаемого льда. Для этих целей повсеместно применяется технология обратноосмотического обессоливания воды, а также Nа-катионирование.



#### О расширительном баке в системе водяного отопления с насосной циркуляцией

Основное назначение расширительного бака — вмещение прироста объёма воды, который образуется при её нагревании. Такой бак устанавливается выше системы отопления примерно на 1 м — в системах отопления, в которых температура воды в подающем трубопроводе не превышает 95 БЛС.





#### Методики расчёта теплоизбытков при проектировании систем кондиционирования воздуха

По величине фактических теплоизбытков подбирают холодопроизводительность системы кондиционирования. Несмотря на то, что этот вопрос достаточно изучен, результаты расчёта требуемой производительности кондиционера у различных проектировщиков могут очень сильно отличаться друг от друга...



Ежемесячный отраслевой журнал «Сантехника, отопление, кондиционирование»

#### № 2121 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 20.07.2022)

#### Учредитель и издатель

000 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 Головко

#### Редакционная коллегия

Председатель:

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

Сопредседатели:

Сопредседатсти. 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 «СП6ГАСУ» Г. М. Позин, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СП6ГУТД»

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

Секция «Энергосбережение»

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

О.А. Сотнинова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ВГТУ» С.К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «ЮУрГАУ» А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., ГГТУ им. П.О. Сухого

. Секция «ВИЭ»

В.В. Елистратов\*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «СП6ГПУ» П.П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА

В.А. Бутузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «КубГАУ» М.Г. Тягунов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

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

В.Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф» С.В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП «ЦАГИ», акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

Р.Г. Василов\*, 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., Одинцов-

ский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: 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, www.forum.c-o-k.ru

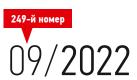
#### Отпечатано в типографии

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

Тираж 15 000 экз. Цена свободная. Выпуск № 249 (09/2022). Дата выхода: 17.10.2022.

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

ISSN 1682-3524



Новости	4
События	
«BIM & BEM 2022   Промышленность». VII конференция «BIM & BEM»	8
Определены партнёры конгресса «Энергоэффективность. XXI век»	11
<u>Интервью</u>	
Отечественное программное обеспечение — дорога в будущее	12
<u>Бизнес</u>	
Obermaster: доступная автоматизация бизнеса монтажных и сервисных компаний	16
ВІМ-проектирование	
Третья часть книги Светланы Бачуриной: «Информационное	21
моделирование. Практика» «nanoCAD Электро» — российская ВІМ-система. Доказательства и факты	22
Сантехника и водоснабжение	-
Подготовка воды для заливки льда	25
Бестраншейные технологии разрушения ветхих инженерных сетей и протаскивание в освободившееся пространство новых труб	28
Выставка водных технологий ЕсwaЕхро с успехом прошла в Москве	34
Отопление и ГВС	
Присоединение расширительного бака к системе водяного отопления с насосной циркуляцией	36
ECO Life — новый компактный газовый настенный котёл BAXI	40
Новая продукция и новый завод: «Фондиталь» делает ставку на Россию	42
Пеллетные и твёрдотопливные котлы Kiturami	44
Российские аналоги американских сплавов 314 и 316	46
Система отопления — прошлое и настоящее	48
Новые времена — новые решения	51
XIX Международная выставка «Котлы и горелки 2022»: итоги	52
Кондиционирование и вентиляция	
Методики расчёта теплоизбытков при проектировании	54
систем кондиционирования воздуха	34
Энергосбережение и ВИЗ	
«Нужно заниматься альтернативной энергетикой: и солнцем, и ветром, и энергией приливов»	59
Тепловой комфорт в пассивных домах. Часть 2	60
Электромобиль как накопитель для электрической энергии	69
XIII Международная выставка «Энергосбережение	• •
и энергоэффективность 2022»	70
Стратегическое планирование развития города на основе моделирования и оптимизации топливно-энергетического баланса	72
<u>References</u>	80

#### Одной строкой

- :: Бренд DEKraft, принадлежащий российской производственной компании «Систэм Электрик» (Système Electric, ранее Schneider Electric в России), объявил о запуске новых преобразователей частоты серии V060.
- № По сообщению ТАСС, инвесткомпания «БРОКС» планирует построить к концу 2024 года завод по производству паровых газотрубных котлов в городе Фурманов Ивановской области. На эти цели будет выделено 680 млн руб., сообщила во вторник генеральный директор Агентства по привлечению инвестиций Ивановской области Юлия Туманова.



- «Газпромбанк» и работающая в области водородной энергетики фирма «Ин-Энерджи» планируют реализовать совместный проект по масштабированию российского производства топливных элементов и накопителей энергии нового поколения. Кредитная организация уже предоставила компании финансирование, сообщили в банке.
- 22 сентября 2022 года в год своего 25-летия компания «Даичи» (Daichi) открыла новый шоу-рум. В нём представлены последние новинки климатического оборудования таких брендов, как Daikin, Daichi, Kentatsu, Midea, Bosch, Axioma, которые оснащены собственными инновационными разработками компании.



- :: «Мособлгаз» построил в Московской области 1800 км новых газораспределительных сетей по социальной газификации. Это позволило догазифицировать 2200 населённых пунктов.
- :: Дивизион «Климатическое оборудование» группы компаний «КСК» организует выпуск ключевых комплектующих для транспортных климатических систем фреоновых компрессоров спирального типа со встроенным электродвигателем, а также вентиляторов с внешним ротором. Проект будет реализован при поддержке Фонда развития промышленности.

#### **BAXI**

## ECO Life – новый компактный газовый настенный котёл BAXI



Компания BDR Thermea представила новые настенные газовые котлы BAXI ECO Life. Модели относятся к компактному классу оборудования и оснащены раздельными теплообменниками отопления и ГВС. Эти котлы разработаны в Италии и производятся на новом заводе в городе Цзясине (недалеко от Шанхая, Китайская Народная Республика).

Данная модель была разработана специально для России и сочетает в себе такие качества, как привлекательная цена, надёжность, простота в установке, эксплуатации и обслуживании. Это первый котёл ВАХІ, производимый на новом заводе в Китае и импортируемый

в Россию. На данный момент 75 % настенных газовых котлов ВАХІ поставляется в Россию из Италии и 25 % — из Турции.

Серия настенных газовых котлов ECO Life состоит из четырёх моделей с закрытой камерой сгорания мощностью 24 и 31 кВт в одноконтурном и двухконтурном исполнении. В комплекте поставляется крепёжная пластина, что повышает удобство монтажа и обслуживания оборудования в условиях ограниченного пространства.

Одноконтурные модели оснащены трёхходовым клапаном с мотором и отдельным выходом для бойлера ГВС. Одноконтурные модели полностью готовы для быстрого подключения бойлера, так как в комплекте идёт погружной датчик температуры.

Котлы мощностью 24 и 31 кВт выполнены в разных корпусах и с разной компоновкой. Компактный, экономичный, надёжный котёл ВАХІ ЕСО Life, разработанный с использованием проверенных временем решений, способен удовлетворить запросы самых требовательных и взыскательных потребителей. Модели данной серии являются идеальным вариантом для применения как в многоэтажных домах, так и в небольших коттеджах.

#### Bosch

# Новинка от Bosch – флагманская серия Climate Line 6000i



Climate Line 6000i — флагман, сочетающий в себе компактность, особый дизайн, надёжность и максимально комфортное охлаждение. Серия инверторных кондиционеров представлена в четырёх типоразмерах, в мощностном диапазоне от 2,66 до 7,7 кВт.

Четырёхступенчатая система очистки воздуха обеспечит вас здоровым воздухом в доме, избавив от мельчайших частиц пыли, микробов и различных аллергенов. Воздушный 3D-поток распределит очищенный и охлаждённый воздух во все уголки комнаты либо обеспе-

чит локальный микроклимат в зоне нахождения пульта управления. Датчик присутствия, встроенный в корпус внутреннего блока, оповестит систему об отсутствии владельца, и кондиционер перейдёт в режим энергосбережения, а при возвращении хозяина автоматически вернётся в рабочий режим. Wi-Fi-контроллер (опция), позволяет кондиционеру работать совместно с системами «умный дом», такими как «Алиса» (Yandex), «Маруся» (VK), «Салют» (Сбер).

Новинка уже на складе и доступна к заказу.

#### Midea

#### Модульные чиллеры King и DC Inverter фанкойлы от Midea



Бренд Midea расширил модельный ряд промышленного климатического оборудования модульными чиллерами серии King и высокоэффективными фанкойлами с DC-двигателем. Модульные чиллеры Midea серии King MCCH\_C-SA3 представлены двумя типоразмерами холодопроизводительностью 65 и 130 кВт. Чиллеры Midea можно использовать в диапазоне наружных температур от +15 до +48°C при работе на холод и от -15 до +24°C при работе на тепло.

B агрегатах Midea King установлены спиральные компрессоры Danfoss, которые отличаются высокой производительностью при низком

уровне шума и вибраций. Кожухотрубный испаритель с новым типом спиральной перегородки позволяет достичь максимально высокого коэффициента теплопередачи для увеличения эффективности теплообмена.

Система автоматики с электронным регулирующим вентилем (ЭРВ с 500-шаговым приводом) обеспечивает оптимальный режим работы модульного чиллера Midea серии King MCCH\_C-SA3.

Модульная конструкция даёт возможность объединять базовые модели в системы до 16 наружных блоков общей производительностью до 2080 кВт.

Фанкойлы с бесщёточными двигателями постоянного тока (DC) — это энергосберегающее климатическое оборудование, обладающее высокой энергоэффективностью, низким уровнем шума и точным контролем температуры.

Типоразмерный ряд фанкойлов Midea с DC-двигателем представлен моделями настенного, кассетного, канального, напольно-потолочного типов производительностью по воздуху от 245 до 2550 м $^3$ /ч и холодопроизводительностью 1,3-10,79 кВт.

#### Одной строкой

- :: Липецкое предприятие «Моторинвест» запустил серийное производство электромобилей под брендом Evolute и планирует произвести 2000 автомобилей до конца текущего года, сообщила прессслужба Минпромторга России.
- :: Компания «Нанософт разработка», ведущий российский разработчик инженерного ПО, провела для партнёров технологический марафон «Высшая лига инженеров nanoCAD».



- : На территории Технопарка «Русклимат ИКСЭл» начал свою работу научно-исследовательский институт (НИИ), который возьмёт на себя функцию центра разработок профессиональной и бытовой климатической техники полного цикла, а также испытания новых продуктов в том числе с учётом климатических особенностей районов Крайнего Севера.
- :: Широкомасштабное внедрение автоматизированной системы «Диспетчеризация» на тепловых пунктах ПАО «МОЭК» и обработка массива накапливаемых данных позволило предотвратить за первое полугодие 2022 года 324 потенциальных технологических нарушения.



- :: На портале Ridan.ru доступен новый сервис по подбору аналогов теплового и холодильного оборудования.
- :: Международный форум по ветроэнергетике «РАВИ ФОРУМ-2022» пройдёт в Москве 8–9 декабря. Регистрация уже открыта. Программа форума в данный момент формируется, и каждый участник может направить организаторам свои предложения по темам выступлений и дискуссий на площадке мероприятия.
- :: По итогам выборов внеочередного собрания участников Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ) председателем нового правления стал Сергей Иванович Морозов, депутат Государственной Думы ФС РФ. Игорь Михайлович Брызгунов, первый председатель РАВИ, займёт пост заместителя председателя директора Ассоциации.

#### Lavart

# Уникальное для России котельное оборудование начнут делать в Лобне в 2024 году



Новый завод займётся производством котельного оборудования — каскадных систем Lavart. Соглашение о строительстве было подписано на ПМЭФ-2022 губернатором Подмосковья Андреем Воробьёвым и генеральным директором Омского завода инновационных технологий Александром Коваленко.

Производственное здание появится на участке площадью 3,4 га в промзоне на улице Гагарина в Лобне. В данный момент ведётся оформление земли. Строительство завода начнётся в 2023 году в рамках программы импортозамещения. Планируется, что в Лобне начнут производить котельное оборудование, не имеющее аналогов в Российской Федерации. Поставки будут осуществляться не только по стране, но и в ближнее зарубежье.

«Строительство предприятия позволит обеспечить теплом свыше трёх миллионов квадратных метров жилья. При этом будут соблюдаться высокие экологические стандарты. Новый завод — это позитивное событие в жизни Лобни, это и налоговые отчисления, и новые рабочие места», — прокомментировал врио главы Лобни Игорь Демешко.

Ожидается, что завод будет выпускать 5000 каскадных систем в год. На предприятии создадут 270 рабочих мест.



#### Одной строкой

:: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) 9 сентября 2022 года утвердило национальный стандарт «зелёного» строительства многоквартирных жилых домов (ГОСТ Р), который разработан ДОМ.РФ совместно с Минстроем России. Он начнёт действовать в стране с 1 ноября.



:: Совместно с поставщиком решений для солнечной энергетики «Вольта Энерджи» компания «Россети» запустила услугу установки «под ключ» гелиостанций малой мощности. Этот проект облегчит выбор технологии при строительстве микрогенерации, упростит технологическое присоединение солнечных электростанций мощностью до 15 кВт и в целом поспособствует развитию рынка услуг по поставке и монтажу оборудования для солнечной генерации в России.



:: Еврокомиссия одобрила направление €5,2 млрд на развитие энергетических проектов, связанных с использованием водорода. Средства выделят 13 стран Евросоюза (ЕС), среди которых Дания, Франция, Италия и Испания. Проект имеет название IPCEI Hy2Use.



:: Европейскаяя комиссия представила план экстренного реагирования на ситуацию, которая сложилась с ценами на европейском энергетическом рынке. Первым шагом в Европе предлагают уменьшить спрос на электроэнергию в пиковые часы (когда она самая дорогая) по меньшей мере на 5%.

#### «Навиен Рус»

# «Навиен Рус» анонсировало ещё одну новинку 2022 года



Российское представительство концерна KD NAVIEN — 000 «Навиен Рус» — анонсировало очередную новинку 2022 года: настенный двухконтурный газовый котёл с закрытой камерой сгорания NAVIEN Deluxe Comfort Plus. Товар уже на складе в наличии.

Надёжная конструкция котла и комплектующих успешно зарекомендовала себя в течении многих лет на мировых рынках, данная модель теперь стала доступна для российских потребителей. Оборудование традиционно соответствует высоким стандартам качества NAVIEN, адаптировано и сертифицировано к применению на территории РФ.

### В 2022 году доступны на складе модели мощностью 24, 30 и 35 кВт.

Новинка серии котлов Deluxe Comfort Plus — настенный газовый двухконтурный котёл с закрытой камерой сгорания: сенсорная панель управления; компактный и бесшумный котёл; два раздельных теплообменника устойчивых к коррозии; выносной пульт управления (заказывается отдельно); мгновенный нагрев воды и повышенная производительность ГВС (13,8 л/м); корейский тип расположения и подключения гидравлической группы (подключение соответствует ранним моделям Deluxe); погодозависимая автоматика; новая система дымоудаления.



#### **BTC**

#### Расширение ассортиментного ряда чиллеров ВТС СМ

Компания ВТС расширяет модельный ряд чиллеров ВТС СМ и на сегодняшний день может предложить чиллеры с выносным конденсатором, водоохлаждаемые и воздухоохлаждаемые чиллеры, а по типу компрессора: спиральные, винтовые, центробежные, безмасляные по технологии turbocor.

Общие технические характеристики: технология инверторного управления с помощью преобразователя частоты; корпус из оцинкованной стали с защитным покрытием; внешние теплообменники: медно-алюминиевые или микроканальные (конденсаторы); испарители: пластинчатые или кожухотрубные теплообменники; драйкулеры с высокоэффективными осевыми вентиляторами; экологически безопасные хладагенты R410a, R134a, R32, R452; класс энергоэффективности до А.

Холодопроизводительность: водоохлаждаемые — 4–9000 кВт; с выносным конденсатором — 4–9000 кВт; воздухоохлаждаемые — 6–1600 кВт. Автоматика: встроенная микроконтроллерная система управления, встроенные датчики, опциональные элементы.

#### Lunda

## Сотрудники «Лунда» посетили подмосковный завод «Про Аква»

Чтобы быть уверенными в том, что «Лунда» поставляет на объекты только лучшее оборудование, специалисты компании постоянно инспектируют производства своих партнёров. В этот раз сотрудники компании посетили подмосковный завод компании «Про Аква» в городе Хотьково Московской области.

Во время экскурсии по предприятию посмотрели, как делаются полипропиленовые (ПП) трубы для канализации, а также PE-Ха и PPR для водоснабжения и отопления. Оценили технологии производства. Заглянули на огромные склады и, конечно же, в заводскую лабораторию. После осмотра сотрудники «Лунда» протестировали часть оборудования — монтировали аксиальные фитинги ручным и электроинструментом.

По итогам посещения завода «Лунда» констатирует: продукция Pro Aqua отвечает самым высоким стандартам качества. И её можно смело рекомендовать самому требовательному покупателю!

#### **Pro Aqua**

# Новинка от Pro Aqua – однослойная труба AquaTech PE-RT SDR 7.4



В ассортименте компании «Про Аква» появилась белая однослойная труба AquaTech PE-RT SDR 7.4. Продукция доступна для заказа в интернет-магазине. Труба не имеет кислородозащитного слоя EVOH, поэтому в основном применяется в системах горячего водоснабжения с рабочим давлением до 10 бар. Допустимо использование трубы при монтаже радиаторного отопления, в том случае, если нет ограничений по содержанию растворенного кислорода в теплоносителе и давление в системе не превышает 8 бар. Монтируется труба Pro Aqua AquaTech PE-RT SDR 7.4 наиболее современным и удобным способом с помощью аксиальных фитингов.

Трубы Pro Aqua PE-RT и PE-Xа получили собственные названия. Линейка AquaTech — представлена базовыми однослойными трубами для наименее требовательных систем: Pro Aqua AquaTech PE-RT SDR 7.4 (белая); Pro Aqua AquaTech PE-RT (красная).

Линейка AquaFloor включает трубы с кислородным барьером, которые станут идеальным решением для систем тёплого пола: Pro Aqua AquaFloor PE-RT EVOH (оранжевая); Pro Aqua AquaFloor PE-Xa EVOH (красная).

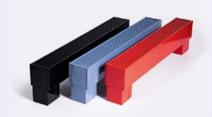
Линейка AquaHeat — представлена трубами с нислородным барьером для самых сложных условий работы в системах высокотемпературного радиаторного отопления: Pro Aqua AquaHeat PE-Xa EVOH SDR (серебристая); Pro Aqua AquaHeat PE-RT EVOH SDR 7,4 (фиолетовая).

#### **Royal Thermo**

#### Ha заводе Royal Thermo выпущен миллионный радиатор

На заводе стальных панельных радиаторов (СПР) промышленной группы Royal Thermo сошёл с конвейера миллионный радиатор. Им стал радиатор Ventil Compact — самая популярная модель производителя. Производство СПР было открыто в 2018 году на территории Технопарка «Русклимат ИКСЭл» в городе Киржач Владимирской области. Первый прибор изготовили в середине 2019-го и менее чем за три года выпустили миллионный радиатор. Ассортимент продукции Royal Thermo постоянно расширяется. Сегодня это более 30 тыс. моделей в трёх дизайнерских цветах для любых типов объектов и технических решений. В настоящее время завод СПР оснащён двумя сверхсовременными автоматическими линиями LEAS (Италия), способными производить 1,2 млн радиаторов в год. В 2023 году планируется запуск третьего конвейера, что позволит увеличить производственную мощность до рекордных двух миллионов приборов в год.

Радиаторы, выпущенные на заводе СПР, полностью соответствуют самым строгим российским стандартам качества и производятся в соответствии с ГОСТ 31311. Промышленная группа Royal Thermo работает с крупнейшими застройщиками производственных, коммерческих и жилых объектов во всех регионах России и стран ЕАЭС.



#### «Терморос»

#### Напольные и настенные конвекторы Gekon Level

Более пяти лет компания «Терморос» занимается выпуском медно-алюминиевых конвекторов отопления с полным циклом производства в России под маркой Gekon. Компания «Терморос» сообщила, что помимо внутрипольных конвекторов запущена линейка напольных и настенных конвекторов Gekon Level.

Gekon Level — это идеальное решение для отопления любых типов помещений. Благодаря разнообразной размерной линейке конвекторы прекрасно подходят для монтажа не только в традиционные места установки приборов отопления, но и под низкие подоконники, в помещениях с «французскими» окнами и даже в местах с витринами в пол, идеально вписываясь в дизайн интерьера. Цветовая палитра Gekon Level представлена в широкой цветовой гамме и может стать прекрасным дополнением к любому интерьеру.

#### Одной строкой

: В Ленобласти стартовал инвестиционный проект по созданию первого в регионе ветропарка. Планируемый объём инвестиций в проект — более 7,3 млрд руб. Соглашение о социально-экономическом сотрудничестве между областным правительством и компанией «Ветропарк» было подписано этим летом на Петербургском международном экономическом форуме.



:: В своей речи во время недельного Всекитайского съезда Коммунистической партии Председатель КНР Си Цзиньпин сказал, что Китай при достижении поставленной климатической цели — минимального уровня выбросов углекислого газа (и, наконец, сведения их к нулю) — будет руководствоваться соображениями осторожности. Лидер КНР публично заверил общественность, что в стране не прекратят сжигать ископаемое топливо, пока не будут уверены, что «чистая» энергия сможет его надёжно заменить.



:: Совокупная мощность ВИЭ-генерации (возобновляемые источники энергии) в России к 2035 году составит порядка 15 ГВт. Об этом сообщил вице-премьер РФ Александр Новак в ходе панельной дискуссии на форуме «Российская энергетическая неделя».



:: Германский концерн Siemens AG сдал в эксплуатацию один из крупнейших в стране заводов по производству «зелёного» водорода, говорится в сообщении компании. Завод, способный производить до 1350 тонн водорода в год, открыт в городе Вунзидель (земля Бавария).

# Конференция «ВІМ & ВЕМ 2022 | Промышленность»

25 октября 2022 года в городе Москве, в ЦВК «Экспоцентр», в рамках Международной выставки International Machinery Fair / Electro & Heat Generation 2022 с успехом прошла организованная журналом СОК Конференция по цифровизации проектирования и эксплуатации энергогенерирующих объектов «ВІМ & ВЕМ 2022 | Промышленность» (VII конференция «ВІМ & ВЕМ»).

**Автор:** Александр ГУДКО, главный редактор журнала СОК



 Видеозапись трансляции конференции на сайте журнала СОК Проведение конференции «ВІМ & ВЕМ 2022 | Промышленность» продиктовано глубокими изменениями в российской экономике и усложнением реализации намеченных ранее планов в области цифрового строительства энергогенерирующих объектов. На мероприятии специалисты рассказали о подходах к практическому решению задач по ВІМ-проектированию и эксплуатации энергогенерирующих объектов для промышленных предприятий различных отраслей в контексте непростой текущей ситуации на рынке цифрового строительства.

В конференции в качестве спикеров приняли участие ведущие эксперты по ВІМ- и ВЕМ-технологиям, представители профильных регулирующих структур и отраслевых объединений, представители компаний-поставщиков программного обеспечения, консалтинговых компаний. В числе посетителей: проектировщики, руководители проектных организаций и отделов, главные инженеры / энергетики промышленных предприятий, генерирующих и теплоснабжающих компаний, ВІМ-координаторы и менеджеры, и другие специалисты.

#### Поддержка

Конференция прошла при официальной поддержке и участии Национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ), Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ), Университета Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (Минстроя) Научноисследовательского института строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), а также при экспертно-консультационной поддержке «Академии БИМ».

Информационную поддержку конференции «ВІМ & ВЕМ 2022 | Промышленность» оказали: журнал «САПР и графика», портал isicad.ru, агентство новостей «Строительный Бизнес», журналы «Строительство», «Инженерные системы» и «Строительная орбита».

#### Ход конференции

На момент завершения суммарно онлайн и офлайн в мероприятии приняли участие около 229 специалистов. Число просмотров видеозаписи трансляции ежедневно растёт (на момент отправки журнала в печать оно превысило 500 профессионалов).

Конференция структурно состояла из двух частей: очной и заочной. Вторая представляла собой онлайн-сессию, организованную Университетом Минстроя.

Ниже мы приводим краткий обзор мероприятия. Ознакомиться с программой мероприятия, посмотреть видеозапись конференции и скачать презентации спикеров для глубокого изучения можно, перейдя по <u>QR-коду</u>, размещённому в левой нижней части страницы.



В своём докладе «Цифровая платформа НОПРИЗ» вице-президент Национального объединения изыскателей и проектировщиков, координатор НОПРИЗ по Северо-Западному федеральному округу (СЗФО), председатель комитета цифрового развития нацобъединения Александр Гримитлин осветил работу по оперативному импортозамещению программного обеспечения в архитектурностроительном проектировании и изысканиях, проводимую под эгидой НОПРИЗ, и рассказал о цифровой платформе нацобъединения.

— Платформа интегрирована в официальный сайт НОПРИЗ, — заявил Александр Гримитлин. — Разделы оснащены интуитивно понятными поисковиками и пользовательским интерфейсом. Архитектура платформы позволяет подгружать информацию во все содержательные блоки, устанавливая горизонтальные и вертикальные информационные связи.

Также вице-президент НОПРИЗ обратил внимание аудитории на тот факт, что вся информация находится в открытом доступе. Во второй части доклада Александр Гримитлин представил разработанные цифровые библиотеки типовых инженерных узлов.

«Цифровая библиотека, кроме типовых узлов, содержит элементы для них и справочник тегов, — разъяснил Александр Гримитлин. — На данный момент на сайте нацобъединения размещена библиотека "Типовые инженерные узлы систем отопления и вентиляции многоквартирных жилых домов", в стадии формирования — ещё три библиотеки».

Далее вице-президент НОПРИЗ более подробно рассказал о находящейся в разработке цифровой библиотеке «Типовые узлы технологических схем крышных котельных».



**2.** Александр Гримитлин, вице-президент НОПРИЗ, координатор нацобъединения по Северо-Западному федеральному округу, председатель комитета цифрового развития НОПРИЗ



Михаил Викторов, президент Ассоциации «Национальное объединение организаций в сфере ТИМ», руководитель Комиссии по цифровизации строительной отрасли Общественного совета при Минстрое России



\*\* Александр Осипов, гендиректор компании «Академия ВІМ»



:: Дмитрий Воробьёв, технический директор 000 «БИМ для бизнеса»

О нюансах перехода заказчиков на применение ТИМ в современных условиях рассказал Михаил Викторов, президент Ассоциации «Национальное объединение организаций в сфере ТИМ» и руководитель Комиссии по цифровизации строительной отрасли Общественного совета при Минстрое России.

Докладчиком был затронут вопрос понижения кредитных ставок в зависимости от наполнения счетов эскроу, приведены примеры внедрения отечественного программного обеспечения на конкретных объектах и результаты такого внедрения, а также показана структура внедренческих затрат. Кроме того, Михаил Викторов напомнил слушателям о реестре российского ПО, включающем более 160 продуктов, более 70 разработчиков. Полный реестр российского ПО опубликован на ресурсах НОТИМ.

Сославшись на данные членов НОТИМ (ООО «Ренга Софтвэа» и ООО «Нанософт Разработка»), спикер привёл обнадёживающие данные, согласно которым продажи российского ПО в 2022 году выросли по сравнению с 2021 годом более чем в два раза, и подкрепил эту информацию конкретными примерами.

Александр Осипов, генеральный директор компании «Академия ВІМ», выступил с докладом «Альтернативы облачных решений для ВІМ-проектов. Опыт работы последних шести месяцев». Основным посылом доклада Александра Осипова стал факт, который, по мнению эксперта, необходимо всецело принять специалистам, а также тактически и стратегически руководствоваться им в работе: иностранный софт для проектировщиков ушёл, необходимо перестраивать свои процессы и внедрять отечественный инструментарий. При этом спикер отметил, что внедрение — это не мгновенный переход, необходимо планировать время на изменения процессов не менее одного года и начинать менять привычки.

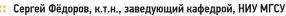
Также докладчик отметил, что облачная среда тоже меняется, и на замену программному комплексу ВІМ 360 Docs приходит российское облачное ПО G-Tech Suite и модуль G-Station, пояснив, что G-Tech Suite — модульная система, предназначенная для ускорения реализации проектов и снижения рисков.

По словам Александра Осипова, модуль G-Station является альтернативой привычного для всех BIM 360 в части хране-

ния данных и workflow. Модуль развивается с каждым месяцем и проходит апробацию в разных компаниях. В заключение своей презентации докладчик резюмировал, что любой продукт требует внедрения, и обратная связь важна как разработчикам ПО, так и компании, внедряющей ВІМ-инструменты, и предложил специалистам по вопросам демо-доступа, приобретения и внедрения обращаться в «Академию БИМ».

Дмитрий Воробьёв, технический директор ООО «БИМ для бизнеса», рассказал слушателям о цифровом двойнике объекта недвижимости. Специалисты узнали о программе «Статус», позволяющей создать цифровой двойник предприятия на основе ВІМ-модели. Эксплуатация объекта недвижимости требует большого числа источников информации: системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), исполнительной документации, склада, технического обслуживания и ремонта (ТОиР), каталогов с документацией оборудования и т.п. Эффективно разобраться с таким объёмом данных способен далеко не каждый главный инженер, отсюда аварии на предприятии, простои оборудования и хищения.







Михаил Косарев, эксперт цифровизации строительной отрасли

«Статус» — российская разработка, позволяющая создать цифровой двойник объекта недвижимости и наполнить его актуальной информацией из всех необходимых источников. Платформа разворачивается внутри сети компании-заказчика, что обеспечивает её безопасность. Внутри цифрового двойника содержится 3D-модель предприятия и база данных, аккумулирующая информацию. В результате клиент получает дашборды с текущей информацией по объекту; чертежи и 3D-модель объекта; просмотр статуса каждой единицы оборудования и уведомления о проблемах; информацию по выбранному объекту: модель и производителя, гарантию, исторические данные о ремонте и обслуживании, график обслуживания, паспорта, заявки, фотографии и прочее; диспетчера оборудования; диспетчера материалов; настройку ролей и уровней доступа и многое другое.

В своём докладе «Импортозамещение программного обеспечения при строительстве и эксплуатации промышленных объектов. Инструкция как выжить» Михаил Косарев, эксперт по автоматизации, цифровизации и цифровой трансформации в строительной отрасли, дал обзор о ситуации и перспективах по импортозамещению программного обеспечения при строительстве и эксплуатации промышленных объектов. Спикер рассмотрел ключевые риски и затраты, а также предложил практические подходы для снижения рисков при переходе на отечественное программное обеспечение.

Генеральный директор и основатель компаний «ИЕСофт» и «ИнфоСАПР» Елена Ловкова выступила перед собравшимися в зале и онлайн профессионалами с докладом «Почему "папоСАД Электро" — это ВІМ-система. Доказательства и факты». По словам Елены, её презентация была адресована тем, кто ещё сомневается в существовании российского ВІМ.

В докладе было показано, что «nanoCAD Электро» — лучшая российская ВІМ-система для проектирования силового электрооборудования, а также внутреннего и наружного электроосвещения (марок ЭМ, ЭО и ЭН). В процессе сообщения эксперт апеллировала только к доказательствам и фактам, избегая «воды» и «занудного» обучения.



:: Елена Ловкова, гендиректор и основатель 000 «ИЕСофт» и 000 «ИнфоСАПР»

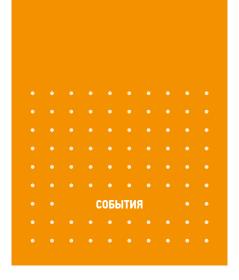
Далее в рамках программы мероприятия прозвучал доклад Сергея Фёдорова, к.т.н., заведующего кафедрой «Инженерная графика и компьютерное моделирование» НИУ МГСУ, на тему «Технологии информационного моделирования в образовательных программах НИУ МГСУ и вузах отраслевого консорциума "Строительство и архитектура"».

Вторая часть мероприятия была подготовлена Университетом Минстроя. Модератором онлайн-сессии *«Бесплатное обучение по направлению ТИМ — предложения, возможности, преимущества»* выступила Алина Постовалова, заместитель директора НИИСФ РААСН, руководитель Университета Минстроя, руководитель отраслевого направления Университета Иннополис. В рамках сессии на обсуждение были вынесены вопросы:

- **1.** Каким специалистам строительной отрасли необходимы цифровые компетенции?
- **2.** Какие самые востребованные цифровые компетенции в проектировании, строительстве и эксплуатации?
- **3.** Как владение цифровыми компетенциями влияет на ценность специалиста на рынке труда?
- **4.** Какие есть предложения по бесплатному обучению по ТИМ-компетенциям на рынке образования предложения, возможности, преимущества?
- **5.** Может ли бесплатное обучение по ТИМ заменить платное?
- **6.** Каковы плюсы и минусы бесплатного образования?
- **7.** Перспективы развития бесплатного образования в нашей стране.
- **8.** Как конкуренцию на образовательном рынке сделать экологичной и получить синергетический эффект?

#### В онлайн-сессии приняли участие:

- □ Университет Минстроя;
- ООО «Высоцкий консалтинг»;
- учебный центр «Академии БИМ»;
- эксперт по автоматизации, цифровизации и цифровой трансформации в строительной отрасли М.К. Косарев;
- □ <u>АО «Нанософт»</u>;
- □ компания «Кредо-Диалог»;
- □ ООО «Ренга Софтвэа»;
- □ ООО «АСКОН Системы проектирования»;
- □ Группа компаний CSoft. •



## Определены партнёры конгресса «Энергоэффективность. XXI век»

Определены генеральные партнёры XXI Международного конгресса «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология». Журнал СОК с этого года стал стратегическим медиа-партнёром форума.



Генеральными партнёрами выступили ООО «БДР Термия Рус» (ВАХІ, De Dietrich), АС «Инженерные системы — проект», АС СРО «НПО проектировщиков «ОсноваПроект», РОО «Общественный совет по развитию саморегулирования» и ООО «НПП «Экоюрус-Венто».

Также определились партнёры конгресса по мероприятиям, деловой партнёр и стратегический медиа-партнёр.

Как деловой партнёр форум поддержит Союз «Невское объединение проектировщиков». Rockwool и Национальная Ассоциация водоснабжения и водоотведения (НАВВ) выступят партнёрами конгресса по мероприятиям, а журнал СОК с этого года стал стратегическим медиапартнёром форума.

Напомним, что уже открыта регистрация на участие в деловой программе форума — см. QR-код. •











Регистрация на участие в деловой программе конгресса «Энергоэффективность. XXI век»

#### О конгрессе

Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология» пройдёт 16 ноября 2022 года в городе Санкт-Петербурге в отеле «Park Inn by Radisson Прибалтийская».

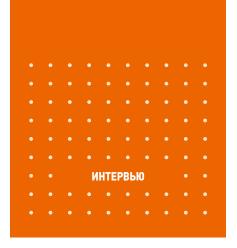
**Организаторами форума выступают:** Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЗ), Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ), Национальное объединение изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ), АС «АВОК Северо-Запад» и АО «НПФ «Логика».

Постоянный медиа-партнёр мероприятия: журнал «Инженерные системы».

**Генеральный информационный партнёр:** агентство «АСН-инфо» — газета «Строительный еженедельник».

Стратегический медиа-партнёр форума: журнал СОК.

Ознакомиться с деловой программой и зарегистрироваться для участия в конгрессе можно на официальном сайте мероприятия <u>ee21.ru</u>.



# Отечественное программное обеспечение — дорога в будущее

Уход из России с начала текущего года крупных иностранных разработчиков программного обеспечения и их отказ продолжать сотрудничество со своими клиентами и партнёрами создали россиянам большие проблемы. Вместе с тем крепких российских вендоров такой демарш недавних партнёров и конкурентов ничуть не испугал. Почему? Об этом мы беседуем с техническим и исполнительным директором компании <u>АО «СиСофт Девелопмент»</u> (CSoft Development) Игорем Оскаровичем ОРЕЛЬЯНА УРСУА

:: Итак, ушли... исчезли... растворились западные разработчики ПО, в том числе и те, которые в России работали в области систем автоматизированного проектирования (САПР) и продавали программы для ВІМ-технологии информационного моделирования зданий и сооружений, их строительства и эксплуатации. Как это сказалось на текущих делах вашей компании?

— Начну с того, что «СиСофт Девелопмент» (входит в ГК «СиСофт», CSoft) трудилась над разработкой собственных опережающих и уникальных решений в области технологий информационного моделирования объектов гражданского и промышленного назначения задолго до старта санкций. Мы уже давно всерьёз были настроены на импортозамещение — ещё «до Крыма», так сказать. Поэтому коллективный уход с российского рынка в 2022 году доминировавших на нём западных вендоров нас приободрил.

Наши заказчики, которые до необоснованного применения санкций западными компаниями против российских инженеров сделали выбор в пользу отечественных программных решений, смогли избежать проблем со срочным поиском альтернатив импортным решениям. А теперь, естественно, к нам обращаются и новые клиенты.

В 2009 году нашей компанией была разработана система проектирования Model Studio CS. К 2010-му мы предлагали рынку четыре продукта этого программного комплекса. Сейчас, кстати, решение насчитывает порядка 20 наименований программных продуктов, объединённых в единую систему.

Во времена появления Model Studio CS ситуация была откровенно неблагоприятной для российского программного обеспечения. Это были времена сплошного иностранного ПО, поскольку импортные решения довольно агрессивно продвигались как на корпоративном, так и на государственном уровнях, мимикрируя и адаптируясь по мере возможности к российским условиям. Так оно и стало популярным. Мы продолжали свои разработки, появлялись клиенты. Например, ещё в 2013 году наша компания успешно выполнила крупный нижневартовский проект для клиентов, которые имели неудачный опыт работы с иностранным софтом.

После 2014 года спрос на зарубежный софт со стороны отечественного потребителя стал падать, параллельно начал затухать интерес иностранных вендоров к российскому рынку. Примерно к 2020 году разработчики иностранного ПО начали вести себя, можно сказать, пассивно: перестали откликаться на запросы российских пользователей, вкладываться в адаптацию ПО к меняющемуся законодательству РФ. Примерно в это время у них начали падать продажи, и стал снижаться процент присутствия на рынке. Полагаю, что максимальный провал, который случился после февраля 2022 года, когда российские пользователи и большинство дилеров иностранных компаний оказались брошенными теми, кто заверял в своей надёжности, но как-то «подленько» сбежал, — это вполне логичный финал. Тем временем отечественное ПО в области САПР набрало силу. И сейчас российские разработчики готовы успешно заместить импортные аналоги.



Беседовала Елена ВЛАДИМИРОВА



:: Игорь Оскарович Орельяна Урсуа, технический и исполнительный директор компании <u>AO «СиСофт Девелопмент»</u> (CSoft Development)

### Импортозамещение тогда и сейчас — в чём, на ваш взгляд, различие?

 Вообще-то федеральное правительство стало настойчиво говорить о необходимости импортозамещения уже примерно с 2004 года. Правда, сначала вместо этого термина использовали термин «инновации». Общество стало осознавать, что импорт технологических решений становится всё больше и больше безальтернативным. «СиСофт Девелопмент» в начале своей деятельности практиковала продажи иностранных программ своих партнёров, например, всем известной Autodesk, и генерировала инвестиции в своё развитие. Акционеры нашей компании всегда понимали, что нужно создавать собственный продукт. В настоящее время все решения в области САПР и BIM, которые мы предлагаем рынку, — это собственная, отечественная продукция.

Сегодня замещение импортных решений — вопрос укрепления экономики страны. И профессиональное сообщество, и правительство предвидели, что рано или поздно могут возникнуть сложности с приобретением зарубежного ПО и надёжностью уже установленного. А значит, страна может столкнуться с проблемой технологической безопасности критической инфраструктуры — в условиях нарастания недружественных действий со стороны западных стран. В конце 2018 года правительство поручило государственным компаниям разработать план перехода на российское ПО.

Вспоминается, что по мере выхода на рынок российского ПО энтузиазм западных вендоров стал угасать, им проще было полностью переключиться на Европу, Ближний Восток. Российское ПО становилось всё более конкурентоспособным. Кстати, клиенты постоянно сравнивают наши разработки с зарубежными аналогами, предъявляют претензии: у них вот

есть, а у вас нет... Иными словами, уровень наших клиентов высокий, поскольку они пользовались лучшими западными решениями. С другой стороны, если они используют наше ПО в тех же проектах, это может говорить о том, что технологии практически равны. Это нас воодушевляет на проведение определённой экспансии и на рынках дружественных стран, допустим, в ближневосточном регионе, в Средней Азии, в Кавказском регионе. Это перспективные рынки, хотя и там многое сегодня связано с геополитикой.

#### Если ситуация вернётся назад, как отреагирует <u>CSoft</u> на возвращение западных вендоров в Россию?

 Во-первых, не будет никакого «назад»: ни ситуации, ни массового возвращения западных вендоров. Мы, российские разработчики, как только будет возможно, постучимся к ним в дом: будем предлагать наши продукты на их родных рынках. Во-вторых, казалось бы, очень богатые иностранные корпорации смогут набрать новых людей, провести крупные маркетинговые кампании. Но удастся ли им убедить своих бывших клиентов в том, что они не сбегут снова? Возможно, когданибудь они будут ориентироваться на освоение российского рынка, но это уже будет другой рынок. Конечно, западные вендоры могут вернуться. Их, собственно говоря, никто и не выгонял. Но той лёгкости, с какой они прежде работали на российском рынке, уже не будет. Им никто не будет запрещать поставлять фрагментарные технологии, но их тотального присутствия я не ожидаю.

Мы, в свою очередь, активно работаем, чтобы заместить иностранные решения и выйти на мировой рынок. И чем шире будет использоваться наше ПО в России, тем прочнее будут наши позиции — <u>CSoft</u> и других компаний.

# **::** Приходится ли сегодня <u>CSoft</u> активно привлекать новых сотрудников в связи с расширением рынка?

- Конечно. Только по одному направлению (по разработкам программ комплекса Model Studio CS) численность персонала значительно увеличилась, поскольку растёт рабочая нагрузка. Мы приняли на работу новых управленцев среднего звена, технических специалистов, экспертов. Мы принимаем в команду как специалистов со стажем и серьёзным опытом, так и талантливых ребят со студенческой скамьи. Хорошее образование, целеустремлённость, жажда творить и возможность создавать продукт наравне с опытными специалистами делают их продуктивными, и наши продукты быстро развиваются. Конечно, каждый новый сотрудник проходит специфическую подготовку в нашей компании, подчас длительную, но это необходимая мера: нагрузки у нас значительные, заказчики непростые.

Особое значение <u>CSoft</u> придаёт сотрудничеству с вузами. Сейчас от периодических проектов мы перешли к сотрудничеству на постоянной основе. Этим у нас занимаются отдельные сотрудники. Считаю такое направление перспективным. Если вендор работает с вузами, он одновременно готовит потенциальных сотрудников и пользователей. Ещё студентом будущий специалист знакомится с ведущими программами информационного моделирования — <u>Model Studio CS</u> и САПР-платформы <u>nanoCAD</u>. И далее ему будет проще использовать эти сложные комплексы в практической деятельности.

Может, это прозвучит высокопарно, но в <u>CSoft</u> работу со студентами расценивают ещё и как государственную задачу, как наш вклад в развитие идеологии технологического суверенитета и, несомненно, в текущий процесс импортозамещения.

#### Вы ощутили поддержку ІТ-компаний со стороны государства? Как вы вообще относитесь к такому явлению, как государственный протекционизм?

— Как утверждают экономисты-теоретики, государственный протекционизм — это не очень хорошо, если государство кого-то пестует, а кого-то нет, ослабляется конкуренция. Но жизнь показывает, что каждое государство занимается протекционизмом. Все крупные компании и корпорации в том или ином виде получали преференции от своих стран или были субъектом применения ограничений от других государств. Например, санкции США против китайских ІТ-компаний, меры обеспечения конкуренции со стороны ЕС против американских компаний и т.п.



Мы и другие отечественные IT-компании составляем одну из ведущих отраслей российской экономики и сегодня находимся в крайне нестандартной ситуации. Поддержка государства осуществляется как в отношении IT-компаний, так и в отношении пользователей отечественного программного обеспечения: есть субсидии для среднего и малого бизнеса на приобретение отечественного ПО и система грантов для разработчиков ПО.

Это ситуация категории win-win: и заказчик, и производитель в выгоде. Государство вкладывает средства в развитие ІТ-отрасли, в частности, в САПР и ВІМ. И я не вижу в этом проблемы ослабления конкуренции. Наоборот, это поощрение к развитию рынка. Могу только сказать нашему правительству спасибо.

\*\* Как вы считаете, не вернёт ли ситуацию назад параллельный импорт западных технологий, если такое случится? И снова потребители «по старинке» станут покупать импортное программное решение в ущерб отечественным продуктам — такой вот стереотип может сработать.

— Параллельный импорт, думаю, в отношении ПО маловероятен. Программное обеспечение — не товар, не материальный актив, который можно уложить в чемодан и куда-то отвезти, а право пользования, предоставляемое правообладателем. И если право нарушено, то это пиратство, которое карается законом. Оно разрушает индустрию, а значит наносит вред всей экономике государства. Выход один — переходить на продукцию российских вендоров.

Важно отметить, что крупные клиенты не приходят к нам просто так, из соображения: мол, раз уж ничего другого нет, мы купим ваше ПО. Они приходят после того, как проверят лучшие практики,

соотнесут с ними ПО нового для них производителя, определят, в чём нет соответствия, в чём есть, возьмут обязательство у российского разработчика внести доработки. И только после этого крупные клиенты начинают постепенно заменять установленное и потерявшее актуальность зарубежное ПО на отечественное. Они прекрасно понимают риски замены одной технологии на другую.

Некоторые крупные клиенты «замещаются» медленно, но есть и те, кто сразу после 2014 года приняли решение полностью перейти на российское ПО. Например, все проектные подразделения компании «Роснефть» используют в своих проектах отечественное ПО Model Studio CS и nanoCAD.

Высказывается идея полностью отказаться от импорта технологий. Мол, мы всё можем сами. Как вы такую идею оцениваете, и где, на ваш взгляд, предел импортозамещению?

- Есть сторонники такой идеи. Некоторые из них даже считают, что полное самообеспечение и независимость от внешнеторговых операций — это благо для государства, что Россия в состоянии обеспечить себя самостоятельно всем, что ей необходимо. Как и все «технари», я оцениваю такую идею с точки зрения целесообразности. Специалистов давно тревожит возможная потеря информационной безопасности большого количества объектов стратегической важности, которые зависят от надлежащей работы импортного ПО. Для России это стало как никогда актуальной темой. Это и есть «предел» или «красная линия», через которую мы не должны переступать. А если нет потенциальной опасности для жизнедеятельности общества и государства, тогда приобретайте и устанавливайте импортное ПО, это нормально.

Опасения по поводу информационной безопасности сложных объектов, конечно, требуют импортозамещения — и, похоже, тотального. Речь идёт и о базах данных, и об операционных системах. Это — комплекс сложных вопросов, которые придётся решить. Разве можно смириться с риском недружественного информационного воздействия на сферы государственной и общественной жизни? А таких примеров уже немало.

Существуют и риски сбоев работы предприятий, где применяются зарубежные системы информационного управления с закрытыми форматами данных. А запрет на пользование оплаченной лицензией на программный продукт, а прекращение поддержки и обновления? Разве можно с этим мириться? Обожглась наша страна сильно. Поэтому не стоит пренебрегать должной осмотрительностью.

#### Какие у <u>CSoft</u> есть проекты по расширению уже готовых решений, замещающих зарубежные, а также по созданию новых?

 Естественно, есть перспективы по разработке новых продуктов. Ведь чем больше мы работаем, тем больше открывается горизонтов. Допустим, мы сделали отличную комплексную систему Model Studio CS. Наши коллеги сделали классную САПР-платформу nanoCAD. Подразделение TechnologiCS сделало свою систему. Идём дальше — в комплексе <u>Model</u> Studio CS создаём системы управления инженерными данными CADLib. Развитие этой системы, по сути, безгранично. Применять её можно в проектировании, строительстве и в эксплуатации. Практически мы конкурируем с крупными английскими и американскими компаниями, местами опережаем их. Сейчас мы, по сути, работаем в параллельном режиме.

Очень важно продолжать работать над программами и технологиями информационного моделирования. Эти технологии нацелены не только на проектирование. Главное — применение технологии для грамотной эксплуатации отдельных зданий и целых заводов. Вот она — цель. И это — серьёзный вызов.

Хочу подчеркнуть, что продукт Model Studio CS — наш собственный уникальный проект, который способен удовлетворить все запросы отечественных пользователей в сфере проектирования объектов строительства. Конечно же, мы будем двигаться вперёд, делиться своим опытом с российскими коллегами и приложим все усилия для того, чтобы российское ПО росло и развивалось стремительными темпами и в дальнейшем. •

#### 27-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

бытового и промышленного оборудования для отопления, водоснабжения, инженерно-сантехнических систем, вентиляции, кондиционирования, бассейнов, саун и спа

# AGUA THERM MOSCOW

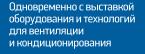
**14—17.02.2023** Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд aquathermmoscow.ru

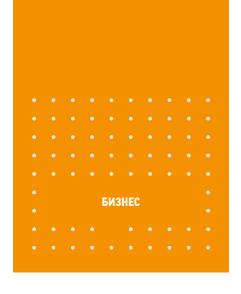












# OBERMASTER obermaster.ru

### **Obermaster:**

# доступная автоматизация бизнеса монтажных и сервисных компаний

В процессе оказания услуг по монтажу и сервису систем отопления и водоснабжения большую роль играет правильно выстроенный бизнес. Скрупулёзный анализ и контроль работы позволяет отлаживать эффективные коммуникации между исполнителями и конечными клиентами, а применение современных инструментов управления рабочими процессами значительно повышает маржинальность монтажного бизнеса, минимизирует потери, связанные с нерачительным использованием инструментов и материалов.

**Автор:** Александр ГУДКО, главный редактор <u>журнала СОК</u>

Превратить систему управления монтажной или сервисной организацией в идеально отлаженный механизм поможет Obermaster — сервис, созданный при поддержке компании Lunda («Лунда»), которая стремится создать наиболее комфортные условия для ведения бизнеса. В предлагаемой статье мы даём обзор этого современного IT-решения.



#### «Правильное» приложение

Специализированное программное обеспечение является неотъемлемым инструментом управления любой современной компанией. Перед описанием программного обеспечения <u>Obermaster</u> кратко отметим, что у серьёзно экипированного профессионала должны быть:

- подготовленный автомобиль — для быстрой реакции на запросы клиентов из разных локаций, которые могут располагаться даже в сотнях километрах друг от друга (об автомобиле монтажника, также являющимся неотъемлемой частью оснащения современной монтажной бригады, рассказывается в видеоролике «Автомобиль монтажника Lunda — ключ к успеху», размещённом на канале компании «Лунда» в YouTube);
- □ необходимый минимум самого нужного оборудования и материалов для решения возникших проблем в день диагностики, а также для того, чтобы не тратить время на поиск материалов во время работы, если оказалось, что их не хватает;
- приложение, которое позволит грамотно построить рабочие процессы, а также взаимоотношения с заказчиком.

О приложении из последнего пункта и пойдёт речь далее.

#### ΠΟ Obermaster

Использование программы <u>Obermaster</u> является гармоничным дополнением к материальному оснащению выездных бригад в целом и каждого монтажника в частности. Это комплексное решение для монтажных и сервисных организаций, которое включает в себя весь процесс работ от получения заявки до её закрытия. А также диспетчеризацию монтажных бригад, составление документов и учёт финансов.

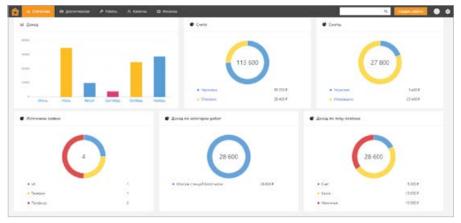


Короткое видео о программном обеспечении Obermaster

Личный кабинет пользователя ПО Obermaster отличается обстоятельностью проработки и наличием большого количества возможностей для управления бригадами в режиме реального времени: для планирования работы специалистов на объектах и обеспечения их внятного взаимодействия с клиентами.

Мы не ставили перед собой целью показать все без исключения (весьма обширные) возможности системы, а ограничились рассказом об основных возможностях. Ознакомившись с ними, вы сможете получить общее представление о предлагаемой системе автоматизации и оценить преимущества, которые <u>Obermaster</u> даёт при его интеграции в бизнес.

Кроме того, «Лунда» максимально облегчает освоение клиентами программного обеспечения, предоставляя оперативную техническую помощь при внедрении ПО <u>Obermaster</u> в бизнес-процессы, а также проводит обучение пользователей работе с ним. И ещё — в заботе о монтажных компаниях поставщик подготовил версии программы, адаптированные к конкретной специфике деятельности фирм. В частности, потребителям доступна специальная настройка для ОВиК.



**Фото 1.** В программном обеспечении <u>Obermaster</u> прямо с рабочего стола можно решать самые разнообразные управленческие задачи в вашем бизнесе

Доступ к многочисленным функциям, заложенным в программное обеспечение, организован по принципу интуитивно понятного дашборда (dashboard): с главного рабочего стола можно начинать решение самых разнообразных задач, которые встают перед руководителями компании, менеджерами по работе с клиентами, бригадирами и монтажниками (фото 1).

Основные разделы, расположенные в верхнем горизонтальном меню интерфейса, закрывают основные потребности, связанные с управлением бизнесом: «Диспетчерская», «Работы», «Клиенты», «Финансы» и «Статистика». Кроме того, имеется «Поиск» (по работам, клиентам, объектам и сотрудникам), кнопка «Создать работу» для генерации новых заказов и «Настройки».

#### «Настройки»

Эта неприметная «шестерёнка» в углу интерфейса — один из самых ёмких разделов программы, используя который систему автоматизации можно превратить из обезличенного ПО в приложение, настроенное под компанию «от и до». Тут вводятся все юридические данные о фирме, её подразделениях и графике работы с учётом её географического местоположения, информация о сотрудниках и их реквизиты. Здесь же можно настроить е-mail и документы со стандартными (но редактируемыми) сообщениями для кли-

ента, а также все виды уведомлений. Тут заполняют справочники по категориям работ, услугам и материалам: эта информация позволит впоследствии значительно упростить создание заказов за счёт автоподсказок при вводе данных.

Пользователю также доступно создание стандартных причин отмен работы и пауз в ней, а ещё причин отказа клиента от заказа, из которых последний сможет выбрать подходящие варианты при формальном взаимодействии с организацией-исполнителем и её сотрудниками по e-mail и другим каналам электронной коммуникации.

Интересной опцией является настройка «Источники заявок»: она позволяет в будущем, при накоплении статистики, унифицировать её сбор по признаку эффективности привлечения клиентов через те или иные каналы.

Например, в базовых настройках (тоже редактируемых) ПО <u>Obermaster</u> заданы

такие источники, как «Авито», «Личный сайт», «Постоянный клиент», «Профи.ру», «Рекомендация» и «Соцсети».

И последняя — скромная, но крайне важная — настройка «Роли», разграничивающая доступ разных категорий сотрудников к той или иной информации и наделяющая их полномочиями.

#### «Диспетчерская»

«Диспетиерская» (фото 2) даёт полное представление о текущем положении дел с производимыми и намеченными работами, об их исполнителях и их перемещениях по обслуживаемой фирмой территории. Последняя функция обеспечивается с помощью GPS-трекинга, что, с одной стороны, очень удобно, а с другой — позволяет быть на 100% уверенным, что монтажник едет именно на заказ и скоро будет у клиента, а не «застрял» где-то и пытается это скрыть. Ну, или просто решил «подкорректировать» рабочий график исходя из каких-то своих соображений.

Таким образом, при координации действий членов выездных бригад полностью исключается пресловутый «человеческий фактор».

#### «Работы»

Детализация отображаемых в «Диспетчерской» работ, возможность их создания, разноплановой корректировки по временным и прочим параметрам возможна при переходе в раздел «Работы» (фото 3).

Глубина вводимых данных при генерации в программе нового заказа достаточ-



ដ Фото 3. Раздел «Работы» в ПО <u>Obermaster</u>



:: Фото 2. «Диспетиерская» в ПО Obermaster

но велика и позволяет создать весьма подробный «портрет» предстоящей работы, включая как основные её параметры стоящую задачу, адрес, дату и время проведения, так и дополнительные — например, возможность добавить связанную работу, если на объекте вдруг вскрылась техническая проблема, которую неизбежно следует решить и при этом внести в систему управления дополнительные расходы, связанные с тратой денег на горючее при поездке за дополнительными расходными материалами и на приобретение последних.

#### «Клиенты»

В разделе «Клиенты» есть возможность завести подробную электронную карточку заказчика, куда будут занесены произведённые у него работы (возможно, неоднократные), составленные на эти работы сметы, а также осуществлённые закупки оборудования и материалов, необходимых для выполнения заказа, и выставленные потребителю услуг счета.

Все эти данные позволяют, с одной стороны, оптимально взаимодействовать с конкретным заказчиком, а с другой — понимать, пользуется ли он услугами вашей компании активно (а значит является ценным клиентом) или же, напротив, за ним тянется шлейф сорванных или же перенесённых работ, а то и вовсе имеются неоплаченные счета.

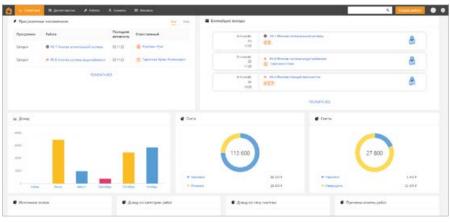
#### «Финансы»

О финансовой стороне деятельности организации можно получить исчерпывающее представление в разделе «Финансы». Здесь для руководителя компании и менеджеров доступны выписанные счета, составленные сметы, осуществлённые и «зависшие» платежи, расходы по тем или иным работам. И, что особенно удобно, «в одном окне» можно увидеть сводную финансовую картину — это «Обзор продаж», «Обзор расходов по работам», а также «Обзор затрат».

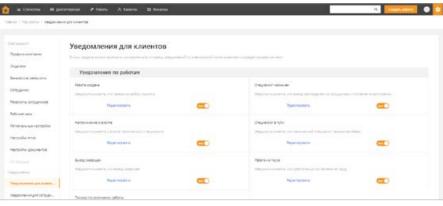
Ценно, что все перечисленные пункты меню в интерфейсе системы автоматизации Obermaster логически связаны ссылками, и переходы между ними могут производиться по разным «маршрутам».

#### «Статистика»

В разделе «Статистика» (фото 4), собственно, и выполняющем роль «главной страницы» программы, мы всегда можем получить полную навигацию по деятельности организации «в пространстве, времени и деньгах».



**Фото 4.** Раздел *«Статистика»* в ПО <u>Obermaster</u> выполняет роль «главной страницы» программы, здесь всегда можно получить полную навигацию по деятельности организации



: Фото 5. Раздел *«Ближайшие выезды»* в ПО <u>Obermaster</u>

На этой странице в виде блочной структуры размещены «окна» (виджеты), которые условно можно отнести к:

- организации работ («Просроченные напоминания», «Ближайшие выезды», «Причины отмены работ»);
- □ документообороту («Счета», «Сметы», «Источники заявок»);
- к финансовой аналитике («Доход по месяцам», «Доход по категории работ», «Доход по типу платежа»).

#### Виджеты

#### «Причины отмены работ»

Все виджеты рабочего стола представляют немалую ценность, так как позволяют руководителям и менеджерам держать руку на пульсе бизнеса и делать определённые выводы.

Например, изучение «Причин отмены работ» даёт возможность анализировать ситуацию и в дальнейшем использовать накопленный опыт по отменам для изменения подходов к работе — как с монтажниками, так и с клиентами.

#### «Просроченные напоминания»

Отсутствие реакции сотрудника компании либо клиента на стандартные напоминания является поводом для менеджера перейти в «режим ручной работы» с тем, чтобы отлаженный рабочий процесс не дал сбой. Появление просрочен-

ного напоминания — повод отправить повторное или же выйти на телефонный контакт с адресатом. Возможно, кто-то просто не заметил пришедшего сообщения, но проверка — абсолютно необходимое действие. Клиенты должны вовремя подтверждать сметы и оплачивать счета, быть готовыми к приёму мастеров, а специалисты — ориентироваться во времени, чтобы график заказов не «поехал».

#### «Ближайшие выезды»

Этот раздел даёт представление о том, какие задания запланированы для «линейных» сотрудников на ближайшее время (фото 5). Хронологический порядок даёт возможность без труда оценить степень загруженность коллектива на текущую дату и на будущие рабочие дни.

#### «Сметы» и «Счета»

Группировка в одном месте составленных смет и выставленных счетов позволяет оперативно оценить статус той или иной работы и, возможно, предпринять какиелибо меры к его изменению. Например, простимулировать потребителя к утверждению сметы, напомнить ему о необходимости оплаты счёта или же инициировать обсуждение сметы при сомнениях клиента в её правомерности.

### Доходы «по категории работ» и «типу платежа»

Упомянутая выше dashboard-структура интерфейса ПО Obermaster позволяет практически одним взглядом составить рейтинг доходности бизнеса по категории работ и выяснить, какой способ платежа наиболее предпочтителен потребителям, а также понять общую динамику роста прибыли по месяцам. Кроме того, интересной функцией ПО Obermaster является возможность анализа эффективности работы определённого монтажника. Для этого необходимо выполнить «Сортировку по исполнителю работ», что позволяет увидеть все выполненные специалистом заказы, намеченные работы, а также вырученные суммы.

#### «Источники заявок»

У любого владельца предприятия или маркетолога всегда вызывает интерес вопрос: откуда приходят клиенты? В абзаце о настройках системы автоматизации Obermaster мы уже говорили о создании перечня источников. Практическое же использование этой части ПО в процессе взаимодействия с клиентами позволяет понять эффективность того или иного канала привлечения клиентуры, а значит, с одной стороны, сосредоточить усилия на поиск потребителей услуг в наиболее «хлебных» местах, а с другой — проанализировать, что не так в работе с тем или иным каналом, если на рынке он считается эффективным.

#### Основные функции «Создание работы»

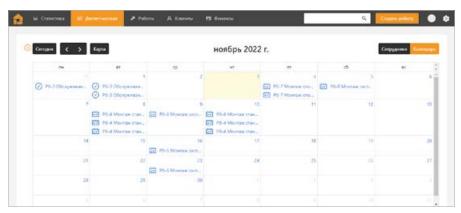
Создание работы — начало пути к получению дохода. Истина банальная, но непререкаемая. И потому мы уделим ей особое внимание. Создавать заявки, как правило, уполномочен бригадир и менеджер по работе с клиентами. При создании нового выезда пользователю системы автоматизации Obermaster открывается масса возможностей, позволяющих не только определить параметры необходимых работ, но даже выявить историю взаимоотношений с тем или иным клиентом. В частности, посмотреть, есть ли у него задолженности, и, если таковые имеются, при звонке потребителю можно напомнить о его долге, который необходимо погасить перед выполнением его следующего заказа (фото 6).

Функция создания нового заказа подразумевает использование специальных автоматических — редактируемых из приложения — уведомлений, которые приходят на e-mail заказчика, руководства монтажной компании, а также самого

специалиста. В уведомлениях может быть отражена информация о создании работы, состоянии оплаты, выезде специалиста к заказчику, а также о завершении работ по указанному адресу конкретным специалистом или бригадой в целом.

«Умная» система Obermaster снабжена системой блокировки конфликтов во времени при формировании заданий. При поступлении сигнала программы о возникновении «накладки» менеджеру по работе с клиентами остаётся либо выКак было сказано выше, в интерфейсе созданного заказа очень полезной является функция напоминания. Она гарантирует своевременную осведомлённость монтажника о предстоящих работах. Напоминание может быть отправлено ему по электронной почте либо в Telegram.

Монтажник подтверждает получение информации, и, таким образом, для менеджера статус текущего заказа меняется. Статусы могут быть следующие: «В пути», «В работе», «Завершён».



: Фото 6. Функция «Создание работы» в ПО Obermaster

брать иное время выполнения задания, либо привлечь к нему другого сотрудника, который будет свободен и возьмётся за данную работу.

При создании задания менеджером или бригадиром монтажник получает доступ к информации по новому заказу. У специалиста есть возможность комментировать в персональном мобильном приложении (о нём пойдёт речь ниже) назначенные задания, отправлять их бригадиру, а также добавлять отчётные видео и фото, сделанные на объекте. Это позволяет руководителю составить полное представление о характере работ, производимых у заказчика.

В случае возникновения непредвиденных затрат, необходимых для выполнения работ, монтажник может добавить расходы и прикрепить в качестве подтверждения файл или фотографию чека на то или иное приобретение. Это, например, могут быть затраты на горючее для машины или расходы на приобретение дополнительных расходных материалов. Полнота информации, отображаемой в интерфейсе приложения на гаджете или

компьютере сотрудника, зависит от уровня его доступа (раздел «Роли»).

#### Составление сметы

Вторым весьма важным этапом формирования работы является составление сметы. Удобство и ценность данной опции в приложении Obermaster заключаются в достаточно широком наборе инструментов, который включает в себя материалы, услуги, а также даёт возможность применения скидок для клиента, как целиком за услугу, так и по отдельным опциям, и в зависимости от истории клиента или же исходя из иной аргументации.

Материалы и услуги можно подгрузить из встроенного справочника — в том случае, если они заблаговременно были внесены сотрудниками компании (раздел «Справочники»). Внесение тех или иных позиций в составляемую смету происходит путём автоматического поиска при вводе начальных букв названия оборудования или же услуги.





В качестве примера можно привести сервисный выезд. При начале ввода фразы системы она мгновенно «подхватывает» название услуги из справочника и размещает её в заполняемой смете в совокупности с ценой. При составлении сметы из интерфейса программы можно перейти на сайт lunda.ru, где выбрать те или иные материалы или оборудование для его оперативной доставки в монтажную организацию к моменту выезда специалиста на конкретный объект.

лировано (уже упомянутый выше раздел «Роли»). В случае, если монтажник признан руководством «продвинутым» и у него есть доступ к финансовой части, то в последующих переговорах с клиентами он может корректировать неподтверждённые заказчиками сметы и, таким образом, самостоятельно решать вопросы по дальнейшему взаимодействию с потребителями. Монтажники уполномочены принимать или обеспечивать оплату клиентом заказа по счёту — наличными либо

Знание всей «подноготной» объекта позволяет менеджеру без труда сформировать новый сервисный заказ в том случае, если компания оказывает гарантийное сервисное обслуживание или на смонтированном объекте возникли какие-либо проблемы, и требуется срочный ремонт или обслуживание техники. Монтажник, в свою очередь, уже знает перед выездом, с чем ему предстоит иметь дело, а значит имеет возможность взять определённый комплект запчастей и инструментов.





После составления сметы она становится доступной монтажнику и может быть отправлена на согласование конечному клиенту по e-mail. Кроме этого, одним очень удобным дополнением является возможность отправки прямой ссылки на файл сметы через любой мессенджер.

При получении сметы клиент имеет возможность её утвердить либо отклонить. При этом в случае отказа появляется всплывающее окно, где клиент может указать причину несогласия с документом. Это является одним из инструментов оптимизации взаимодействия монтажной компании с заказчиком, так как при дальнейшем обсуждении сметы менеджер уже знает изначальную причину неудовлетворённости клиента предложенными расценками и имеет возможность подготовиться к дальнейшим — более продуктивным, чем «с нуля» — переговорам с клиентом. По умолчанию монтажник получает информацию лишь о утверждении сметы и отправки счёта заказчику.

В случае подтверждения клиентом сметы ему на электронную почту отправляется сгенерированный счёт для последующей оплаты заказа.

Право доступа к составлению сметы и просмотра счетов может быть отрегу-

на карту (корпоративную или же самого монтажника, если у него есть на то разрешение). При необходимости заказчик может совершить оплату позже, отсканировав QR-код счёта, в котором «зашита» вся информация о счёте и реквизиты, по которым необходимо осуществить платёж.

А в настоящее время разработчики программного обеспечения готовят интеграцию в систему автоматизации <u>Obermaster</u> возможности приёма оплаты от клиента с использованием эквайринга.

#### История

«Тот, кто не помнит своего прошлого, обречён на то, чтобы пережить его вновь». Эти золотые слова американского философа Джорджа Сантаяны самым лучшим образом отражают бесценность приобретённого опыта. Последний позволяет достигать целей более лёгкими путями. Важным сегментом ПО Obermaster является наличие функции истории. В этом разделе собирается вся информация о «закрытых» заказах, включая даты проведения работ, платежей, характеристики установленного оборудования. И даже фотоизображения последнего на объекте «в интерьере» и особенности подключения к инженерной системе.

#### Мобильное приложение

Мобильное приложение <u>Obermaster</u> — это часть большой системы для упрощения работы и контроля выездных сотрудников сервисных компаний для повышения качества предоставляемых услуг конечному клиенту. Оно позволяет оперативно решать ряд рабочих задач в ходе создания и выполнения монтажных работ.

В приложении сотрудники могут создавать новую работу для существующего клиента, видеть свои текущие и будущие выезды и получать полную информацию по работе и объекту. В мобильном ПО предусмотрена возможность добавления техники в перечень установленного на объекте оборудования, что упрощает последующее обслуживание. В организационном плане мобильная версия позволяет сотрудникам фиксировать важную информацию по работе и общаться с коллегами в комментариях. В части документооборота мобильное приложение — это возможность прямо в присутствии клиента быстро заполнить и предложить оформленную смету, выставить ему счёт на оплату, а также принять и зафиксировать оплату по счёту за выполненную работу. Немаловажным инструментом является и доступность учёта рабочего время для расчёта зарплаты.

#### Лучшая теория – это практика

В рамках журнальной статьи сложно дать полное описание всех возможностей ПО Obermaster: инструкция пользователя этой современной системы автоматизации занимает десятки страниц доходчивого и подробного описания особенностей и возможностей программы. Руководителям компаний, заинтересованным в развитии своего бизнеса, мы рекомендуем обратиться в компанию Obermaster для получения демо-доступа (первые три месяца бесплатно). Это позволит своими руками «пощупать» все описанные в данной статье инструменты. Ведь не напрасно многие специалисты самых разных профессий утверждают: «лучшая теория — это практика». •



# Третья часть книги Светланы Бачуриной: «Информационное моделирование. Практика»

Вышла третья часть книги Светланы Бачуриной: «Информационное моделирование. Практика». Читателям доступна теперь и заключительная, третья часть, посвящённая новейшим (2020—2022 годы) примерам реализации технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве зданий, сооружений и их комплексов.

Книга будет интересна руководителям и специалистам предприятий госсектора, девелоперских структур, проектных и строительных организаций, интересующимся информационным моделированием и цифровыми технологиями, а также ВІМ-специалистам, работающим в области организации проектных работ. Получить книгу бесплатно можно оставив заявку на сайте bim.nanocad.ru (см. QR-код).

Чтобы обеспечить необходимые темпы строительства в различных отраслях, эффективное выполнение строительных программ и проектов, достижение установленных показателей в сфере жилищного строительства и комплексного развития территорий необходимо создание единой информационной экосистемы как инновационной среды перехода к цифровому проектированию, организации и выполнению строительных проектов.

Представленные практики использования цифровых моделей в градостроительстве отражают стратегию разработки и поэтапного воплощения проекта цифровой трансформации, позволяющую компаниям войти в формируемую цифровую информационную экосистему строительной отрасли. Основные моменты такого перехода изложены в предыдущих частях исследования. Третья часть книги состоит из двух глав:

- 1. «Седьмое измерение в информационном моделировании (7D)». История развития информационного моделирования в российской строительной отрасли. В этой же главе изложена методика оценки ІТ-технологической зрелости и приводится структура цифровых компетенций по ОКВЭД 2.
- 2. «От теории к практике использования цифровых моделей и технологий информационного моделирования в градостроительстве». Методология управления проектами в области информационного моделирования. Проекты, реализованные в ТИМ, перспективы развития и применения цифровых технологий на корпоративном и государственном уровнях.

Бачурина Светлана Самуиловна — д.э.н., к.т.н., профессор Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова (РЭУ Плеханова), академик Международной академии наук информации, информационных процессов и технологий (МАН ИПТ). В 2008–2014 годах — член совета директоров Международной конференции по информационным технологиям в строительстве (ІСССВЕ), помощник депутата Государственной Думы ФС РФ В.И. Ресина, советник президента НОПРИЗ М.М. Посохина, ответственный секретарь Экспертного совета по строительству, промышленности строительных материалов и проблемам долевого строительства при Комитете Государственной Думы ФС РФ по строительству и ЖКХ, лауреат государственных премий и наград. При её непосредственном участии в качестве ведущего эксперта создавались правовое обеспечение и автоматизированные системы в сфере градостроительной деятельности. Автор более 90 печатных работ.



Среди приведённых примеров внедрения — проекты, реализованные с использованием ВІМ-решений на базе папоСАD: физкультурно-оздоровительный комплекс в Новгородской области: практика отработки процесса создания и согласования цифровой информационной модели; проектирование уникальных промышленногражданских сооружений с использованием ТИМ — опыт компании АО «Мособлгидропроект».

В завершение представлены цели, задачи и основные риски цифровой трансформации.

Слово автору книги: «Заключительная часть трилогии "Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству" посвящена сложившейся практике применения цифровых сервисов, автоматизации функциональных задач, созданию платформенных решений в сфере градостроительной деятельности, которая охватывает все этапы жизненного цикла объекта капитального строительства, начиная с идеи и понимания целесообразности строительства данного объекта.

Цифровая трансформация строительной отрасли уже запущена, что повлекло за собой определённую реорганизацию основного бизнес-процесса всего строительного конвейера, изменение образа мышления его участников, освоение базовых принципов перехода на ВІМ-технологии.

В приведённых примерах применения отечественных технологий информационного моделирования прослеживается взаимодействие как вертикали власти, так и всех участников инвестиционных строительных проектов и программ в регионах, включая профессиональное и экспертное сообщество, науку и производственный сектор строительной отрасли».

Компания «<u>Нанософт</u>» оказала автору практическую и информационную поддержку при создании книги. •



# папоСАР ВІМ Злектро

# «<u>nanoCAD</u> <u>Электро</u>» — российская ВІМ-система. Доказательства и факты

Привет, друзья! Я — Ловкова Елена, основатель и генеральный директор компаний «ИнфоСАПР» и «ИЕСофт» (infosapr.ru, iesoft.ru). Сегодня я хотела бы поговорить с вами не как владелец бизнеса, а как эксперт и популизатор ВІМ-направления в России. Цель моей статьи — доказать. что российский ВІМ существует и уже находится на том уровне, что его надо брать, пробовать и начинать в нём работать. И я уверена, что мои доказательства вас убедят!

**Автор:** Елена ЛОВКОВА, генеральный директор и основатель <u>000 «ИЕСофт»</u> и <u>000 «ИнфоСАПР»</u>

Прежде чем ломать копья, я хочу дать своё определение этим прекрасным трём буквам — ВІМ. Итак, для меня ВІМ:

- 1. Это процесс создания и обмена информацией при проектировании, строительстве, пусконаладке и эксплуатации зданий/сооружений. Ключевое слово процесс. Обратите внимание на английскую расшифровку аббревиатуры Building Information Modeling окончание -ing это признак существительного, которое обозначает процесс.
- **2. ВІМ не равно 3D-модель здания.** Это автоматически вытекает из первого пункта. 3D-модель это лишь результат процесса, но не сам процесс.
- **3.** ВІМ не заканчивается в стенах проектного института. Он продолжается на строительной площадке и в службе эксплуатации здания. Ну, по крайней мере, так должно быть.

# А теперь переходим к «<u>nanoCAD BIM Электро</u>» и доказательствам

Для начала хочу отметить, что такого количества САПР, как для электриков и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), я не знаю ни в одной области проектиро-

вания. Молниезащита, ЛЭП, компоновка шкафов, кабельное хозяйство, АСУ ТП, электроосвещение, разные расчёты — везде есть своя программа. Я отметила это для себя ещё когда получала в университете первое техническое образование, а потом ещё тысячу раз убедилась уже в своём реселлерском бизнесе.

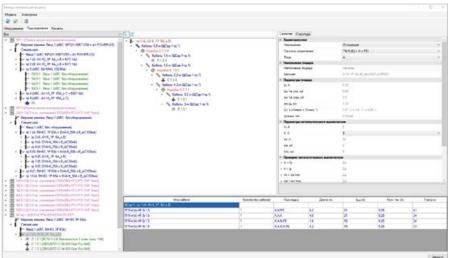
Так вот, у «<u>nanoCAD BIM Электро</u>» есть своя ниша в этом многообразии. Это система автоматизированного проектирования (САПР) для:

- **силового электрооборудования** (комплект марки ЭМ);
- **внутреннего электроосвещения** (комплект марки ЭО);
- **плект марки ЭН).** плект марки ЭН).

Проверять, достоин ли «nanoCAD BIM Электро» носить в своём название эту аббревиатуру, мы будем по пяти основным функциональным признакам, которыми должна обладать любая BIM-система.

- **1.** 3D-моделирование и информационная модель проекта.
- 2. Библиотеки / семейства / базы данных.
- 3. Инженерные расчёты.
- 4. Интеграция с другими ВІМ-системами.
- **5.** Автоматизированный выпуск документации по проекту.





**Рис. 1.** Электротехническая модель проекта в ПО «nanoCAD BIM Электро»

#### 3D-моделирование и информационная модель проекта

В «<u>nanoCAD BIM Электро</u>» весь проект создаётся в 3D. Импортируется архитектура от смежников в формате IFC, автоматически расставляются светильники по методу коэффициента использования, прокладываются трассы КНС — и всё это в 3D-пространстве.

Но это не главное. В тысячу раз важнее то, что мы переходим от 2D-черчения и 3D-моделирования к логической электротехнической модели проекта (далее — ЭТМ). Это древовидная структура проекта, начиная от вводного распределительного устройства, до поэтажных щитов и далее до конечного потребителя. Наличие такой взаимосвязанной модели сразу поднимает нас на целую ступень по сравнению с простым 2D-черчением (рис. 1).

#### Библиотеки или семейства

«nanoCAD BIM Электро» — это уникальная в своём роде система автоматизированного проектирования, при покупке которой «из коробки» вы получаете библиотеки более чем 50 производителей.

И знаете, почему так?

Потому что «nanoCAD BIM Электро» — это единственная универсальная программа на рынке — и когда производитель ищет, в какую бы программу добавить своё оборудование, у него даже не возникает сомнения, что выбрать.

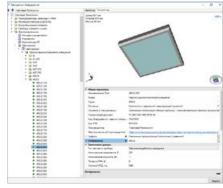
Ну, и моя любимая тема — создание семейств и библиотек. Что делать, если нет того, что нужно мне?! И, как всегда, это нужно здесь и прямо сейчас!

Начинается игра в «сделай сам». И если в некоторых ВІМ-системах процесс «сделай сам» затягивается на недели и месяцы, то в «<u>nanoCAD ВІМ Электро</u>» такого не будет. Достаточно заполнить карточку прибора, прикрепить **готовую** 3D-модель



в универсальном формате STEP, DWG, IFC и — вуаля! — компонент для вставки готов. От вас не требуется навыков **3D-моделирования.** Просто заполняйте поля и прикрепляйте 3D-модели (рис. 2). Очень удобно и очень быстро!

В «<u>nanoCAD BIM Электро</u>» реализован широкий перечень проверок и условий, на соответствие которым проверяется каждый элемент модели. В случае возникновения ошибка «загорается» красным цветом



**:: Рис. 2.** Элемент базы данных в программном обеспечении «<u>nanoCAD BIM Электро</u>»

#### Инженерные расчёты

В начале этой статьи я упоминала, что 3D-моделирование — это не единственный и не главный признак ВІМ-системы. Любая область проектирования предполагает расчёты, а уж в электротехнике расчётов в избытке. «nanoCAD BIM Электро» включает в себя все необходимые расчёты, которые предполагаются в электротехническом проекте:

- 1. Расчёт освещённости по методикам:
- $\square$  метод  $K_{\mathbf{u}}$ ;
- □ точечный метод.
- **2.** Расчёт электрических нагрузок по метоликам:
- □ PTM 36.18.32.4–92;
- □ CΠ 256.1325800.2016;

3. Расчёт токов одно-, двух- и трёхфазного короткого замыкания по методикам:

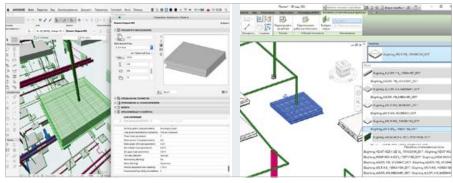
- □ ΓOCT 28249-93;
- □ «петля фаза-ноль».
- **4.** Расчёт токов утечки через изоляцию согласно п. 7.1.83 раздела 7 Правил устройства электроустановок (ПУЭ).
- 5. Расчёт падения напряжения.

Все расчёты делаются автоматически на основе электротехнической модели проекта (ЭТМ) и параметров оборудования из библиотеки.

И ещё один важный момент, который имеет отношение к расчётам, — проверка электротехнической модели проекта.

Когда речь заходит о проверке информационной модели проекта, в основном подразумеваются пространственные нестыковки. В электрике пространственные ошибки далеко не самые важные. О том, что автоматический выключатель был выбран некорректно, станет известно в лучшем случае на этапе пусконаладочных работ, а обычно — на этапе включения рубильника.

Всё это позволяет не просто сформировать информационную модель электрической сети, а сделать это исключительно качественно.



:: Рис. 3. Интеграция файлов «nanoCAD BIM Электро» с другими BIM-системами: импорт в программный комплекс ArchiCAD (слева) и в Autodesk Revit (справа)

Количество ошибок в проекте снижается кардинально, документация переделывается «на раз-два». Посмотрите, как много документов можно получить нажатием пары кнопок в «nanoCAD BIM Электро»:

- **1.** Планы расположения оборудования и прокладки кабельных трасс.
- 2. Однолинейные схемы сети (рис. 4).
- 3. Кабельный журнал.
- **4.** Спецификация оборудования, изделий и материалов.
- 5. Результаты светотехнических расчётов.
- 6. Результаты электротехнических расчётов

#### Интеграция с другими BIM-системами

Электротехника, прямо скажем, не основная часть проекта. Часто этот раздел отдают на аутсорсинг, и даже если не отдают, то электротехнический отдел большого проектного института вступает в этот «оркестр» совсем не в начале, а где во второй половине всего «произведения».

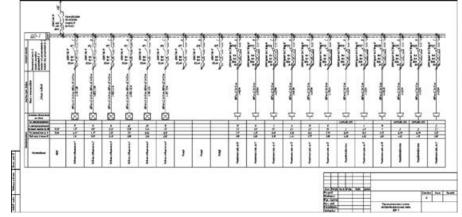
Проектировщики электрики очень зависят от архитекторов и конструкторов, ещё больше зависят от инженеров смежников и часто работают по остаточному принципу «вот тут есть ещё немного места, вот и клади свои кабели». Постоянно приходится сверяться, не пересекается ли твоя система, лотки и светильники с чужими элементами. Без интеграции тут не обойтись.

ПО «nanoCAD BIM Электро» умеет принимать и передавать свою 3D-модель в любую BIM-систему через формат IFC, а для Autodesk Revit разработан специальный формат (RBIM) и плагин, которые бесшовно передаёт и принимает данные в Revit или Nawisworks (рис. 3).

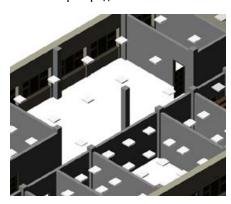
### Автоматизированный выпуск документации по проекту

В чём смысл ВІМ-систем, и почему многие с таким скрипом внедряют их в своей работе? Отвечу. Проектировщики не понимают, зачем так много времени тратить на качественную проработку модели проекта. Кажется, что времени тратится в полтора-два раза больше и ускорения в работе нет. Но это не так!

Качественный рывок проектировщик получает на этапе выпуска документации и внесения изменений в проект.



:: Рис. 4. Пример однолинейной схемы



Мы настолько круты, что сделали свои BIM-системы, которые сразу адаптированы для российского рынка. Поэтому хватит ждать и думать, с чего бы начать. Берите и пробуйте российские BIM-платформы, проходите обучение и голосуйте рублём за лучшие решения!

Всё это обеспечивает **стопроцентную читаемость** проекта. «Стопроцентно читаемым» я называю проект, который вы сдаёте заказчику, и у заказчика **вообще нет к вам вопросов**, потому что всё понятно. Хотите в такую сказку, начинайте работать в ВІМ!

#### Вывод

Итак, мы оценили программный комплекс «nanoCAD BIM Электро» по пяти параметрам (табл.1), которые должны быть в каждой BIM-системе. И в «nano-CAD BIM Электро» все эти параметры присутствуют в полной мере.

#### Подарок

табл 1

Друзья! Хочу подарить вам одну мысль, которая пришла ко мне в этом непростом 2022 году, когда наша компания внезапно перестала быть «золотым партнёром» Autodesk, вместе с остальными российскими фирмами, и через большую работу, обучение и сдачу экзаменов стала сертифицированным фокус-партнёром компании «Нанософт Разработка».

Дело в том, что программное обеспечение «<u>nanoCAD BIM Электро</u>» уникально для российского рынка. Аналогов ему **нет и не было** до ухода зарубежных вендоров. Мы не пытаемся догнать западные аналоги и импортозаместить то, чего и не было. ●

#### :: Оценка «<u>nanoCAD BIM Электро</u>» по пяти параметрам

oqemia « <u>nanoono one onempo</u> » no mini napane pan		140/1. 1
Функция	Соответствует	Не соответствует
1. Моделирование	~	-
2. Библиотеки	<b>✓</b>	-
3. Инженерные расчёты	<b>✓</b>	-
4. Интеграция	<b>✓</b>	-
5. Документация	<b>✓</b>	-

**24**9/2022



# Подготовка воды для заливки льда

В статье рассматривается, каким образом примеси в воде могут влиять на качество льда. Конечно, не льда для напитков, а льда для проведения спортивных мероприятий.

Анализ существующих схем подготовки воды для заливки льда приводит к следующему выводу: чем ниже солесодержание воды и концентрация содержащихся в ней газов, тем выше качество получаемого льда. Для этих целей повсеместно применяется технология обратноосмотического обессоливания воды. Допустимо для заливки льда использовать пресную воду, то есть воду с солесодержанием до 1000 мг/л, но обязательно прошедшую предварительное осветление и умягчение. Системы дегазации необходимо применять в любом случае. Давайте разберёмся, почему должны выполняться вышеприведённые условия для получения качественного льда.

Вода — это совокупность одинаковых молекул ( $H_2O$ ), связанных определённым образом. Связь между молекулами воды определяется магнитным моментом каждой молекулы воды. Молекула кислорода имеет небольшой поверхностный отрицательный заряд, а две молекулы водорода — небольшой положительный заряд. Это происходит из-за того, что, хотя двухвалентный кислород присоединяет два одновалентных водорода (и тем самым полностью компенсируется сила ковалентной взаимосвязи), ещё остаётся неском-

пенсированной электроотрицательность данных элементов. «Электроотрицательность» — это способность (сила) атомов химических элементов притягивать к себе электроны. Электроотрицательность кислорода (3,44) больше, чем водорода (2,2). Поэтому кислород старается притянуть к себе общие с водородом электроны с большей силой, чем водород.

Очевидно, что кислороду в молекуле воды без разницы, какие электроны притягивать, «своего» водорода или «чужого». В результате одна молекула воды притягивается к другой. Однако притяжение между молекулами воды значительно меньше, чем сила притяжения ковалентной связи внутри молекулы воды. Поэтому и возникает непрерывная известная всем своей жидкой формой вода.

В результате молекула воды H<sub>2</sub>O проявляет физическое и химическое взаимодействие. Физическое взаимодействие обусловлено сильными дипольными (магнитными) свойствами молекулы воды. Химическое взаимодействие обусловлено тем, что молекула воды, собственно говоря, является неорганическим химическим соединением. Это говорит о том, что в воде происходят физико-химические процессы.



**Автор:** И.А. ТИХОНОВ, директор по развитию  $000 \, \text{«Сарфильтр»}$  (г. Саратов)



На рис. 1 представлен процесс растворения в воде поваренной соли (NaCl). В «сухом» состоянии поваренная соль имеет твёрдую кристаллическую форму. Но, если добавить воду, то начнётся процесс диссоциации (растворения) соли в воде. Происходит следующее. Имеющие небольшой поверхностный заряд молекулы воды начинают взаимодействовать с молекулами NaCl. Нужно понимать, что с солью взаимодействуют не только близлежащие молекулы воды, а вообще все молекулы воды в объёме, в котором происходит растворение. Это как перетягивать канат со слоном. Если против слона один или несколько человек, то слон выиграет. Но если против слона сто человек, то слон, скорее всего, уступит. Так и в воде. Взаимодействовать с молекулой NaCl будут одновременно все имеющиеся молекулы воды. Несмотря на то, что ковалентная связь в молекуле NaCl значительно сильнее, чем поверхностная связь молекул воды, тем не менее, общими усилиями молекулы воды могут компенсировать часть ковалентной связи молекулы поваренной соли.

В итоге соль диссоциирует в объёме молекул воды на два иона — катион натрия Na<sup>+</sup>, заряжённый положительно, и анион хлора Cl<sup>-</sup>, заряжённый отрицательно. Ионы постоянно сохраняют силу притяжения между собой, но при этом часть этой силы компенсируют молекулы воды. Поэтому ионы приобретают способность отдельно (не в паре) перемещаться по всему объёму воды, обеспечивая при этом равновесное состояние всего объёма воды. Таким образом, ионы NaCl определённым образом «структурируют» молекулы воды вокруг себя.

На рис. 1 схематично показано, как происходит ориентирование молекул воды вокруг катиона  $\mathrm{Na}^+$  и аниона  $\mathrm{Cl}^-$ .

Очевидно, что близлежащие молекулы воды будут находиться в наибольшем

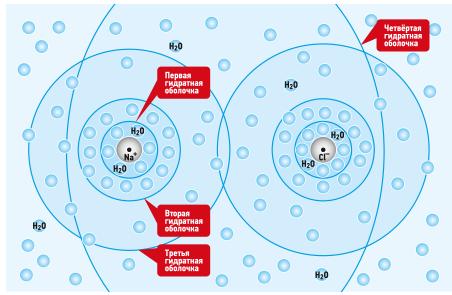
«зацеплении» с ионами по сравнению с остальными молекулами воды. Близлежащие к иону молекулы воды образуют так называемую «первичную гидратную оболочку». Молекулы воды в этой оболочке довольно жёстко связаны с ионом и имеют некую льдоподобную структуру. Чем дальше от иона, тем меньше сила притяжения молекул воды к иону. Поэтому следующие гидратные оболочки всё меньше и меньше связаны с ионом. Но, тем не менее, они связаны. Все молекулы воды объёма, в котором растворена поваренная соль, участвуют во взаимодействии. Явно выделяют ещё «вторичную» гидратную оболочку. Тем не менее, все молекулы

Электропроводность каждого объёма воды будет одинакова во всех точках данного объёма. Это говорит о том, что катионы и анионы находятся одновременно в каждой точке данного объёма воды

воды участвуют в растворении. Поэтому можно говорит о третьей, четвертой и т.д. гидратных оболочках, как о способе формирования молекул воды вокруг иона. Или, точнее, надо говорить не о «третичных» и последующих гидратных оболочках, а о некоем градиенте силы воздействия молекул воды на конкретный ион. Чем дальше молекула воды от иона, тем меньше она с ним связана.

На рис. 1 также видно, как гидратные оболочки катиона могут накладываться на гидратные оболочки аниона. Поваренная соль находится в растворённом состоянии. Если измерить электропроводность данного объёма воды, то она будет одинакова во всех точках данного объёма. Это говорит о том, что катион и анион находятся одновременно в каждой точке данного объёма воды. Что, в свою очередь, говорит о стремлении молекул воды обеспечить некое равновесное состояние, о попытке полностью компенсировать заряд ионов, обеспечивая его равномерное распределение в своём объёме. Если объёма (количества молекул) воды недостаточно, то диссоциации кристалла соли на ионы не происходит. Эта способность определяется такой характеристикой соли, как растворимость. Например, в 1 кг воды при 25 °C невозможно растворить более 0,35 кг поваренной соли.

Теперь вернёмся к воде для заливки льда. Очевидно, что чем однороднее структура кристаллов льда, тем прочнее лёд. Различные посторонние включения разрушают однородность льда и ухудшают его рабочие характеристики. Включениями могут быть твёрдые механические частицы или взвешенные вещества, органические кислоты и коллоидные примеси, неорганические химические соединения и растворённые в воде газы.



:: Рис. 1. Процесс растворения в воде поваренной соли (NaCl)



Для удаления взвешенных веществ можно применить фильтрацию, начиная от насыпных песчаных фильтров и заканчивая полипропиленовыми фильтрами с рейтингом до 1 мкм. Для удаления коллоидных примесей и органических кислот можно применять коагуляцию воды с последующим фильтрованием. На неорганических соединениях следует остановиться подробнее.

Неорганические соединения в воде содержатся в виде ионов. При замерзании воды количество активных «жидких» молекул воды становится меньше, и постепенно достигается предел растворимости для конкретной соли, присутствующей в воде. В результате во льду не существует ионов, там существуют твёрдые кристаллические соединения соли, которые в жидкой воде существовали в виде катионов и анионов. Неравномерность замерзания приведёт к тому, что сгустки кристаллов соли будут концентрироваться конкретно в том месте, где дольше всех оставалось состояние жидкой воды. Поэтому такой лёд будет неравномерным и, соответственно, относительно хрупким. Если вода для заливки льда изначально была пресная, то содержание соли в ней относительно невелико, и для многих целей такая вода вполне допустима. Однако есть одно существенное «но». Когда замёрзший лёд под действием приложенных к нему сил начинает таять в виде тонкой плёнки, то соли натрия вида NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> сразу переходят в растворённое состояние, не вызывая твёрдых образований на поверхности льда. Соли  $Ca(HCO_3)_2$  и  $CaSO_4$ , перейдя в твёрдое состояние в процессе заморозки льда, так и останутся в твёрдом состоянии при обратном оттаивании, при этом значительно ухудшая характеристики поверхности льда. Поэтому воду для заливки льда необходимо подвергать Nа-катионированию. В результате в воде все двух- и трёхвалентные катионы будут замещены на одновалентные легкорастворимые катионы натрия. Для получения льда высокого качества используют системы обратноосмотического обессоливания воды. Данные системы до 99% уменьшают минерализацию воды, тем самым позволяя получить однородный, без каких-либо включений лёд.

Когда замёрзший лёд под действием приложенных к нему сил начинает таять в виде тонкой плёнки, то соли натрия вида NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> сразу переходят в растворённое состояние, не вызывая твёрдых образований на поверхности льда. Соли Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и CaSO<sub>4</sub>, перейдя в твёрдое состояние в процессе заморозки льда, так и останутся в твёрдом состоянии при обратном оттаивании

Остаётся ещё один вопрос. Как из воды удалить все присутствующие в ней газы? При замерзании пузырьки газа значительно увеличат хрупкость льда, разрушая его однородность. Если говорить о поверхностном, не загрязнённом источнике водоснабжения, имеющим постоянный контакт с атмосферой, то в воде такого источника обычно содержатся три газа: кислород, диоксид углерода и азот. При нормальном атмосферном давлении и температуре +20°С в дистиллированной воде содержится 9 мг/л кислорода, 14,8 мг/л азота и 0,5 мг/л диоксида углерода.

Для реальных поверхностных источников водоснабжения содержание кислорода будет несколько меньше, а диоксида углерода — больше из-за постоянно идущих процессов окисления органического вещества. Для подземных источников, не имеющих контакта с атмосферой, в воде может присутствовать сероводород или аммиак, что потребует предварительной специфической водоподготовки.

Удалить из воды кислород и диоксид углерода можно химическим способам. Для этого в подготовленную воду (прошедшую как минимум умягчение и, как дополнение, осмос) дозируют каустик (щёлочь) и бисульфит натрия (NaHSO<sub>3</sub>). Каустик свяжет углекислый газ в бикарбонат натрия (NaHCO<sub>3</sub>), а бисульфит натрия свяжет кислород в сульфат натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Но что делать с азотом? Необходимо отметить, что химические методы связывания растворённых газов значительно увеличивают итоговое солесодержание воды. Например, для удаления 1 мг/л кислорода требуется 7 мг/л бисульфита натрия. В результате, если в воде содержится 8 мг/л кислорода, то общее солесодержание воды после химической деаэрации вырастет на  $7 \times 8 = 56$  мг/л. Это обстоятельство обесценивает применение обратного осмоса. Поэтому для целей полной дегазации лучше использовать два метода: термический метод или абсорбцию газов через мембранный контактор. В первом случае нагрев воды в виде тонкой плёнки до 100°C обеспечит полную дегазацию воды. Очевидно, что данный метод довольно сложный и затратный, применительно для целей заливки льда. Дегазированную воду надо хранить без контакта с атмосферой, при этом снижая её температуру до технологических параметров заливки льда.

Применение мембранного контактора «газ — жидкость», работающего в вакуумном режиме, позволяет удалить из воды все растворённые газы. Чем ниже вакуум, тем ниже остаточная концентрация газов в обработанной воде. Здесь следует обратить внимание на то, что если дегазировать не умягчённую воду, то карбонат кальция будет активно осаживаться в процессе дегазации воды в виде тонкой, твёрдой и нерастворимой в воде плёнки.

Современные технологии подготовки воды позволяют получать воду очень высокого качества на компактных полностью автоматизированных установках, не требующих постоянного обслуживающего персонала, и обеспечить наибольшую эффективность эксплуатации как самой установки водоподготовки, так и всего производственного комплекса в целом.

# Бестраншейные технологии разрушения ветхих инженерных сетей и протаскивание в освободившееся пространство новых труб

Рецензия эксперта на статью получена 07.09.2022 [The expert review of the article received on September 7, 2022].

#### Введение

Современное общество оценивает роль и значимость подземных инженерных коммуникаций, транспортирующих жидкости, газообразные продукты и другие вещества, только тогда, когда сталкивается с трудностями, возникающими по причине их неполадок, не получая в достаточном количестве транспортируемый жизненно важный продукт [1, 2].

Подземные системы инженерных коммуникаций имеют установленный нормативный срок службы, зависящий прежде всего от материала их изготовления, однако значительная часть из этих систем может функционировать намного дольше при эффективной эксплуатации и вовремя проводимых профилактических ремонтах, необходимость которых вызывается рядом возможных дефектов (свищей, трещин, расхождений стыков и т.д.), провоцирующих снижение расхода транспортируемого вещества за счёт утечек [3].

Для оперативности проведения данных ремонтно-восстановительных работ на инженерных сетях в течение последних 30 лет активно применяют бестраншейные технологии реконструкции трубопроводов, которые, в отличие от традиционных открытых ремонтных работ на местности, не приводят к негативным влияниям на окружающую среду и социальную обстановку, содействуя снижению материальных затрат на производство строительных работ и повышению эффективности эксплуатации трубопроводов [4].

В последние годы наибольший интерес проявляется к бестраншейным технологиям реконструкции трубопроводов

Для оперативности проведения ремонтно-восстановительных работ на инженерных сетях в течение последних 30 лет во всём мире активно применяют бестраншейные технологии реконструкции трубопроводов

путём их предварительного разрушения и протаскивания в освобождающееся пространство новых труб строго по трассе прокладки [5, 6]. Эти технологии отличаются разнообразием модификаций, и знакомство с ними может обогатить отечественный опыт строительства, реновации и модернизации инженерных сетей.

#### Материалы и методы исследования

Наиболее распространёнными и подлежащими исследованию методами являются следующие методы разрушения трубопроводов: пневматический, гидравлический и статический. Они базируются на использовании соответствующего типа рабочего органа или разрушающей головки (рис. 1).

В основе работы пневматической головки для разрушения старой трубы используется пневматический молот, создающий 180–580 ударов в минуту и «забивающий» головку внутрь полости трубы. При использовании гидравлической головки, включающей, как правило, четыре раздвижных лепестка, происходит последовательное расширение и сжимание лепестков по мере продвижения внутри трубы, тем самым разрушая её и вдавливая в окружающий грунт.

УДК 628.462. Научная специальность: 05.23.04.

Бестраншейные технологии разрушения ветхих инженерных сетей и протаскивание в освободившееся пространство новых труб

В.А. Орлов, д.т.н., профессор; С.П. Зоткин, к.т.н., доцент; Д.А. Петербургский, аспирант, Национальный исследовательский <u>Московский государственный строительный университет</u> (НИУ МГСУ)

Отражены базовые положения по использованию бестраншейной технологии реконструкции ветхих инженерных сетей водоснабжения и водоотведения путём их предварительного разрушения и протаскивания в освободившееся пространство новых труб из различных материалов. Рассмотрены некоторые наиболее распространённые модификации данной технологии, в частности, с использованием пневматической, гидравлической и статической систем разрушения труб. Отмечено, что данные модификации зарекомендовали себя в качестве экономически целесообразной альтернативы традиционному открытому методу восстановления пропускной способности инженерных сетей. Описаны подходы к успешной реализации операций по восстановлению работоспособности трубопроводов методом предварительного разрушения старых труб и замены их новыми строго по трассе путём предварительной оценки общих инженерно-геологических условий в зонах эксплуатации инженерных сетей, факта наличия грунтовых вод. определения напряжений протаскивания труб, а также влияния процессов разрушения трубопровода на окружающую природную среду и близлежащие инженерные сети.

**Ключевые слова:** трубопроводы, бестраншейные технологии, разрушение труб, инженерно-геологические исследования, окружающая среда.

UDC 628.462 The number of scientific specialty: 05.23.04.

Trenchless technologies for the destruction of dilapidated engineering networks and the dragging of new pipelines into the vacated space

V.A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; S. P. Zotkin, PhD, Associate Professor; D.A. Peterburgskiy, postgraduate student, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

Basic provisions on the use of trenchless technology for reconstruction of dilapidated engineering water supply and water disposal networks by their preliminary destruction and pulling new pipes of different materials into the liberated space are described. Some of the most widespread modifications of this technology of trenchess replacement of pipes are considered, in particular, pneumatic, hydraulic and static systems of destroying pipes. It is noted that these modifications have proved to be an economically expedient alternative to the traditional open method of restoration of the carrying capacity of engineering networks, realized by trenching and laying pipes. Approaches to the successful implementation of operations to restore the serviceability of pipelines by preliminary destruction of old pipes and replacing them with new ones strictly along the route by preliminary assessment of engineering-geological conditions in the areas of operation of engineering networks, in the presence of groundwater, pipe pulling stresses, the impact of pipeline destruction processes on the environment and nearby engineering networks are described.

**Key words:** pipelines, trenchless technologies, pipe fracture, engineering-geological studies.









образующееся расширенное пространство по трассе трубопровода остаётся открытым во время протаскивания новой трубы. Это снижает сопротивление передвижению новой трубы и, таким образом, уменьшает растягивающие напряжения, которым труба неизбежно подвергается во время протаскивания.

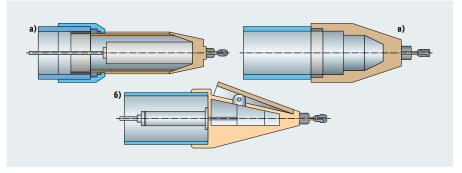
Нельзя не отметить, что более сложным вариантом при разрушении старых трубопроводов и протаскивания труб являются уплотнённые грунты и засыпки, в том числе скальные, а также грунты, которые расширяются в объёме по мере их срезания, например пески с угловатыми зёрнами. При наличии данных обстоятельств увеличиваются усилия, необходимые для операции разрушения. Когда грунт создаёт высокое сопротивление трению на трубе, а длина замены достаточно велика для создания высоких растягивающих сил на протягиваемой трубе, в кольцевое пространство за разрывной

При использовании пневматической или гидравлической головок необходимо наличие небольшого вытяжного устройства (лебёдки и троса), которое направляет головку, а также поддерживает её постоянно прижатой к разрушаемой трубе. Статическая головка не имеет подвижных внутренних частей. Головка просто протягивается через трубу мощным тяговым устройством, соединённым с ней буровой штангой или крепкой якорной цепью.

Кроме разрушающего воздействия данных головок может осуществляться также разрезание, дробление и «съедание» материала старого трубопровода за счёт использования иных конструкций рабочих органов, например, специальных резаков (для стальных труб), вариантов машин для микротоннелирования, которые размалывают старую трубу на фрагменты и удаляют их, а не вытесняют в грунт.

Успешная реализация операций по восстановлению работоспособности трубопроводов методом предварительного разрушения старых труб тем или иным методом и замены их новыми строго по трассе обеспечивается результатами предварительной оценки инженерно-геологических условий в зонах эксплуатации инженерных сетей, фактов наличия/отсутствия грунтовых вод, определения напряжений протаскивания труб, а также взаимовлияния окружающей среды и близлежащих инженерных сетей на процессы разрушения трубопровода.

Ниже приводится анализ вышеуказанных условий, направленных на успешную реализацию технологии разрушения старых трубопроводов.



**Рис. 1.** Разрушающие головки: пневматическая (а), гидравлическая (б) и статическая (в)

#### Инженерно-геологические условия

Как и в случае любого подземного инженерного проекта, для проведения операции восстановления работоспособности трубопровода методом его предварительного разрушения необходимы инженерногеологические данные о состоянии грунтов. В геотехнике грунты считаются трёхфазным материалом, состоящим из скальных или минеральных частиц, воды и воздуха. Пустоты почвы, пространство между минеральными частицами содержат воду и воздух. На инженерные свойства почв влияют четыре основных фактора: преобладающий размер минеральных частиц, их тип, распределение по размерам и количественное соотношение минералов, воды и воздуха.

Наиболее благоприятными условиями для реализации проектов по разрушению трубопроводов являются такие, при которых окружающий трубу грунт может быть легко уплотнён в ходе проводимых операций перемещения разрушающих головок. Также благоприятным обстоятельством может служить условие, при котором

головкой могут нагнетаться смеси на основе глиняных растворов (бентонита) или полимеров, позволяющие сохранить проход открытым и уменьшить сопротивление трению трубы о грунт.

В случае эрозии грунта вокруг трубы разрывная головка и следующая за ней труба могут смещаться к области пустот или области более низкой плотности. Если рядом с трубой есть твёрдый грунтовый слой или камень, разрывная головка будет смещаться к более мягкому грунту. При неглубоком заложении трубопровода грунт будет смещаться главным образом вверх по направлению к поверхности, и новая труба будет соприкасаться со старой. Если труба заложена достаточно глубоко относительно её диаметра, грунт будет стремиться смешаться в радиальном направлении вокруг старой трубы, и новая труба будет стремиться к соосности со старой трубой. В случае, когда грунтовые условия существенно изменяются вдоль реконструируемого участка трубопровода, также возможны некоторые изменения уклона или профиля трубы [7].



#### Наличие грунтовых вод

В случае наличия грунтовых вод любой из процессов разрушения трубопровода может привести к определённым трудностям. Лишь в некоторых почвенных условиях грунтовые воды могут оказывать смазывающее воздействие на протаскиваемую трубу, уменьшая требуемые усилия. При иных условиях подземные воды с включениями грунта заполняют кольцевое пространство за разрушающей головкой, увеличивая силу трения. В связи с этим перед началом проектных и строительных работ проводится геологические исследования на наличие грунтовых вод. Кроме того, предпочтительно, чтобы во время проведения операции разрушения стартовые и приёмные котлованы оставались сухими, позволяя рабочим эксплуатировать оборудование и проводить работы по подключению восстановленного участка к сети. Для обеспечения этих условий на стадии планирования операции восстановления должны предусматриваться меры по организации водопонижения в зоне проведения работ.

#### Контроль напряжения при протаскивании новой трубы

Во время процесса разрушения старого трубопровода и протаскивания нового в освободившееся пространство в результате тянущего усилия, приложенного к трубе позади разрывной головки, появляется осевое напряжение. Протаскиваемая труба должна выдерживать это напряжение без разрушения или повреждения. Наилучшим вариантом на предмет выдерживания трубой тянущих напряжений в грунте является проведение предварительных полевых испытаний вблизи объекта реновации по определению сил трения. Сопротивление трению представляет собой произведение коэффициента

трения между трубой и грунтом, среднего давления, перпендикулярного трубе, зависимого от высоты грунтового слоя и единицы его массы, а также площади поперечного сечения трубы.

Как правило, при этом результатами может быть следующее:

- если грунт вокруг протаскиваемой трубы обрушивается не сразу, напряжение в трубе обусловлено трением, создаваемым весом трубы;
- □ если грунт обрушивается непосредственно вокруг трубы, трение трубы может быть рассчитано методами, аналогичными тем, которые используются для оценки сил трения в операциях с использованием тоннелепроходческих комплексов.

Во время процесса разрушения старого трубопровода и протаскивания нового в освободившееся пространство в результате тянущего усилия, приложенного к трубе, появляется существенное осевое напряжение

В случае, если условия и протяжённость восстанавливаемого участка вызывают риск высокого напряжения в протягиваемой трубе, то рекомендуется контролировать приложенное к ней усилие. Мониторинг может осуществляться с использованием датчиков нагрузки или тензометров, установленных вплотную за разрушающей головкой, что позволяет фиксировать и регистрировать любые изменения тягового усилия. Напряжение в протаскиваемой трубе может быть понижено с использованием смазочного раствора, который задерживает обрушение грунта вокруг трубы и снижает коэффициент трения между трубой и грунтом.

### Влияние процесса разрушения трубопровода на окружающую среду

Данный вопрос затрагивает два аспекта, где первый связан с расположением протягиваемого трубопровода в освобождаемом подземном пространстве, а второй — с наличием вдоль трассы фрагментов разрушенного старого трубопровода различных форм и размеров.

Первый аспект можно охарактеризовать следующими положениями. Практика показывает, что осевая линия протягиваемой трубы редко совпадает с осевой линией трассы после разрушения трубопровода. Положение новой трубы обычно зависит от характеристик грунта, поверхностных условий и процедур монтажа. Кроме того, возникает необходимость ориентироваться на степени увеличения диаметра трассы при реализации процесса разрушения трубопровода соответствующей головкой.

Например, при протягивании в освобождающееся пространство трубы большего диаметра, силы, необходимые для преодоления давления проходки, должны быть значительно выше, чем те, которые требуются, когда разрывная головка полностью находится внутри трубопровода. Определённое значение имеет глубина проходки на объектах реконструкции, в особенности, когда трубы протаскиваются на минимальных расстояниях от поверхности земли. В этом случае следует проявлять осторожность, чтобы предвидеть движения грунта и положение новой, прокладываемой трубы.

В частности, протаскиваемая труба может легко отклоняться от первоначальной отметки вблизи начальной или конечной точки проведения операции разрушения. Часто подобная проблема возникает, когда новая труба является жёсткой (большой диаметр, толстые стенки), а места стартового котлована слишком малы, чтобы полностью выровнять её с исходным трубопроводом.

Отклонения трубы от заданной траектории (отметки) при проведении операции разрушения трубопровода могут быть уменьшены, если грунтовые условия вокруг существующего трубопровода однородны. Однако, если под ним имеется зона с мягким грунтом (глинистым или песчано-глинистым), новая труба может опуститься в сторону этой зоны, и проседание трубопровода увеличится.

Для поддержания прямолинейного направления при проведении операции разрушения могут использоваться более длинные разрушающие головки (например, пилотные, используемые при направленном горизонтальном бурении).

**30** 9/2022

С другой стороны, твёрдый грунт или скальное основание под существующей трубой может препятствовать разрушению нижней стенки трубопровода и вызывать прорыв разрушающей головкой верхней части, перемещая протягиваемую трубу за пределы трассы трубопровода. Эта проблема в зарубежной практике была решена путём совершенствования разрывной головки и её адаптации к возможности разрушения основания существующего трубопровода [8].

Что касается второго аспекта, то, как правило, после проведения операции разрушения трубопровода в окружающем пространстве остаётся множество фрагментов старой трубы различных форм и размеров. Эти фрагменты имеют тенденцию оседать у боковых стенок или лотковой части протаскиваемой трубы (при залегании в песке) или располагаться по всему периметру сменной трубы при залегании в илистых грунтах или глине. Фрагменты обычно располагаются в некотором удалении от протягиваемой трубы с расстоянием друг от друга около 6 мм. Другими словами, создаётся некое затрубное пространство, которое лишь впоследствии заполняется грунтом. При этом обычным явлением после проведения операции восстановления являются царапины на протягиваемой трубе. Но, как правило, эта проблема не является слишком серьёзной и может быть решена путём подбора труб с более толстыми стенками или использования труб с защитным покрытием (полиэтилен как внутренний слой и полипропилен в качестве наружного в соотношении 75/25%). Например, трубы из полипропилена могут выдерживать царапины глубиной до 10% от толщины стенки трубы без влияния на их прочность или внутреннее давление.

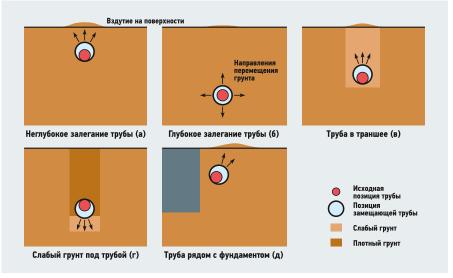


#### Перемещения грунта

Каждая процедура разрушения трубопровода связана с перемещениями грунта. Даже при выполнении операций по замене новой трубой старого трубопровода после его разрушения размер в размер создаётся подвижность грунта, поскольку разрывная головка имеет больший диаметр, чем старая труба. Перемещения грунта, как правило, направлены от источника через почву в сторону наименьшего сопротивления. Наибольшие смещения наблюдаются непосредственно при проведении операции разрушения. Обычно перемещения локализуются и быстро рассеиваются с увеличением расстояния от источника.

Перемещения грунта зависят главным образом от степени увеличения диаметра, типа и уровня уплотнения существующего грунта вокруг трубы и глубины проведения операции.

Например, в относительно однородном грунте на небольших глубинах (рис. 2а) перемещения направлены к поверхности земли (вверх), а на больших глубинах они направлены более равномерно во все стороны от периметра трубы (рис. 2б). В рыхлых грунтах и для труб малого диаметра равномерное расширение возможно уже на глубине 0,6 м, в то время как в относительно плотных грунтах перемещение на этой глубине всё ещё будет направлено преимущественно вверх.



:: Рис. 2. Возможные перемещения грунта при разрушении трубопровода



Почвенные условия в траншеях обычно неоднородны. Материал обратной засыпки часто более рыхлый, чем исходный окружающий грунт, и смещения, вероятно, будут ограничены пределами существующей траншеи (рис. 2в). Если рыхлым является ещё и основание трубы, то смещение может быть направлено вниз, а не вверх (рис. 2г).

Если движения грунта не ослабляются до того, как они достигают поверхности, они приводят либо к вспучиванию поверхности, либо к её оседанию. Как правило, вспучивание или оседание грунта происходит непосредственно над трубой, однако возможны и исключения. Близость жёсткой границы может нарушить вертикальную симметрию и сместить движение грунта в сторону (рис. 2д).

Кроме того, иногда может возникать одновременно вспучивание и оседание. Это наблюдается, когда протягиваемая труба имеет диаметр больший, чем разрушаемая. Увеличение диаметра компенсируется уплотнением грунта на небольшом расстоянии от трубы, а за пределами этой зоны может произойти оседание.

Существует множество сочетаний различных факторов, которые определяют, будет ли поверхность вспучиваться или оседать. Если существующий грунт представляет собой рыхлый песок или относительно новую засыпку траншеи, которая всё ещё оседает, процесс разрушения может привести к дальнейшему оседанию существующего грунта. В обратном случае, если грунт хорошо уплотнён, а труба залегает не очень глубоко, процесс разрушения создаст бугристость на поверхности, особенно при значительном увеличении размера протягиваемой трубы.

Критическими условиями при значительных перемещениях грунта являются случаи, когда существующая труба заложена неглубоко, а перемещения грунта направлены вверх, когда значительно увеличен размер замещающей трубы и происходит изменение диаметров существующего и протаскиваемого трубопровода в пределах двух-трёх раз. Перемещения грунта становятся оптимальным, если процесс разрушения выполняется на определённой минимальной глубине от поверхности земли и на определённом расстоянии от подземных инженерных сетей [8].

### Влияние на близлежащие инженерные сети

Подвижность грунта во время проведения операции разрушения трубопровода может привести к повреждению близлежащих труб или конструкций. При этом относительно хрупкие трубы наиболее подвержены серьёзным повреждениям. Из-за подвижности грунта может нарушаться и герметичность стыковки отдельных труб соседствующих трубопроводов. Реакция соседней трубы на воздействие от операции разрушения зависит от положения трубы относительно направления разрушения. Параллельно расположенная смежная труба подвержена переходному продольному воздействию, поскольку операция разрушения продвигается вдоль неё. Если соседняя труба пересекает линию проведения операции разрушения, она подвергается поперечному изгибу. Поэтому очень важно, чтобы до операции разрушения трубы для всех трубопроводов в пределах пути проведения операции были определены точные места расположения инженерных сетей.

Степень ущерба соседним коммуникациям зависит от типа грунта. Если трубы расположены в рыхлом грунте (засыпка, которая не была уплотнена до уровня плотности соседнего грунта), перенос нагрузки менее значителен, чем через прочный несжимаемый грунт. Чтобы избежать индивидуальных исследований в каждом проекте по разрушению трубопровода, необходимо следовать некоторым общим указаниям по безопасности, чтобы обеспечить защиту труб вблизи проведения операции. Как правило, как горизонтальное, так и вертикальное расстояние между подлежащей разрушению трубой и существующей смежной трубой должно составлять по меньшей мере двух диаметров протаскиваемой трубы. Предпосылкой для предотвращения повреждения смежных инженерных сетей является знание об их существовании и конкретном местоположении до момента проведения операции.

применяемой в процессе разрушения, а также от размера и материала существующей трубы и от степени увеличения диаметра для протаскивания нового трубопровода.

Вибрации, вызванные разрушением труб, не наносят ущерба близлежащим зданиям. Максимальная скорость движения частиц грунта обычно не превышает пороговых критериев косметических трещин в зданиях для соответствующих частот колебаний грунта. Кроме того, вибрации в земле быстро ослабляются с увеличением расстояния от их источника. Скорости частиц грунта 0,13 м/с, принятые как повреждающие уровни вибрации грунта по отношению к заглублённым конструкциям, могут быть достигнуты на расстоянии до 0,8 м от разрушающей головки. В диапазоне частот от 30 до 100 Гц уровень 0,05 м/с, определяемый как порог повреждения чувствительных поверхностных структур, может



#### Вибрации грунта

Все операции реконструкции ветхих трубопроводов методом разрушения в некоторой степени создают колебания частиц грунта. Американским Центром бестраншейных технологий (Trenchless Technology Center, TTC), входящим в состав Технологического университета Луизианы (Louisiana Tech University), было проведено обширное исследование скорости вибрационного движения грунта для трёх различных способов замены труб: пневматического, гидравлического и статического.

Исследование показало, что ни один из протестированных методов разрушения труб не может повредить близлежащие коммуникации, если они находятся на расстоянии более одного метра от разрушающей головки.

Уровни вибрации из-за разрушения трубопроводов зависят от мощности разрушающей головки (ударной мощности),

быть достигнут на расстоянии 2,5 м от разрывной головки. Однако наличие зданий, располагающихся настолько близко к месту проведения операции разрушения, — очень редкое явление. Если же расстояния составляют менее указанных выше, следует принять специальные меры для защиты прилегающих сооружений, например, раскопать места пересечения для снятия грунтовых напряжений с существующих инженерных коммуникаций.

Также следует отметить, что, хотя наземные колебания могут быть заметны для человека, стоящего на поверхности вблизи проведения операции разрушения, уровни вибраций, зафиксированные при разрушении труб диаметром от 150 до 400 мм в испытаниях ТТС, вряд ли будут иметь повреждающий эффект, за исключением очень близких расстояний до места проведения операции разрушения [9].

#### Экологичность процесса

С глобальной точки зрения человечество борется с последствиями выбросов углерода и стремится к тому, чтобы строительная промышленность применяла методы, которые позволят сократить расход ископаемого топлива, затрачиваемого на строительные работы, и снизить вредные выбросы. В последнее время наметилась тенденция к активному внедрению применения малоинвазивных (менее затратных во всех отношениях — временных, денежных, экологических и т.д.) бестраншейных методов и оборудования для замены подземных коммуникаций, особенно в условиях насыщенности городской застройки. Подходы к количественной оценке выбросов углерода сосредоточены главным образом на воздействии дополнительных выбросов, обусловленных задержкой движения транспорта во время перекрытия дорог из-за открытого строительства трубопроводных сетей. В данной ситуации бестраншейные методы имеют значительное преимущество, так как содействуют обеспечению соответствующих благоприятных экологических условий.

Исследование, проведённое Североамериканским обществом по бестраншейным технологиям (North American Society for Trenchless Technology, NASTT), а также Университетом Ватерлоо (University of Waterloo), расположенным в городе Онтарио (Канада), выявило два аспекта, в которых бестраншейный подход является экологически более безопасным.

Во-первых, при использовании бестраншейной технологии снижается расход топлива при движении машин. Избегая перебоев в движении, бестраншейные проекты предотвращают пробки и объезды, связанные с обычными проектами реконструкции подземной инфраструктуры. Это уменьшает количество потребляемого бензина и впоследствии снижает выбросы углерода. Меньшие задержки в движении транспорта также являются социально выгодными для жизни человека, сводя к минимуму неудобства, связанные со строительными работами.

Во-вторых, как указывалось ранее, непосредственно сами бестраншейные работы производят меньше выбросов. Они требуют минимального оборудования, так как нет необходимости в выемке грунта, уплотнении, обратной засыпке и повторном мощении, что резко снижает расход топлива, необходимого для работы строительной техники.

Кроме того, бестраншейные работы по сравнению с открытыми, как правило, более оперативны с точки зрения экономии времени. Зарубежными исследовате-

При использовании бестраншейной технологии снижается расход топлива при движении машин. Это впоследствии снижает и выбросы углерода. Помимо этого, сами бестраншейные работы производят меньше выбросов и требуют минимального оборудования

лями было проведено сравнение использования метода разрушения трубопровода с открытым способом для типичного проекта реконструкции городской канализации и обнаружено, что реконструкция методом разрушения заняла три дня, в то время как ремонт открытым способом потребовал семь дней.

Таким образом, бестраншейный подход оказался более чем на 50% эффективен во времени. Благодаря этим совокупным экологическим выгодам исследования показали, что бестраншейные методы привели к снижению выбросов парниковых газов на 79% и обеспечили общую экономию от 25 до 50% по сравнению с открытой заменой труб [10].

#### Выводы

1. Проведён анализ и рассмотрены аспекты технического и технологического характера, направленные на широкое применение бестраншейных технологий реновации трубопроводов с предварительным их разрушением и протаскива-





нием труб в освобождающееся пространство, в частности, влияние на эффективность процессов инженерно-геологических условий, наличия грунтовых вод, необходимости контроля напряжения при протаскивании новой трубы и возможных перемещений и вибрации грунта, в том числе при наличии близлежащих инженерных сетей, а также учёта влияния окружающей среды на процесс разрушения трубопровода.

2. Выявлены преимущества бестраншейных технологий реконструкции трубопроводов в экологическом аспекте, в частности: уменьшение карбонового следа (выбросов углекислого и угарного газов) и снижение выбросов оксида азота, окиси серы и дыма, а также твёрдых частиц; возможность использовать пространство существующей инженерной сети, не прокладывая дополнительные инженерные коммуникации в перегруженную подземную систему; уменьшение влияния на дорожное движение и сохранении корневой системы деревьев, сохранение хрупких экосистем, таких как прибрежные районы и водно-болотные угодья, как следствие исключения ущерба, причиняемого открытыми раскопками; уменьшение количества выкопанного грунта, что отражается на снижении стоимости земляных работ и плату за вывоз грунта, поскольку почва часто загрязнена, что требует специального дорогостоящего удаления. •

- Юдина А.Ф., Кобелев Е.А. Инновационные технологии бестраншейной прокладки новых и ремонта старых инженерных сетей // Вестник гражданских инженеров, 2017. №3. С. 101–108.
- 2. Орлов В.А. Трубопроводы систем транспорта жидкостей. — М.: Изд-во АСВ, 2022. 237 с.
- Kuliczkowski A., Kuliczkowska E., Zwierzchowska A. Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. 2019. 735 p. [На польск.]
- Храменков С.В. Время управлять водой. М.: ЗАО «Московские учебники и картолитография», 2008. 280 с.
- Manoj M. Developed pipe bursting specifications using high density polyethylene (HDPE). Master of Technology Management Plan II Graduate Projects. College of Technology, Architecture and Applied Engineering: Bowling Green State University. Bowling Green, Ohio, US. 2015. 62 p.
- Atalah A. The effect of pipe bursting on nearby utilities, pavements and structures. The Doctoral Thesis. Trenchless Technology Center (TTC): Louisiana Tech University. Ruston, LA, US. 1998. 220 p.
- Simicevic J., Sterling R. Guidelines for pipe bursting. TTC Technical Report No. 2001.02. US Army Corps of Engineers. Engineering and Research Development Center (ERDC). Vicksburg, Mississippi, US. 2001. 20 p.
- Atalah A. The safe distance between large-diameter rock pipe bursting and nearby buildings and buried structures. ASCE Journal of Transportation Engineering. 2006. Vol. 132. Issue 4. Pp. 34–38.
- Atalah A., Hadala P., Sterling R. Ground vibrations associated with pipe bursting. Louisiana Tech University. Ruston, LA, US. 2004. 24 p.
- Guideline for pipe bursting. The International Pipe Bursting Association (IPBA). Owings Mills, Maryland, US. 2012. 34 p.

References — see page 80.

# 

# Выставка водных техно- логий <u>EcwaExpo</u> с успехом прошла в Москве

Ежегодная флагманская выставка водных техно-логий и оборудования <u>EcwaExpo</u> (<u>EcwaTech</u>) прошла 13–15 сентября в МВЦ «Крокус Экспо» (Москва) при информационной поддержке <u>журнала СОК</u>.





#### Планы выполнены

На выставке встретились производители и покупатели оборудования и технологий для водоподготовки, водоснабжения, водоотведения и очистки коммунальных и промышленных сточных вод.

В текущих условиях задача по поиску надёжных поставщиков с бесперебойной логистикой и возможностью беспрепятственно получить постпродажное обслуживание и решения, которые однозначно подойдут под требования как государственных, так и коммерческих структур, в приоритете у большинства покупателей.

На площадке выставки был продемонстрирован опыт российских компаний по замене импортного оборудования и применения российских разработок. Они помогут снизить зависимость от зарубежных решений. Следуя последним трендам в информационных технологиях, участники представили новые ІТ-решения для сектора коммунальных услуг и реализации концепции «умных городов».

В этом году более 120 компаний из России, Китая и других стран представили свои разработки и продукцию для быстрого и оптимального замещения ушедших с российского рынка западных компаний. Новых производителей оборудования и услуг по очистке и подготовке воды для коммунального и промышленного использования представили Москва, Курская, Ленинградская, Нижегородская, Новосибирская и Ростовская области, Республика Татарстан.

13 сентября состоялось торжественное открытие выставки с участием руководства Московской области: статс-секретаря, заместителя министра промышленности и торговли Российской Федерации В.Л. Евтухова, министра ЖКХ Московской области А. А. Велиховского, министра экологии и природопользования Московской области Т. М. Фирсова. Также в открытии принял участие заместитель министра строительства и ЖКХ Российской Федерации А. В. Ересько.





На площадке выставки руководители и специалисты предприятий ЖКХ, различных отраслей промышленного производства, органов власти всех уровней провели переговоры с поставщиками технологий, оборудования и услуг для решения водохозяйственных проблем.

#### Участники выставки

Среди участников Есwa Ехро:

- □ Helyx широкий спектр оборудования в области промышленной водоподготовки, водоотведения и водоочистки;
- «Аурат» коагулянты, используемые для очистки питьевых, коммунально-бытовых и сточных вод;
- предприятие «Взлёт» насосы различной мощности для перекачки фекальных жидкостей, шламовые насосы, канализационные станции;
- АGMA оборудование для фильтрации воды; системы фильтрации воды, дисковые фильтры, клапаны обратной промывки, мембранные клапаны, системы обезжелезивания и умягчения воды;
- □ «Пенетрон» гидроизоляция, инновационные материалы для восстановления и защиты строительных конструкций;
- «ЭМЕК Руссиа» дозирующие насосы специальной серии, работающие от сжатого воздуха.

#### О выставке EcwaExpo («ЭкваЭкспо»)

ЕсwaExpo (EcwaTech) — это важное место встречи руководителей и специалистов предприятий ЖКХ, различных отраслей промышленного производства, органов власти всех уровней с поставщиками технологий, оборудования и услуг для решения водохозяйственных проблем. Здесь производители и дистрибьюторы представляют решения для водоснабжения, водоотведения, водоподготовки и предлагают лучшие условия коммунальным, сельскохозяйственным и промышленным предприятиям. С 2023 года выставка вернёт себе привычное название «ЭкваТэк» — это важный элемент поддержки сегмента управления водными ресурсами и Федерального проекта «Чистая вода». Будем рады видеть вас 12–14 сентября 2023 года на выставке «ЭкваТэк 2023»! Подробная информация — на сайте выставки ecwatech.ru.



Отдельный вопрос — модернизация жилищнокоммунального хозяйства, здесь накопилось много проблем. Отрасль хронически недоинвестирована, по оценкам, на 4,5 триллиона рублей. Свыше 40 процентов сети подлежит замене, отсюда низкая эффективность и большие потери. При этом ежегодно приходит в негодность порядка трёх процентов сети, а заменяется на новое не более двух процентов. То есть проблема из года в год усугубляется.



#### Владимир Путин, Президент России

Из выступления на пленарном заседании XXV Петербургского международного экономического форума 17.06.2022.



#### Деловая программа ежегодной выставки водных технологий и оборудования **EcwaExpo** (**EcwaTech**)

Конференция «Водоснабжение и водоотведение населённых мест и промышленных предприятий: эффективные технические, технологические и управленческие решения».

#### Сессия «Правовое регулирование сброса сточных вод через системы канализации: практика правоприменения»

- О проблемах взаимодействия промпредприятий и водоканалов при сбросе сточных вод в централизованные системы водоотведения.
- О некоторых особенностях и сложностях заключения договора, предусматривающего приём сточных вод с превышением максимальных допустимых значений показателей и концентраций.
- Регулирование сбросов сточных вод в централизованные системы водоотведения.

#### Круглый стол «Развитие и финансирование инфраструктурных проектов в сфере экологии»

### Сессия «Современные разработки в области цифровых технологий для повышения эффективности технологических, технических и управленческих решений отрасли»:

- Подходы к цифровой трансформации в ЖКХ.
- Цифровое развитие путь совершенствования, повышения эффективности и надёжности работы водоканалов.
- Цифровая трансформация водоснабжения и водоотведения отраслевой подход и источники финансирования.

#### Сессия «Современные подходы к управлению объектами водоснабжения. Технологии, оборудование и материалы для водоподготовки»:

- Комплексная автоматизация процессов подачи воды.
- Энергоэффективность и энергосбережение при реализации энергосервисных контрактов.
- Новые подходы к водоподготовке и водоснабжению с применением современных мембранных технологий.
- Инновационные решения для комплексной защиты и гидроизоляции гидротехнических сооружений.

#### Сессия «Проектирование, эксплуатация, реконструкция канализационных очистных сооружений»

- Основные направления развития нормативной и рекомендательной основ проектирования канализационных очистных сооружений.
- Технологический аудит как основа задания на реконструкцию.

- Рассмотрения финансируемых из бюджета проектных решений по инфраструктуре ВКХ Минстроем России и его структурами.
- Реализация первого и второго этапов комплексной реконструкции Люберецких очистных сооружений АО «Мосводоканал».
- Корректные подходы к проектированию и эффективная эксплуатация канализационных очистных сооружений производственных сточных вод.
- Технологические решения для увеличения эффективности очистки сточных вод с низким содержанием органических веществ.

#### Мастер-класс «Проблемы эксплуатации очистных сооружений и их решения»:

- Оценка корректности предложения на реконструкцию очистных сооружений.
- Какие комплексные действия следует предпринять для выявления причин недостижения заданного качества очищенной воды.
- Какими должны быть действия персонала при несоответствии текущих параметров сточных вод проектным при условии корректности проектных решений (примеры).
- Какими должны быть действия персонала при некорректных проектных решениях.

#### Секция «Стратегия развития коммунальной инфраструктуры: по итогам заседания Госсовета»

Данная секция прошла в заключительный, третий день выставки. Эксперты и представители сферы водных технологий обсудили темы:

- Реальный износ, реальные темпы и стоимость замены трубопроводных систем. Необходимое финансирование.
- Применение систем диагностики и прогнозирования технического состояния подземных коммуникаций для оценки реального состояния трубопроводов. Предупреждение утечек и аварий.
- Сбор данных для расчёта индекса функционально-технического состояния систем водоснабжения и водоотведения.
- Оценка стоимости жизненного цикла трубопроводной инфраструктуры, разработка ГОСТ. Учёт стоимости жизненного цикла (СЖЦ) при проектировании объектов водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ).
- Влияние качества и безопасности стройматериалов на долговечность и СЖЦ трубопровода.
- Обязательный входной контроль стройматериалов, разработка ГОСТ. Сертификация как инструмент противодействия фальсификату.
- Надзор за производителями стройматериалов и продукцией в обороте.



# Присоединение расширительного бака к системе водяного отоп-ления с насосной циркуляцией

Для отопления жилых и общественных зданий используют в основном системы водяного отопления. Это объясняется многими причинами, в частности тем, что вода, как теплоноситель, отвечает всем санитарногигиеническим требованиям.

**Авторы:** Б.П. НОВОСЕЛЬЦЕВ, к.т.н., доцент; Д.В. ЛОБАНОВ, старший преподаватель, кафедра жилищно-коммунального хозяйства, <u>Воронежский государственный технический университет</u> (ВГТУ)

Согласно [1, 2], теплоснабжение зданий может осуществляться по тепловым сетям от централизованной системы теплоснабжения (ТЭЦ или районная котельная) или от автономного источника теплоты (встроенная, пристроенная или отдельно стоящая котельная). Система отопления служит для поддержания в помещениях нормируемой температуры воздуха и состоит из трёх основных элементов: индивидуального теплового пункта, системы трубопроводов, служащих для подачи теплоносителя (воды) в каждый отопительный прибор, и отопительных приборов, предназначенных для передачи расчётного количества теплоты от теплоносителя через стенку отопительного прибора воздуху помещения.

В системе отопления непрерывно происходит циркуляция воды и изменение её температуры: часть трубопроводов от теплового пункта (или котла) до отопительных приборов заполнена нагретой водой, а от приборов до теплового пункта — охлаждённой водой. Температура воды в системе отопления изменяется, в том числе в соответствии с графиком качественного регулирования, в зависимости от температуры наружного воздуха.

Одновременно с изменением температуры воды в системе отопления меняется и объём воды. При повышении температуры объём воды увеличивается, а при понижении — уменьшается. Одновременно изменяется давление внутри элементов системы. Указанные изменения не должны влиять на работу системы отопления — в первую очередь давление не должно превышать предел прочности любого элемента системы. Чтобы этого не произошло, в системах отопления тепловой мощностью до 6 МВт предусматривается установка расширительного бака (открытого или закрытого). В данной статье для упрощения изложения материала рассматривается использование только открытого расширительного бака.

Основное назначение расширительного бака — вмещение прироста объёма воды, который образуется при её нагревании. Бак устанавливается выше системы отопления примерно на 1 м (в системах отопления примерно на 1 м (в системах отоп-

Основное назначение расширительного бака — вмещение прироста объёма воды, который образуется при её нагревании. Расширительный бак устанавливается выше системы отопления примерно на 1 м

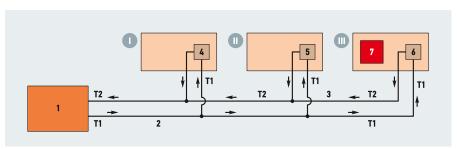
ления, в которых температура воды в подающем трубопроводе составляет не более 95°С). Такая установка расширительного бака обеспечивает необходимую величину гидростатического давления, исключающего подсос воздуха в систему отопления. Кроме того, вода, находящаяся в расширительном баке, используется для подпитки систем отопления при небольших её утечках.

Расширительный бак должен быть соединён с системой отопления таким образом, чтобы вода без всяких препятствий могла поступать в бак и выходить из него.

К расширительному баку определённым образом присоединяют следующие трубопроводы: расширительный, сигнальный, переливной и циркуляционный; в некоторых случаях устанавливают реле уровня. Отметим, что переливная труба служит для предохранения расширительного бака от переполнения и соединяет бак с атмосферой, что обеспечивает свободный доступ воздуха в него. Это необходимо из-за непостоянства уровня воды в расширительном баке.

При включённом циркуляционном насосе в одной части системы отопления (система отопления — это замкнутый контур) будет происходить нагнетание теплоносителя, а в другой — всасывание. Точка, в которой расширительный бак присоединён трубопроводом к обратной магистрали, называется «точкой постоянного давления», поскольку давление в ней остаётся постоянным, как при работе насоса, так и при его бездействии.

Точка постоянного давления является границей, где заканчивается нагнетание и начинается всасывание. На участках всасывания создаётся пониженное давление, и, если оно окажется ниже атмосферного, то через неплотности в систему



**Рис. 1. Схема теплоснабжения жилых зданий от автономного источника (котельной) [I, II, III —** жилые здания; **1** — котельная; **2** и **3** — подающий и обратный трубопроводы тепловой сети; **4**, **5** и **6** — индивидуальные тепловые пункты; **7** — открытый расширительный бак]

отопления может засасываться атмосферный воздух, который нарушит циркуляцию воды. Если всасывающий участок — это подающий трубопровод системы отопления, в котором температура теплоносителя может составлять 95°C, то при давлении ниже атмосферного вода может вскипеть, при этом образуется пар и, как следствие, произойдёт прекращение циркуляции воды. Чтобы избежать этого, расширительный бак следует присоединять к обратной магистрали системы отопления перед всасывающим патрубком циркуляционного насоса. В этом случае практически все трубопроводы системы отопления окажутся под избыточным давлением (причём значительно выше атмосферного), что исключит вскипание воды и подсос воздуха [3].

Если снабжение теплотой группы зданий осуществляется по тепловой сети от автономного источника теплоты (котельной), то присоединение расширительного бака вышеуказанным способом на практике обычно выполнить невозможно, поскольку, скорее всего, окажется, что расстояние от циркуляционного насоса до расширительного бака весьма значительно и составляет 100 м и более.

На рис. 1 представлена схема теплоснабжения трёх жилых домов от котельной. В котельной установлены чугунные секционные водогрейные котлы, параметры теплоносителя — 95–70°С. Котельная расположена в отдельно стоящем здании, а расширительный бак установлен в самом высоком доме (с учётом этажности и рельефа местности это жилой дом III, рис. 1). Следовательно, расширительный бак является общим для всех трёх систем отопления (рис. 1–3).

В 1960-е годы в небольших городах строились в основном пятиэтажные дома. Для их отопления монтировались однотрубные системы водяного отопления с верхней разводкой магистралей, а в качестве отопительных приборов широко применялись чугунные радиаторы. Указанные системы отопления работали стабильно и поддерживали требуемую температуру воздуха в отапливаемых зданиях. Чаще всего одна котельная использовалась для отопления двух-трёх домов, а в качестве топлива применялся низкокачественный каменный уголь. Расширительный бак 11 подключался к обратной магистрали системы отопления следующим образом (рис. 2): циркуляционная труба присоединялась

в точке A, а расширительная — в точке Б. Расстояние между точками A и Б составляло около 2–3 м с учётом расположения стояков системы отопления. При таком конструктивном исполнении системы отопления во всех зданиях, присоединённых к котельной, работали устойчиво и хорошо до определённого момента.

Такое присоединение расширительного бака в прошлые годы применялось широко. В технической литературе тех лет отсутствовали указания и рекомендации, где и как следует присоединять расширительный бак при его расположении на значительном расстоянии от котельной.

Однако, время от времени, чаще всего при похолодании, когда температура наружного воздуха приближалась  $\kappa$  –20 °C, появлялась тревожная информация, что в такой-то котельной вдруг резко стало повышаться давление в котлах (по показаниям манометров), и через какое-то время в ниппельных соединениях чугунных секционных котлов появлялись течи.

Приходилось останавливать работу котельной и ждать, когда котлы, борова, обмуровка котлов остынут, затем котлы демонтировали, устраняли течи и вновь восстанавливали работу котельной. По сути, проводили капитальный ремонт, на который требовалось до пяти суток при работе в дветри смены. А в это время в жилых домах отопление не работало.

Назывались разные причины появления течей в котлах, например, низкое качество секционных котлов, некачественный монтаж и т.д., и т.п. Но в числе причин появления течей не рассматривалось место присоединения расширительного бака к системе отопления.

Через некоторое время пришло понимание причин возникновения течей в котлах. Если во время работы котельной и систем отопления задвижки 1 и 2 (рис. 2) будут оставаться открытыми, то при увеличении объёма воды (при похолодании) последний будет свободно проходить по трубопроводам и скапливаться в расширительном баке 11 (рис. 2), при этом уровень воды в расширительном баке для рассматриваемого случая повысится на величину примерно 700 мм.

Увеличение гидростатического давления на указанную величину не может являться причиной появления течей, в том числе в ниппельных соединениях котлов.



Производитель газовых котлов с 1936





Низкотемпературный котел премиум класса, Идеально подходит для реновации котельной

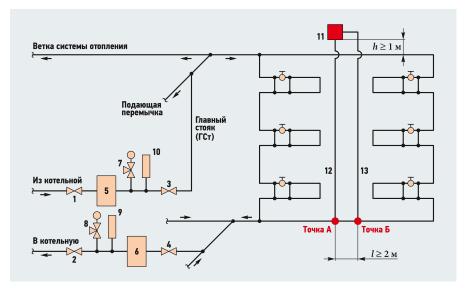
- → одноконтурный или двухконтурный
- → настенный или напольный
- → насос стандарта ErP
- встроенная функция модульной котельной

#### www.frisquet.com

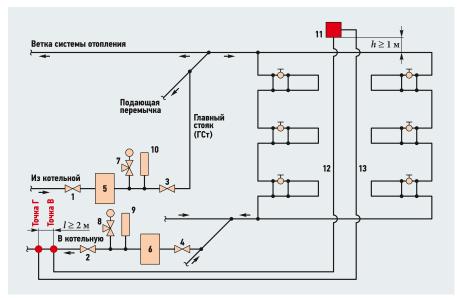
ООО «ФРИСКЕ РУС» 125040, Российская Федерация, г. Москва 3-я ул. Ямского Поля, дом 28



Но если по какой-то причине задвижки 1 и 2 закроют, например, для ремонта системы отопления, то расширительный бак 11 окажется отключённым от системы теплоснабжения, и вода не сможет поступать в него, поэтому давление в системах отопления зданий I и II и в котлах начнёт резко увеличиваться (вода практически не сжимается). В рассматриваемой системе теплоснабжения самым «слабым» местом (в смысле возникновения течей) является чугунный секционный котёл, а точнее как раз ниппельное соединение секций — известно, что секции таких котлов соединяются при помощи безрезьбовых ниппелей, следовательно, это самое ненадёжное место, и именно в ниппелях в первую очередь появляются течи.



**Рис. 2.** Схема индивидуального теплового пункта и одной ветки системы отопления в жилом здании III [1, 2, 3 и 4 — задвижки; 5 и 6 — грязевики; 7 и 8 — манометры; 9 и 10 — термометры; 11 — расширительный бак; 12 — циркуляционная труба; 13 — расширительная труба]



**Рис. 3. Схема индивидуального теплового пункта и одной ветки системы отопления** [1, 2, 3 и 4 — задвижки; 5 и 6 — грязевики; 7 и 8 — манометры; 9 и 10 — термометры; 11 — расширительный бак; 12 — циркуляционная труба; 13 — расширительная труба]

Но, если присоединить расширительный бак к обратному трубопроводу в помещении индивидуального теплового пункта после задвижки 2 (по ходу движения воды), как это показано на рис. 3 (в точках В и Г), то расширительный бак 11 будет всегда подключён к действующей части тепловой сети, а «дополнительный» объём воды, образующийся при расширении воды, циркулирующей в системах отопления зданий I и II и трубах теплоснабжения, поступит в расширительный бак 11 по расширительной трубе 13, и большого повышения давления в системе теплоснабжения не случится. Однако уровень воды в расширительном баке может повыситься до уровня присоединения переливной трубы.

Подберём необходимый объём расширительного бака для системы теплоснабжения (рис. 1). Для системы теплоснабжения, схема которой представлена на рис. 1, определим полезный объём расширительного бака при следующих исходных данных: тепловая мощность каждой системы отопления —  $Q=150~{\rm kBT}$ ; параметры теплоносителя —  $t_{\rm r}=95~{\rm ^{\circ}C}$ ,  $t_{\rm o}=70~{\rm ^{\circ}C}$ ; отопительные приборы — чугунные радиаторы.

Общий объём воды в системе теплоснабжения (рис. 1) вычисляется по формуле (10.5), представленной в [3]:

 $V_{\rm c} = (V_{\rm np} + V_{\rm Tp} + V_{\rm кот} + V_{\rm нap.ceть}) Q_{\rm co}, \ (1)$  где  $V_{\rm np}, \ V_{\rm Tp}, \ V_{\rm kot}$  и  $V_{\rm hap.ceth}$  — объёмы воды в элементах системы отопления при  $t_{\rm T} = 95\,^{\rm o}$ С, соответственно (радиаторы чугунные —  $V_{\rm np} = 9,5\ \pi/{\rm kBT};$  трубы системы отопления —  $V_{\rm rp} = 6,9\ \pi/{\rm kBT};$  котёл чугунный —  $V_{\rm kot} = 2,6\ \pi/{\rm kBT};$  наружные сети —  $V_{\rm hap.ceth} = 4,2\ \pi/{\rm kBt});\ Q_{\rm co}$  — суммарная тепловая мощность всех систем водяного отопления, кВт.

Объём воды, требующийся для заполнения трёх систем отопления и тепловой сети, вычисляется как:

 $V_{\rm c}=\left(9.5+6.9+2.6+4.2\right)450=10440$  л. Полезный объём расширительного бака  $V_{\rm пол}$ , соответствующий увеличению объёма воды в системе  $V_{\rm c}$ , с учётом данных табл. 3.1 [3] (с запасом) определяется по следующей формуле:

 $V_{\text{пол}} = 0.045 V_{\text{c}} = 0.045 \times 10440 = 470 \text{ л.}$ 

К установке принимаем ближайший по размеру расширительный бак типа 7Е010 (табл. III.44 [4]) полезным объёмом 476 л. Диаметр бака — 930 м, высота — 1000 мм, масса бака — 107,2 кг. Полезный объём расширительного бака соответствует приросту (увеличению) объёма воды, заполняющей систему отопления.

Если уровень воды в расширительном баке повысится до уровня присоединения переливной трубы, то давление в нижней точке системы отопления увеличится примерно на 700 мм (по сравнению с минимальным, но допустимым уровнем воды в баке), но указанное давление не может быть причиной образования течей в ниппельных соединениях чугунного котла.

К сожалению, в справочной литературе [3, 4] отсутствуют рекомендации и указания, где и каким образом следует присоединять расширительный бак к системе отопления при рассмотренном варианте системы теплоснабжения. Всё перечисленное будет верно и в случае использования закрытого расширительного бака.

- 1. СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Дата введ.: 01.01.2004.
- СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Дата введ.: 01.07.2021.
- Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 1: Отопление. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. М.: Стройиздат, 1990. 320 с.
- Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн. 1.
   Изд. 4-е, перераб. и доп. / Р.В. Щекин, С.М. Кореневский, Г.Е. Бем и др. Киев: Будівельник, 1976. 416 с.

#### **BAXI**

## ECO Life

Компактный газовый настенный котел с закрытой камерой сгорания мощностью 24 и 31 кВт



Полностью готов для присоединения бойлера



Простой монтаж и обслуживание



Самый компактный котел BAXI (700 x 400 x 298 мм)



Комплектующие от европейских производителей



Удаленное управление системой через BAXI Connect+



Преемственность элементов управления



еклама





# ECO Life — новый компактный газо-вый настенный котёл BAXI

Компания BDR Thermea представляет новые настенные газовые котлы BAXI ECO Life. Модели относятся к компактному классу оборудования и оснащены раздельными теплообменниками отопления и ГВС. Котлы разработаны в Италии и производятся на новом заводе в городе Цзясин недалеко от Шанхая (КНР). Данная модель была разработана специально для России и сочетает в себе такие качества, как привлекательная цена, высокая надёжность, простота в установке, эксплуатации и обслуживании. ВАХІ ECO Life — это первый котёл BAXI, производимый на новом заводе в Китае и импортируемый в Россию. На данный момент 75% настенных газовых котлов ВАХІ поставляется в Россию из Италии и 25% — из Турции.

Серия <u>ECO Life</u> состоит из четырёх моделей с закрытой камерой сгорания мощностью 24 и 31 кВт в одноконтурном и двухконтурном исполнении. В комплекте поставляется крепёжная пластина, что повышает удобство монтажа и обслуживания оборудования в условиях ограниченного пространства. Одноконтурные модели оснащены трёхходовым клапаном с мотором и отдельным выходом для бойлера ГВС. Данные модели полностью готовы для быстрого подключения бойлера, так как в комплекте идёт погружной датчик температуры.

Котлы мощностью 24 и 31 кВт выполнены в разных корпусах и с разной компоновкой, поэтому стоит рассмотреть их преимущества отдельно.

#### ECO Life 24 кВт

Оригинальная компоновка с С-образным несущим каркасом и «единым пространством», а также расширительный бак (8 л) специальной формы позволили достичь очень компактных размеров котла. При этом особая конструкция крепления боковых панелей корпуса котла и новая компоновка расширительного бака обес-



\*\* Настенный газовый котёл BAXI серии ECO Life

печивают беспрепятственный доступ ко всем узлам теплоагрегата и облегчают обслуживание оборудования.

#### ECO Life 31 кВт

Модели повышенной мощности сохранили в себе преимущества классической компоновки итальянских настенных котлов BAXI. Электронная плата ECO Life адаптирована к российским условиям и стабильно работает в диапазоне питающего напряжения от 170 до 270 В. Горелка устойчива к понижению входного давления газа до 4 мбар. При этом у нового котла много общего с легендарной моделью BAXI Luna-3 310 Fi — увеличенный медный теплообменник, такая же камера сгорания и элементы системы дымоудаления.



**::** Компактные, экономичные и исключительно надёжные котлы <u>BAXI</u> серии <u>ECO Life</u> разработаны с использованием проверенных временем решений



Настенные газовые котлы BAXI серии ECO Life легко вписываются в самый современный дизайн

В <u>ECO Life</u> используется жидкокристаллический дисплей. Интерфейс аналогичен котлам <u>BAXI</u> серий <u>ECO Four</u> и <u>ECO-4s</u>. Удобное меню и простой доступ к информации о режимах работы и сервисных параметрах делают обращение с котлом лёгким и привычным. Самодиагностика и коды ошибок унифицированы

с итальянскими моделями <u>BAXI</u>. Автоматика обеспечивает максимальный уровень безопасности в различных условиях эксплуатации. Для удобства отопления помещения и экономии расхода топлива в <u>ECO Life</u> предусмотрена возможность подключения датчика уличной температуры, управляющего работой встроенной

\*\* Котёл BAXI серии ECO Life со снятой передней (слева) и задней крышками

погодозависимой автоматики. При подключении датчика уличной температуры электроника котла автоматически изменяет значение температуры системы отопления в зависимости от температуры на улице. Как обычно, имеется возможность подключения комнатного термостата. Для соединения с «умными» устройствами предусмотрен протокол OpenTherm. Таким образом, новинка имеет полную совместимость с системой удалённого управления и мониторинга BAXI Connect+.

Благодаря наличию двух диапазонов регулирования в системе отопления (45/85°С), новый котёл может работать как в классической системе отопления, так и в режиме «тёплые полы». Имеется и традиционная для котлов <u>ВАХІ</u> функция защиты от замерзания, а также реализована возможность диспетчеризации для вывода сигнала об аварии.

Компактный, экономичный, надёжный котёл <u>BAXI ECO Life</u>, разработанный с использованием проверенных временем решений, способен удовлетворить запросы самых требовательных и взыскательных потребителей. Модели данной серии являются идеальным вариантом для применения как в многоэтажных домах, так и в небольших коттеджах.



# Новая продукция и новый завод: «<u>Фондиталь</u>» делает ставку на Россию

Fondital S.p.A., итальянский производитель радиаторов и котельного оборудования, реализует свою продукцию на российском рынке с 1992 года. Все эти годы значение российского рынка для компании постоянно росло. Сегодня, спустя более 30 лет, тенденция роста ещё заметнее и сопровождается ещё большими инвестициями...



завод «<u>Фондиталь</u>» в Липецкой области — одно из самых передовых предприятий в РФ



Биметаллический радиатор Fondital Evostal в интерьере

Инвестиционная активность итальянской компании «Фондиталь» выразилась прежде всего в строительстве завода в Липецкой области. Он предназначен для производства на месте продукции для российского рынка. Строительство началось в 2016 году и предусматривало инвестиции в размере 20 млн руб.

Те же самые цели были поставлены при строительстве литейного завода, которое началось в конце 2021 года и продолжается до сих пор. Этот второй проект стоимостью ещё в 10 млн руб. позволит осуществлять все этапы производственного процесса в России, обеспечивая полный контроль над готовой продукцией и используемым сырьём. Сырьё без содержания примесей и вредных веществ имеет решающее значение для обеспечения качества продукции с целью удовлетворения и защиты потребителей.

Именно в интересах своих клиентов компания «Фондиталь» стремится предоставлять только достоверную информацию с целью честного и прозрачного взаимодействия. Все технические характеристики и заявленная мощность продукции соответствуют фактическим.

Это помогает потребителю сориентироваться в выборе различных моделей, имея в распоряжении все данные, необходимые для принятия осознанного решения.

Направление деятельности компании «Фондиталь» состоит в инвестировании и увеличении своего присутствия на рынке с помощью новых инициатив.

Среди них — запуск новой линейки радиаторов под названием plus. Она разработана в соответствии с особенностями российского рынка в части конструктивных особенностей систем и условий монтажа. Модели линейки plus марки «Фондиталь» могут использоваться в системах любого типа благодаря устойчивости к высокому давлению и включают в себя как литые алюминиевые, так и биметаллические радиаторы отопления.

Биметаллические модели имеют алюминиевый корпус, а чтобы выдерживать самое высокое давление, их внутренняя часть выполнена из стали.

Помимо новинок продукции, компания сохраняет и развивает деятельность, направленную на поддержку местных партнёров, с которыми «Фондиталь» удалось установить крепкие партнёрские отношения. Внимание к таким отношениям позволило компании реализовать различные инициативы с целью конкретной поддержки работы партнёров «Фондиталь», которая также включает открытие двух складов, помимо склада в Липецке, расположенных в Москве и Санкт-Петербурге. Это позволило ещё больше сократить сроки поставок за счёт логистической составляющей.

К этому следует добавить торговую сеть на местах, способную гарантировать постоянную и чёткую поддержку, проведение курсов обучения, ориентированных на товаропроводящую сеть клиентов, и наличие сервисных центров, расположенных по всей стране.



## «Фондиталь» в России: история постоянных инвестиций и развития

www.fondital.ru











# Пеллетные и твёрдотоп-ливные котлы Kiturami

Компания Kiturami Co., Ltd. («Китурами»), ведущий мировой производитель отопительного оборудования, отмечает в этом году своё 60-летие. На российском рынке компания завоевала сердца потребителей широким ассортиментом, корейским качеством, доступной ценой и универсальным дизайном. В основе работы южнокорейских котлов Kiturami лежит технологичная «начинка» из производительных устройств, точная автоматика и новейшие системы компьютерной самодиагностики. Kiturami постоянно совершенствует свою продукцию — технологии в котлах компании улучшаются год от года.

#### Пеллетные котлы Kiturami серии KRP

Котлы <u>Kiturami</u> на топливных гранулах представлены на российском рынке серией <u>KRP</u>. Линейный ряд включает в себя две модели: <u>KRP-20A</u> мощностью 24 кВт и <u>KRP-50A</u> производительностью 58 кВт.

**Кіturami KRP-20A** — это оптимальное решение для бытового применения. Данные котлы наиболее востребованы среди владельцев частных домов. Модель <u>KRP-20A</u> способна обеспечить теплом и горячей водой дома площадью до 300 м<sup>2</sup>.

**<u>Kiturami KRP-50A</u>** — это мощный напольный котёл, идеально подходящий для теплоснабжения промышленных, административных и торговых зданий и помещений. Если использовать его на полную мощность, то он обеспечит комфортные температурные условия в помещениях площадью до 600 м<sup>2</sup>.

В этой статье мы подробно остановимся на младшей модели из этой линейки. Котёл <u>Кiturami KRP-20A</u> представляет собой двух-контурный пеллетный котёл с трёхходовым теплообменником. Помимо стандартных блоков, входящих в каждый типовой пеллетный котёл <u>Kiturami</u>, <u>KRP-20A</u> в комплекте поставки «премиум» оснащён дополнительными блоками, облегчающими его использование и делающими его более комфортным. Давайте разберём его устройство (см. схему компонентов).

#### Бункер

Как и любой пеллетный котёл, KRP-20A оснащён бункером. Наличие этого элемента конструкции продиктовано необходимостью хранения запаса пеллет для обеспечения длительного горения котла в автономном режиме. Хранилище вмещает 150 кг топливных гранул. Такого запаса пеллет хватит на семь-восемь суток в весенне-осеннее время и на трое либо четверо суток при использовании в зимний период. Высота бункера 1,2 м позволяет комфортно пополнять его без дополнительных приспособлений в виде лестниц и т.п.



:: Напольный пеллетный двухконтурный котёл Kiturami серии <u>KRP</u>

#### Подающий шнек

Со дна конусообразного бункера топливные гранулы с помощью жёсткого шнека поднимаются на высоту, откуда затем скатываются в горелку. Размеры шнекового транспортёра позволяют доставить пеллеты в целом виде, избегая их перемалывания в процессе доставки. Плавность и бесперебойность подачи осуществляется надёжным электродвигателем.

#### Встроенная горелка

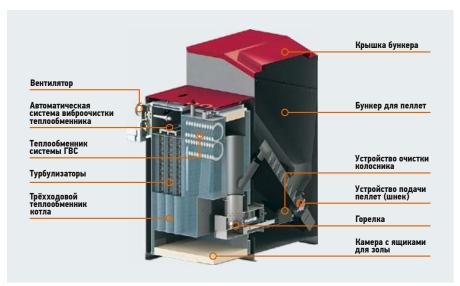
Котёл оборудован горелкой с керамическим ТЭНом. После засыпки стартовой дозы топливных гранул запускаются нагреватель и вентилятор и происходит розжиг горелки. Подача воздуха в слой пеллет происходит по всей площади колосника, что позволяет равномерно насытить кислородом весь слой топливных гранул, тем самым обеспечив высокую степень сжигания.

#### Трёхходовой теплообменник

Специальная конструкция теплообменника позволяет раскалённым газам трёхкратно проходить сквозь него, обеспечивая максимальный теплосъём внутри котла.

#### Контур ГВС

Наличие контура ГВС позволяет организовать горячее водоснабжение.



CCHOBHЫЕ КОМПОНЕНТЫ НАПОЛЬНОГО ПЕЛЛЕТНОГО ДВУХКОНТУРНОГО КОТЛА Kiturami серии KRP

#### Автоматическая очистка колосника горелки

Механический привод автоматически удаляет спёкшийся шлак с поверхности колосника горелки. Данный процесс запрограммирован и происходит циклически в ходе работы котла.

#### Блок управления

Наличие блока управления позволяет устанавливать режимы работы котла, а также регулировать процесс очистки колосника горелки, турбулизаторов и продувки теплообменника. Наличие выносного пульта управления позволяет управлять работой котла в режиме работы по температуре воздуха в помещении.

Напольный пеллетный двухконтурный котёл Kiturami KRP-20A оборудован трёхходовым теплообменником с пневмоочисткой, встроенной горелкой с керамическим ТЭНом и автоматической очисткой колосника, а также системой пожаротушения

#### Достоинства и недостатки котла KRP-20A

Как и любое другое устройство, котёл <u>Kiturami</u> серии <u>KRP</u> имеет свои достоинства и недостатки. Мы постараемся выделить основные плюсы и минусы этого устройства. Итак, начнём.

Основными достоинствами данной модели являются следующие.

#### Низкая цена

Низкая стоимость — пожалуй, основной аргумент в пользу этой модели. Котёл стоит почти в два раза дешевле европейских аналогов.

#### Экономичность

В среднем за отопительный сезон длительностью семь месяцев, для отопления площади в  $100 \text{ м}^2$ , котёл потребляет от 3.5 до 4.0 тонн пеллет. Это очень хороший показатель среди аналогичных по мощности моделей других производителей.

#### Высокий КПД

Благодаря конструктивным особенностям пеллетного котла, внутри котла происходит максимальный теплосъём, о чём свидетельствует низкая температура дымовых газов. КПД котла при этом достигает 92–94%.

#### Контур ГВС

Котёл на пеллетах <u>Kiturami KRP-20A</u> — двухконтурный. Наличие контура горячего водоснабжения позволяет сэкономить на бойлере косвенного нагрева или электробойлере. Котёл способен производить санитарную горячую воду температурой 60°С в объёме 9 л/мин.

#### Система пожаротушения

В конце линии подачи пеллет, на входе в горелку, для предотвращения возникновения пожара установлен датчик температуры. При превышении температуры в 95°С открывается электромагнитный клапан и возгорание заливается водой из специального резервуара.

#### Большой объём теплоносителя

Объём теплоносителя в теплообменнике пеллетного котла <u>Kiturami</u> составляет 160 л. Это примерно в два раза больше, чем у аналогичных моделей других производителей. За счёт большого объёма исключается негативное влияние низкой температуры теплоносителя в обратном трубопроводе («обратке») на работу котла. Также это позволяет значительно сократить время прогрева всей системы отопления.

#### Пневмоочистка теплообменника

Для очистки поверхности теплообменника от оседающей на нём золы, сажи, копоти и смол, пеллетный котёл дополнительно оборудован системой автоматической очистки. Она производится электроприводом, который создаёт вибрацию турбулизаторов в дымовых каналах теплообменника. Периодичность этого процесса контролируется блоком управления. В зависимости от зольности пеллет, очистка котла может производиться от одного раза в неделю до одного раза в месяц.

#### Выносной терморегулятор

Наличие данного устройства позволяет контролировать и управлять режимами работы и устанавливать параметры пеллетного котла находясь на удалении от котельной.

К недостаткам <u>Kiturami KRP-20A</u> можно отнести следующие факторы.

#### Электрозависимость

Как и все разновидности пеллетных теплогенераторов, котёл <u>Кiturami KRP-20A</u> энергозависим. Электропитание необходимо для работы вентилятора горелки, двигателя шнека, привода очистки, блока управления и электрического ТЭНа. Однако котёл потребляет незначительное количество электричества. Самое большое потребление создаёт электрический ТЭН. В режиме розжига пеллет он потребляет порядка 320 Вт.

#### Образование шлака

Использование пеллетного топлива низкого качества приводит к образованию так называемых «коржей» из шлака на колосниках горелки. Они представляют собой спёкшиеся при высокой температуре частицы пеллет. Этот процесс мешает нормальной работе пеллетного котла и приводит к возникновению копоти, увеличению расхода топлива на 20–30%, а следовательно, к уменьшению КПД отопи-

тельного прибора. Для борьбы с этим явлением в состав модели <u>Kiturami KRP-20A</u> включён блок механической очистки колосника от запёкшихся топливных гранул.

#### Котлы Kiturami серии KF

Единственный представитель своей серии, автоматический двухконтурный твёрдотопливный агрегат КF-35А пиролизного типа обладает мощностью в 29 кВт и способен согреть помещение до 240 м². Модель <u>Кiturami KF-35А</u> известна своей исключительно комфортной эксплуатацией: котёл сжигает древесину длительное время при одной закладке и позволяет сэкономить на топливе. Одна полная закладка топлива, в свою очередь, даёт возможность непрерывной работы агрегата в течение дня. Производительность нагрева хозяйственной воды — 14,7 л/мин., КПД составляет 91,5 %.



Напольный твёрдотопливный двухконтурный котёл <u>Kiturami</u> серии <u>KF</u>

Преимущества конструкции: вместительная камера загрузки на 50 кг; нержавеющий теплообменник; керамическая форсунка между первой и второй зонами сгорания способствует полному дожигу топлива и пиролизных газов; большой загрузочный люк; возможность закладки длинных дров; вентилятор наддува поддерживает стабильный очаг в топке; вторичная камера сгорания оснащена устройством отвода пиролитической жидкости; золоприёмник в виде ящика.

Управление агрегатом осуществляется через блок управления СТС-3550; для дистанционной настройки сжигания применяется термостат-регулятор СТR-6070.

Компания <u>Kiturami</u> долгие годы является признанным лидером по производству отопительного оборудования в Южной Корее. Со дня своего основания в 1962 году компания наработала огромную базу знаний и технологий для производства отопительного оборудования высочайшего качества. ●





#### 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 A276-06\*. 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 нержавеющих 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 <u>ГОСТ ISO 3506-2014</u> [1]). Таким образом, на территории Российской Федерации в нормативном порядке было утверждено обозначение нержавеющих сталей для производства крепёжных изделий, принятое во всём мире международным стандартом ISO 3506 (табл. 1).

Аналоги американским сплавам AISI среди марок нержавеющих сталей по российскому стандарту <u>ГОСТ ISO 3506-2014</u> [1]

табл. 1

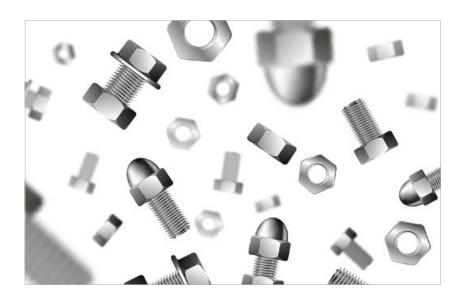
C         Si         Mn         P         S         Cr         Mo         Ni         Прочие           Аустенитные стали           A2         по ГОСТ ISO 3506         0,10         1,0         2,0         0,050         0,03         15-20         -*2         8-19         Cu ≤ 1,0*3           304L         по ASTM A276-06         0,03         1,0         2,0         0,045         0,03         18-20         -         8-12         -	÷4						
<b>A2</b> no <u>FOCT</u> 0,10 1,0 2,0 0,050 0,03 15-20 $-*2$ 8-19 Cu $\leq$ 1,0*3: 150 3506 <b>304L</b> no ASTM 0,03 1,0 2,0 0,045 0,03 18-20 - 8-12 -	÷4						
1SO 3506  304L no ASTM 0.03 1.0 2.0 0.045 0.03 18-20 - 8-12 -	:4						
<b>304</b> no <u>ASTM</u> 0,08 1,0 2,0 0,045 0,03 18–20 – 8–11 – <u>A276–06</u>							
<b>A3</b> no $\frac{\Gamma OCT}{ SO 3506}$ 0,08 1,0 2,0 0,045 0,03 17–19 $-*2$ 9–12 Cu $\leq$ 1,0							
<b>321</b> no <u>ASTM</u> 0,08 1,0 2,0 0,045 0,03 17–19 – 9–12 Ti: 5×(C+N)	≤ 0,70						
<b>A4</b> no <u>FOCT</u> 0.08 1.0 2.0 0.045 0.03 16-18.5 2-3 10-15 Cu $\leq$ 4.0 $\frac{150 \ 3506}{1}$							
<b>316L</b> no <u>ASTM</u> 0,03 1,0 2,0 0,045 0,03 16–18 2–3 10–14 – <u>A276–06</u>							
<b>316</b> no ASTM 0,08 1,0 2,0 0,045 0,03 16–18 2–3 10–14 – A276–06							
<b>A5</b> no <u>FOCT</u> 0.08 1.0 2.0 0.045 0.03 16-18.5 2-3 10.5-14 $Cu \le 1.0$ ; $Su = 10.5 - 14$ $Cu \le 1.0$ ; $Su = 10.5$	8						
<b>316Ti</b> no <u>ASTM</u> 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						
Ферритные стали							
<b>F1</b> no <u>ΓOCT</u> 0,12 1,0 1,0 0,040 0,03 15−18 −*2 ≤ −  SO 3506							
<b>430</b> no <u>ASTM</u> 0,12 1,0 1,0 0,040 0,03 16−18 − ≤ 0,75 − <u>A276−06</u>							
Мартенситные стали							
<b>C1</b> no <u>FOCT</u> 0,09- 1,0 1,0 0,050 0,03 11,5-14 - 1 - <u>ISO 3506</u> 0,15							
<b>410</b> no ASTM 0,08- 1,0 1,0 0,040 0,03 11,5-13,5 <u>A276-06</u> 0,15							
<b>420</b> no ASTM $\geq 0.15$ 1.0 1.0 0.040 0.03 12-14							

<sup>\*</sup> ASTM — Американское общество по испытанию материалов (American Society for Testing and Materials, ASTM International) — международная организация, разрабатывающая и из-

дающая добровольные стандарты для материалов, продуктов, систем и услуг

триводены 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 %.

<sup>\*4</sup> 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 A2 взамен американской группе сталей 304-й серии и маркировка A4 — взамен 316-й.

На территории Российской Федерации в нормативном порядке было утверждено обозначение нержавеющих сталей для производства крепёжных 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  $\Gamma$ OCT ISO 3506 [1] имеют достаточно

широкие пределы допустимого содержания легирующих элементов. Поэтому американским сплавам AISI совсем несложно подобрать аналоги\* среди марок нержавеющих сталей по российскому стандарту для крепёжных 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 A2 и A4.

Поэтому при необходимости использования крепежа, изготовленного из нержавеющих сталей по американским стандартам, отечественный стандарт <u>ГОСТ ISO 3506</u> [1] допускает замену на аналогичные крепёжные изделия из отечественных марок сталей. •

 ГОСТ ISO 3506-2014. Механические свойства крепёжных 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 нержавеющих крепёжных изделий.



### НЕРЖАВЕЮЩИЙ КРЕПЁЖ ИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МАРОК СТАЛЕЙ

Компания BEST-Крепёж специализируется на поставках крепёжных и такелажных элементов из нержавеющих сталей марок A2 и A4 по ГОСТ ISO 3506.

По американским стандартам ASTM к ним относятся коррозионностойкие 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



#### Система отопления — прошлое и настоящее

«Автоматическими регуляторами температуры можно при центральном отоплении (как паровом, так и водяном) точно устанавливать по желанию <mark>постоянную температуру</mark> помещения». Эта инструкция приведена в справочной книге Hütte издания 1917 года со сноской на более ранний источник на немецком языке за 1910 год. Судя по документам, централизованное отопление с автоматическими регуляторами температуры (нынешние настроечные и термостатические клапаны) уже действовало в Германии и царской России на рубеже XIX-XX веков, то есть этой технологии более 120 лет. А какие ещё достижения технической революции того времени дожили до наших дней?

**Автор:** Анар ГАСИМОВ, журналист-обозреватель



:: Современная копия чугунного радиатора конца XIX века с цветочным рисунком в стиле рококо и завитушками сверху (бренд Castrads, серия Rococo), излучающая гламур и декаданс ушедшей эпохи, и чугунная батарея времён советского рационализма (справа)

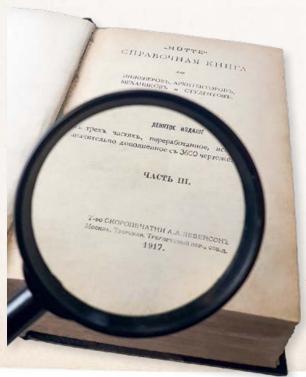
#### От печей до радиаторов

На рубеже XIX–XX веков централизованная система парового и водяного отопления стала пользоваться спросом не только в Европе, но и в Российской империи. Отопительные приборы, как грибы после дождя, начали появляться в домах состоятельных граждан, а также в административных зданиях. Причём внешний облик и функции дореволюционных радиаторов за два века абсолютно не изменились. Их чугунные потомки по типовой схеме выпускались в СССР в огромном количестве, некоторые благополучно дожили до наших дней в домах старой постройки, «сталинках» и «хрущёвках».

Технические характеристики чугунных радиаторов той эпохи отражены в справочнике Hütte 1917 года (часть III): «Подробные испытания на теплопередачу вышеуказанных приборов и потери в них напора (расход силы) были произведены в Королевском техническом университете в Берлине» (см. немецкое техническое издание «Уведомления Испытательного института систем отопления и вентиляции» 1910—1913 годов [1]).

Приобрести и установить подобную передовую систему отопления в начале XX века могли позволить себе лишь «избранные», а остальные продолжали греть чугунные и кирпичные печки и использовать другие системы отопления. В Советском Союзе дедовские печки не исчезли, наоборот, их стало больше у жителей деревень, посёлков и провинциальных городов. Многие продолжали готовить на печках пищу. Их теплоотдача регулировалась через тягу, а в некоторых «дымовые газы направлялись книзу для нагревания пола», что отмечено в справочной книге Hütte.

В Нütte приводятся коэффициенты полезного действия печей в единицах тепла (ЕТ): изразцовые печи — от 500 до 600 ЕТ, чугунные печи — 2500 ЕТ, печи продолжительного горения — от 1000 до 1500 ЕТ. Однако самыми эффективными считались отопительные приборы, подключённые к водяному отоплению низкого давления (ВОНД) с температурой воды до 100 °С или водяному отоплению среднего давления (ВОСД) с температурой воды до 120 °С. Подробнее о системах ВОНД и ВОСД будет рассказано ниже.





:: Справочная книга Hütte 1917 года поможет проследить за историей систем отопления

#### Альтернативные системы отопления

До повсеместного внедрения паровых и водяных систем отопления в жилых и административных зданиях, хозяйственных и других постройках применялась разная техника обогрева. Информация об этом изложена в справочнике Hütte (часть III) на стр. 558–559. Ниже приводятся некоторые отрывки.

- 1. Отопление каналами. «Горизонтальные или восходящие каналы из кирпичной кладки или чугуна, по которым проходят продукты горения (эта система чаще всего применялась в оранжереях, теплицах, церквях)». Однако отопление каналами считалось негигиеничным и обладало низкой степенью полезного действия.
- 2. Отопление газом. Эта система применялась в частных случаях для помещений, нагреваемых редко и в течение непродолжительного времени. Тепло в помещения поступало непосредственно от газовых печей. Премуществом данной системы являлась лёгкая регулируемость теплопередачи, быстрое достижение необходимой температуры, отсутствие потерь тепла в трубопроводах, простота в техническом обслуживании и ремонте. Отопление газом не нашло широкого применения из-за большой стоимости эксплуатации, высокой опасности утечки газа и риска взрыва.
- **3. Отопление нефтью.** Эта система использовалась лишь для топки котлов в системах центрального отопления. Отметка в справочнике: «Для местного отопления не рекомен-

В объемное может почем в почем в

:: Стр. 556 части III немецкой справочной книги Hütte 1917 года, на которой рассказывается о системах центрального отопления

дуется ввиду негигиеничности, проникания продуктов горения в отапливаемые помещения и опасности взрыва».

4. Отопление электричеством. Ввиду дороговизны эксплуатации эта система применялась только в исключительных случаях, например, для обогрева салона электрических трамваев, небольших нагревательных приборов из проволочных сопротивлений, применяемых в больничных помещениях и т.д.

Кто бы мог подумать, что спустя 100 лет, в технически «продвинутом» XXI веке электричество вновь подорожает и станет ресурсом, который нужно экономить. В этой связи спрос на электрические обогреватели, конвекторы и тёплые полы резко снизился, особенно в странах Западной и Северной Европы. Чрезмерная расточительность электрических отопительных приборов стала ощутимо бить по карману потребителей.

Многие европейцы начали переключаться на альтернативные системы обогрева, в частности, на водяной тёплый пол, циркуляция теплоносителя в котором осуществляется с помощью электронасоса. Причём этот насос не всегда входит в готовый комплект арматуры для тёплого пола. Некоторые производители выпускают насосно-смесительные узлы без насоса, чтобы потребитель мог самостоятельно выбрать электроприбор, в зависимости от своего бюджета, условий и параметров помещения, в котором планируется установить водяной тёплый пол. На рынке можно найти недорогие и экономичные насосы.



#### Без электричества

Более расчётливые европейцы, строго контролирующие свой семейный бюджет, подключают к системе отопления в своих домах компактный прибор, который не присоединяется к электросети и не расходует электроэнергию, поскольку работает в автоматическом режиме. Он помогает обогреть не только пол, но и подоконник, и даже стены. Речь идёт о регулировочном модуле для комбинированных систем отопления, на российском рынке он пока мало известен.



Специальные регулировочные модули для комбинированных систем отопления позволяют добавить в них дополнительный контур с тёплым полом, стеной или подоконником с обогревом



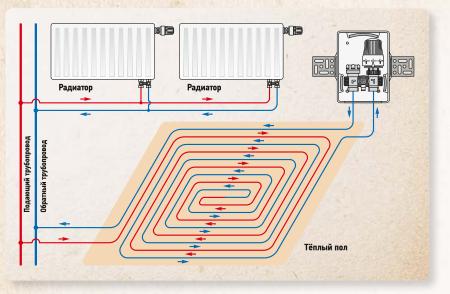








Печное канальное отопление в России чаще всего применялось в храмах. Источником тепла служила объёмная печь из огнеупорного кирпича, которую с началом холодов загружали дровами и непрерывно топили до весны. Горячие дымовые газы направлялись в сложную систему горизонтальных и вертикальных воздуховодов (в том числе вида «труба в трубе») в полу и стенах здания и обеспечивали обогрев помещений до температуры не более 10–12°С, регулируемый чугунными заслонками. Печные воздуховоды имели большую площадь сечения и нуждались в тщательной герметизации.



:: Применение регулировочного модуля для создания дополнительного теплового контура

Интересную информацию об этом приборе можно найти в интернете:

«Дополнительные петли (контуры) с тёплым полом, стеной или подоконником с обогревом являются эффективной, экономичной и недорогой альтернативой системой отопления, способной заменить в доме громоздкие, энергорасточительные электрообогреватели и сплит-системы. К тому же модули — это не электроприборы, они работают в автоматическом режиме и не требуют подключения к электросети, что благоприятно сказывается на семейном бюджете.

Эти устройства позволяют врезать дополнительную петлю (контур) с тёплым полом, стеной или подоконником с обогревом в высокотемпературную и низкотемпературную и системы отопления. В обеих системах температура в неотапливаемой зоне будет контролироваться автоматическим регулятором температуры теплоносителя, встроенным в оба модуля. Причём один модуль даёт возможность смонтировать несколько петель (контуров), например, тёплый пол со стеной, обогреваемую стену с подоконником или подоконник с тёплым полом».

Следует отметить, что автоматический модуль можно установить только в действующей системе радиаторного отопления в частном доме или на даче, чтобы охватить неотапливаемые зоны и помещения, где нет радиаторов, но есть труба центрального отопления. Дополнительную петлю с прибором можно также установить в помещении с радиатором, который не справляется с обогревом помещения, поэтому пол или стены, например, в туалете или ванной комнате, требуется также утеплить.

#### Развитие централизованного отопления

А теперь вернёмся на 100 лет назад. В части III, в отделе 6 «Вентиляция и отопление», подразделе II «Отопление» справочной книги Hütte приведены нормативы «Наружная и внутренняя температуры». В них регламентируется температура, которая должна соблюдаться внутри помещений с наступлением холодного сезона во всех регионах Российской империи:

«Температура t помещения на высоте 1,5 м от пола (должна составлять):

- □ в больничных палатах +22°;
- □ в жилых и торговых помещениях +20°;
- в аудиториях и местах заключения +18°;
- □ в залах для собраний, выставок, проходов, лестничных клетках от +10° до +18°;
- □ в теплицах +15°;
- □ в оранжереях +25°;
- □ в церквях от +10° до +12°;
- □ для ванных помещений +22°;
- □ в сараях +15°».



Раздел 6 «Вентиляция и отопление» в части III справочника Hütte 1917 года

Для поддержания внутри помещений предписанных температур в Российской империи развернули программу установки «Системы центральных отоплений». Отрывок из её премуществ: «Топка и обслуживание достигается в одном центральном месте (подвале), внутри отапливаемых помещений не приходится перемещать угля, золы, шлаков, достижение равномерной и легко регулируемой температуры помещения, нет сквозняков, возможность выгодной эксплуатации, применение дымосжигающих топок, уменьшение сажи и дыма в городах».

В царской России предпочтение отдавали системе водяного отопления низкого давления (ВОНД). В её преимущества входили:

- □ температура нагревательных поверхностей менее +100°C (большей частью менее +85°C);
- не происходит пригорания пыли;
- 🗆 умеренная и равномерная теплопередача;
- безукоризненная в гигиеническом отношении отопительная система;
- хорошая регулировка;
- □ бесшумность;
- экономная эксплуатация;
- □ длительная продолжительность службы.

Система ВОНД устанавливалась в жилых помещениях, школах, больницах, зданиях для управлений, музеях, торговых домах и т.д. Данная система распределяла тепло через нагревательные приборы, которые «снабжались клапанами, допускающими двойную их установку; одна установка служит для разового урегулирования всей системы, вторая — для частичного регулирования каждого отдельного нагревательного прибора», — отмечено в справочнике Hütte.

За прошедшие 100 лет классическая система радиаторного отопления не устарела, и даже регулировочные клапаны, изобретённые на рубеже XIX–XX веков, по-прежнему в строю. Хотя некоторые детали и материалы, конечно, усовершенствовались. Теперь, посредством современных полимерных труб, в систему радиаторного отопления частного дома можно врезать отдельные петли тёплого пола, подоконника, стен, однако сама идея, родившаяся в далёкие годы технической революции, остаётся неизменной.

С выходом в носмос и изобретением ядерного оружия человек продолжает получать тепло от старого доброго радиатора с циркулирующей внутри горячей водой, и никакие кризисы, войны и санкции не могут изменить этого уклада.

Mitteilungen der Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungseinrichtungen [Уведомления Испытательного института систем отопления и вентиляции]. Hefte I-IV [Выпусни I-IV]. Königliche technische Hochschule zu Berlin [Королевский технический университет в Берлине]. R. Oldenburg [Изд-во «Р. Ольденбург»]. München; Berlin [Мюнхен; Берлин]. 1910–1913.



### Новые времена — новые решения

Сегодня мир изменился полностью. Что было ценным раньше, сейчас не имеет значения. Происходит переоценка ценностей. Цели, фокусы, ориентиры меняются. И в это турбулентное время компания «Фриске» (Frisquet) не только продолжает работать, но и предлагает рынку новые решения.

Системы отопления в домах потихоньку приходят в негодность: где-то заканчивается срок службы котла, заявленный производителем, где-то оборудование просто морально устарело. Вместе с котлом изнашивается и отопительная система в целом. Однако не всегда при смене котла систему отопления получается восстановить до её «первозданного» вида. Здесь мы сталкиваемся с тем, что при замене котлов есть разнообразные ограничения.

Большинство новых энергоэффективных котлов имеют высокие требования к качеству теплоносителя и чистоте в системе отопления. В этих случаях не всегда возможно использовать конденсационные котлы. Следует также уделить большое внимание и системам дымоудаления. Традиционно напольные котлы большой мощности были атмосферными и подключались к вертикальным дымоходам или дымовым каналам, которые со временем также пришли в негодность. Переделка систем отопления и дымоходов не всегда может ограничиться простым косметическим ремонтом в доме. Часто реставрация дымоходов осуществляется при помощи гильзования дымохода, что приводит к его заужению и в дальнейшем накладывает ограничения на мощность котла мощность уменьшается.

На сегодняшний день французская компания Frisquet, лидер рынка отопительного оборудования Франции, готова предложить альтернативное решение и для таких случаев. С 2022 года французский производитель ввёл в ассортиментную линейку турбированные котлы мощностью 45 кВт (настенные и напольные). Эти котлы могут подключаться как к раздельной системе дымоудаления диаметром 80 мм, так и к коаксиальным дымоходам 125/80 мм. Вариант такой замены в значительной степени сокращает затраты на реновацию и позволяет широко использовать данные модели как в старых системах, так и в новых.

Компания <u>Frisquet</u> не отходит от своих традиций и по-прежнему во всей ассортиментной линейке своих котлов использует жаротрубную конструкцию теплообменников, сделанных из меди. Медные теплообменники зарекомендовали себя с самой лучшей стороны по надёжности использования в различных условиях эксплуатации.

Двадцатилетний срок службы, заявленный производителем, позволяет клиенту надолго забыть о проблемах теплоснабжения своего дома.

С отказом большинства производителей от производства чугунных котлов спрос на традиционные решения систем теплоснабжения на российском рынке не упал. Замещение оборудования на конденсационные котлы не всегда является приемлемым. В этом случае хорошей альтернативой может послужить котельное оборудование серии Evolution французской компании Firsquet.

Простота в монтаже и надёжность в использовании этих моделей позволяет снизить затраты по сравнению с установкой конденсационной техники.

Универсальность конструкции обеспечивает высокую взаимозаменяемость запасных частей во всей линейке котлов серии Evolution, а их наличие на складах представительства и партнёров даёт гарантию комфортного климата в доме при любой температуре за окном.





#### XIX Международная выставка «Котлы и горелки 2022»: итоги

13–16 сентября 2022 года при информационной поддержке журнала СОК в Санкт-Петербурге, в КВЦ «Экспофорум» состоялась XIX Международная выставка «Котлы и горелки», известная отраслевая площадка в области теплоэнергетики. Организатор — ВО «Фарэкспо».



В рамках выставки специалисты знакомились с передовыми технологиями и оборудованием компаний-участников, рассматривали проблемы импортозамещения, информационной, энерго- и экологической безопасности, развитие малой энергетики в отдельных отраслях экономики.

В выставке участвовали лидирующие компании рынка отопительного оборудования: ООО «Агуна Тепло», АО «НПП «Алмаз», ООО «Балтгаз», ООО «Дорогобужкотломаш», ООО «Тульский завод газового оборудования», АО «Сухоложский огнеупорный завод», ООО «Паллант инжиниринг», ООО «Морган Термал Керамикс Сухой Лог» и другие.

Впервые выставке приняли участие производители из Турции, которые входят в «Союз турецких экспортёров в сфере HVAC&R» (Turkish HVAC&R Exporters). Данный союз привёз на выставку коллективный стенд производителей отопительного оборудования, на котором были представлены такие компании, как: Akkaya Boilers Inc., Alfa Boiler Energy and Environmental Investments Inc., Bariş Teknolojik Tesisat Sistemleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şirketi, Cukurova Isi A.Ş., Ekotek Isi Teknolojileri San. Tic. Ltd. Şti, Gökçe Brülör ve Isi Sanayi Ticaret A.Ş., Isievi Makina, Ltd.,

Tanpera Teknoloji ve Endüstriyel Ürünler A.Ş., Termo Isi Sistemleri TiC. ve San. A.Ş. и многие другие.

Компании — участники выставки — представили широкое разнообразие технологий и новинок, чем вызвали оживлённый интерес среди специалистов.

XI Международный конгресс «Энергосбережение и энергоэффективность. IT-технологии. Энергобезопасность. Экология» стал ключевым мероприятием выставки «Котлы и горелки 2022».

Состоялась пленарная сессия «Повышение энергоэффективности российской энергетики в современных условиях трансформации мировой энергетики». Прошёл семинар «Информационная безопасность как инструмент развития современной энергетики», где обсудили цифровые модели информационной безопасности и их роль в современном мире и практические аспекты построения систем безопасности для отдельных секторов энергетической отрасли. В рамках круглого стола «Новая государственная программа "Энергосбережение и энергоэффективность". Задачи и вызовы» прошла презентация её основных положений, а также по итогам обсуждения внесены предложения по её совершенствованию.









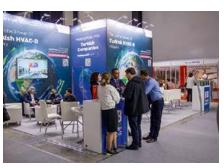


Во время круглого стола «Курс на импортозамещение в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК). Современное оборудование — новые вызовы и задачи» подняли такие вопросы, как повышение инновационной активности компаний и удовлетворение внутреннего спроса на энергоресурсы, технологии и услуги в сфере энергетики. Также прошла сессия «Удалённые населённые пункты: энергоэффективность, IT-технологии, экологичность», организованная Научно-экспертным советом (НЭС) при Рабочей группе Совета Федерации ФС РФ по мониторингу и реализации законодательства в области энергетики и Национальной ассоциации по водоснабжению и водоотведению (НАВВ).

Состоялся круглый стол «Проектирование, производство, монтаж и эксплуатация энергоисточников в новых экономических реалиях», где обсудили организационные и технологические аспекты работы в условиях действующих ограничений, выбор оборудования, координацию деятельности проектировщиков, производителей, монтажников, эксплуатационников.









# Методики расчёта теплоизбытков при проектирова- нии систем кон- диционирования воздуха

Центральное место при расчёте систем кондиционирования воздуха, без сомнения, занимает определение фактических теплоизбытков в помещениях. По величине фактических теплоизбытков подбирают холодопроизводительность системы кондиционирования. И несмотря на то, что этот вопрос достаточно изучен, результаты расчёта требуемой производительности кондиционера у различных проектировщиков могут очень сильно отличаться друг от друга.

**Автор:** С.В. БРУХ, технический редактор <u>журнала СОК</u>

Помимо нюансов, упомянутых во вступлении к статье, не нужно забывать и о давлении поставщиков оборудования, поскольку чем меньше расчётная производительность оборудования, тем ниже его стоимость, тем выше шансы выиграть тендер у заказчика. Поэтому очень часто в реальных проектах или коммерческих предложениях требуемая производительность оборудования бывает занижена. Хорошо это или плохо, мы и разберёмся в данной статье. В итоге научимся определять требуемую производительность по холоду систем кондиционирования воздуха. Но для начала необходимо определиться с некими важными начальными условиями, которые будут влиять на дальнейшие расчёты.

Чем меньше расчётная производительность оборудования, тем ниже его стоимость, тем выше шансы выиграть тендер у заказчика. Поэтому часто в реальных проектах или коммерческих предложениях требуемая производительность оборудования бывает занижена

ся производительности компьютерной техники. Плюс назначение помещений может несколько поменяться, или просто добавится одно рабочее место. Поэтому должен быть небольшой запас.

3. Фактическая производительность кондиционера никогда не будет завышенной.



#### Требуемая точность расчётов

Во-первых, давайте задумаемся вот над каким вопросом: с какой точностью необходимо считать и подбирать оборудование? Я видел в проектах цифры теплоизбытков с точностью до одного ватта, например, 8324 Вт. Однако определение фактической производительности точнее ±5% никому не нужно по следующим причинам:

- 1. Подбираемое оборудование обладает дискретностью. То есть, если вы рассчитали требуемую производительность, и она равна, например, 3 кВт холода, вы не можете подобрать кондиционер на 3 кВт, так как ближайшая меньшая модель оказывается 2,8 кВт по холоду, а ближайшая большая 3,6. Соответственно, в проект ставится ближайшая большая модель с запасом производительности 20%, и это абсолютно нормально.
- 2. Расчёт теплоизбытков производится в данный момент. Что не совсем правильно, поскольку период эксплуатации кондиционеров от восьми до 25 лет. Со временем, естественно, изменятся теплопритоки, хотя бы за счёт увеличивающей-

Система автоматического регулирования изменит мощность по холоду в соответствии с балансом теплоизбытков. А энергетическая эффективность инверторного кондиционера при загрузке 60–80% как раз максимальна.

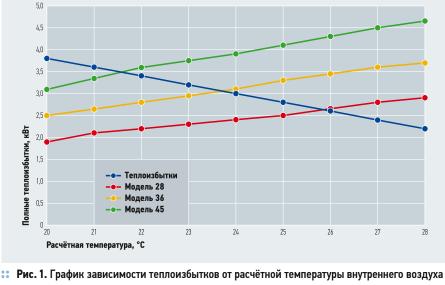
Поэтому для нашего примера выше я бы указал теплоизбытки не 8324 Вт, а 8300 Вт. Ещё одна рекомендация: оборудование необходимо подбирать с небольшим запасом (10–20%). Это абсолютно нормально и благоприятно скажется не только на эффективной работе, но и увеличит срок эксплуатации.

#### Явные или полные теплоизбытки?

Следующий вопрос, который часто остаётся непонятым: нужно считать явные теплоизбытки или полные? Ответ на этот вопрос лежит на поверхности, нужно лишь взглянуть на таблицу производительности любого внутреннего блока VRF-системы, сплит-системы или фанкойла. В таблицах характеристик указаны явная и полная производительность внутреннего блока в зависимости от влажности воздуха в помещении. В итоге мы видим, что, во-первых, явная производительность снижается при повышении влажности в помещении. Полная производительность, наоборот, не зависит от окружающей влажности. Дело в том, что полные теплоизбытки учитывают тепловую энергию, которая расходуется в том числе на испарение водяного пара. А явные — только на повышение температуры внутреннего воздуха. Полная производительность внутреннего блока равна сумме явной производительности (которая приводит к понижению температуры внутреннего воздуха) и скрытой производительности (которая равна энергии конденсации влаги во внутреннем воздухе).

Поскольку внутренний блок охлаждает влажный воздух, часть влаги из воздуха конденсируется и удаляется из блока через дренаж. Следовательно, часть энергии холода неизбежно тратится на конденсацию влаги (скрытая теплота). Теоретически, можно посчитать только явные теплоизбытки в помещении и попытаться подобрать внутренний блок по явной производительности. Но вот в чём проблема: задать и поддерживать относительную влажность воздуха в помещениях с помощью VRF-систем невозможно (да и нет необходимости), поэтому фактически посчитать явную производительность блока также невозможно, поскольку мы не знаем относительной влажности в помешении.

Полная производительность блока не зависит от влажности (так как сумма явной и скрытой производительности равна энергии испарения фреона во внутреннем блоке), поэтому на неё уже можно опираться при расчёте. Следовательно, более правильно считать именно полные теплоизбытки и полную производительность внутренних блоков.



#### Требуемая температура внутреннего воздуха

Параметр, который оказывает колоссальное влияние на расчёт полных теплоизбытков и, соответственно, на стоимость системы кондиционирования.

Я думаю, тут уместно будет разместить график, который объясняет процессы охлаждения помещений при разной температуре внутреннего воздуха (рис. 1).

Теперь давайте рассмотрим, как ведёт себя функция теплоизбытков (синяя) от температуры внутреннего воздуха (рис. 1). Во-первых, можно отметить, что она линейна. Чем ниже температура внутреннего

Чем ниже температура внутреннего воздуха, тем глубже необходимо охлаждать приточный вентиляционный воздух в помещении, тем больше нагрузка на внутренний блок системы кондиционирования



воздуха, тем глубже необходимо охлаждать приточный вентиляционный воздух в помещении, тем больше нагрузка на внутренний блок системы кондиционирования. Угол наклона этой линии определяется величиной воздухообмена помещения. Чем выше кратность воздухообмена, тем выше доля теплоизбытков от приточного воздуха, тем больше угол наклона. При определённой температуре внутреннего воздуха может сложиться такая ситуация, что теплоизбытки помещения будут равны нулю. Это означает, что приточный вентиляционный воздух полностью ассимилирует внутренние теплоизбытки за счёт повышения своей температуры и система кондиционирования не нужна. В нашем случае эта температура около +35°C. Далее — кривые производительности внутренних блоков системы кондиционирования. 28, 36, 45 — это обозначение моделей стандартной «линейки» внутренних блоков. Чем ниже температура внутреннего воздуха, тем быстрее падает производительность внутреннего блока, тем больше наклон кривой.

Итак, какие интересные выводы можно сделать из рис. 1? Во-первых, стандартная температура для систем кондиционирования воздуха равна +27°C. Именно при этой температуре внутренний блок выдаёт производительность, указанную в каталоге. Поэтому, если проектировщик указывает в спецификации фактическую производительность, равную номинальной, это означает расчётную температуру воздуха +27°C. Конечно, это ошибка, но, тем не менее, эта ошибка очень часто встречается в проектах. При температуре +27°C теплоизбытки нашего помещения будут равны 2450 Вт. Нам подойдёт модель с индексом 28, которая при +27°C выдаст производительность 2800 Вт.

Допустим, мы выбираем температуру внутреннего воздуха +25 °C. Это верхний предел оптимальной температуры по российским нормам. При этой температуре величина теплоизбытков в помещении равна 2800 Вт, и нам подойдёт уже следующая модель внутреннего блока с индексом 36, которая выдаст производительность 3300 Вт. При выборе оптимально комфортной температуры +23 °C теплоизбытки помещения будут равны 3150 Вт и нам подойдёт модель с индексом 45 с производительностью 3700 Вт.

хотя бы для примерной оценки стоимости оборудования:

- жилые помещения 80–150 Вт/м²;
- □ офисные помещения 120–220 Вт/м²;
- $\square$  залы совещания, серверные и помещения, насыщенные тепловыделяющим оборудованием, 150–350 Вт/м<sup>2</sup>.
- 2. Методика, привязанная к объёму обслуживаемого помещения. Допустим, мы имеем 35–50 Вт/м<sup>3</sup> плюс теплопоступления от находящихся в помещении людей и оборудования. Но сам по себе один квадратный или кубический метр



И, наконец, если по желанию заказчика в помещении необходимо поддерживать температуру +20°C, то теплоизбытки становятся равны 3800 Вт, и ни одна из рассмотренных моделей не сможет поддержать эту температуру. Нужна модель с индексом 56. То есть эти примеры показывают, какое сильное влияние на расчёт теплоизбытков и выбор типоразмера внутреннего блока оказывает выбор расчётной температуры внутреннего воздуха.

Теперь рассмотрим непосредственно методики расчёта теплоизбытков, которых на сегодня известно достаточно много. Все они являются в большей или меньшей степени укрупнёнными. Рассмотрим их от самых простых до сложных.

1. Методика, привязанная к площади обслуживаемых помещений. Определённая цифра удельных теплоизбытков умножается на площадь обслуживаемого помещения. Конечно, помещения бывают разные. Я согласен также с тем, что офис в Москве и, например, точно такой же в Волгограде будут иметь разные удельные теплоизбытки. Но при достаточном опыте можно использовать эту методику помещения не выделяет тепло, которое нужно ассимилировать кондиционером. Поэтому более правильно считать теплопоступления не по «квадратам», а по источникам тепла.



3. Методика, привязанная к источникам тепловыделений в помещениях. Для расчёта требуемой (максимальной) мощности любого кондиционера необходимо определить избытки тепла в охлаждаемом помещении по формуле:

 $Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5$ , кВт, где  $Q_1$  — теплопоступления от солнечной радиации, кВт;  $Q_2$  — теплопоступления от искусственного освещения, кВт;  $Q_3$  — теплопоступления от находящихся в помещении людей, кВт;  $Q_4$  — теплопоступления от офисного оборудования и бытовой техники, кВт;  $Q_5$  — теплопоступления от вентиляционного воздуха, кВт.

#### Теплопоступления от солнечной радиации

В большинстве случаев тепловая нагрузка от солнечного излучения, которое бывает прямое и рассеянное, в общественных и административных зданиях может составлять до 50% в общем балансе теплопоступлений. Величина солнечной радиации зависит в первую очередь от ориентации и площади окон. Расчёт теплопоступлений от солнечной радиации очень подробно изложен в [1]. Кратко его рассмотрим.

Поступления теплоты от солнечной радиации  $Q_1$  через остеклённые световые проёмы и массивные ограждающие конструкции зданий для наиболее жаркого месяца года (июля) следует рассчитывать по формуле:

$$Q_1 = \sum Q_{\text{ok}} + \sum Q_{\text{ct}},$$

где  $\sum Q_{\rm ok}$  — сумма тепловых потоков через окна, Вт;  $\sum Q_{\rm cr}$  — сумма тепловых потоков через стены, Вт.

Тепловой поток через окна, в свою очередь, состоит из тепловых потоков прямой и рассеянной солнечной радиации:

$$Q_{\rm OK} = (q_{\rm np} K_1 + q_{\rm p} K_2) K_3 K_4 F_{\rm oK},$$
 где  $q_{\rm np}$  — поверхностная плотность теплового потока прямой солнечной радиации через остеклённый световой проём в июле в конкретный час суток, для конкретной широты и для конкретной ориентации окна,  ${\rm BT/m^2}$ ;  $q_{\rm p}$  — поверхностная плотность теплового потока рассеянной солнечной радиации через остеклённый световой проем в июле в конкретный час суток, для конкретной широты и ориентации окна,  ${\rm BT/m^2}$ ;  $K_1$  — коэффициент облучённости прямой солнечной радиацией;  $K_2$  — коэффициент облучённости рассеянной солнечной радиацией;  $K_3$  — коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств (шторы, маркизы, жалюзи и т.д.);  $K_4$  — коэффициент теплопропускания остекления световых проёмов;  $F_{\rm ok}$  — площадь окна,  ${\rm M^2}$ .



•• Фото 1. Башни-«близнецы» Аль-Бахар (29 этажей, 145 м) в ОАЭ с кинетическими энергоэффективными фасадами оборудованы автоматическими регулируемыми внешними жалюзи

Величины поверхностной плотности теплового потока прямой и рассеянной солнечной радиации можно найти в специальных таблицах для определённой широты. Например, для Москвы (55°44′24″ северной широты) эти данные сведены в табл. 1. Какие интересные выводы можно сделать исходя из табл. 1?

- 1. Максимальная плотность теплового потока в вертикальные окна происходит не с юга, как кажется, а с запада или с востока. То есть на юге максимум 398 + 92 = 490 Вт/м². На востоке максимум 547 + 122 = 669 Вт/м². Объясняется это разным углом наклона солнечных лучей. С юга абсолютные величины солнечной энергии выше, но горизонтальная составляющая с южной стороны получается меньше, чем в востока или запада.
- 2. С севера также существует плотность теплового потока от солнечной радиации, хотя прямых солнечных лучей практически нет. Максимальные величины между 18:00 и 19:00 часами:

 $103 + 56 = 159 \text{ BT/m}^2$ .

При наличии внутренних светлых жалюзи на окнах часть солнечной радиации отражается из помещения (хотя это спорно, поскольку теплота в любом случае остаётся внутри помещения), поэтому применяют понижающий коэффициент.

Очень хороший эффект отражения солнечных лучей дают именно внешние жалюзи на окнах. Современный пример — башни-«близнецы» Аль-Бахар с регулируемыми внешними жалюзи в эмирате Абу-Даби (ОАЭ), показанные на фото 1. Когда солнечные лучи попадают на сенсоры внешних жалюзи, они раскрываются и полностью перекрывают путь солнцу

При наличии внутренних светлых жалюзи на окнах часть солнечной радиации отражается из помещения (хотя это спорно, поскольку теплота в любом случае остаётся внутри помещения), поэтому применяют понижающий коэффициент в помещения. Как только солнце переходит на другой фасад здания — жалюзи открывают окна. Таким образом, окна здания всегда находятся в тени.

#### **Теплопоступления** от искусственного освещения

Как правило, считают либо теплопоступления от солнечной радиации, либо от искусственного освещения. Часто встречается одна классическая ошибка при расчёте теплопоступлений от освещения, но для начала я задам очень простую загадку. Что весит больше, килограмм сена или килограмм железа? Ясно, что один килограмм любого вещества весит одинаково, и это очевидно. Но теперь давайте посмотрим на рекомендации при расчёте величин теплопоступлений от различных типов ламп освещения [2].

Есть некая универсальная формула:  $Q_0 = Ni$ ,

где  $Q_{\rm o}$  — количество переданного тепла в помещение от освещения, Вт; N — потребляемая мощность, Вт; i — коэффициент перехода электрической энергии в тепловую.

Далее для ламп освещения приводятся следующие коэффициенты: для ламп накаливания — i=0,9, для люминесцентных ламп — i=0,4.

И всё вроде бы правильно, так как лампа накаливания имеет в разы меньше КПД, чем, например, диодная. Но давайте подумаем вот над чем: куда девается из помещения энергия, которая пошла на свет? Свет попадает на поверхности и по второму закону термодинамики всё равно превращается в тепло.

Поэтому никакого логического смысла в коэффициенте перехода энергии освещения в тепло нет, так как он всегда равен единице. За тем редким исключением, если эта лампа, например, является прожектором маяка, и луч света уходит куда-то далеко в океан, унося с собой энергию прожектора.

**Плотность теплового потока солнечной радиации [Вт/м²] для г. Москвы** 

табл. 1

Широта	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проёма, до полудня							Горизонтальный	Часы после	
		С	C-B	В	Ю-В	Ю	Ю-3	3	C-3	световой проём	полудня
56	4–5	88/19	165/32	237/27	28/20	0/12	0/13	0/13	0/13	33/20	19-20
	5-6	103/56	344/74	433/74	140/57	0/35	0/28	0/30	0/30	76/42	18-19
	6-7	17/66	401/93	523/115	287/90	0/58	0/42	0/43	0/44	169/57	17–18
	7–8	0/65	339/98	547/122	424/105	22/74	0/53	0/48	0/53	287/71	16-17
	8-9	0/62	174/87	504/114	479/108	128/85	0/64	0/55	0/56	405/78	15–16
	9-10	0/58	26/71	378/91	479/102	245/88	0/67	0/56	0/57	493/87	14-15
	10-11	0/57	0/62	193/76	427/92	347/91	21/72	0/58	0/58	566/91	13-14
	11-12	0/55	0/59	37/67	330/79	398/92	176/76	0/63	0/53	606/93	12-13
		Ориентация вертикального светового проёма, после полудня									
		С	C-3	3	Ю-3	Ю	Ю-В	В	C-B		

Допустимые удельные установленные мощности искусственного освещения

Освещённость, Лк	Производственные, Вт/м²	Общественные, Вт/м <sup>2</sup>
500	14–35	28–42
400	10-15	20-30
300	8–13	16–25
200	6–11	12–18
100	4–7	8–12

Величина тепловыделений от человека

табл. 3

табл. 2

Деятельность	Метаболизм	«Стандартный» чело- век (1,7 м, 70 кг), Вт	«Небольшой» чело- век (1,5 м, 50 кг), Вт	«Большой» человек (1,9 м, 90 кг), Вт
Сон	0,7	80	61	90
Покой сидя	1,0	113	87	128
Лёгкий труд	1,2	136	104	154
Ходьба	1,7	192	148	218
Тяжёлый труд	4,0	452	348	512

Существуют нормы проектирования искусственного освещения [3], которые проанализировал Юрий Хомутский [4] и свёл в единую таблицу максимально допустимых удельных установленных мощностей искусственного освещения в помещениях общественных зданий и производственных помещений (согласно данным нормам [3]), которая представлена в виде табл. 2. Как правило, от освещения поступает от 10 до 30 Вт/м2. Поскольку в солнечный день лампы освещения бывают выключены, то учитывают либо теплопоступления от солнца, либо от освещения. Если теплопоступления от освещения превышают теплопоступления от солнечной радиации, в расчёт принимают именно эту величину.

#### Теплопоступления от людей

Величина тепловыделений от людей в значительной степени зависит от индивидуальных особенностей организма и степени тяжести физической активности. Также тепловыделения от людей интересны тем, что они разделены на две составляющие: явную (нагревающую воздух помещения) и скрытую (переходящую в испарение воды). Поскольку кондиционер не только охлаждает воздух помещения, но и конденсирует содержащуюся в нём влагу, необходимо в расчёте учитывать обе части (полные тепловыделения): сон — 80 Вт, покой сидя — 110 Вт, лёгкий труд сидя — 140 Вт, ходьба — 190 Вт, тяжёлый труд — 450 Вт. Данные показатели рассчитаны на «среднего» человека ростом 170 см и массой 70 кг. Чем больше человек, тем больше эти величины (табл. 3).

Встречаются также таблицы, где тепловыделения от людей зависят от окружающей температуры. Чем ниже окружающая температура, тем больше тепловыделения. Как показывают исследования

многих учёных, это ошибка, поскольку более низкая температура воздуха заставляет одевать более тёплую одежду и не может менять метаболизм человека в принципе. Человек в шортах на Гавайях и в меховой одежде на северном полюсе выделяют абсолютно одинаковое количество тепловой энергии.

#### Теплопоступления от оборудования и офисной техники

Теплопоступления от оборудования зависят в первую очередь от потребляемой мощности и частоты использования. Для различных видов оборудования их величины составят (с учётом частоты использования): компьютер — 300 Вт, лазерный принтер — 200-600 Вт, копировальный аппарат — 200-600 Вт, холодильник — 150 Вт, электрочайник — 300-600 Вт.

В общем случае величина теплопоступлений от электрооборудования определяется по формуле:

$$Q_3 = NK_1K_2$$
, BT,

где N — потребляемая мощность, BT;  $K_1$  коэффициент перехода электроэнергии в тепловую,  $K_1 = 100-80\%$ ;  $K_2$  — коэффициент использования оборудования,  $K_2 = 30-80$ %. Как исключение из правил интересен именно холодильник. Поскольку этот прибор, по сути, является тепловым насосом, то тепловыделения от холодильника могут в теории быть даже больше, чем потребляемая мощность.

#### **Теплопоступления** с вентиляционным воздухом

Тепло в помещения также поступает с нагретым наружным воздухом, который поступает всегда, даже если в помещении нет систем механической вентиляции. За счёт естественных притоков воздуха через окна и двери будет обеспечиваться

воздухообмен любого помещения. Если притоков наружного воздуха не будет, то люди просто задохнутся.

Величина теплопоступлений зависит от кратности воздухообмена помещения:

$$Q_4 = 0.278 \, K \, V R_{\rm B} (I_{\rm H} - I_{\rm VX}), \, B_{\rm T},$$

где К — кратность воздухообмена помещения (для жилых — 1-1,5 об/ч; для офисных — 1,5-2,5 об/ч; для ресторанов — 3-6 об/ч); V — строительный объём помещения, м³;  $R_{\rm B}$  — плотность воздуха, кг/м³;  $I_{\rm H}$  и  $I_{\rm yx}$  — энтальпии наружного и уходящего воздуха, кДж/кг.

Или упрощённая формула:

 $Q_4 = KVk$ , BT,

где k — коэффициент теплосодержания наружного воздуха (для Москвы — 5,0, для Сочи — 8,0, для Перми — 3,0).

Пример. Офисное помещение площадью 30 м<sup>2</sup>. Высота от пола до подвесного потолка — 3 м. Два окна общей площадью 10 м<sup>2</sup> ориентированы на юг, на окнах светлые жалюзи. Количество человек в помешении — 4, количество компьютеров -4, один принтер, один копир, один холодильник и один чайник.

Теплопоступления от солнца:

 $10 \times 250 \times 0.7 = 1750 \text{ Bt.}$ 

Теплопоступления от людей:

 $4 \times 140 = 560 \text{ Bt.}$ 

Теплопоступления от оборудования и офисной техники:

 $4 \times 300 + 1 \times 300 + 1 \times 500 +$ 

 $+ 1 \times 150 + 1 \times 300 = 2450 \text{ Bt.}$ 

Теплопоступления с вентиляционным воздухом:  $3 \times 30 \times 2 \times 5 = 900$  Вт.

Итого максимальные теплопоступления в помещение:

1750 + 560 + 2450 + 900 = 5660 Bt.

Проверяем удельные теплоизбытки:

 $5660/30 = 188 \text{ BT/m}^2$ .

Итог получился в рекомендованном диапазоне 120-220 Вт/м2 для офисных помещений, значит расчёт выполнен без грубых ошибок. Мы можем подобрать кассетную модель VRF индекса 71, обладающую оптимальным четырёхсторонним распределением воздуха для офисных помещений с мощностью охлаждения 6,4 кВт при температуре внутреннего воздуха +25°C. Запас по производительности 13% (6,4/5,66=1,13) находится в рекомендованных пределах 10-20%. ●

- 1. Расчёт поступления теплоты солнечной радиации в помещения. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование (с Изм. 1-3) / Дата введ.: 01.01.1992.
- 2. Руководство по проектированию VRF-систем. М.: ООО «БРИЗ — Климатические системы», 2018. 54 с.
- 3. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализ. ред. СНиП 23-05-95\* / Дата ввел.: 20.05.2011.
- 4. Хомутский Ю.С. Расчёт теплопритоков от систем освещения // Вестник УКЦ АПИК, 2016. С. 78-82.



# «Нужно заниматься альтернативной энергетикой: и солнцем, и ветром, и энер-гией приливов»

Когда президент страны выступает на крупном отраслевом мероприятии, это подчёркивает, во-первых, значимость обсуждаемой темы, во-вторых, он задаёт ключевые послания специалистам отрасли от высшего руководства страны. В таком контексте слова о том, что «конечно, нужно заниматься альтернативной энергетикой: и солнцем, и ветром, и энергией приливов» значат очень много...

И прежде всего — это признание глобального мирового тренда на энергопереход с ископаемых источников энергии на возобновляемые источники энергии. Будущее энергетики России в балансе между традиционной и «зелёной» энергетикой, а параметры этого будущего определяются прямо сейчас. Развитие высказывания Президента РФ прозвучало сразу в нескольких выступлениях на самом высоком государственном уровне в рамках «Российской энергетической недели — 2022». Как государственные деятели, отвечающие за экономики страны, видят развитии ВИЭ?

Александр Новак, заместитель председателя Правительства РФ, отметил, что «в России достаточно средств на реализацию имеющихся программ [энергетического развития]. В глобальной экономике наблюдается недоинвестирование углеводородной экономики примерно в два раза».

«Мир будет переходить к "зелёной" энергетике, но всё должно быть плавно, надо осуществлять разумные шаги. Никто не говорит о том, что не надо увеличивать долю "зелёной" энергетики, снижать выбросы углекислого газа, заниматься климатической повесткой, но делать это нужно разумно, планово и обоснованно», — резюмировал А.В. Новак.

Сейчас компаниям «нужно действовать в рамках выработанной энергетической стратегии. Надо заниматься традиционной энергетикой и, безусловно, новой энергетикой». Если говорить про углеводородную энергетику, то надо повышать её эффективность.

«Что касается "зелёной" энергетики, то мы считаем, что это будущее России. У нас с 2014 года действует программа поддержки возобновляемых источников энергии, рассчитана она на период до 2030 года. Доля ВИЭ в балансе и в выработке электроэнергии у нас ежегодно растёт. Даже в 2022 году в России прирост [выработанной за счёт ВИЭ энергии] составляет 67 процентов. Создана необходимая промышленность, уровень локализации и дальше будет расти. Мы продолжаем заниматься современными технологиями, где мы являемся лидерами».

Александр Новак, заместитель Председателя Правительства РФ, отметил, что «в России доста-точно средств на реализацию имеющихся программ [энергетического развития]»

Итак, не стоит сосредотачиваться на чём-то одном, нужно развиваться диверсифицировано по всем направлениям — и традиционная энергетика, и новая «чистая» энергетика.

Заместитель министра энергетики Евгений Грабчак отметил, что «к вопросам развития ВИЭ мы подходим аккуратно. Движение в направлении снижения выбросов парниковых газов и разумного замещения одного вида генерации другим продолжается. Планы по достижению объёма производства энергии 10–12 процентов за счёт ВИЭ к 2050 году — сохраняются. План по вводу не менее шести гигаватт ВИЭ в России до 2024 года — сохраняется. Развиваются и технологии, которые позволят нам получать энергию из возобновляемых источников, и наши планы».

Игорь Шувалов, председатель ВЭБ.РФ: «В ВЭБе к энергетическим проектам относились достаточно осторожно. Финансирование через каналы ВЭБ было достаточно осторожным, потому что фокус был на обеспечении не энергетического экспорта... [Раньше мы выбирали] только первоклассные проекты и только если они отвечали принципам глобальной энергетической безопасности. После 24 февраля 2022 года по решению президента и правительства в наш мандат вернулось всё то, что может способствовать обеспечению Российской Федерации как производителя энергоресурсов, переработчика и создателя необходимых средств доставки на глобальные рынки. Поэтому мы сейчас, вместе с правительством под руководством А.В. Новака, вместе с Минэконразвития выбираем все возможные ниши, где есть эти приоритеты, куда можно инвестировать вместе с коммерческими банками, чтобы обеспечить России лидирующую роль в глобальной энергетической безопасности».

#### Резюме о перспективах ВИЗ

Быстрая реакция на слова президента России говорит о том, что в его послании содержалось назревшее изменение по отношению к производству электроэнергии, получаемой от ВИЭ. Значит, интерес к отрасли и к крупным проектам, которые обеспечат стране технологическое лидерство, существует не на бумаге. Сложная экономическая ситуация не означает, что можно отменить экологическую повестку дня. Всё это, несомненно, скажется на изменении структуры участников рынка ВИЭ и привлечёт новые инвестиции!

По материалам Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ)



## Тепловой комфорт в пассивных домах. Часть 2\*

Представляем вниманию читателя адаптированный перевод статьи директора немецкого «Института пассивного дома» (Passivhaus Institut) д-ра Вольфганга Файста (Dr. Wolfgang Feist) «Требования к тепловому комфорту в пассивных домах» [1]. В данном материале рассмотрены важнейшие составляющие теплового (температурного) комфорта человека, длительное время находящегося в жилом помещении, применительно к пассивным домам. Показано, что сам принцип и особенности конструкции пассивного дома обеспечивают проживающим в нём людям оптимальные комфортные условия.

Авторы: А.Е. ЕЛОХОВ, директор компании 000 «Институт пассивного дома» (г. Москва); А.П. КОНСТАНТИНОВ, к.т.н., доцент, руководитель НИЦ «Фасадные системы», Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)



#### 5. Требования к дифференциации температуры

Какими могут быть причины, обуславливающие различные требования к температуре в разных помещениях или в разное время? Эти причины будут рассмотрены в следующих разделах, а пока условно обозначим их как:

- изменение ощущений (см. раздел 5.1);
- $\ \square \$ изменение наружных краевых условий (см. раздел 5.2);
- □ изменение личных краевых условий (активность, одежда, см. раздел 5.3);
- □ нахождение в помещении других лиц (см. раздел 5.4);

#### 5.1. Изменяющиеся ощущения комфорта

Насколько изменяется восприятие человеком температурного комфорта с течением времени, уже давно является предметом дискуссий. П.О. Фангер системно исследовал этот вопрос в своей диссертации [1]. Его утверждения по этому вопросу говорят сами за себя. Фангер о возможном изменении ощущения комфорта в течение дня: «Хорошо известно, что температура тела человека подчинена суточному ритму с максимумом за некоторое время до отхода ко сну и с минимумом за некоторое время до пробуждения. Амплитуда этих колебаний составляет примерно 0,3-0,5°C. Поэтому можно говорить о существовании ритма условий комфорта». В то же время исследователь Невинс не смог установить никакой разницы в оптимальной температуре между исследованиями днём и вечером [2]. Исследователь Нильсон наблюдал небольшие изменения во время утренних и дневных экспериментов, но никаких явных различий между этими периодами отмечено не было [3]. Таким образом, «если есть какое-либо влияние суточного ритма на условия комфорта, то оно является, вероятно, таким незначительным, что не имеет никакого практического значения».

Можно констатировать, что в настоящее время в научной литературе нет работ, которые бы подтверждали наличие такого «суточного ритма ощущений».

Но, как и прежде, в научно-популярной литературе периодически утверждается о существовании таких изменений, одна-ко это делается без указания источника информации. Исследования не привели к какому-либо научному доказательству ритмичного изменения ощущений в течение суток, то есть исследования Фангера, выполненные на большой статистической базе (n > 1000), всегда подтверждались более поздними трудами [4].

Насколько изменяется восприятие человеком температурного комфорта с течением времени, уже давно является предметом дискуссий. П.О. Фангер системно исследовал этот вопрос в своей диссертации [1]. Его утверждения по этому вопросу говорят сами за себя

Итак, ощущения комфорта не меняются или почти не меняются во времени. Однако некоторые специалисты иногда утверждают, что для здоровья людей было бы полезнее (возможно, вопреки их желаниям), если они бы систематически подвергались определённому «климатическому раздражению».

Фангер парирует это требование так: «Иногда утверждается, что изменения температуры воздуха полезны, так как оказывают стимулирующий и оживляющий эффект на организм, но это утверждение является спекулятивным и бездоказательным. По крайней мере, установлено, что в помещениях, в которых находится несколько человек, по прошествии некоторого времени появится большее число недовольных, если температура выйдет за установленные пределы, в сравнении с случаем, когда температура будет постоянной».

Таким образом, можно говорить, что до сих пор нет надёжных результатов, говорящих в пользу изменений ощущений комфорта с течением времени.

<sup>\*</sup> Окончание. Начало см. <u>журнал СОК</u> <u>№8/2022</u>.

#### 5.2. Изменение наружных климатических условий

Изменение внешних климатических условий само по себе не ведёт к изменению ощущения температурного комфорта внутри помещения. Чтобы и далее недовольными было лишь небольшое число людей, система, состоящая из здания и инженерного оборудования, должна либо сглаживать эти изменения, либо противостоять им посредством активного изменения других параметров.

Этот вопрос должен решаться за счёт изменения параметров работы систем отопления и кондиционирования, которые должны обеспечивать стабильный, «хороший» климат для проживания. Смена комфортных параметров может происходить при изменении следующих типов наружных климатических воздействий:

- □ наружная температура;
- □ длинноволновое излучение (от нагретых предметов и конструкций на улице);
- □ солнечное излучение;
- □ изменение влажности;
- □ изменения внутренних источников тепла.

Существуют и другие возможные изменения внешних климатических условий, которые возникают в результате преднамеренных или случайных действий людей. Перечислим их.

#### А. Окно в помещении открыто или было открыто

Уравнение комфорта при этом не изменится, однако с большой вероятностью изменятся значения двух важных параметров, а именно — температура воздуха и его скорость. Как правило, в зимний период ни одна существующая на данный момент времени система отопления не в состоянии сохранить условия комфорта при открытом окне. Если период времени, когда окно было открыто, был достаточно коротким, то большинство людей воспримут такое кратковременное отклонение приемлемым, только если оно идёт «во благо» (например, в помещение поступил свежий воздух). Здесь следует вспомнить вечные споры о целесообразности проветривания школьных классов.

Для пассивного дома ответ на этот вопрос очень прост: окно можно закрыть, если жителей беспокоят холод или сквозняк. В пассивном доме поступление свежего воздуха автоматически и в достаточном объёме обеспечивается механической системой вентиляции. Если окно было открыто не несколько часов (непонятно, правда, зачем?), то после закрывания окна в помещении в пассивном доме очень быстро снова станет тепло.



Детский сад Монтессори (площадь 1214 м<sup>2</sup>) в городе Эрдинге (земля Бавария, Германия) построен в 2013 году и сертифицирован по стандарту Passive House. Особенностью этого здания, возведённого в условиях тесной городской застройки, является функциональная озеленённая крыша, предназначенная для детских игр на свежем воздухе.

#### В. Произошло понижение температуры в помещении

В первую очередь возникает вопрос о причинах этого понижения. Например, это может быть из-за снижения температуры из-за изменившихся параметров комфорта, однако в пп. 5.1 и 5.2 (см. первую часть этой статьи) не найдено причин, оправдывающих такое изменение.

Другая причина — в целях экономии энергии. Это единственная причина для понижения температуры в помещении, которая указана в научной литературе. Но если людям после такого понижения температуры некомфортно и даже холодно, то лучше не прибегать к подобным мероприятиям. В пассивных домах потребле-

ние энергии и без того уже настолько незначительно, что понижение температуры практически не принесёт никакого значимого энергосбережения.

Д-р Юрген Шнидерс (Jürgen Schnieders) в своей работе [5] подробно остановился на том, как в помещениях пассивных домов можно добиться комфортной температуры даже после периода снижения температуры по любым причинам. Здесь имеет смысл проверить, действительно ли необходимо, желаемо или рентабельно понижение температуры. Если единственным значимым эффектом этого является только снижение уровня комфорта, то понижение температуры следует признать принципиально нецелесообразным.



Штаб-квартира метрополии Руан (Нормандия, Франция) площадью  $8300~{\rm M}^2$  была построена в 2017 году и сертифицирована по стандарту Passive House в  $2020-{\rm M}$ .



Современная и энергоэффективная Франкфуртская больница (Frankfurt Höchst) — 660 койко-мест, 1600 сотрудников — первая клиника, получившая сертификат Passive House.

#### 5.3. Изменение личностных краевых условий

В уравнении комфорта Фангера фигурируют два параметра, описывающие персональные «краевые условия» человека: активность M и сопротивление теплопередаче одежды  $R_{\rm cl}$ . Изменение обоих значений вызывает изменения в параметрах комфорта, воспринимаемых как оптимальные (прежде всего это оперативная температура).

#### 5.3.1. Изменение активности

А. Малая активность. Такое состояние бывает прежде всего во сне, когда активность человека может понизиться до 0,7 мет. Если же человек лёг спать в лёгкой одежде (1 кло), то требуемая температура окружающей среды чрезвычайно сильно повышается (27,5 °C). Обычно эта проблема решается иначе — заменой одежды на более тёплую (с большим сопротивлением теплопередаче) и сном в хорошо теплоизолированной постели. Более подробный анализ этого вопроса представлен в следующей главе «Температурный комфорт во сне».

Б. Большая активность. Как долго мы занимаемся физической активностью (например, фитнесом) в квартире? Для промежутков времени до 30 минут изменения температурных условий не требуется. И для таких изменений смена одежды целесообразна и общепринята — в элегантном вечернем смокинге никто не садится на домашний тренажёр, если только не собирается сделать фото для прессы.

В случае более интенсивной физической активности потоотделение является естественным — ведь в рамках фитнеса выполняются физические упражнения.

При большой активности требовательность к температуре окружающей среды снижается. При 2,5 мет / 0,3 кло процент недовольных PDD при неизменной оперативной температуре 20 °C находится ниже 7 % (оптимальной была бы температура 18,5 °C), то есть проблем не возникнет.

#### 5.3.2. Изменение одежды

А. Меньше одежды. Эта ситуация обычно возникает в ванной комнате или при 0 кло. Требуемая температура находится на значительно более высоком уровне — при 1,7 мет (лёгкая активность в положении стоя, например, бритьё) оптимальной оперативной температурой будет 25°C.

Здесь действительно налицо значительно отклоняющееся требование комфорта, поэтому в ванной комнате должна быть возможность быстро повысить оперативную температуру до 24°С. Впрочем, это даже зафиксировано в нормативных документах. В работе [5] представлены



18-квартирный жилой комплекс (1423 м $^2$ ; двух-, трёх- и четырёхкомнатные апартаменты площадью от 55 до 98 м $^2$  с балконом) в городе Шваце (Австрия) — построен в 2017 году и сертифицирован по стандарту Passive House.

технические решения этой задачи. Как правило, в ванной требуется дополнительный источник тепла (излучатель или конвектор) — данное требование давно представлено в имеющихся рекомендациях по подбору инженерного оборудования для пассивных домов (это может быть нагревательный элемент для ванной, инфракрасная лампа, источник тепла, например, проходящий через ванную комнату воздуховод с приточным воздухом). В. Больше одежды. Эта ситуация чаще всего возникает в спальной комнате (например, кровать с «тёплыми», хорошо теплоизолирующими постельными принадлежностями), см. далее.

#### 5.4. Другие люди в помещении

Ощущение комфорта весьма субъективно и варьируется от человека к человеку. Это было установлено ещё П.О. Фангером. Различия пожеланий являются главной причиной остаточного количества недовольных ( $PPD \le 5$ %). Каков при этом диапазон изменения условий температурного комфорта? Его можно найти с помощью распределения оценок, полученных для уравнения комфорта. Другим источником для оценки является средняя температура, измеренная во множестве пассивных домов [6, 7]. Их владельцам была предоставлена свобода настраивать температуру так, как они хотят, ведь пассивный дом позволяет легко реализовывать такие пожелания.

По результатам исследований установлено, что индивидуальные оптимальные значения оперативной температуры (включая различия в одежде и активности) в зимний период находятся в диапазоне между 19 и 26°С. На первый взгляд, это неожиданно широкий интервал, но это основа к пониманию наблюдаемого распределения оценок и *PPD*. Естественно, что люди, для которых ощущение 19°С приближается к оптимальной температуре окружения, не могут себе представить, как можно чувствовать себя хорошо при 26°С, и наоборот.

Следовательно, необходимо учитывать тот факт, что в одном помещении могут оказаться люди с очень разными температурными ощущениями, а значит и пожеланиями. К счастью, эти пожелания, например, в пределах одной семьи в определённой степени нивелируются. Помимо этого, большинство людей немного приспосабливается к общественно-выраженному компромиссу, который они чувствуют во всех общественных местах, адаптируясь посредством надевания соответствующей одежды. Тем не менее, остаётся немалая доля индивидуальных различий.

Здесь остаётся лишь быть готовым к компромиссу. Необходимо допускать определённое отклонение, если помещение используется несколькими людьми (компромисс между «мной» и «тобой»). Именно это является основанием (неявно выраженным) для общего нахождения PMV и PPD в качестве статистически средних значений по общему количеству людей.

Если в отдельном случае нам приходится иметь дело с небольшим числом людей, то компромисс может выглядеть иначе, чем для общественных помещений, в которых стремятся создать среднее поле уравнения Фангера для PMV = 0. В случае 1,1 мет / 1 кло оперативная температура составит 22,4°C, при этом не будет почти никого, чья оценка будет равна «-3» (холодно) или «+3» (жарко), но по 2,5 % человек будут оценивать температуру на «-2» (прохладно) и, соответственно, на «+2» (тепло). Эти люди дали бы оптимальную оценку, если бы оперативная температура была на уровне 26°C или, соответственно, 19°С. Но такого изменения температуры эти люди вряд ли смогут потребовать, поскольку следствием было бы намного большее количество недовольных среди присутствующих. Если же в помещении находится всего лишь несколько человек, то можно попытаться удовлетворить и крайние требования. При этом речь также идёт лишь о компромиссе — в случае присутствия двух людей можно сгладить максимум  $\Delta \vartheta_{\rm op} = 7$  K, так что в худшем случае для каждого человека останется  $\Delta \vartheta_{\rm op} = 3.5 \ {\rm K}$  — как раз на уровне «оперативной» температуры, выше статистически найденной для всех присутствующих в помещении. Изменения настройки температуры не потребовалось бы, если бы не возникло предположение, что у одного из присутствующих человек возникает ощущение значительного дискомфорта. Если разница пожеланий меньше, то возможно определённое приспосабливание. Мы исходим из того, что владельцы квартир подстроились по активности, одежде и приспосабливанию к изначальной настройке температуры 22,4°C. Если приходит гость с кардинально другим ощущением ( $\Delta \vartheta_{\rm op}$  = 3,5 K), то можно достичь компромисса посредством понижения или повышения температуры на 1,5 К. Тогда каждому из присутствующих пришлось бы мириться с отклонением в 0,5 К, что с учётом представленных в стандартах диапазонов является допустимым.

Таким образом, компромисса среди разных людей в помещении (но небольшого их числа) можно достичь быстрее, если температурное поле комфорта удастся сдвинуть на  $\pm 1,5$  K.



Проект строительной ассоциации StadtNatur GbR — 35-квартирные апартаменты (3125  $\text{м}^2$ ) с озеленением фасада и крыши в районе Альт-Рим (город Мюнхен, земля Бавария, Германия). Здание возведено в 2019 году и сертифицировано по стандарту Passive House.

#### 6. Комфорт во время сна

На тему «комфорт во время сна» можно найти множество информации о критериях комфорта в положении лёжа — в основном в отношении матраса и каркаса кровати. Конечно, предотвращение мышечных напряжений и болей в голове, шее и спине особенно важно для среднестатистического человека. Лишь за этим следуют такие пункты, как покой и уютное тепло. Тепловой комфорт находится явно не на первом месте в отношении хорошего сна, но занимает твёрдое место среди пожеланий.

Ключевой по вопросу комфорта во время сна является работа Элизабет Маккалоу и др. «Измерение и прогнозирование свойств тепловой изоляции в спальном окружении» [9]. В ней при исследовании постелей используется специальный «термический» манекен

Даже если стандарт DIN EN ISO 7730 [8] явно исключает применение для случая спальной комнаты температурного комфорта в постели, то уравнение комфорта Фангера отражает корректно и этот вопрос. Существует небольшое количество достаточно крупных научных работ на тему температурного комфорта в кровати. В них исследователи оперируют исходным уравнением комфорта Фангера, но в отношении постели используют обычно сопротивление теплопередаче  $R_{\rm bed}$ , включая коэффициенты теплоотдачи у наруж-

ной поверхности  $h_{\rm konv}$  и  $h_{\rm rad}$ , и не делают различия между температурой излучения и температурой воздуха. Это целесообразно, если подумать о том, что обычные значения R здесь во много раз выше, чем сопротивления теплоотдаче у поверхностей, и это упрощение почти не оказывает влияния на результат.

Ключевой по данному вопросу является работа Элизабет Маккалоу (Elizabeth A. McCullough) и др. «Измерение и прогнозирование теплоизоляции, обеспечиваемой системами постельного белья» [9]. Как и при исследовании одежды, в случае с постелями используют специальный «термический» манекен, чтобы воссоздать условия баланса тепла человека как можно ближе к действительности. В этом случае манекен общей поверхностью  $A_{\rm s}$  = 1,8 м<sup>2</sup> имеет 17 отдельно обогреваемых сегментов. Подобно среднестатистическому человеку, в состоянии покоя эта кукла обогревается электрической мощностью P = 80 Вт; настроенная температура поверхности кожи находится в среднем на уровне  $\vartheta_s = 33.3$  °C, конечностей на уровне 29,4°С (кисти, стопы). Скорость потоков воздуха в рассматриваемом помещении была везде менее 0,1 м/с, влажность не регулировалась. Температура излучения и температура воздуха  $\vartheta_a$  в помещении принимались как равные.

На основе полученных данных измерения можно определить сопротивление теплопередаче всего спального окружения по формуле:

$$R_{\text{bed}} = (\vartheta_{\text{s}} - \vartheta_{\text{a}})A_{\text{s}}/P, \, \text{m}^2 \cdot \text{K/BT}$$

(при делении на  $0,155 \text{ м}^2 \cdot \text{K/BT}$  получится пересчёт в значение кло).

Пока спящий укрыт «по шею», значения  $R_{\rm bed}$  в работе получались между 1,9 кло (льняное покрывало в качестве одеяла) и 4,8 кло (толстое стёганое одеяло). Позднее мы увидим, что при использовании пижам и одеял можно достичь намного более высоких теплоизоляционных характеристик. Область вариативности всех комбинаций находилась между 1,4 и 4,9 кло. Установлено, что с помощью пухового одеяла могут быть достигнуты ещё более высокие теплоизоляционные характеристики.

Как можно использовать эти данные для назначения температурных условий в спальной комнате? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к международному стандарту EN 13537 [10]. В этом стандарте на основе уравнения комфорта Фангера вводится четыре вида температуры для спального окружения (спального мешка), как то:

1. Экстремальная температура  $\vartheta_{\rm ext}$  — это нижнее предельное значение температуры, при котором существует риск нанесения вреда здоровью в результате переохлаждения (гипотермии), в пересчёте на «стандартную» женщину при стандартных условиях использования спального мешка.

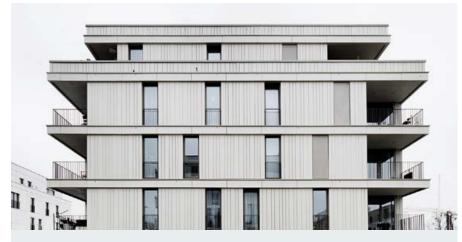
**Примечание**  $1^{(B [10])}$ : Если температура опускается ниже экстремальной, то это означает серьёзную угрозу жизни с вероятным летальным исходом.

**Примечание 2**<sup>(в прил. D [10])</sup>: Экстремальная температура является теоретической границей и поэтому не должна достигаться на практике, если только пользователь не обладает богатым практическим опытом.

Примечание 3<sup>(от авт.)</sup>: Наверно, было бы лучше отказаться от указания такой экстремальной температуры. Она почти ничего не сообщает о диапазоне применения спального мешка, на что всегда указывают продавцы. Условия измерений предусматривают, что пользователь находится в застёгнутом спальном мешке и обеспечивает дополнительный энергообмен посредством «дрожания от холода» (озноба) в размере 20,4 Вт/м² (+50%). О комфорте речи здесь быть не может, о сне тоже.

**2. Граничная температура**  $\vartheta_{lim}$  — это нижняя граница температуры, при которой человек находится в застёгнутом спальном мешке в температурном равновесии и ещё не мёрзнет.

**Примечание** (от авт.): Даже граничная температура определяет лишь нечто вроде нижней границы только что приемлемого диапазона.



Многоквартирный жилой дом (1548 м<sup>2</sup>, 15 квартир) в стандарте Passive House в квартале Домагпарк (город Мюнхен, земля Бавария, Германия) был построен в 2016 году.

3. Комфортная температура  $\vartheta_{\rm comf}$  — это нижняя граница зоны комфорта, до которой пользователь находится в расслабленной позе, например, лёжа на спине, пребывая в тепловом равновесии, и не замерзает (в пересчёте на «стандартную» женщину при стандартных условиях использования спального мешка).

**Примечание** (от авт.): Комфортная температура определяет, как правило, нижнюю границу диапазона комфорта для сна в таком спальном мешке.

4. Максимальная температура  $\vartheta_{max}$  — это верхняя граница диапазона комфорта, до которой частично обнажённый пользователь («стандартный» мужчина) ещё не слишком потеет.

Примечание (от авт.): Максимальная температура определяет, как правило, верхнюю границу приемлемого диапазона для сна в данном спальном мешке. Спальный мешок в таком случае открыт, и руки человека находятся вне спального мешка.

Стандарт EN 13537 [10] содержит в приложении A инженерный метод, с помощью которого для заданного спального мешка можно определить «стандартное значение изоляции»  $R_{\rm c}$  (здесь лучше бы обозначить как «стандартное сопротивление теплопередаче», так как именно это значение было определено в работе [9]).

Этот метод основан на использовании термического манекена, который обогре-

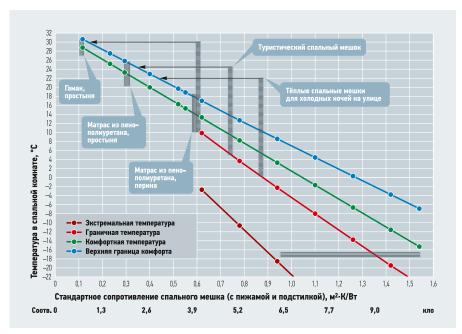
Стандарт EN 13537 [10] содержит в приложении А инженерный метод, с помощью которого для заданного спального мешка можно определить «стандартное значение изоляции» вается от 44 до 64 Вт/м $^2$  и имеет температуру «кожи» от 29 до 35 °С. Полученные таким образом значения  $R_{\rm c}$  применительно к спальным мешкам стандартно не публикуются, хотя они представляют собой непосредственные первичные результаты измерений и говорят специалисту гораздо больше, чем «рассчитанные» границы температуры.

Приложение С стандарта содержит «физиологическую модель» для расчёта диапазона использования. Приведённые там уравнения идентичны уравнению комфорта Фангера — отличаются только краевые условия (энергетический обмен *М* человека меньше в состоянии сна).

На рис. 1 изображена зависимость диапазона комфорта от стандартного сопротивления теплопередаче спального мешка или спального окружения. Центр диапазона комфорта расположен между жирной линией (квадраты) и тонкой линией (треугольники).

Рассмотрим два примера:

- 1. Для хорошего туристического спального мешка с  $R_c$  = 0,86 м²-К/Вт (5,5 кло) граничная температура находится на уровне 0,7 °С, температура комфорта на уровне 5,6 °С, а максимальная декларируемая производителем температура внутри мешка на уровне 22 °С. Если спальный мешок закрыт, то верхняя граница комфорта находится на уровне 11 °С. Такой спальный мешок пригоден, например, для ночёвки летом и осенью в палатке.
- 2. Совсем простой, так называемый «летний» спальный мешок (диапазон комфорта от +10 до +30 °C) имеет  $R_{\rm c}=0,6$  м²-К/Вт (3,9 кло), что соответствует значению обычного пухового одеяла. Из уравнения комфорта получаем для этого случая  $\vartheta_{\rm lim}=10$  °C,  $\vartheta_{\rm comf}=14$  °C и  $\vartheta_{\rm comf,0}=18$  °C (для спального мешка всё ещё в полностью закрытом состоянии).



\*\* Рис. 1. Границы комфорта для комфортного сна в разных спальных мешках и спальных окружениях, определённые по стандарту EN 13537 [10]

**Примечание.** Экстремальная и граничная температуры представлены только до значений, приведённых в таблице стандарта; комфортная температура и верхняя граница комфорта были рассчитаны по уравнению баланса во всём диапазоне значений.

Последний пример наглядно показывает, как получаются сегодняшние «рекомендации» для температуры в спальной комнате. В случае обычного зимнего одеяла диапазон комфорта находится между 12 и 18 °С. Первый пример показывает, что можно спать в ещё более холодном окружении, если «теплее» укрыться. Значения кло на уровне 6,0 вполне достижимы с помощью обычных пуховых одеял.

Обсудим также другую крайность. Допустим, человек остаётся в постели и собирается укрыться полностью. В пижаме с короткими рукавами и в полностью укрытом состоянии по измерениям [9] получается значение  $R_{\rm c}=0,32~{\rm M}^2\cdot{\rm K/BT}$  (2 кло). Из уравнения комфорта получаем для этого случая:  $\vartheta_{\rm lim}=23,4\,^{\circ}{\rm C},\,\vartheta_{\rm comf,0}=24,8\,^{\circ}{\rm C},\,\vartheta_{\rm comf,0}=26,2\,^{\circ}{\rm C}.$ 

Это примерно верхняя граница для «нормальных европейских условий сна» — с матрасом, пижамой и одеялом. Поэтому часто можно услышать высказывание относительно сна в летний период: «до 26 °С ещё терпимо, а при более высокой температуре я уже не могу хорошо спать».

Климатические условия, например, тропических стран показывают, что это ещё не абсолютная верхняя граница. Однако там сформировались иные привычки сна и иное окружение. При использовании гамака и москитной сетки получается значение  $R_{\rm c}=0.11~{\rm m}^2$ -К/Вт (0,73 кло). Затем из уравнения комфорта можно определить:  $\vartheta_{\rm Grenz}=27.5\,^{\circ}{\rm C}$ ,  $\vartheta_{\rm comf}=29\,^{\circ}{\rm C}$  и  $\vartheta_{\rm comf},0=30.5\,^{\circ}{\rm C}$ . В обычных для Европы климатических условиях в гамаке доста-

точно быстро становится слишком холодно — это по опыту может подтвердить каждый, кто когда-либо засыпал в гамаке.

Исходя из вышесказанного можно утверждать, что:

1. Основной проблемой комфортного температурного окружения сна является то, что из-за сниженного во сне обмена веществ в нормальной одежде обыч-

но слишком холодно. Поэтому издревле в Европе для сна обустраивалось хорошо изолирующее окружение с матрасом (величина  $R \to \infty$ ) и толстой периной.

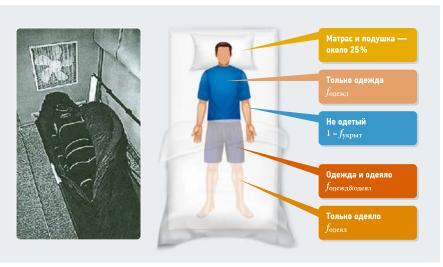
- 2. В зависимости от «одеяла» и пижамы очень сильно варьируются оптимальные температурные условия комфорта в спальном окружении.
- 3. При использовании «старинного» зимнего пухового одеяла комфортная для сна температура скорее низкая. Зато диапазон комфорта очень широкий, и восприимчивость к сквознякам и другим локальным неприятностям, а также к колебаниям температуры очень низкая.

При использовании «летнего» одеяла (хлопчатобумажного одеяла) и пижамы с длинными рукавами мы попадаем прямо в диапазон комфорта  $\vartheta_{\rm comf} = 21\,^{\circ}{\rm C}$  (табл. 6.1). Это подходящее спальное окружение для среднестатистического человека в спальной комнате пассивного дома, где зимой даже ночью будет средняя для квартиры температура (рис. 2).

Диапазон различных температурных ощущений у людей очень широк. То есть вполне может быть, что кому-то потребуется индивидуально подобранное одеяло, чтобы чувствовать себя хорошо в определённом климатическом окружении. Предлагаемый диапазон различных комбинаций одеял и пижам сейчас настолько велик, что для каждого персонального пожелания обязательно найдётся подходящая продукция.

**Некоторые варианты спальных принадлежностей летом и зимой в пассивном доме** табл. 6.1

Одежда	Кровать	Покрытие	$I_{ m кровать}$ , кло	Диапазон комфорта, °С		
				min	оптим.	max
Пижама с длинными рукавами, фланель	Хлопчато- бумажное	полностью	2,8	18,9	21,0	23,1
Пижама с короткими рукавами	одеяло с узорчатым тиснением	полностью	2,5	20,5	22,7	24,2
Пижама с короткими рукавами		62% укрытие	1,8	23,6	25,0	26,4



**Puc. 2.** Измерение и приблизительная оценка сопротивлений теплопередаче спальных окружений [9]

Другой интересной возможностью является использования водяных кроватей. Согласно данным производителей, они равномерно подогреваются до температуры от 27 до 28°С, что индивидуально варьируется. Летом их подогрев также требуется, но термостат настраивается на более низкую температуру. Из-за высокой теплоёмкости воды температура в таких кроватях довольно быстро стабилизируется пассивным способом.

В работе [9] содержится уравнение, с помощь которого с хорошим приближением можно оценить сопротивление теплопередаче  $R_c$  спального окружения:

 $R_{\rm c} = \left\{3.3 f_{\rm укрыт} - 0.0052 f_{\rm одежд} \mu_{\rm одежд} + 0.0033 f_{\rm одежд&одеял} \mu_{\rm одежд&одеял} - -1.13\right\} \times 0.155, м²-К/Вт,$ 

где  $f_{\text{укрыт}}$ ,  $f_{\text{одежд}}$  и  $f_{\text{одежд\&одеял}}$  — соответствующие доли закрытости тела:

- 1) укрыт: матрас или одеяло или пижама;
- 2) одежда: только пижама;
- 3) одежда и одеяло: пижама и одеяло);  $\mu_{\text{одежд}}$  и  $\mu_{\text{одежд},80\text{деял}}$  поверхностная плотность соответствующего слоя,  $r/m^2$ . Формула была найдена на основе регрессионного анализа с  $R^2=92\,\%$ . Представленная здесь формула также была использована для получения данных табл. 6.1.

#### 6.1. Резюме по температуре в спальной комнате

Итак, мы выяснили, что условия, воспринимаемые как комфортные для спального окружения, очень разнятся в зависимости от культуры, индивидуального строения и привычек человека.

Условия температурного комфорта можно и в этом специфическом случае описать уравнением комфорта Фангера. Научные исследования в этой области многократно верифицированы, поэтому в стандарте EN 13537 [10] установлены методы классификации диапазонов комфорта спальных мешков. Для спальных мешков (и спального окружения в целом) общепринятым стало указание (общего) сопротивления теплопередаче, включая сопротивление теплоотдаче.

Примеры в данной главе показывают, что существует великое множество очень разных спальных окружений с широким спектром значений кло (примерно от 1,0 до более 5,0). Температура оптимального комфорта в этих в окружениях тоже очень разная. Например, в случае типичных для Европы «старинных» пуховых одеял и длинных пижам оптимальная температура для сна будет скорее низкой (от 14 до 15 °C), если укрыться ими полностью. Но сегодня есть и лёгкие перины с небольшим количеством пуха, пригод-



Пассивные дома The Zetland в городе Манчестере — самая экологичная модернизация в Великобритании, получившая европейский сертификат EnerPHit Plus в 2016 году. После модернизации эти два викторианских таунхауса, построенные в 1894 году, снизили потребность в отоплении помещений на 95% при отсутствии системы центрального отопления.

ные в качестве летних одеял и имеющие значения от 2,8 до 3,0 кло, как обычные стёганые одеяла. Для «среднестатистического» человека оптимальное значение температуры сна в длинной пижаме находится между 20 и 22°C. При использовании более лёгких одеял и лёгкого белья комфортный диапазон перемещается ещё дальше вверх, даже если укрываются полностью. В случае традиционной постели с хорошо изолирующим матрасом есть верхняя граница, которая также индивидуальна, но в среднем находится на уровне примерно 26°C. Но такая температура вряд ли будет достигнута ночью в Европе в хорошо изолированном здании, каким является пассивный дом.

Условия, воспринимаемые как комфортные для спального окружения, очень разнятся. Однако их можно и в этом специфическом случае описать уравнением комфорта Фангера



Односемейный коттедж Passivhaus Danzl (136 м $^2$ ) построен в 2005 году высоко в горах Тироля (Австрия).

#### 7. Выводы. Какие требования предъявляются?

По теме температурного комфорта в помещениях, где находятся люди, опубликовано большое количество научной литературы. Основополагающим исследованием при этом является диссертация П.О. Фангера «Температурный комфорт» [1]. Результаты этой работы являются актуальными и на сегодняшний день, хотя в некоторых деталях (например, риск сквозняков) к температурному комфорту в помещениях сегодня предъявляются более высокие требования, чем установленные Фангером.

Ключевым положением, которое Фангер научно обосновывал и защищал от различных нападок, было требование равномерности температурного поля в помещении и во времени. По этому вопросу Фангер высказывается так: «Чем более неравномерным является температурное поле в помещении, тем больше прогнозируемое число недовольных». Последуюшие дополнительные исследования подтвердили этот существенный критерий. Поэтому важнейшей целью отопительной и кондиционирующей техники является обеспечение равномерного и постоянного по времени температурного поля в помещении.

Это требование зафиксировано сегодня в международном стандарте DIN EN ISO 7730 [8], причём в этом стандарте прямо ссылаются на диссертационную работу Фангера [1]. Здесь находятся (сравнительно менее строгие) требования к равномерности температурного поля, допускающие наличие 10 % недовольных.

Данный стандарт допускает применение и более строгих требований. Это прослеживается, например, в последнем проекте ASHRAE 55 (2003) [11]. Там зафиксированы классы комфорта, причём класс А определяет максимум PPD=6% недовольных. Стандарт позволяет найти, при заданных активности M и одежде  $R_{\rm c}$ , не только оптимальное в каждом случае температурное состояние, но и диапазон допустимых отклонений от этого оптимума.

Получается, что переменными температурного поля по важности их значения являются температура излучения  $\vartheta_{\rm rmt}$ , температура воздуха  $\vartheta_{\rm a}$ , относительная скорость воздуха  $\nu_{\rm rel}$ , влажность воздуха и парциальное давление водяного пара  $p_{\rm a}$ . Влияние влажности в нормальных условиях жилого помещения очень незначительно, и скорость воздуха, по результатам последних исследований, должна поддерживаться на пренебрежимо малом уровне ( $\nu$  < 0,1 м/с). На этом фоне влияние температуры является решающим.

### Влияние влажности в нормальных условиях жилого помещения очень незначительно, и скорость воздуха должна поддерживаться пренебрежимо малой

Пока температуры воздуха и излучения отличаются несущественно, обе температуры можно объединить в «воспринимаемую» или «оперативную» температуру

 $\vartheta_{\rm op} = (\vartheta_{\rm rmt} + \vartheta_{\rm a})/2$ 

и сформулировать требования как требования к этой оперативной температуре.

Для всех помещений (а значит и для пассивных домов), предназначенных для длительного пребывания в них людей, для повышенного комфорта (в соответствии с классом A по ASHRAE 55 [11], PDD < 6%) можно сформулировать:

□ колебания оперативной температуры в помещении и по времени:

 $\Delta \vartheta_{\rm op} = \pm 0.8 \text{ K (max)};$ 

 $\Box$  ограничение риска сквозняков до DR < 8%:

 $v_{\text{возд}} \le 0,08 \text{ м/c};$ 

□ асимметрия температуры излучения (пол/потолок):

 $\Delta \vartheta_{r\_ass} \le 5 \text{ K};$ 

 вертикальное различие температуры воздуха между головой (виском) и щиколоткой сидящего человека:

 $\Delta \vartheta_{1,1_0,1_{\rm M}} \le 2 \text{ K}.$ 

Для общего размера ещё допустимых изменений оперативной температуры во времени в ASHRAE 55 [11] есть таблица, которая представлена как табл. 7.1.









Гостевой дом (5900 м<sup>2</sup>, 139 апартаментов) в городе Леобен (Штирия, Австрия) — первый в мире пассивный дом большого объёма, построенный из дерева. Здание служит общежитием для студентов Горного университета Леобена — единственного вуза в Австрии, готовящего специалистов в области горной и металлургической промышленности.

Ещё одно требование американского стандарта ASHRAE 55 [11] касается комфорта в летний период в кондиционируемых помещениях: необходимо, чтобы не превышалась граница, когда возникает ощущение духоты. Инженерное оборудование для регулирования влажности должно быть в состоянии поддерживать парциальное давление водяного пара на уровне ниже 1910 Па, в соответствии с температурой точки росы 16,8°C.

Ни DIN EN ISO 7730 [8], ни ASHRAE 55 [11] не содержат каких-либо требований к изменяемости температурных условий. Многочисленные социально-физиологические исследования выявили, что такие изменения приводят скорее к дискомфорту, в результате чего повышается число недовольных. Поэтому в рассматриваемых документах представлены только требования к равномерности температурного поля в помещении.

#### Максимально допустимое изменение оперативной температуры\*

табл. 7.1

Период времени, ч	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0
Максимально допустимое изменение оперативной температуры, К	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3

\* No ASHRAE Standard 55 (2003) [11].



Здание Центра технологии пассивного дома (Passive House Technical and Experience Center) площадью  $7535~{\rm M}^2$  в Китайско-германском экопарке «Циндао» возведено в 2016 году и представляет собой первый демонстративный проект сотрудничества в области устойчивого развития, совместно разработанный правительствами Китая и Германии.

Но это ни в коем случае не означает, что не существует причин, которые могут потребовать изменения температурного поля в помещении или между помещениями. Подробнее этот вопрос представлен в разделе 5, где рассмотрены следующие четыре причины:

- 1. Согласно разделу 5.1, для такого изменения нет научных оснований.
- 2. Согласно разделу 5.2, с изменениями внешних климатических условий должна справляться система «здание инженерное оборудование». Расчёты и натурные измерения показывают, что пассивные дома превосходно справляются с этой задачей и обеспечивают выполнение условий по классу А по ASHRAE 55 [11].
- 3. Согласно разделу 5.3, необходимо учитывать изменение личных краевых условий (активность, одежда). Установлено, например, что для ванной комнаты всегда следует предусматривать дополнительное отопление. В главе 6 рассматривался вопрос об изменённых условиях в спальной комнате.
- 4. Так как в помещении находятся другие люди, из-за индивидуальных различий и возможной вариабельности активности и одежды для удовлетворения пожеланий гостей действительно может потребоваться изменение температуры в помещении. Согласно разделу 5.4, рекомендуется в помещениях, которые используют несколько человек, сначала настроить «принятую в данной культуре» среднюю температуру отапливаемых общественных помещений (например, в Германии сейчас она составляет 22,4°C). Если в результате этого возможно изменение температуры на ±1,5 K, то можно пойти навстречу отдельным гостям из-за различий в индивидуальных ощущениях.

Названная в пункте 4 возможность удовлетворения пожеланий (отдельных) гостей на  $\pm 1,5 \text{ K}$  — это максимальное изменение, полученное в рамках проведён-



Восьмиэтажное здание факультета технических наук Университета Инсбрука (Австрия), возведённое в 1968 году, в 2016-м было модернизировано по стандарту EnerPhit при прямом участии Passivhaus Institut (г. Дармштадт, Германия). Потребность здания в отоплении снизилась со 180 до 21 кВт.ч/м².

ного анализа. В научной литературе на этот счёт нет никаких указаний, поскольку речь идёт об очень специфическом случае (концентрация на одном «особенном» госте, ради которого жильцы готовы изменить температуру в помещении). Если же приходит несколько гостей, то в целом не рекомендуется изменять температуру, так как из-за различия ощущений в результате изменения температуры число недовольных только будет расти.

Мотивом понижения температуры в помещении обычно является экономия энергии и эксплуатационных затрат. Однако в пассивном доме этот мотив по большей части уже реализован; если понижение температуры приводит к некомфортным условиям, то следует подумать над его прекращением

Следует делать различие между исходными желаниями изменить температуру и технически обусловленной необходимостью. Например, после снижения температуры — достижение снова комфортной температуры посредством нагревания. Здесь следует сначала задать вопрос о причинах снижения температуры. Мотивом понижения температуры в помещении здания обычно является экономия энергии и уменьшение эксплуатационных затрат. Однако в пассивном доме этот мотив по большей части уже реализован; если понижение температуры приводит к некомфортным условиям, то следует подумать над прекращением такого понижения. Достигаемая в результате понижения температуры экономия в пассивных домах очень незначительна.

В разделе 6 подробно рассмотрен вопрос о комфортных условиях для окружения во время сна. Здесь условия температурного комфорта также могут быть описаны уравнением комфорта Фангера.

Примеры показывают, что существует большая вариативность спального окружения с очень широким спектром значения кло (от 1,0 до более 5,0). Комфортные температуры для этих видов окружения тоже очень разные. В случае толстого одеяла и длинной пижамы оптимальная температура спального окружения скорее низкая (14-15°C). С «летним» стёганым одеялом среднестатистический человек считает оптимальной температуру сна между 20 и 22°C. Существует огромное число вариантов постелей и пижам, так что нет объективной необходимости специально подстраивать температуру в спальной комнате. Тем не менее, можно попытаться удовлетворить индивидуальные пожелания, насколько это возможно. Поэтому в упомянутой выше работе д-ра Юргена Шнидерса [5] исследуются возможности понижения температуры в спальной комнате.

- Fanger O.P. Thermal Comfort: analysis and applications in environmental engineering [Тепловой комфорт. Анализ и использование в проектировании окружающей среды]. The Doctor of Science thesis. Danmarks Tekniske Hoejskole (DTU). Copenhagen, Denmark. 1970.
- Nevins R.G., Rohles F.H., Springer W., Feyerherm A.M. A temperature-humidity chart for thermal comfort of seated persons [Температурно-влажностная диаграмма для температурного комфорта сидящего человека]. ASHRAE Transactions 72. 1966. Pp. 283–291.
- Nielsen M. Undersøgelser over Relationen mellem Behagelighedsfornemmelser, Opvarmningstilstand og fysiologiske Reaktioner ved stillesiddende Arbejde [Исследования взаимосвязи между комфортными ощущениями, разогревом, отдыхом и физиологическими реакциями при сидячей работе человека]. Boligopvarmninnsudvalgets meddelelse Nr. 3. Copenhagen, Denmark. 1947.
- 4. Webb L.H., Parsons K.C. Thermal comfort requirements for people with physical disabilities [Требования тем-

- пературного комфорта для людей с ограниченными физическими возможностями]. Loughborough University. Loughborough, UK. 1997.
- Schnieders J. Temperaturdifferenzen gezielt herstellen wie geht es? [Целенаправленное создание разницы температур — как это работает?]. Temperatur Differenzierung in der Wohnung. Protokollband Nr. 25 des Arbeitskreises kostengunstige Passivhauser. Passivhaus Institut. Darmstadt, Germany. 2003.
- Schnieders J. CEPHEUS Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung [Проект СЕРНЕUS научное сопровождение и оценка]. СЕРНЕUS Projektinformation No.22. Passivhaus Institut. Darmstadt, Germany. 2001.
- 7. Hermelink A. Werden Wünsche wahr? Temperaturen in Passivhäusern für Mieter [Желания исполняются? Температура в пассивных домах для квартиросъёмщиков]. Protokollband Nr. 17 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser [В сборнике статей №17 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам]. Passivhaus Institut. Darmstadt, Germany. 1999.

- DIN EN ISO 7730. Gemäßigtes Umgebungsklima [Умеренный климат окружающей среды]. Beuth Verlag. Berlin, Germany. 1987.
- McCullough E.A., Żbikowski P.J., Jones B.W. Measurement and prediction of the insulation provides by bedding systems [Измерение и прогнозирование теплоизоляции, обеспечиваемой системами постельного белья]. Kansas State University. ASHRAE Transactions 93, Part 1. 1987. Pp. 1055–1068.
- EN 13537. Sleeping bag standard information for consumers [Стандартная информация о спальных мешках для потребителей]. European Outdoor Group (EOG). Seon, Switzerland. 2004.
- ANSI/ASHRAE Standard 55 (2003): Thermal environmental conditions for human оссирансу [Условия теплового комфорта для помещений с пребыванием людей]. Third public review. The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). 2003.



# Электромобиль как накопитель для электриче-ской энергии

Одной из главных нерешённых проблем возобновляемой энергетики является вопрос сохранения произведённой электроэнергии. Дело в том, что солнечные и ветровые электростанции вырабатывают электроэнергию неравномерно — другими словами, пока светит солнце или дует ветер. И потратить её сразу бывает невозможно.

Источник: E<sup>2</sup>NERGY



Периодическое перепроизводство солнечной и ветровой электроэнергии, которая поступает в электросети общего пользования, побуждает системного администратора вмешиваться, чтобы избежать перегрузки энергосистемы и недопустимого отклонения частоты, и принудительно ограничивать выработку электроэнергии на таких станциях. Другими словами, часть электроэнергии, произведённой ВИЭ, остаётся недополученной потребителями. Отсюда неизбежным становится вопрос сохранения произведённой электроэнергии.

В этих целях пока приспособились, например, для индивидуальных производителей солнечной электроэнергии, продавать вместе со станциями и накопители. Имеются соответствующие накопители и для ветровых электростанций. Такие накопители являются маломощными, хотя существуют проекты агрегации подобных накопителей и скоординированного управления ими. Также заслуживает внимания проект виртуальной электростанции, в которой накопители ветровой электроэнергии объединяются в виртуальную сеть, распределённую крупномасштабную систему хранения. предназначенную для оптимизации ветровой генерации. Сейчас свободные объёмы этого хранилища уже продаются через цифровую биржу EWF, ключевой задачей которой является согласование предложения «ветровой» электроэнергии со спросом.

Потенциал нового направления автомобилестроения — автомобили на электрической тяге — остаётся пока нераскрытым. И немецкая фирма Otovo считает, что электромобили являются недоиспользованным накопительным ресурсом. Её руководитель Кристиан Ранотмечает, что именно электромобили позволяют обмениваться электроэнергией в обоих направлениях — между накопителем и сетью.

Преимущество электромобиля связано с его мощностью. Так, если мощность традиционного накопителя для солнечных электростанций не превышает 10 кВт-ч, электромобиль представляет собой накопитель мощностью 75 кВт-ч. Конечно, условием использования электромобиля в качестве накопителя является то, что он остаётся подключённым к сети.

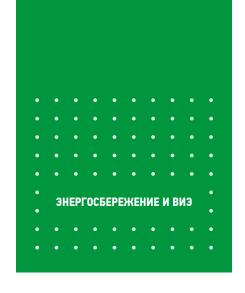


По оценке Рана, в ежедневном режиме использования электромобиль 95% времени стоит на месте. Как раз заправочные колонки для электромобилей и можно использовать в качестве и зарядки, и передачи электроэнергии от электромобиля в сеть. В Берлине, например, такие колонки уже появляются на парковках. Но для этого следует переоборудовать как колонки, так и сами электромобили.

По оценке Рана, в нидерландском Утрехте уже создана инфраструктура, благодаря которой электромобиль на парковке можно использовать для связи с электросетью. Такие же системы, по словам Рана, имеются и в некоторых странах Азии. В принципе, считает Ран, прежде всего требуются программы, которые способны управлять процессом зарядки и разрядки. Но потребуется и переоборудование электросистемы, а именно создание соответствующей «двунаправленной» розетки для подключения электромобиля.

Главный вопрос, с точки зрения экспертов немецкого информационного агентства n-tv, состоит в том, как процесс переоборудования системы зарядки электромобилей под двустороннюю работу может регулироваться в правовом плане, и самое главное — кто будет эту программу финансировать. Федеральное правительство Германии уже создало программу содействия электромобильности. Она предусматривает финансовую помощь по созданию двусторонних зарядных колонок на сумму почти в €100 млн. Однако окончательное решение вопроса (вряд ли какая-либо из частных фирм будет инвестировать самостоятельно в создание такой системы) о распространении электромобильности. Предполагается, что до 2030 года в Германии будет уже 15 млн электромобилей. Это, конечно, значительный потенциал, который по мощности соответствует 100 атомным электростанциям, утверждает n-tv.

По данным официальной немецкой статистики, в стране на апрель 2022 года находилось 687,2 тыс. автомобилей с электрическим приводом (не «гибридов»). На «гибриды» (работающие и на электричестве, и на бензине) приходится чуть более 600 тыс. автомобилей. Смогут ли немцы увеличить число электромобилей за оставшиеся до 2030 года восемь лет более чем в 15 раз, пока неизвестно. Тем более что правительство планирует снижать финансовую поддержку покупателей электромобилей. А этот показатель может стать решающим для господдержки переоборудования систем зарядки электромобилей.



#### XIII Международная выставка «Энергосбережение и энергоэффективность 2022»

13–16 сентября 2022 года в Санкт-Петербурге, в КВЦ «Экспофорум», при информационной поддержке журнала СОК прошла XIII Международная выставка «Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование», представляющая научно-технические разработки и достижения, оборудование и технологии в области энергосбережения. Организатор — ВО «Фарэкспо».



В рамках выставки специалистам были представлены прогрессивные отраслевые решения, обсуждались вопросы и задачи энергетики в промышленности и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), поднимались вопросы рационального потребления ресурсов.

Ежегодно известные компании-участники предлагают уникальные и современные решения для энергетической отрасли. В этом году в выставке приняли участие такие компании, как «А-Контракт», ООО «НПП «Сенсор», ООО «Аккорд», ООО «Псковский трансформаторный завод», ООО «Теплообмен», ООО «Фотон» и многие другие.

XI Международный конгресс «Энергосбережение и энергоэффективность. IT-технологии. Энергобезопасность. Экология» стал главным мероприятием выставки «Энергосбережение и энергоэффективность 2022».

Сегодняшним проблемам энергетики в России была посвящена пленарная сессия «Повышение энергоэффективности российской энергетики в современных условиях трансформации мировой энергетики», организатор — некоммерческое партнёрство (НП) «Объединение энергетиков Северо-Запада».

Состоялся круглый стол «Консолидация электросетевого комплекса Российской Федерации. Новые критерии и ответственность теплоснабжающей организации (ТСО) за надёжность энергоснабжения. Новые условия доступности к электросетям и особенности присоединения отдельных групп потребителей» при поддержке и участии Научно-экспертного совета (НЭС) при Рабочей группе Совета Федерации Федерального Собрания РФ по мониторингу и реализации законодательства в области энергетики.

В рамках выставки специалистам были представлены прогрессивные отраслевые шения, обсуждались вопросы и задачи энергетики в промышленности и ЖКХ, поднимались вопросы рационального потребления ресурсов. XI Международный конгресс «Энергосбережение и энергоэффективность. ІТ-технологии. Энергобезопасность. Экология» стал главным мероприятием выставки «Знергосбережение и энергоэффективность 2022»



**::** Церемония открытия XI Международного конгресса













На круглом столе «Снижение углеродного следа и энергоэффективность для промышленных предприятий. Как превратить "зелёные" вызовы в возможности» обсудили такие вопросы, как энергопереход и «зелёное» финансирование, перспективные технологии для устойчивого развития, климатическая повестка, успешный опыт ESG-трансформации. Мероприятие было организовано Национальным агентством по энергосбережению и возобновляемым источникам энергии (НП «НАЭВИ») и НЭС при Рабочей группе Совета Федерации ФС РФ по мониторингу и реализации законодательства в области энергетики.

Состоялась научно-практическая конференция «Малая энергетика в сельском хозяйстве. Энергоэффективность. Экология». Организатор — МОО «Природоохранный союз России», Общественная палата Ленинградской области при участии филиала ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ».

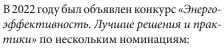
На круглом столе «Сектор ЖКХ. Актуальные вопросы, проблемы, перспективы» обсуждались основные проблемы,

стоящие перед управляющими компаниями и товарищами собственников жилья (ТСЖ), задачи повышения квалификации специалистов данной сферы.

С 13 по 16 сентября, одновременно с выставкой «Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование 2022», на одной площадке прошли международные специализированные выставки «Рос-газ-экспо 2022» и «Котлы и горелки 2022».

Также в рамках выставок прошли профессиональные конкурсы.

На круглом столе «Снижение углеродного следа и энергоэффективность для промышленных предприятий. Как превратить "зелёные" вызовы в возможности» обсудили вопросы энергоперехода, «зелёного» финансирования, перспективных технологий для устойчивого развития, климатическая повестка и многое другое



- 1. В номинации «За передовое решение в сфере интеллектуальных технологий» в категории «Газоснабжения» победу одержало ООО «Техномер».
- **2.** В номинации «Лучшая перспективная разработка в области коммерческого учёта» в категории «Промышленность» высшая награда присвоена ООО «Акситех».
- 3. В номинации «Лучшая перспективная разработка в области коммерческого учёта» в категории «ЖКХ» первое место было присуждено ООО «Рустехнология».
- **4.** В номинации «*Лучшее энергоэффективное решение*» в категории «Газоснабжение» победу одержало ООО «Северная компания».
- **5.** В номинации «*Лучшее энергоэффективное решение*» в категории «Теплоснабжение» победило ООО «Амадеус».
- **6.** В номинации «Лучшая разработка в помощь повышению качества оборудования» в категории «Газоснабжение» призовое место заняло ООО «НПП «ТЭК». ●







# Стратегическое планирование развития города на основе моделирования и оптимирования и оптимир

Рецензия эксперта на статью получена 31.08.2022 [The expert review of the article was received on August 31, 2022]

#### Введение

Топливно-энергетический баланс (ТЭБ) отражает соотношение объёмов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), поступающих от производства или импорта и уменьшающихся за счёт потребления или экспорта, для некоторой территории или экономического объекта.

Построение топливно-энергетического баланса источника теплоснабжения и города в целом является актуальной задачей, которая включает в себя анализ влияния на топливно-энергетический баланс различных факторов, таких как изменения электрических и тепловых нагрузок, развитие возобновляемых и распределённых источников энергии, ущерб здоровью человека и окружающей среде от выбросов вредных веществ и т.д. Также без создания ТЭБ исчезает возможность правильного планирования развития топливно-энергетического комплекса.

Системным вопросам совершенствования топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и создания топливно-энергетических балансов предприятий и систем энергоснабжения городов посвящено значительное количество работ учёных как советского, так и современного периодов российской истории [1, 2].

Работы советских учёных, такие как [1], заложили основы составления и анализа топливно-энергетических балансов. Но во время написания данных работ отсутствовали современные средства обработки данных, что накладывало некоторые ограничения. Работа по развитию предыдущих исследований с учётом современ-

Построение топливно-энергетического баланса источника теплоснабжения и города включает в себя анализ влияния на топливно-энергетический баланс самых различных факторов

ных возможностей является актуальной задачей. Статья [2] посвящена созданию ТЭБ для города Москвы на основе данных за 2018 год. В этом исследовании топливно-энергетический комплекс представлен графически, что является важным условием его интуитивного понимания, оценки структуры энергопотребления, а также энергоёмкости валового регионального продукта. Однако в данной статье не рассматривается ТЭБ с точки зрения его оптимизации, а также стоит отметить, что баланс строится вручную, без использования программного обеспечения.

Согласно официальной статистической методологии, для представления энергетических балансов используются следующие определения:

- однопродуктовый энергетический баланс представляет собой таблицу, отражающую формирование каждого конкретного вида энергетических ресурсов или их разнородных групп (например, нефтепродуктов) и их использование в процессах преобразования, транспортировки и конечного потребления;
- сводный топливно-энергетический баланс представляет собой таблицу, объединяющую все энергетические балансы отдельных продуктов в один.

УДК 620.92:658.26. Научная специальность: 2.4.6 (05.14.04).

Методология стратегического планирования развития города на основе моделирования и оптимизации топливно-энергетического баланса

Ю.В. Яворовский, к.т.н., заведующий кафедрой промышленных теплоэнергетических систем; И.А. Султангузин, д.т.н., профессор; А.И. Бартенев, аспирант; И.Д. Калякин, аспирант, <u>Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»</u> (НИУ «МЭИ»); А.П. Яшин, разработчик ПО, компания ООО «Всё для календарей»

Целью данной работы является разработка методологии стратегического планирования развития города на основе моделирования и оптимизации топливно-энергетического баланса (ТЭБ). Модепирование ТЭБ города осуществляется с использованием программы «ОптиТЭБ». Данное программное обеспечение позволяет отображать информацию в удобном для анализа графическом виде с возможностью оптимизации потребления топливно-энергетических ресурсов в различных сенторах за счёт использования энергосберегающих технологий. Построение ТЭБ городов и регионов является первоочередной задачей стратегического планирования развития их топливно-энергетического комплекса со снижением вредных выбросов, включая парниковые газы. В статье представлены результаты построения математической модели и оптимизации ТЭБ на примере Москвы с учётом развития инфраструктуры электротранспорта. Определены основные направления повышения энергоэффективности на основе полученных результатов.

**Ключевые слова:** топливно-энергетический баланс, ТЭЦ, моделирование, оптимизация, централизованное теплоснабжение, парниковые газы, вредные выбросы, стратегическое планирование, электротранспорт.

UDC 620.92:658.26. The number of scientific specialty: 2.4.6 (05.14.04).

Methodology of strategic planning of city development based on modeling and optimization of fuel and energy balance

I. A. Sultanguzin, Doctor of Technical Sciences, Professor; Yu. V. Yavorovsky, PhD, Head of the Industrial Thermal Engineering Systems Department; A. I. Bartenev, postgraduate student; I. D. Kalyakin, postgraduate student, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); A. P. Yashin, software engineer, "Everything for calendars", LLC

The purpose of this work is to develop a methodology for strategic planning of city development based on modeling and optimization of the fuel and energy balance (FEB). Modeling of the city's FEB is carried out using the "OptiTEB" program. This software allows to display information in a convenient graphical form for analysis with the possibility of optimizing the consumption of fuel and energy resources in various sectors through the use of energy-saving technologies. The creation of FEB of cities and regions is a priority task of strategic planning for the development of their fuel and energy complex with the reduction of harmful emissions, including greenhouse gases. The article presents the results of mathematical modeling and optimization of the FEB on the example of Moscow with taking into account the development of electric transport infrastructure. The main directions of energy efficiency improvement based on the obtained results are determined.

**Key words:** fuel and energy balance, CHP, modeling, optimization, district heating, greenhouse gases, harmful emissions, strategic planning, electric transport.

Однако существующая в настоящий момент табличная форма энергетического баланса весьма неудобна для использования неспециалистами. Для повышения наглядности и улучшения понимания предлагается создать графическую форму энергетического баланса на основе имеющейся таблицы.

Целью данной работы является разработка методологии стратегического планирования развития системы энергоснабжения города. Для этого необходимо разработать программу моделирования и оптимизации топливно-энергетического баланса в соответствии с заданными критериями: минимум потребления ТЭР и минимум вредных выбросов, включая парниковые газы.

Построение топливно-энергетического баланса и данная работа позволят решить следующие важные задачи:

- □ оптимизация потребления топливноэнергетических ресурсов;
- предварительная оценка целесообразности внедрения различных энергосберегающих мероприятий в рамках топливноэнергетического комплекса отдельных стран, регионов, городов и т.д.;
- оценка возможности перераспределения топливно-энергетических ресурсов между различными секторами энергопотребления (население / промышленность / транспорт и т.д.).

# Топливно-энергетический баланс города Москвы

В качестве пилотного объекта для рассмотрения в программу «ОптиТЭБ» были заложены характеристики топливно-энергетического комплекса города Москвы.

Теплоснабжение Москвы осуществляется от теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) и котельных. ПАО «Мосэнерго» эксплуатирует 13 ТЭЦ и 34 котельные общей установленной тепловой мощностью 42 380 Гкал/ч, ПАО «МОЭК» эксплуатирует 142 источника теплоснабжения общей установленной тепловой мощностью 4410 Гкал/ч. Другие ТСО эксплуатируют десять источников когенерации, в том числе ТЭЦ Московского энергетического института (НИУ «МЭИ»), и 914 источников теплоснабжения общей установленной тепловой мощностью 12 328 Гкал/ч.

Конечная общая установленная тепловая мощность составляет 59 118 Гкал/ч, а фактическая тепловая нагрузка равна 33 466 Гкал/ч.

Общее потребление конечной энергии в Московской области составляет 28,2 млн тонн условного топлива (у.т.) в год [3]. Топливно-энергетический баланс крупных городов обладает значительным по-

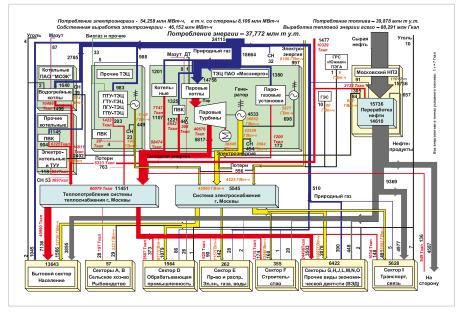
тенциалом для экономии топливно-энергетических ресурсов.

ТЭБ описывается системой балансовых уравнений, которые представляются в табличном или графическом виде [3] и составляют суть математической модели. На рис. 1 показана графическая схема системы энергоснабжения Москвы. Из данных ТЭБ Москвы видно, что основным энергетическим ресурсом является природный газ — 24,1 млн тонн у.т. в год. Почти всё количество природного газа сжигается в энергетических и технологических установках с образованием углекислого газа, который является одним из основных парниковых газов.

В то же время в атмосферу города выбрасывается углекислый газ с продуктами сгорания моторных топлив.

Также в ТЭБ Москвы используются уголь, биогаз, твёрдые бытовые отходы для сжигания на электростанциях (паровые и водогрейные котлы).

Крупнейшим потребителем конечной энергии является население (отопление зданий) — 13,6 млн тонн у.т. в год. Для обеспечения населения энергией используются различные виды ископаемого топлива. Соответственно, этот сектор имеет самые высокие выбросы парниковых газов и, следовательно, максимальный потенциал для сокращения их выбросов.

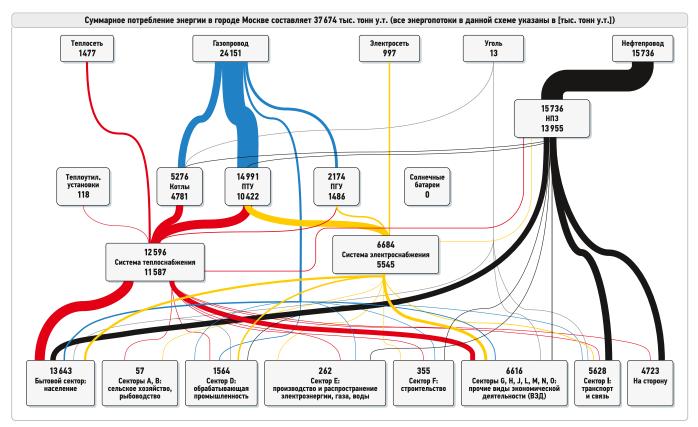


**Рис. 1.** Топливно-энергетический баланс города Москвы

Кроме того, на московской территории расположен нефтеперерабатывающий завод ОАО «Газпромнефть МНПЗ», где нефть перерабатывается в моторные топлива (бензин, дизельное топливо и т.д.), большая часть которых поступает в ТЭБ Москвы и сжигается в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) частных автомобилей населения, а также автобусов общественного транспорта и грузовых автомобилей автотранспортных предприятий.



Для энергоснабжения жилых зданий в системе жилищно-коммунального хозяйства потребляется 49,9 млн Гкал/год (7,1 млн тонн у.т. в год) тепловой энергии, 12,7 млн МВт-ч электроэнергии (1,6 млн тонн у.т. в год), природный газ — более 1 млн тонн у.т. в год. Большая часть тепловой энергии используется для отопления и горячего водоснабжения жилых зданий. Поэтому необходимо проанализировать энергопотребление зданий и разработать комплекс мер по его снижению (дополнительная теплоизоляция, вентиляционные системы с рекуперацией тепла и т.д.) в соответствии с российскими стандартами и на основе анализа зарубежных стандартов. Также, что касается жилых зданий, необходимо проанализировать энергопотребление общественных и административных зданий, поскольку московская сфера услуг, которая включает теплоснабжение этих зданий (3,5 млн тонн у.т. в год), потребляет в общей сложности 6,4 млн тонн у.т. в год.



\*\* Рис. 2. Расчётный ТЭБ Москвы, построенный в программе «ОптиТЭБ»

Из анализа ТЭБ Москвы видно, что частные автомобили населения, общественный и грузовой транспорт потребляют около 9,4 млн тонн у.т. в год. В то же время в атмосферу выбрасывается 95% всех вредных выбросов Москвы (СО, NОх, мелкодисперсная пыль до 2,5 мкм) и огромное количество парниковых газов.

Необходимо исследовать систему городского транспорта и разработать соответствующий комплекс мер по сокращению выбросов парниковых газов в этом секторе. Промышленность, включая строительство, производство и распределение электроэнергии, транспортировку газа и воды, потребляет 2,5 млн тонн у.т. конечной энергии в год. Также необходимо проанализировать потребление энергии в этих секторах и определить потенциал сокращения выбросов парниковых газов.

Синтезируя вышеописанные элементы системы, которые описываются своими математическими зависимостями, можно проводить исследования на основе системного подхода. Важность системного исследования энергетических систем доказана и подтверждена практикой ещё в XX веке [1]. Принимая во внимание тенденцию развития децентрализации, основанной на применении ВИЭ, необходимо найти пути интегрирования этих систем в единую за счёт технологий накопления энергии, сбалансированного перераспределения генерирующих мощностей, сглаживания пиковых нагрузок. Добавляя

новые элементы и связывая их с имеющимися, можно принимать обоснованные решения по развитию городского топливно-энергетического комплекса.

Например, развитие электротранспорта привносит существенную неопределённость в прогнозные модели и не учитывается при разработке сценариев [5].

Рассматриваемый в данной статье программный комплекс «ОптиТЭБ» позволяет моделировать топливно-энергетические балансы городов, а также производить оптимизацию по энергетическим и экологическим критериям при варьировании задаваемых параметров

# Методология стратегического планирования развития системы энергоснабжения города с применением «ОптиТЭБ» Программа «ОптиТЭБ»

ТЭБ крупных городов представляет из себя сложную многокомпонентную систему, включающую в себя различные сферы жизнедеятельности человека. Для получения достоверных данных об эффективности применения различных энергосберегающих мероприятий необходимо рассматривать всю систему в комплексе, так как различные элементы могут оказывать

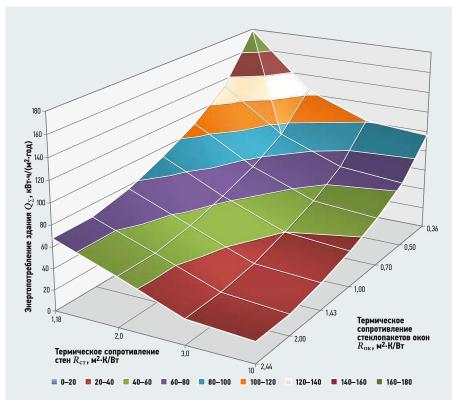
влияние друг на друга. Поскольку для анализа ТЭБ города необходимо обработать большое количество данных, с целью исключения возможности ошибки было принято решение о создании программы по расчёту и оптимизации ТЭБ городов — «ОптиТЭБ» [6, 7].

Программное обеспечение «ОптиТЭБ» разработано в среде программирования Microsoft Visual Studio Community на языке программирования С# в соответствии с методологией объектно-ориентированного программирования и реализовано в виде веб-приложения ASP.NET на платформе .NET Core [7].

Данное программное обеспечение позволяет моделировать топливно-энергетические балансы городов, а также производить оптимизацию по энергетическим и экологическим критериям при варьировании задаваемых параметров [степень утепления здания, перераспределение тепловых нагрузок между котельными, парогазовыми установками (ПГУ) и паротурбинными установками (ПТУ), степень электрификации транспорта в различных секторах и т.п.]. Более подробное описание алгоритма работы программы «ОптиТЭБ» дано в статье [7].

В процессе выполнения данной работы были сформированы основные направления по развитию ТЭБ городов в перспективе до 2060 года (рис. 2).

Рассмотрим предлагаемые мероприятия подробнее.



ះ Рис. 3. Зависимость энергопотребления здания от термического сопротивления стен и окон

# Ключевые энергосберегающие мероприятия для оптимизации ТЭБ

В основе работы по оптимизации ТЭБ города Москвы лежат следующие ключевые энергосберегающие мероприятия:

- □ повышение тепловой защиты зданий;
- □ перераспределение тепловых нагрузок между котельными, ПГУ и ПТУ;
- □ строительство ПГУ на основе современных силовых установок взамен ПТУ;
- модернизация ТЭЦ с использованием абсорбционных трансформаторов теплоты (АТТ);
- □ увеличение доли использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергобалансе города;
- □ увеличение доли электротранспорта;
- u использование технологии Vehicle-togrid (V2G) передачи электроэнергии от электромобиля в сеть.

Рассмотрим каждое из предложенных направлений оптимизации энергобалансов подробнее.

#### Повышение тепловой защиты зданий

Основными потребителями тепловой энергии в России являются промышленное производство (46%) и население (35%) [8]. Отставание в реализации законодательных актов в области энергоэффективности и деградация в нормировании показателей теплозащиты и энергопотребления на отопление и вентиляцию зданий [9,10] обуславливает значительный потенциал энергосбережения в сфере теплопотребления бытового сектора.

В странах северной части Европы идёт повышение требований к энергоэффективности зданий и повышение теплозащитных характеристик производится по принципам концепции пассивного дома, за счёт чего появляется возможность

Результаты энергомоделирования здания научно-технической библиотеки МЭИ [12] показывают, что за счёт повышения термического сопротивления стен и окон можно снизить теплопотери в семь раз и уменьшить потребление энергии на отопление

строить всё больше как индивидуальных, так и общественных зданий [11] с нулевым или положительным годовым энергобалансом. Строительство и исследования зданий с низким энергопотреблением в России проводятся и показывают, что можно достигать нулевого годового энергобаланса, однако эта практика не имеет массового характера. Результаты энергомоделирования здания научно-технической библиотеки МЭИ [12] показывают, что за счёт повышения термического сопротивления стен и окон можно снизить теплопотери в семь раз и соответственно уменьшить потребление энергии на отопление (рис. 3).

Существенное снижение теплового потребления со 179 до 101 кВт-ч/(м²-год) может быть достигнуто за счёт применения современных теплоизоляционных материалов [минеральной ваты, экструдированного пенополистирола, вспененного полиизоцианурата (РІR) и др.] при увеличении коэффициента термического сопротивления стен с 1,18 до 7 м²-К/Вт.

При увеличении коэффициента термического сопротивления окон с 0,357 до 2 м2-К/Вт тепловое потребление здания уменьшается до 68 кВт-ч/(м2-год) за счёт применения тройного остекления, энергосберегающих и мультифункциональных напылений на стёклах, инертных газов в межкамерных пространствах, утеплённых профилей рам и т.д. При одновременном утеплении стен и окон может быть достигнут синергетический эффект уменьшения теплопотребления здания до 25 кВт-ч/(м²-год). В масштабах города Москвы при снижении тепловой нагрузки зданий в два раза можно сократить потребление ТЭР на 3,077 млн тонн у.т. (8,1% от общего) за счёт применения современных технологий в строительстве.



Московская ТЭЦ-21 (1765 МВт, 4918 Гкал/ч) введена в эксплуатацию в 1963 году

## Перераспределение тепловых нагрузок между котельными, ПГУ и ПТУ

Перераспределение тепловых нагрузок между котельными, ПГУ и ПТУ позволяет оптимизировать генерацию энергии на источниках. В настоящее время в Москве наблюдается тенденция по переключению тепловых нагрузок с котельных ПАО «МОЭК» на ТЭЦ ПАО «Мосэнерго» с получением значительных топливных эффектов и, как следствие, повышением энергетической эффективности всего топливно-энергетического комплекса.

Максимизация производства электроэнергии на тепловом потреблении и использования тепла топлива является залогом повышения эффективности работы ТЭК [13]. При этом в первую очередь необходимо переключать нагрузку на ПГУ, так как данные блоки зачастую являются более современными, чем ПТУ, а также имеют более высокий КПД. После максимально возможной загрузки ПГУ нагрузка переключается на ПТУ — в первую очередь на наиболее современные и эффективные турбины, такие как Т-250/300-240 и Т-295/335-23.

#### Строительство ПГУ на основе современных силовых установок взамен ПТУ

Замещение ПТУ современными ПГУ обосновано изменением характера спроса на энергетические ресурсы, а именно сокращением спроса на тепло вследствие вывода из эксплуатации многих теплоёмких производств и реализации энергосберегающих технологий. Вместе со снижением спроса на тепловую энергию увеличивается спрос на электроэнергию, в том числе за счёт распространения электротранспорта.

Данный пункт подразумевает переоснащение ТЭЦ с применением отечественных турбин средней и большой мощности — ГТЭ-65 и ГТЭ-170. Эти газовые турбины являются наиболее передовыми разработками в области отечественного турбостроения и имеют характеристики, сопоставимые с аналогичными турбинами, применяемыми за рубежом. Приоритетом для применения вышеуказанных газовых турбин является необходимость повышения энергобезопасности страны за счёт импортозамещения в области энергоснабжения.

# Модернизация ТЭЦ с использованием АТТ

Модернизация ТЭЦ с использованием абсорбционных трансформаторов теплоты (АТТ) [14] позволяет решить сразу несколько задач, а именно повысить энергетическую эффективность работы

Максимизация производства электроэнергии на тепловом потреблении и использования тепла топлива является залогом повышения эффективности работы ТЭК. При этом в первую очередь необходимо переключать нагрузку на ПГУ, так как данные блоки зачастую являются более современными, чем ПТУ, а также имеют более высокий КПД

паротурбинного цикла, а также снизить выбросы тепла (тепловое загрязнение) в атмосферу через градирни, которые достигают 45–50%. На сегодняшний день данная технология модернизации широко применяется в Китае [15].

В основе подобной модернизации лежит установка абсорбционных трансформаторов теплоты на ТЭЦ и на ЦТП у потребителей. АТТ на ТЭЦ используется для передачи низкопотенциальной тепловой энергии контура охлаждения конденсатора в тепловую сеть.

АТТ на ЦТП позволяет изменить температурный график тепловых сетей. При этом для магистральных сетей температурный график составит 120/20°С, а для разводящих тепловых сетей — 60/40°С. Данная модернизация позволит сэкономить порядка 7% от сжигаемого топлива на ТЭЦ.

# Увеличение доли использования ВИЭ в энергобалансе города

Увеличение доли использования ВИЭ в энергобалансе города (применение солнечных панелей и навесов) позволит существенно увеличить генерацию электроэнергии без дополнительной загрузки оборудования существующих источников электрогенерации.

В настоящее время проводятся исследования, показывающие перспективность использования солнечных панелей в фасадах зданий с целью генерации электроэнергии [16]. Данное мероприятие становится особенно актуальным при повсеместном переходе на электротранспорт — как способ не только обеспечить дополнительный прирост мощности, но и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. При этом также необходимо обратить внимание, что во многих странах вводится запрет на постройку домов без наличия микрогенерации, основанной на ВИЭ [17]. Однако в России на данный момент такая практика отсутствует, и закон о микрогенерации не подразумевает строительство жилых многоквартирных домов с солнечными электростанциями.

#### Увеличение доли электротранспорта

Увеличение доли электротранспорта является общемировой тенденцией. В отчёте Международного энергетического агентства (ІЕА) по электромобилям за 2020 год [18] рассмотрены сценарии увеличения доли электротранспорта, а также даются рекомендации по оптимизации энергохозяйства с целью снижения нагрузки на электрические сети в пиковые часы с учётом современных технологий (например, Vehicle-to-grid). Россия также развивает данное направление. Однако увеличение доли электротранспорта должно быть взаимоувязано с увеличением доли ВИЭ. Совместное их развитие обусловлено особенностью выбросов загрязняющих веществ от электромобилей. При эксплуатации электромобилей без постройки ВИЭ в системе нет снижения выбросов, так как электроэнергия будет производиться на традиционных источниках ТЭЦ, КЭС и т.п., и в общем балансе будет происходить только «перенос» выбросов «с улиц» на дымовые трубы источников электрогенерации.

В статье [19] говорится: «Сложившаяся инфраструктура генерации электроэнергии при большой доле электростанций, работающих на ископаемых (угле, нефти и газе), не дадут положительного экологического эффекта от перехода на электромобили». Что также подчёркивает необходимость развития ВИЭ совместно с переходом на электромобили для реального снижения выбросов от транспорта.

#### Передача электроэнергии от электромобиля в сеть

Использование технологии Vehicle-to-grid позволяет применять электромобили как элементы аккумуляции в энергосистеме городов. В основе V2G лежит возможность разряжать аккумуляторы электромобилей, подключённых к зарядным станциям, с выдачей их мощности в сеть. Преимущества данной технологии [20]:

- □ выравнивание пиковых нагрузок энергопотребления в течение суток;
- □ владельцы электротранспорта получат финансовую выгоду (зарядка по ночному тарифу, отпуск в сеть по дневному);
- электромобили могут использоваться для хранения избыточной энергию от источников возобновляемой энергии;
- □ электромобили могут выступать в качестве резервного источника питания при перебоях с поставками электроэнергии;
- покрытия пиковых электростанций для покрытия пиковых нагрузок в периоды одновременной зарядки большого количества электромобилей.

**76** 

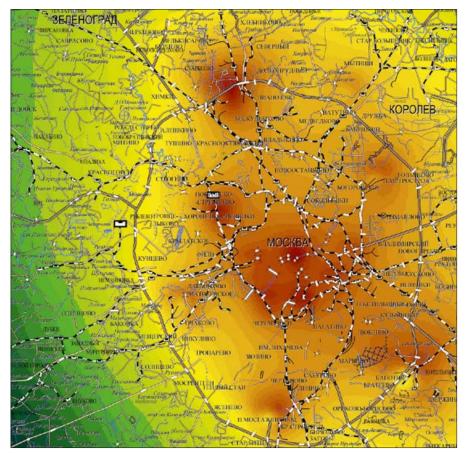


Рис. 4. Рассеивание оксидов азота от ТЭЦ ПАО «Мосэнерго»

#### ះ Снижение потребления ТЭР в результате внедрения энергосберегающих мероприятий табл. 1

Мероприятие	Сокращение потребления ТЭР		Сокращение выбросов CO <sub>2</sub> от сжигания топлива	
	%	тыс. тонн у.т.	%	тыс. тонн
Повышение тепловой защиты зданий	8,1	3077	7,9	4736
Перераспределение тепловых нагрузок между котельными, ПГУ и ПТУ	8,9	3371	8,7	5203
Строительство ПГУ на основе современных силовых установок взамен ПТУ	4,4	1655	4,1	2476
Модернизация ТЭЦ с использованием АТТ	1,6	517	1,4	821
Увеличение доли использования ВИЗ в энергобалансе города (солнечные панели)	4,2	1587	4	2367
Увеличение доли электротранспорта (замещаемое топливо — бензин)	1,1	398	3,4	2019

#### Оценка выбросов парниковых газов в Москве, тыс. тонн СО2 в год

:: Оценка выбросов парниковых газов в Москве, тыс. тонн CO <sub>2</sub> в год				табл. 2
Вид выбросов	Уголь	Моторные топлива	Природный газ	Всего
CO <sub>2</sub> от сжигания топлива	75	20223	42 202	62 500
Выбросы парниковых газов от углеводородов $C_m H_n$	-	522	400	992
Выбросы парниковых газов от хладагентов	-	-	-	2270
Итого выбросы	_	_	_	65762

#### Выблосы вредных веществ от ТЭП и их воздействие<sup>3</sup>

•• выоросы вредных веществ от тоц	100/1. 3		
Загрязняющее вещество	Выбросы, тыс. т/год	Вид воздействия	Ущерб, чел. в год
S0 <sub>2</sub>	6692	Смертность от SO <sub>2</sub>	40,0
Твёрдые вещества (пыль, мелкие частицы)	1229	Внезапная смертность от пыли	3,4
		Хроническая смертность от пыли	25,8
CO	960	Внезапная смертность от СО	0,2
NO <sub>X</sub>	37 770	Внезапная смертность от $N0\chi$	160,4
Итого	46 651	Суммарная смертность	229,8

<sup>\*</sup> С учётом выбросов от ТЭЦ-22 и ТЭЦ-27.

#### Эффективность внедрения энергосберегающих мероприятий

Применение вышеописанных направлений развития энергосистемы при стратегическом планировании позволит оптимизировать ТЭБ и добиться снижения потребления ТЭР.

В табл. 1 приведены сводные данные по сокращению потребления ТЭР и сокращению выбросов СО2 за счёт применения предложенных мероприятий. Как видно из табл. 1, наиболее эффективными с точки зрения снижения потребления топливно-энергетических ресурсов являются мероприятия по перераспределению тепловых нагрузок между котельными, ПГУ и ПТУ, а также по утеплению зданий — сокращение потребления ТЭР на 8,9 и 8,1 %, соответственно.

Совершенствование ТЭБ с внедрением вышеописанных мероприятий может позволить существенно сэкономить ТЭР, при этом такая модернизация топливноэнергетического комплекса также даст возможность снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. Важно отметить, что эффект от реализации представлен для каждого мероприятия в отдельности.

Совместная реализация мероприятий в процессе оптимизации рассмотрена в пункте 5.

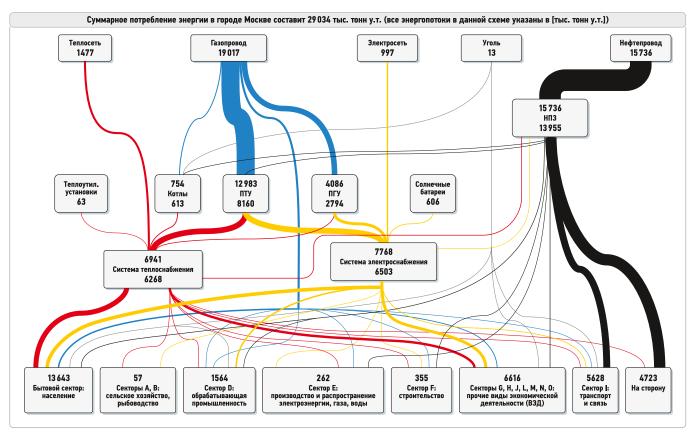
#### Оценка воздействия вредных выбросов на отрасли экономики города

Как видно из табл. 1, предложенные мероприятия оказывают существенное влияние не только на снижение потребления ТЭР, но и на сокращение вредных выбросов в атмосферу.

В данной работе при проведении оценки воздействия вредных выбросов учитываются выбросы парниковых газов, а также CO,  $NO_X$ ,  $SO_2$ , пыли и других вредных веществ. В табл. 2 представлена оценка выбросов парниковых газов, основанная на анализе ТЭБ Москвы. При сжигании различных видов топлива образуется углекислый газ в количестве 62,5 млн тонн в год, которые примерно соответствуют отчётным данным за 2015 год (63,1 млн тонн в год) [21].

Основными источниками вредных выбросов в энергетическом секторе являются ТЭЦ и котельные. Для оценки воздействия вредных выбросов на население Москвы был проведён расчёт рассеивания вредных выбросов ТЭЦ с использованием методологии Impact Pathway и программного обеспечения ISC Manager [22]. Исходные данные [23] и результаты расчёта приведены в табл. 3, на рис. 4 показано рассеивание выбросов оксида азота.

табп 3



:: Рис. 5. ТЭБ Москвы, построенный в программе «ОптиТЭБ» после оптимизации

#### Оптимизация ТЭБ

В результате проведения данного исследования была сформулирована методология оптимизации ТЭБ с использованием современных энергоэффективных технологий, а также произведено исследование по оптимизации ТЭБ города Москвы при помощи программного обеспечения «ОптиТЭБ» [6, 7].

Для моделирования вышеуказанных энергосберегающих мероприятий используются оптимизируемые параметры и пределы их варьирования, представленные в табл. 4. Начальные значения параметров были определены по исходным данным ТЭБ (рис. 1). В качестве критерия оптимизации было рассмотрено минимальное потребление ТЭР.

При проведении оптимизационных расчётов получены оптимальные значения варьируемых параметров, также представленные в табл. 4. С учётом взаимного влияния этих переменных полу-

чен результат (рис. 5) от совместного внедрения энергосберегающих мероприятий  $(37,7-29,0=8,7\,$  млн тонн у.т.), отличный от суммарного эффекта в табл. 1  $(10,6\,$  млн тонн у.т.).



:: Котлотурбинное отделение №2 ТЭЦ-20

#### Параметры оптимизации

			14071. 4
Минимум	Максимум	Начальные	Оптимальные
0,50	1,00	1,00	0,50
0,10	0,50	0,42	0,10
0,00	0,10	0,00	0,10
0,05	0,15	0,06	0,15
0,00	0,20	0,00	0,20
0,00	0,90	0,00	0,90
	0,50 0,10 0,00 0,05 0,00	0,50 1,00 0,10 0,50 0,00 0,10 0,05 0,15 0,00 0,20	0,50     1,00     1,00       0,10     0,50     0,42       0,00     0,10     0,00       0,05     0,15     0,06       0,00     0,20     0,00

Доли выработки энергии источниками рассчитываются от суммы потребляемых энергоресурсов. В зависимости от приоритета источника его доля в покрытии общей нагрузки определяется как остаток в пределах своего минимума и максимума для покрытия оставшейся потребности в энергоресурсах.

Таким образом, суммарное снижение расхода топливно-энергетических ресурсов в балансе Москвы от совместной реализации предложенных мероприятий в процессе оптимизации должно составить 8,7 млн тонн у.т. в год. Данные мероприятия также должны оказать существенное положительное влияние на экологические показатели системы и снизить выбросы парниковых газов на запланированную величину 15,2 млн тонн  $\mathrm{CO}_2$  в год.

На основе вышеприведённых данных можно сделать вывод, что оптимизация ТЭБ городов является важной задачей. При применении современных технологий достигается не только сокращение потребления ТЭР, но и существенное снижение вредных выбросов и их воздействия на здоровье населения. В 2015 году 94% (919 тыс. тонн) выбросов вредных веществ были связаны со сжиганием моторного топлива в двигателях внутреннего сторания автомобилей (ДВС). Важную роль в сокращении вредных выбросов играет прежде всего городской переход на электротранспорт.

**78** 



Московская ТЭЦ-23 (1420 МВт, 4530 Гкал/ч) введена в эксплуатацию в 1966 году

Если при увеличении доли электротранспорта вся потребляемая им электроэнергия будет вырабатываться на традиционных источниках (ТЭЦ, ТЭС и т.д.), то это неизбежно приведёт к переносу выбросов с городских улиц на трубы источников. Для получения положительного экологического эффекта необходимо увеличивать выработку энергии за счёт ВИЭ, чтобы исключить вредные выбросы, в том числе парниковые газы, как от ДВС автомобилей, так и от тепловых электростанций.

Заключение

Стратегическое планирование развития города на основе моделирования и оптимизации топливно-энергетического баланса является наиболее актуальной в текущих условиях задачей. При этом использование современных программных средств позволяет существенно повысить

эффективность работы и снизить вероятность ошибки из-за «человеческого» фактора. Программное обеспечение «ОптиТЭБ» является эффективным средством для построения и оптимизации топливноэнергетических балансов.

В статье рассмотрены следующие энергосберегающие мероприятия: повышение тепловой защиты зданий; перераспределение тепловых нагрузок между котельными, ПГУ и ПТУ; строительство ПГУ на

Использование современных программных средств позволяет существенно повысить эффективность моделирования и оптимизации топливно-энергетического баланса и снизить вероятность ошибки из-за «человеческого» фактора

основе современных силовых установок взамен ПТУ; модернизация ТЭЦ с использованием абсорбционных трансформаторов теплоты (АТТ); увеличение доли использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергобалансе города; увеличение доли электротранспорта; использование технологии Vehicle-to-grid (V2G) передачи электроэнергии от электромобиля в сеть. По результатам проведённого исследования выявлено, что для использования энергосберегающего потенциала в первую очередь необходимо переводить тепловые нагрузки с котельных на ПГУ- и ПТУ-ТЭЦ, что будет соответствовать снижению потребления ТЭР на 8,9%. Одновременно должен проводиться процесс снижения тепловой нагрузки зданий, что даёт 8,1% уменьшения потребляемых энергоресурсов.

В результате проведения оптимизационного расчёта, с учётом взаимного влияния мероприятий друг на друга, эффект от совместной реализации должен составить 8,7 млн тонн у.т. в год (23%). Также данные мероприятия должны привести к существенному снижению выбросов парниковых газов на 15,2 млн тонн CO<sub>2</sub> в год.

Результатами данной работы является разработка методологии стратегического планирования развития города с применением современного программного обеспечения «ОптиТЭБ». Она поможет систематизировать и улучшить процесс разработки стратегий развития топливно-энергетических комплексов городов, что является необходимым условием для устойчивого повышения уровня жизни. •

- 1. Мелентьев Л.А., Макаров А.А. Энергетический комплекс СССР. М.: Экономика, 1983. 264 с.
- Антонов Н.В., Агафонова Ю.В., Чичеров Е.А., Шилин В.А. Топливно-энергетический баланс основа перспективного прогнозирования. Энергобаланс Москвы // Энергосбережение, 2020. №5. С. 40–45.
- Актуализация схемы теплоснабжения города Москвы на период до 2035 года. — М.: ООО «ЭТС-Проект», 2020. 103 с.
- Разработка отчётного сводного топливно-энергетического баланса города Москвы за 2015 год, оперативного за 2016 год и прогнозного за 2017 год. М.: ООО «Проектно-аналитический центр «Лорес», 2016
- Филиппов С.П., Малахов В.А., Веселов Ф.В. Долгосрочное прогнозирование спроса на энергию на основе системного анализа // Теплоэнергетика, 2021. №12. С. 5–19.
- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2022662473 РФ. Программа моделирования и оптимизации топливно-энергетических балансов города «ОптиТЭБ» / А.И. Бартенев, И.Д. Калякин, Ю.В. Яворовский, А.П. Яшин, И.А. Султангузин; заявит. и правообл.: НИУ «МЭИ», №2022662473: заявл. 17.06.2022: опубл. 04.07.2022.
- Yavorovsky Y.V., Sultanguzin I.A., Bartenev A.I., Kalyakin I.D., Yashin A.P. Development of a program for creation of the fuel and energy balance of the city. Proc. of the 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE 2022). Moscow, Russia. March 17–19, 2022.

- Семикашев В.В. Теплоснабжение в России: текущая ситуация и проблемы инвестиционного развития // Эко. 2019. №9. С. 23–47.
- Ливчак В.И. Предложения по нормированию требований повышения энергоэффективности зданий нового строительства и жилищного фонда России // Энергосбережение, 2021. №7. С. 20–31.
- Крышов С.И., Курилюк И.С. Проблемы экспертной оценки тепловой защиты зданий // Жилищное строительство, 2016. №7. С. 3–5.
- Бисмарк М. Реконструкция в венском техническом университете # Здания высоких технологий, 2016.
   №4. С. 18–21.
- 12. Султангузин И.А., Яворовский Ю.В., Жигулина Е.В., Калякин И.Д., Говорин А.В., Кролин А.А., Гужов С.В. Развитие системы энергоснабжения студгородка МЭИ на основе концепции «зелёного» строительства // Журнал СОК, 2018. №1. С. 106—109.
- 13. Фортов В.Е., Шейндлин А.Е., Копсов А.Я., Нечаев В.В., Кучеров Ю.Н., Шевченко И.С. О ходе реализации концепции технического перевооружения хозяйства Москвы и Московской области и задачи на будущее // Электрические станции, 2007. №11. С 10–29.
- 14. Яворовский Ю.В., Султангузин И.А., Бартенев А.И., Прищепова С.А., Трушин Е.С., Алимгазин А.Ш. Повышение энергетической и экологической эффективности теплоэлектроцентрали на основе применения абсорбционных трансформаторов теплоты // Вестник МЭИ, 2020. №4. С. 89-97.
- 15. Zhang H.S., Zhao H.B., Li Z.L. Performance analysis of the coal-fired power plant with combined heat and power

- (CHP) based on absorption heat pumps. Journal of the Energy Institute. 2016. Vol. 89. Pp. 70–80.
- Chaikin V.Y., Sultanguzin I.A., Yavorovsky Y.V., Kalyakin I.D., Skorobatyuk A.V., Demidov E.A. Solar power plant for energy supply of building. Proc. of the 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE 2022). Moscow. March 17–19. 2022.
- Сидорович В. Солнечные электростанции будут обязательны для всех новостроек Гамбурга с 2023 года [Электр. текст]. RenEn от 07.12.2019. Режим доступа: renen.ru. Дата обращ.: 04.08.2022.
- Global EV Outlook 2020. Entering the decade of electric drive? IEA. Paris, France. June 2020. 276 p.
- Капустин А.А., Раков В.А. Экологическая безопасность электромобилей с точки зрения выбросов CO<sub>2</sub> // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо, 2018. №4. С. 178–182.
- 20. Калашников В.И., Чепига А.А. Анализ концепции Vehicle-to-grid // Вестник ДонНТУ, 2019. №2. С. 89–94.
- О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2017 году: инф.-аналит. доклад / Под ред. А.О. Кульбачевского. — М.: ДПиООС г. Москвы, 2018. 358 с.
- Султангузин И.А. Экологическая безопасность и энергоэффективность промышленных теплоэнергетических систем. — М.: Изд-во МЭИ, 2013. 288 с.
- Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии: Инф.-техн. справ. по наилучшим доступным технологиям (ИТС 38-2017) / Дата введ.: 01.07.2018. — М.: Бюро НДТ, 2017. 280 с.
   References — see page 80.

#### PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

## Trenchless technologies for the destruction of dilapidated engineering networks and the dragging of new pipelines into the vacated space. Pp. 28–33.

Vladimir A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; Sergey P. Zotkin, PhD, Associate Professor; Dmitry A. Peterburgskiy, postgraduate student, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

- A.F. Judina, E.A. Kobelev. Innovatsionnye tehnologii bestranshejnoj prokladki novyh i remonta staryh inzhenernyh setej [Innovative technologies for trenchless laying of new and repair of old engineering networks]. Vestnik grazhdanskih inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. 2017. No. 3. Pp. 101–108. [In Russian]
- V.A. Orlov. Truboprovody sistem transporta zhidkostej [Pipelines of liquid transport systems]. Moscow. Izd-vo ASV [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2022. 237 p. [In Russian]
- A. Kuliczkowski, E. Kuliczkowska, A. Zwierzchowska. Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. 2019. 735 p. [In Polish]
- S.V. Hramenkov. Vremja upravljať vodoj [Time to manage water]. Moscow. ZAO "Moskovskie uchebniki i kartolitografija" ["Moscow textbooks and cartolithography", CJSC]. 2008. 280 p. [In Russian]
- M. Manoj. Developed pipe bursting specifications using high density polyethylene (HDPE). Master of Technology Management Plan II Graduate Projects. College of Technology, Architecture and Applied Engineering: Bowling Green State University. Bowling Green, Ohio, US. 2015. 62 p.
- A. Atalah. The effect of pipe bursting on nearby utilities, pavements and structures. The Doctoral Thesis. Trenchless Technology Center (TTC): Louisiana Tech University. Ruston, LA, US. 1998. 220 p.
- J. Simicevic, R. Sterling. Guidelines for pipe bursting. TTC Technical Report No. 2001.02. US Army Corps of Engineers. Engineering and Research Development Center (ERDC). Vicksburg, Mississippi, US. 2001. 20 p.
- A. Atalah. The safe distance between large-diameter rock pipe bursting and nearby buildings and buried structures. ASCE Journal of Transportation Engineering. 2006. Vol. 132. Issue 4. Pp. 34–38.
- 9. A. Atalah, P. Hadala, R. Sterling. Ground vibrations associated with pipe bursting. Louisiana Tech University. Ruston, LA, US. 2004. 24 p.
- Guideline for pipe bursting. International Pipe Bursting Association (IPBA). Owings Mills, Maryland, US. 2012. 34 p.

#### **ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING**

### Methodology of strategic planning of city development based on modeling and optimization of fuel and energy balance. Pp. 72–79.

Ildar A. Sultanguzin, Doctor of Technical Sciences, Professor; Yuriy V. Yavorovsky, PhD, Head of the Industrial Thermal Engineering Systems Department; Alexey I. Bartenev, postgraduate student; Ivan D. Kalyakin, postgraduate student, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); Alexey P. Yashin, software engineer, "Everything for calendars", LLC

- 1. L.A. Melent'ev, A.A. Makarov. *Jenergeticheskij kompleks SSSR* [Energy complex of the USSR]. Moscow. *Jekonomika* ["The Economics" Publishers]. 1983. 264 p. [In Russian]
- N.V. Antonov, Ju.V. Agafonova, E.A. Chicherov, V.A. Shilin. Toplivno-jenergeticheskij balans osnova perspektivnogo prognozirovanija. Jenergobalans Moskvy [Fuel and energy balance the basis of long-term forecasting. Energy balance of Moscow]. Jenergosberezhenie ("Energy saving" Magazine]. 2020. No. 5. Pp. 40–45. [In Russian]
- Aktualizacija shemy teplosnabzhenija goroda Moskvy na period do 2035 goda [Updating the heat supply scheme for the city of Moscow for the period up to 2035]. Moscow. OOO "JeTTs-Proekt" ["ETTs-Project", LLC]. 2020. 103 p. [In Russian]
- 4. Razrabotka otchetnogo svodnogo toplivno-jenergeticheskogo balansa goroda Moskvy za 2015 god, operativnogo za 2016 god i prognoznogo za 2017 god [Development of the reporting consolidated fuel and energy balance of the city of Moscow for 2015, operational for 2016 and forecast for 2017]. Moscow. OOO "Proektno-analiticheskij centr "Lores" ["Design and Analytical Center "Lores", LLC]. 2016. [In Russian]
- S.P. Filippov, V.A. Malahov, F.V. Veselov. Dolgosrochnoe prognozirovanie sprosa na jenergiju na osnove sistemnogo analiza [Long-term forecasting of energy demand based on system analysis]. Teplojenergetika ["Thermal power engineering" Magazine]. 2021. No. 12. Pp. 5–19. [In Russian]
- 6. Sv-vo o gos. reg-tsii programmy dlja JeVM 2022662473 RF [Certificate No. 2022662473 of state registration of the computer program of the Russian Federation]. Programma modelirovanija i optimizacii toplivno-jenergeticheskih balansov goroda "OptiTleB" [The "OptiTEB" program for modeling and optimizing the fuel and energy balances of the city]. A.I. Bartenev, I.D. Kaljakin, Ju.V. Javorovskij, A.P. Jashin, I.A. Sultanguzin. Appl. and copyright holder: NRU "MPEI", No. 2022662473. Decl. on June 17, 2022. Publ. on July 4, 2022. [In Russian]
- 7. Y.V. Yavorovsky, I.A. Sultanguzin, A.I. Bartenev, I.D. Kalyakin, A.P. Yashin. Development of a program for creation of the fuel and energy balance of the city. Proc. of the 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE 2022). Moscow, Russia. March 17–19, 2022.
- V.V. Semikashev. Teplosnabzhenie v Rossii: tekushhaja situacija i problemy investicionnogo razvitija [Heat supply in Russia: current situation and problems of investment development]. Jeko ["Eco" Magazine]. 2019. No. 9. Pp. 23–47. [In Russian]

#### **ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING**

- 9. V.I. Livchak. Predlozhenija po normirovaniju trebovanij povyshenija jenergojeffektivnosti zdanij novogo stroitel'stva i zhilishhnogo fonda Rossii [Proposals for standardizing the requirements for improving the energy efficiency of new construction buildings and the housing stock in Russia]. Jenergosberezhenie ["Energy saving" Magazine]. 2021. No. 7. Pp. 20–31. [In Russian]
- S.I. Kryshov, I.S. Kuriljuk. Problemy jekspertnoj ocenki teplovoj zashhity zdanij [Problems of expert assessment of thermal protection of buildings]. Zhilishhnoe stroitel'stvo ["Housing construction" Magazine]. 2016. No. 7. Pp. 3–5. [In Russian]
- M. Bismark. Rekonstrukcija v venskom tehnicheskom universitete [Reconstruction at the Vienna Technical University]. Zdanija vysokih tehnologij ["High technology buildings" Magazine]. 2016. No. 4. Pp. 18–21. [In Russian]
- I.A. Sultanguzin, Ju.V. Javorovskij, E.V. Zhigulina, I.D. Kaljakin, A.V. Govorin, A.A. Krolin, S.V. Guzhov. Razvitie sistemy jenergosnabzhenija studgorodka MJeI na osnove koncepcii "zeljonogo" stroitel stva [Development strategy of the energy supply system for Moscow Power Engineering Institute (MPEI) campus blocks based on green building]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK) [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2018. No. 1. Pp. 106–109. [In Russian]
- 13. V.E. Fortov, A.E. Shejndlin, A.Ja. Kopsov, V.V. Nechaev, Ju.N. Kucherov, I.S. Shevchenko. O hode realizacii koncepcii tehnicheskogo perevooruzhenija hozjajstva Moskvy i Moskovskoj oblasti i zadachi na budushhee [On the implementation of the concept of technical re-equipment of the economy of Moscow and the Moscow region and tasks for the future]. Jelektricheskie stancii ["Electric power plants" Magazine]. 2007. No. 11. Pp. 10–29. [In Russian]
- 14. Ju.V. Javorovskij, I.A. Sultanguzin, A.I. Bartenev, S.A. Prishhepova, E.S. Trushin, A.Sh. Alimgazin. Povyshenie jenergeticheskoj i jekologicheskoj jeffektivnosti teplojelektrocentrali na osnove primenenija absorbcionnyh transformatorov teploty [Increasing the energy and environmental efficiency of a thermal power plant based on the use of absorption heat transformers]. Vestnik MJeI [Bulletin of the Moscow Power Engineering Institute]. 2020. No. 4. Pp. 89–97. [In Russian]
- H.S. Zhang, H.B. Zhao, Z.L. Li. Performance analysis of the coal-fired power plant with combined heat and power (CHP) based on absorption heat pumps. Journal of the Energy Institute. 2016. Vol. 89. Pp. 70–80.
- V.Y. Chaikin, I.A. Sultanguzin, Y.V. Yavorovsky, I.D. Kalyakin, A.V. Skorobatyuk, E.A. Demidov. Solar power plant for energy supply of building. Proc. of the 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). Moscow. March 17–19, 2022.
- 17. V. Sidorovich. Solnechnye jelektrostancii budut objazatel'ny dlja vseh novostroek Gamburga s 2023 goda [Solar power plants will be mandatory for all new buildings in Hamburg from 2023]. RenEn's publ. on December 7, 2019. Web-source: renen.ru. Access data: August 4, 2022. [In Russian]
- Global EV Outlook 2020. Entering the decade of electric drive? IEA. Paris, France. June 2020. 276 p.
- 19. A.A. Kapustin, V.A. Rakov. Jekologicheskaja bezopasnost' jelektromobilej s tochki zrenija vybrosov CO<sub>2</sub> [Environmental safety of electric vehicles in terms of CO<sub>2</sub> emissions]. Avtogazozapravochnyj kompleks + al'ternativnoe toplivo ["Automatic gas refueling complex + alternative fuel" Magazine]. 2018. No. 4. Pp. 178–182. [In Russian]
- V.I. Kalashnikov, A.A. Chepiga. Analiz kontseptsii Vehicle-to-grid [Analysis of the Vehicle-to-grid concept]. Vestnik DonNTU [Bulletin of Donetsk National Technical University].
   2019. No. 2. Pp. 89–94. [In Russian]
- 21. O sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2017 godu: informacionno-analiticheskij doklad [On the state of the environment in the city of Moscow in 2017: The information and analytical report]. Edited by A.O. Kul'bachevsky. Moscow. DPiOOS g. Moskvy [Moscow Department of Nature Management and Environmental Protection]. 2018. 358 p. [In Russian]
- 22. I.A. Sultanguzin. Jekologicheskaja bezopasnost' i jenergeticheskaja jeffektivnost' promyshlennyh teplojenergeticheskih system [Environmental safety and energy efficiency of industrial heat and power systems]. Moscow. Izd-vo MJeI [Publishing House of the Moscow Power Engineering Institute]. 2013. 288 p. [In Russian]
- 23. Szhiganie topliva na krupnyh usianovkah v celjah proizvodstva jenergii: Informacionnotehnicheskij spravochnik po nailuchshih dostupnym tehnologijam (ITS 38-2017) [Combustion of fuel in large installations for energy production: Information and technical guide to the best available technologies (ITG No. 38-2017)]. Data of impl.: July 1, 2018. Moscow. Bjuro NDT [Bureau of Best Available Technologies]. 2017. 280 p. [In Russian]





4-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

# RENWEX

«Возобновляемая энергетика и электротранспорт»

20-22 ИЮНЯ 2023

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», павильон №3

# КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ



Ветроэнергетика



Солнечная энергетика



Водородная энергетика



Гидроэнергетика



Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо



Энерго- и ресурсосберегающие технологии



Электротранспорт и зарядная инфраструктура

12+



www.renwex.ru

При поддержке









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



# 50 филиалов 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