



34

Исследование  
теплосетей  
в ППУ-изоляции



52

Повышаем  
эффективность  
плоских СК



56

Металлические  
воздуховоды  
и их параметры



68

Российские  
теплонасосные  
технологии

## ВІМ для проектирования инженерных систем

Начните сейчас  
и получите скидку 25%!



Специализированная  
статья

**liNear Desktop**  
для Revit

Ознакомьтесь  
сейчас!

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

# aqua THERM MOSCOW

15–18 февраля 2022  
Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд  
[aquatherm-moscow.ru](http://aquatherm-moscow.ru)

Developed by



Организаторы



Специализированные разделы

WORLD OF  
WATER & SPA



# 100%

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧНЫЙ  
ЭРГОНОМИЧНЫЙ



Выставка Heat&Power'21  
Павильон 1 зал 4 стенд **F 203**



На правах рекламы

ДВУХХОДОВЫЕ ЖАРОТРУБНЫЕ  
ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ СЕРИИ

## Дорогобуж

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ И ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

ЛИНЕЙКА ОТ 50 ДО 7000 кВт

РАБОЧИЙ РЕЖИМ: 70-115°C

- Товар уровня лучших мировых образцов
- Стильный дизайн
- Гарантированное качество
- Красная цена продаж на 2021 год



**ДОРОГОБУЖ  
КОТЛОМАШ**



dkmheat



dkm\_heat



dkm\_heat

215750, Россия, Смоленская обл., Дорогобужский р-н,  
пгт. Верхнеднепровский, ул. им. Сергея Петрикова, здание 2  
тел.: +7 (495) 129-01-20 info@dkm.ru www.dkm.ru



### [Завершился Фестиваль специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#)

В Учебном центре Ассоциации специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт» (г. Анапа) при организации и отраслевой информационной поддержке журнала СОК, а также при поддержке Комитета по ВИЭ РосСНИО состоялся ежегодный Фестиваль специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт». Слово — организаторам и участникам.

8



### [ВИМ-форум 2021: всё, что нужно знать для перехода на ВИМ](#)

8–9 декабря 2021 года при инфоподдержке журнала СОК пройдёт V Международный ВИМ-форум. Мероприятие объединяет деловую программу, насчитывающую свыше 80 сессий, и экспозицию передовых решений от лидеров рынка. Вместе они познакомят специалистов с лучшими практиками применения ВИМ-технологий.

12



### [О повышении тепловой эффективности ПСК в системах теплоснабжения](#)

В статье рассматривается задача повышения тепловой эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров в условиях, когда их массогабаритные характеристики и параметры теплотехнического совершенств уже достаточно хорошо отработаны...

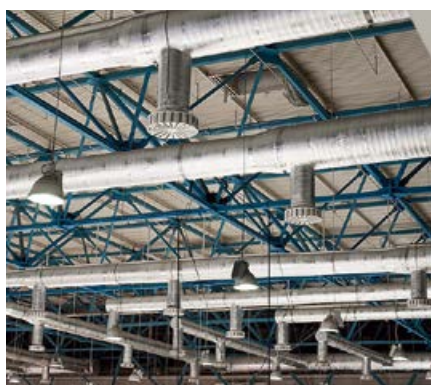
52



### [Исследование: определяем реальную долговечность теплосетей в ППУ-изоляции](#)

В основу предлагаемого материала легли результаты исследования, проведённого в НИИСТ по заказу НП «РТ». Целью исследования является определение долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции в российских условиях и проверка на предмет соответствия их обязательной десятилетней гарантии.

34



### [Металлические воздуховоды и их данные для создания спецификации проекта](#)

При заполнении спецификации на металлические воздуховоды требуется указать класс плотности, толщину металла и ГОСТы на материалы. Выбор параметров должен быть обоснованным экономически и соответствовать требованиям нормативов. В статье дан обзор необходимых нормативных документов.

56



### [Российские теплонасосные технологии геотермального теплоснабжения](#)

Суммарная установленная мощность геотермальных ТН теплоснабжения в мире в 2020 году составила 77,5 ГВт с выработкой тепловой энергии 16,8 ГВт·ч/год. В статье дана оценка теплового потенциала поверхностных пород территории России, выполненная в 1980-е годы, которая требует актуализации...

68

**Учредитель и издатель**

ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»

**Директор**

Константин Михасев

**Главный редактор**

Александр Гудко

**Технические редакторы**

Сергей Брух, Александр Говорин

**Руководитель отдела рекламы**

Татьяна Пучкова

**Ответственный секретарь**

Ольга Юферева

**Дизайн и верстка**

Роман Головкин

**Редакционная коллегия**

Председатель:

С. Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ им. Н. М. Емануэля РАН

Сопредседатели:

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

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

Заместитель председателя:

И. Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ им. Н. М. Емануэля РАН

Секция «Сантехника»

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

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

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

Секция «Отопление и ГВС»

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

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

П. И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

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

Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ

Г. М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД

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

Секция «Энергосбережение»

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

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

О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ

С. К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО ЮУрГУА

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

Секция «ВИЭ»

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

Д. С. Стребнов, акад. РАН, ВИЭХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

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

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

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

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

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

С. В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП ЦАГИ, учёный секретарь

Комитета ВИЭ РосНИО, акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

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

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

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

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

\* Руководитель секции.

**Адрес редакции**

143085, Московская обл., Одинцовский р-н,

раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

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

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

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

**Адрес в Интернете**

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

**Отпечатано в типографии**

«Тверской Печатный Двор», Россия.

Тираж 15 000 экз., цена свободная.

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

ISSN 1682-3524

**Новости**

4

**Событие**

[Завершился Фестиваль специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#)

8

[ВIM-форум 2021: всё, что нужно знать для перехода на ВIM](#)

12

**Интервью**

[Юрий Салазкин, «БДР Термия Рус»: Россия — один из приоритетных и перспективных рынков](#)

14

**ВIM-технология**

[liNear Desktop для Revit: идеальный инструмент с огромными возможностями](#)

18

**Сантехника и водоснабжение**

[Шерше ля фам, или История прабабушки бытовой техники](#)

26

**Отопление и ГВС**

[Vitodens 100: экологичность, инновационность, привлекательная цена](#)

30

[Новый тепловизор testo 883](#)

32

[Определение реальной долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции на предмет соответствия их десятилетней гарантии](#)

34

[Газовые напольные котлы «Сигнал-Теплотехника»](#)

43

[Тёплый пол Giacomini — решение в комплекте!](#)

44

[Confeo Premix: отмеченный наградами, экологичный комбинированный котёл нового поколения от E.C.A.](#)

46

[Оптимизация работы светлого излучателя на бедной газовой смеси](#)

48

[О повышении тепловой эффективности ПСК в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров](#)

52

**Кондиционирование и вентиляция**

[Металлические воздуховоды и их параметры для составления спецификации проекта](#)

56

**Энергосбережение и ВИЭ**

[Обзор существующих решений по интеллектуализации энергосистем с ВИЭ в мире и анализ их применения в России](#)

58

[Экономика новых энергетических технологий и риски использования ВИЭ](#)

62

[Российские теплонасосные технологии геотермального теплоснабжения](#)

68

[Проблемы и методы решения для преимущественного использования возобновляемых источников энергии в ЕС](#)

74

**References**

78

## Одной строкой

•• Концерн Grundfos объявил о достижении самых высоких финансовых показателей в полугодии за всю историю компании: чистый оборот достиг 14,1 млрд датских крон; прибыль до уплаты процентов и налогов (ЕБИТ) составила 2,017 млрд датских крон, что отражает рост на 89% по сравнению с 2020 годом.

•• Компания Tesla Илона Маска начала строить в городе Латропе (Lathrop, штат Калифорния) завод по производству стационарных хранилищ электроэнергии, заявил мэр города Сонни Даливал (Sonny Dhalival) в своём аккаунте Facebook. Правда, позже он удалил пост. Впрочем, уже состоялась церемония закладки фундамента нового объекта — он получил название Megafactory («Мегазавод»).

•• С 1 сентября 2021 года ООО «Вило Рус» расширила свои гарантийные обязательства перед российскими покупателями. Она объявила об увеличении срока гарантии до пяти лет на насосное оборудование из списка: TOP-S/SD/Z/RL; IPL/DPL; Padus UNI; TM/TMW/TS/TSW 32.

•• По сообщению Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ), на карте российской ветроэнергетики появилась новая точка — Красноармейский район Самарской области. Здесь в четвёртом квартале текущего года начнётся строительство ветропарка суммарной мощностью свыше 200 МВт. Энергию новой ВЭС будут давать 52 ветрогенератора Vestas V136-4.2 MW.

•• Ассоциация торговых компаний и товаропроизводителей электробытовой и компьютерной техники (РАТЭК) уведомила Минэкономразвития России о сложностях с ввозом в страну хладагентов, используемых при производстве и обслуживании холодильников, кондиционеров и подобной техники. Об этом сообщил РБК со ссылкой на письмо РАТЭК главе МЭР Максиму Решетникову.

•• «Лукойл» продолжает работу по сокращению контролируемых выбросов парниковых газов на своих производственных объектах. Компания начала поставки электроэнергии на нефтехимический завод «Ставролен» в городе Будённовске с собственной солнечной электростанции, расположенной на территории Волгоградского НПЗ.

•• Вице-премьер Андрей Белоусов поручил Минэнерго РФ проработать вопрос определения федерального оператора зарядной инфраструктуры для электромобилей в России, пишет «Коммерсантъ» со ссылкой на несколько источников в отрасли. Оператор будет «разрабатывать единые технические требования» станций, устанавливая их, получать техприсоединения к электросетям, подключать станции к онлайн-платформе для управления, а также заниматься их техническим и санитарным обслуживанием.

## Viessmann

### Новинка от Viessmann: конденсационные котлы Vitodens 050-W



Компания Viessmann представила на российском рынке новое поколение конденсационных котлов Vitodens 050-W на 19 и 25 кВт в одно- и двухконтурном исполнении, отличающееся от своих предшественников улучшенными характеристиками и ещё большей функциональностью. Это высокоэффективные и экологичные модели, которые станут оптимальным решением как для первоначальной установки, так и модернизации системы отопления в квартире или частном доме.

В новом поколении Vitodens 050-W внедрены все лучшие разработки Viessmann — от инновационной горелки Matrix Plus с интеллектуальным регулятором сгорания Lambda Pro и высокоэффективного теплообменника Inox-Radial до современной панели управления с OLED-дисплеем и встроенным телекоммуникационным модулем, позволяющим управлять с котла всей отопительной системой. Всё это предоставляет новым котлам ряд преимуществ в сравнении с обычными теплогенераторами. За счёт использования современных технологий и «умных» устройств Vitodens 050-W не только эффективнее, экономичнее и экологичнее своих аналогов, но и удобнее и безопаснее в эксплуатации.

Характеристики: два типа исполнения в зависимости от количества контуров — одноконтурное и комбинированное; номинальная тепловая мощность от 3,2 до 25 кВт; номинальный КПД до 98% ( $H_s$ ) / 109% ( $H_i$ ); диапазон модуляции — 1:8; энергосберегающий высокоэффективный циркуляционный насос; класс энергоэффективности А; габариты — 300×400×700 мм.

## LG Electronics

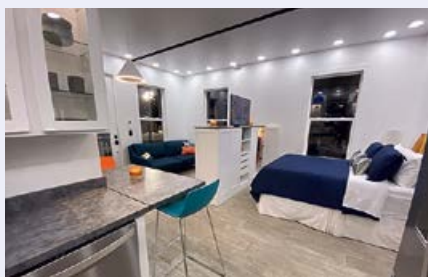
### LG расширила серию тепловых насосов «воздух-вода»



Компания LG Electronics (LG) расширила серию тепловых насосов «воздух-вода» (AWHP), добавив новый интегрированный резервуар для воды Therma V R32 Hydrosplit (IWT). Обеспечивая дом надёжным охлаждением, обогревом и горячей водой, Therma V R32 Hydrosplit IWT гарантирует исключительную практичность и удобство наряду со всеми характеристиками и энергоэффективностью, которыми славится бренд LG Therma V.

Более экологичные, чем обычные тепловые насосы, системы AWHP используют воздух, забираемый извне, в качестве источника тепла для снижения потребления электроэнергии и повышения энергоэффективности. Относящиеся к широкой серии LG AWHP, решения Therma V R32 Hydrosplit состоят из внутреннего блока (IDU) и внешнего блока (ODU), подключающихся только с помощью водопроводных труб, вообще не требуя трубопроводов с хладагентом. Помимо большей гибкости установки, решения LG Hydrosplit повышают безопасность за счёт снижения риска утечки хладагента в помещении. Также модернизированная линейка Therma V R32 Hydrosplit обеспечивает более плавный поток воды благодаря улучшенным водопроводным трубам с более эффективными фильтрами и расширенной совместимости с множеством других решений LG, включая солнечную тепловую систему.

Новинка в расширяющейся линейке LG Therma V R32 Hydrosplit, новая Therma V R32 Hydrosplit IWT объединяет внутренний блок, резервуар для воды и сложные трубопроводы в единое решение.



Иновации

## Вoxabl casita: крошечный дом от Илона Маска

Что общего у Илона Маска и мини-дома? По крайней мере, на данный момент крошечный домик под названием Voxabl является обителью Маска, который, по слухам, живёт рядом с космодромом своей компании SpaceX в деревне Бока-Чика (штат Техас) после продажи почти всех своих владений.

Модель 20×20 м представляет собой дополнительный жилой блок (ADU), который можно использовать как дом для гостей или для уикенда. Voxabl casita имеет уникальную плоскую конструкцию, которая разбирается до панелей шириной 2,55 м, что позволяет доставлять дом до места установки грузовиком, поездом, воздухом или кораблём. Основными материалами Voxabl casita являются сталь, бетон и пенополистирол — они не разлагаются, поэтому конструкции рассчитаны на всю жизнь. Дома рассчитаны на ураганные ветры и устойчивы к влаге и повреждению плесенью и грибами. Огнестойкость конструкции обеспечивается за счёт внутренней и наружной облицовки негорючими материалами.

Производство и установка дома Voxabl casita, а также подключение к коммуникациям будет стоить от \$50 тыс. на территории США.

### «Изотерм»

## Первый радиусный напольный дизайн-конвектор серии «Коралл Про»

Компания «Изотерм» изготовила особую радиусную версию конвектора серии «Коралл Про». Конвектор «Коралл Про» — новинка прошлого года от «Изотерм» — за счёт своего утончённого дизайна и высоких теплотехнических характеристик быстро набрал популярность среди клиентов. В июле в компании «Изотерм» изготовили первый радиусный прибор серии «Коралл Про» для элитного частного проекта. Компания «Изотерм» имеет собственный конструкторский отдел, что позволяет воплощать в жизнь самые сложные дизайнерские решения заказчиков и создавать уникальные приборы отопления.

Источник: компания «Изотерм».

### Systemair

## Новая линейка чиллеров и тепловых насосов с воздушным охлаждением SysAqua R32



Новая линейка чиллеров и тепловых насосов с воздушным охлаждением предлагает покупателю качество, эффективность и надёжность. Модельный ряд включает в себя десять размеров в диапазоне производительности от 50 до 170 кВт и большой список опций для выбора оптимальной комплектации для каждого проектного решения.

Агрегаты работают с хладагентом R32 (потенциал глобального потепления GWP составляет 675), который в три раза меньше загрязняет окружающую среду, чем стандартный R410a. Они также оснащены теплообменниками нового поколения. Дизайн теплообменника позволил снизить заправку хладагента на 40%. Благодаря всем используемым технологиям количество выбросов углерода снижено на 84%. Серия SysAqua R32 не толь-

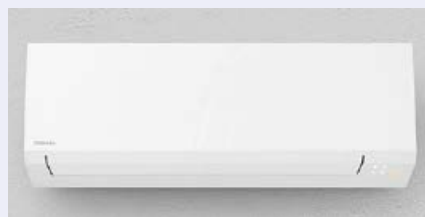
ко экологична, но и очень эффективна. Агрегаты SysAqua R32 обеспечивают высокую сезонную эффективность, превышающую нормативные требования (SEER до 5,1 и SCOP до 4,0), и имеют класс энергоэффективности A+ и A++, соответственно.

Ключевые преимущества: десять размеров — четыре типа корпуса; чиллер (L) и тепловой насос (H); хладагент R32 с низким GWP; высокая эффективность; новая система управления; малая площадь основания; супернизкошумная версия; возможность удалённого управления с помощью AC Cloud; 100%-е тестирование на заводе.



### Toshiba

## Старт продаж премиального кондиционера Toshiba



Торгово-производственный холдинг «Русклимат» (ТПХ «Русклимат») запустил в России продажи самого энергоэффективного в своём классе кондиционера Toshiba — Shorai Edge. Модель имеет премиальный матовый внутренний блок и уникальные технические характеристики, которые помогут не только легко создать комфортный микроклимат в помещении, но и позаботятся о здоровье кожи.

Предотвратить обветривание кожи, поддерживая её естественную влажность, поможет специальный режим HADA Care. В систему очистки воздуха Toshiba Indoor Air Quality входят фильтр Ultra Pure, нейтрализующий 99,9% бактерий, и покрытие Magic coil, которое предотвратит прилипание пыли и других загрязнений к пластинам теплообменника.

Также среди преимуществ Shorai Edge: семь ступеней регулировки интенсивности потока воздуха; шесть вариантов направления воздушного потока; широкий диапазон рабочих температур от -15 до +46 °C; удобный пульт с подсветкой кнопок и дисплея, с возможностью проводного подключения; функция сохранения любимых настроек; возможность программирования на неделю вперёд до четырёх индивидуальных комбинаций ежедневных настроек; функция принудительной разморозки внешнего блока; полностью огнестойкие компоненты внутреннего и внешнего блоков; защита от перепадов напряжения в сети; система молниезащиты.





ВИЗ

## Дворкович: Развитие «зелёной» экономики зависит от трёх факторов

«Мне кажется, необходимо сфокусироваться на трёх элементах, которые будут способствовать “зелёному” переходу. Первое — это налоговое стимулирование», — заявил глава «Сколково». Он добавил, что «если говорить о региональной повестке — это налог на прибыль, но я бы подумал и об НДСПИ тоже». «Если сейчас НДСПИ для металлургии будет повышаться, почему бы не сделать одновременно вычет при внедрении “зелёных” технологий», — отметил Дворкович.



«Второй момент — разделение рисков первого внедрения новых технологий со стороны государства, хотя бы частичное. Потому что крупные промышленные компании, в том числе публичные, часто не готовы брать на себя полный риск от имплементации чего-то неизвестного, ещё неизученного, и чаще всего предпочитают зарубежные проверенные технологии», — добавил глава фонда «Сколково».

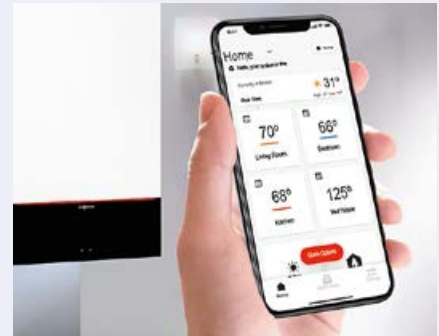
«И третье — это финансовый рынок, банковское финансирование. За рубежом уже есть значительный финансовый пул институтов, которые готовы направлять средства на внедрение энергоэффективных технологий. В России пока нет такого предложения дешёвых денег, чтобы попробовать. Всё-таки это связано с недостаточной ликвидностью финансовой системы», — заключил Дворкович.

## Viessmann

### Новые возможности приложения ViCare: ещё больше экономии и комфорта

Компания Viessmann расширила возможности бесплатного приложения ViCare, предназначенного для управления системой отопления через Интернет с помощью смартфона или другого мобильного устройства. В дополнение к основным функциям сервис позволит использовать службы геолокации для определения местоположения всех жильцов дома и увеличивать или уменьшать тепловую мощность оборудования в зависимости от того, где они находятся.

Это избавит пользователей от необходимости регулировать параметры системы отопления или задавать недельное и суточное расписание обогрева помещений. Приложение само определит местоположения всех смартфонов домочадцев, их расстояние до системы отопления. После чего автоматически понизит уровень обогрева помещений, если никого нет дома, или увеличит его при возвращении хотя бы одного из жильцов. Это позволит



владельцу ещё больше сократить затраты на отопление при максимально эффективной работе системы. Новая функция включается по желанию, для её корректной работы мобильные устройства всех жильцов необходимо зарегистрировать в сервисе. Новые возможности ViCare уже доступны для пользователей. Скачать приложение можно в Google Play и App Store.

## Siemens Gamesa

### Siemens Gamesa создала первые в мире перерабатываемые лопасти для ВЭУ

Siemens Gamesa начала выпуск Recyclable Blade — пригодных для вторичной переработки лопастей ветроэлектрических установок. Фирма планирует сделать такими же все компоненты ветрогенераторов к 2040 году. RecyclableBlade уже готовы к постоянной эксплуатации на ВЭУ, функционирующих в составе электростанций. Siemens Gamesa уже заключила соглашения о поставках разработки с тремя заказчиками и изготовила шесть таких лопастей длиной 81 м, каждая на своём заводе в датском Ольборге.

Одним из первых покупателей стала немецкая энергетическая компания RWE. Она установит RecyclableBlade на ВЭУ ветряной электростанции Kaskasi, которая располагается в Германии и должна начать работать в следующем году. А французская фирма EDF Renewables и немецкая WPD намерены использовать новые лопасти Siemens Gamesa для своих будущих морских ВЭС.



RecyclableBlade изготавливаются путём объединения стандартных материалов, таких как стекловолокно, пластик, дерево и металл, с инновационным полимером. В результате получается прочная, лёгкая и гибкая конструкция. Благодаря особой химической структуре связующего по окончании срока службы изделие можно довольно просто разделить на исходные составляющие. При этом они полностью сохраняют свои качества, что недостижимо при переработке обычных лопастей ветрогенераторов стандартными способами, для которых характерны сложность и нерентабельность.



# Часть жизни



## GIACOMINI SPIDER

Система напольного отопления для новых и реконструируемых зданий



Уникальная система подложки для систем водяного напольного отопления, которая сочетает в себе преимущества и удобство формованных матов с простотой и экономичностью использования плоских листов теплоизоляции. Структура запатентованной формы напоминает паутину, полностью заполняется бетонной стяжкой, обеспечивает оптимальное распределение тепла и нагрузки на поверхность.

Панели SPIDER также идеальны для использования при реконструкции помещений, являясь одновременно структурой для укладки контуров теплого пола, и армирующей основой, увеличивающей прочность пола на 40% при увеличении его толщины всего на 25-35 мм.

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

## Завершился Фестиваль специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»

24–26 сентября 2021 года в Учебном центре [Ассоциации специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#) (город Анапа) при соорганизации и отраслевой информационной поддержке журнала СОК, а также при поддержке Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии РосСНИО состоялся ежегодный Фестиваль специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт». Слово — организаторам и участникам.



❖ Программа и презентации участников

Автор: Александр ГУДКО,  
главный редактор [журнала СОК](#)



24–26 сентября 2021 года | Анапа  
Учебный центр Ассоциации специалистов ВИЭ  
«Зелёный киловатт»

**Андрей Темеров,**  
председатель [Ассоциации специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#)

— Хочу немного рассказать про Фестиваль специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт», который в этом году прошёл с 24 по 26 сентября в Анапе. В этот раз у нас заявилось 20 производителей, и все они предоставили нам свои логотипы, которые были размещены на рекламных плакатах, майках, блокнотах и т.д. Также присутствовали 48 человек — представители компаний с большой географией: Санкт-Петербург, Екатеринбург, Камчатка, Москва и т.д. Было много местных участников. Я имею в виду компании Краснодарского края, Крыма. Очень большой интерес был проявлен в первый день к презентациям производителей. Приехали несколько интересных компаний, которые выпускают профильное оборудование. Интерес был проявлен, в частности, к решениям российского производителя «Фабрика алюминиевого профиля» («ФАП»), выпускающего в том числе крепления для солнечных станций. Насыщенный доклад, привезённые образцы. Можно было вживую посмотреть, потрогать технику и задать конкретные вопросы.

Также в этот раз возникла уникальная ситуация, когда в один момент времени, в одном помещении и на одном мероприятии участвовало три российских произ-

водителя, которые выпускают солнечные воздушные коллекторы. Их у нас в стране всего трое, и все они присутствовали на [Фестивале](#). Во второй день было заслушано порядка 15 докладов — инсталляторы рассказывали о внедрённых решениях.



❖ Андрей Темеров (слева) и С. В. Грибков

Были интересные рассказы про проекты на Камчатке, про сложности, связанные с монтажом в непростых условиях. Был сделан доклад про большие станции от лица монтажника и главного инженера, курирующего несколько мегаваттных станций. Специалист вспомнил, как



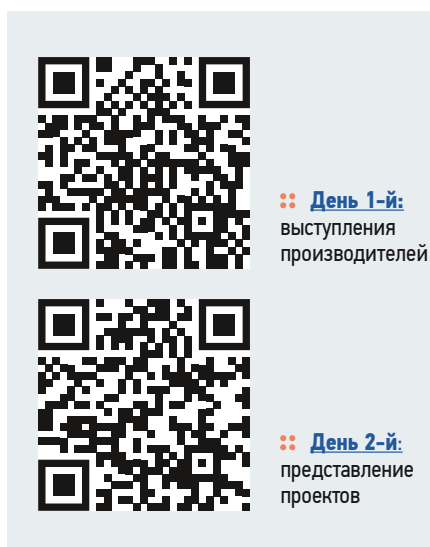


проходил переход в 2014 году из Украины в Россию, какие были блэкауты, как компании и потребители преодолевали проблемы высокой сложности, когда нет сети, а солнце есть. Как они выключали эти мегаваттные станции, как они их включали, а также какие были нюансы и какой они получили серьёзный опыт. Всё это вызвало очень большой интерес у собравшихся. В живом диалоге было задано очень много профессиональных вопросов и получено правильных технических ответов.

На второй день выступил представитель производителя тепловых насосов «БРОСК». К нему было очень много вопросов — о шумевших и проблемных объектах. Вопросы — технические и не только. Все, кто хотел, услышали ответы и после прямого эфира имели возможность продолжить этот диалог «с глаза на глаз». Много ребят подходили к специалисту и разговаривали с ним. Все, кто провёл диалог, остались довольны. У производителя были технические проблемы, он их признал и сообщил, что работа по ним ведётся и проблемы решаются, как и у всех, кто приобретает опыт в том числе с развитием, не избегая ошибок.

Компания «Экопроект-Энерго» рассказала о своём представительстве, о том, что они стали представителями Huawei, и теперь в России в Краснодаре у них на складе есть много инверторов, которые можно прийти и купить; о том, что они скоро будут проводить обучение монтажных организаций по установке именно продукции компании Huawei, рассказывать о разнообразных тонкостях работы с оборудованием и т.д.

Присутствовал представитель компании «Маммут Климат», а ещё изобретатель из компании «ДДК» рассказывал про свои изобретения: как он внедряет инте-



☀️ День 1-й:  
выступления  
производителей

☀️ День 2-й:  
представление  
проектов

ресные схемы — простые системы напряжения по постоянному току... Всего и не расскажешь.

Каждый день вечером после завершения работы участники посещали дружеский ужин и в тесной компании обсуждали технические вопросы, знакомились, общались. Поступило предложение проводить фестивали и на других территориях, может быть, на базе компаний, входящих в нашу Ассоциацию, в других городах России.

Большое спасибо журналу СОК за помощь в организации, за помощь в изготовлении всех рекламных продуктов для «Зелёного киловатта». И большое спасибо лично Александру Гудко. У нас с ним появились новые интересные планы, но о них мы расскажем отдельно.

Отдельная благодарность — С. В. Грибкову, учёному секретарю Комитета ВИЭ РосСНИО, и Комитету в целом за поддержку в подготовке и проведении Фестиваля «Зелёный киловатт».



Все видео выложены (см. QR-коды «День первый» и «День второй»), вы можете посмотреть их на информационном YouTube-канале журнала СОК. Ассоциация будет также распространять их по своим каналам.

Всех приглашаем в гости. Приезжайте, приходите, давайте будем обсуждать наши с вами насущные вопросы.

Вступайте к нам в Ассоциацию. Нас с каждым годом становится всё больше и больше. И самое важное, что в Ассоциацию специалистов ВИЭ «Зелёный Киловатт» приходят те люди, которые уже имеют колоссальный опыт и серьёзные проекты. Будем очень рады принять коллег-профессионалов в наши ряды.



☛ Сергей Владимирович Грибков

**С. В. Грибков,**  
 учёный секретарь Комитета ВИЭ  
 Российского Союза научных и инже-  
 нерных общественных объединений  
 (РосСНИО), академик РИА

— Одним из значительных событий в российской возобновляемой энергетике явилось проведение 24–26 сентября 2021 года [III Фестиваля специалистов по возобновляемым источникам энергии](#). Именно от них зависит внедрение и успешная работа солнечных станций как сетевого, так и автономного исполнения, а именно этим вопросам был посвящён [Фестиваль](#). Именно они — установщики — своими руками и с профессиональным умением выполняют монтаж солнечных панелей, инсталляцию и настройку оборудования определяющего качества вырабатываемой фотоэлектрической энергии.

Отличительной особенностью [Фестиваля](#) является и то, что все выступающие с докладами рассказывали не только об имеющемся оборудовании ведущих мировых и отечественных производителей в бурно развивающейся отрасли солнечной энергетики, но и о конкретных реализованных проектах, их специфике и особенностях. А именно это является особенно полезным и ценным.

Другой особенностью [Фестиваля](#) является и то, что все выступления являются открытыми для всех российских специалистов-установщиков и разработчиков проектов солнечных станций, так как выступления сразу же транслировались в эфир и его материалы выложены на страничках YouTube.

На [Фестивале](#) можно было не только познакомиться и пообщаться с ведущими специалистами-установщиками, но и пройдя теоретический курс основ солнечной энергетики, получить квалификационное удостоверение [Центра подготовки специалистов НИУ «МЭИ»](#).

Хочется пожелать как участникам [Фестиваля](#), так и всем специалистам бурно развивающегося направления возобновляемой энергетики новых проектов и успешной их реализации.



☛ Юрий Коларж, АО «Шнейдер Электрик»

**Юрий Коларж,**  
 менеджер по энергоэффективности  
 и ВИЭ АО «Шнейдер Электрик»  
 в России и СНГ, ведущий мероприятия

— Начну с того, что мне очень приятно уже в течение нескольких лет подряд участвовать в [Фестивале](#) и видеть, как расширяется и множится наше сообщество специалистов в области возобновляемой энергетики. Особенно радует, что растёт наша география и возрастает профессионализм, что заметно по разнообразию и глубине тех проектов, которые были представлены в рамках нашего [Фестиваля](#). И я надеюсь, что в следующем году [Фестиваль](#) станет ещё более представительным, а проекты — ещё интереснее.



☛ Все выступления на Фестивале транслировались в «прямой эфир» на YouTube

**Александр Гудко,**  
 главный редактор [журнала СОК](#)

— В ситуации, когда мировая энергетика переживает процесс бурной трансформации и заметен явный тренд перехода на использование ВИЭ, особую роль приобретает информационное и коммуникационное обеспечение рынка возобновляемой энергетики. Полноценный обмен информацией между специалистами способствует максимизации эффективности их работы, так как исключает «изобретение велосипеда», что в наше время высоких скоростей и бурного научно-технического развития общества является невозможной роскошью.



☛ Александр Гудко, журнал СОК

Основной целью прошедшего [Фестиваля специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#) стали обмен опытом и информацией, налаживание связей между участниками рынка возобновляемой энергетики, а также передача информации потенциальным заказчикам проектов на основе возобновляемых источников энергии.

Благодаря слаженной работе организаторов — [Ассоциации специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#) и [журналу СОК](#), а также активной поддержке Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии [РосСНИО](#), [Фестиваль](#) удался. Отдельная благодарность — Андрею Темерову, председателю [Ассоциации специалистов ВИЭ «Зелёный киловатт»](#), С.В. Грибкову, учёному секретарю Комитета ВИЭ [РосСНИО](#), академику [РИА](#), и ведущему мероприятия — Юрию Коларжу, менеджеру по энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии АО «Шнейдер электрик» в России и СНГ.

Вообще говоря, все, кто принял участие в [Фестивале](#), внесли значительный вклад в его успех. Спасибо, коллеги! Благодаря вам было по-настоящему интересно и полезно. И теперь следует ждать новых проектов, углублённого понимания выгод и расширения влияния идеологии применения возобновляемой энергии для систем энергоснабжения объектов — как частных, так и коммерческих.



●● Олег Цигиль, ООО «Экопроект-Энерго»

**Олег Цигиль,**  
директор по развитию, компания  
[ООО «Экопроект-Энерго»](#) (г. Краснодар)

— Хотелось выразить благодарность оргкомитету Фестиваля специалистов альтернативной энергетики «[Зелёный киловатт](#)» за создание дружеской тёплой атмосферы мероприятия, в которой нашлось место не только полезным деловым кон-

тактам, но и установлению доверительных человеческих отношений.

Очень было интересно увидеть и услышать опыт коллег по цеху со всей страны, поделиться опытом своих наработок и принять на вооружение эффективные идеи из смежных областей. С кем-то из участников [Фестиваля](#) мы были знакомы только дистанционно. Очень хорошо, что создана такая платформа, на которой можно укрепить деловые и личные связи.

Мы очень позитивно оцениваем своё участие в мероприятии. Нам удалось рассказать о новой для РФ продукции [Huawei](#) для солнечной энергетики и укрепить доверие к марке в среде профессионалов рынка. А в сессии презентаций проектов — показать несколько своих построенных станций. И «вишенкой на торте» была новость о подписании нами первого на Юге России договора с «Энергосбытом» в рамках Закона о микрогенерации. Мы готовились к «[Зелёному киловатту](#)» и ждали его с волнением. Наши ожидания оправдались полностью. Ждём следующий! ●

Активность информационной деятельности журнала в области новых энергетических технологий, его сотрудничество с профессионалами рынка ВИЭ и смежных сегментов позволяют быть уверенным, что трансляция материалов [Фестиваля](#) вызовет интерес у специалистов в области ВИЭ, сотрудников профильных регулирующих отраслевых структур, а также у представителей инженерного сообщества в целом, интересующихся динамикой развития и проблемами ВИЭ-сектора российской и мировой энергетики.

**[Участники рынка возобновляемой энергетики, мы работаем для вас!](#)**



## ВІМ-форум 2021: всё, что нужно знать для перехода на BIM

8–9 декабря 2021 года при информационной поддержке журнала СОК пройдёт [V Международный ВІМ-форум](#). Это крупнейшая профессиональная площадка, ежегодно собирающая более 3000 специалистов в сфере цифрового строительства. Двухдневное мероприятие объединяет насыщенную деловую программу, насчитывающую свыше 80 сессий, и экспозицию передовых решений от лидеров рынка. Вместе они призваны познакомить специалистов с лучшими практиками применения ВІМ-технологий.

# ВІМ-ФОРУМ

Генеральный партнёр: компания «Сен-Гобен» (Saint-Gobain)

Согласно Постановлению Правительства РФ от 5 марта 2021 года №331-ПП, с 1 января 2022 года использование технологий информационного моделирования становится обязательным на всех объектах, финансируемых за счёт бюджета. «ВІМ сегодня — это необходимое условие, — заявил в конце мая замглавы Минстроя Дмитрий Волков. — Кто им не пользуется, попросту вылетит с рынка».

Как этого избежать и какими цифровыми компетенциями должен обладать бизнес, чтобы успешно работать как с государственными, так и с частными заказчиками, обсудят эксперты [V Международного ВІМ-форума](#).

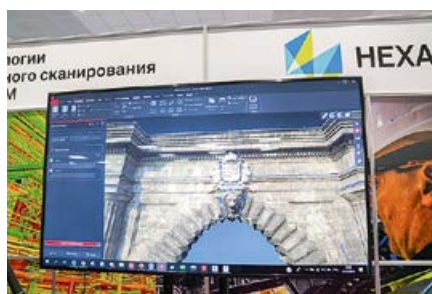
[ВІМ-форум](#) — крупнейшая профессиональная площадка, ежегодно собирающая более 3000 специалистов в сфере цифрового строительства. Двухдневное мероприятие объединяет насыщенную деловую программу, насчитывающую свыше 80 сессий, и экспозицию передовых решений от лидеров рынка. Вместе они призваны познакомить специалистов с лучшими практиками применения ВІМ-технологий, дав им необходимый инструментарий для повышения эффективности бизнес-процессов.

Реальным опытом цифровизации с участниками [Форума](#) поделятся представители крупнейших заказчиков в сфере гражданского и промышленного строительства, проектные и инжиниринговые организации, IT-компании, научно-исследовательские институты и производители строительных материалов.



[ВІМ-форум 2021](#) пройдёт в традиционном для себя формате «живых» сессий с прямой онлайн-трансляцией всех выступлений. Таким образом, каждый участник форума сможет выбрать удобный для себя формат присутствия (очный или удалённый) или же совместить их.





### Новый состав Экспертного совета BIM-форума



**Андрей Ерофеев**,  
генеральный директор  
ООО «Интеллектуальный  
строительный инжиниринг»



**Михаил Косарев**,  
директор подразделения  
«Методология и стандарты  
цифрового строительства»  
«Банк ДОМ.РФ»



**Игорь Рогачев**,  
начальник Центра  
компетенций по внедрению  
технологии информационного  
моделирования  
(ЦТИМ) ОАО «РЖД»



**Александр Лапыгин**,  
генеральный директор  
ООО «Росэко-Стройпроект»



**Анатолий Кулаков**,  
начальник управления  
обеспечения информаци-  
онного моделирования  
ООО «Институт Гипроникель»



### Начал работу новый Экспертный совет BIM-форума

В этом году к деловой программе **Форума** будет приковано особенно пристальное внимание, ведь её участникам предстоит не только оценить состояние отрасли накануне обязательного перехода на BIM, но и дать игрокам рынка конкретные рекомендации по тому, как эффективно работать в новых условиях.

Чтобы гарантировать высокое качество деловой программы, организационный комитет **BIM-форума** ведёт её подготовку в тесном сотрудничестве с профессионалами отрасли. Лучшие из них входят в регулярно обновляемый Экспертный совет, и сегодня мы рады представить вам его новый состав (см. врезку «**Новый состав Экспертного совета BIM-форума**»).

Все члены **Экспертного совета** принимают непосредственное участие в формировании деловой программы **BIM-форума**, поэтому на обсуждение будут вынесены только самые актуальные для отрасли вопросы, а все дискуссии будут носить исключительно предметный и практический характер.

В программе **BIM-форума 2021** — **более 80 выступлений** по самым актуальным вопросам применения цифровых технологий на всех этапах реализации строительных проектов.

Получить актуальную информацию о **Пятом Международном BIM-форуме** и его деловой программе, а также оформить электронный билет можно на интернет-ресурсе [bimforum.pro](http://bimforum.pro). ●

## Предварительная программа V Международного BIM-форума (8–9 декабря 2021 года)

### 8 декабря

#### Главный конференц-зал / «День ТИМ»

- В шаге от обязательного BIM: как строителю подготовиться к 1 января 2022 года.
- Передача данных от производителей к проектировщикам и девелоперам: следующий шаг.
- Формирование требований к BIM.
- Программное обеспечение для работы с BIM.
- Передача данных по цепочке проектирования: концепция открытого взаимодействия.
- BIM: как учить и учиться.
- Основные проблемы и ошибки при реализации BIM-проектов.

### 8 декабря

#### Большой конференц-зал

- BIM-решения для управления строительством.
- Цифровые технологии в строительном контроле.

#### Малый конференц-зал

- Проектирование строительных конструкций: практика автоматизации.



### 9 декабря

#### Главный конференц-зал / «День BIM»

- Лучшие BIM-проекты 2021 года.
- BIM и передовые практики в строительстве.
- BIM для изыскателей.
- BIM для проектировщиков.
- BIM для строителей.
- BIM для эксплуатирующих организаций.

#### Большой конференц-зал

- BIM в облаках: распределённые системы для строительного бизнеса.
- Цифровые технологии в промышленном и инфраструктурном строительстве.

#### Малый конференц-зал

- Презентация образовательных программ для BIM-специалистов.

## Юрий Салазкин, «БДР Термия Рус»: Россия — один из приоритетных и перспективных рынков

Основанный в Англии в 1866 году сталелитейщиком Ричардом Баксендейлом, бренд **BAXI** занимает ведущее положение во многих странах. Он является глобальным для международного холдинга **BDR Thermea**, который входит в тройку лидеров на европейском отопительном рынке. В России бренд представлен **ООО «БДР Термия Рус»**. В своём интервью генеральный директор компании Юрий САЛАЗКИН рассказал о положении компании на отечественном рынке, о месте российского подразделения в рамках глобального холдинга и поделился опытом управления предприятием в период пандемии.

❖ В следующем году бренду **BAXI** в РФ исполняется 20 лет. Расскажите, с чего всё начиналось?

Ю.С.: История бренда **BAXI** в России началась в феврале 2002 года, когда в Москве было открыто официальное представительство. С 2016 года **ООО «БДР Термия Рус»** развивается в формате торговой компании, объединившей в себе представительства брендов **BAXI** и **De Dietrich**. За 19 лет присутствия на российском рынке HVAC компания достигла лидерских позиций в отопительной отрасли. Недавно нами пройден ещё один важный рубеж: количество поставленных настенных и напольных котлов под брендом **BAXI** на территории России превысило 1 500 000 единиц. Таким образом, за это время в Россию поставлено оборудование на сумму около 800 миллионов евро.

тор отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха.

В свете проблем, вызванных изменением климата, мы видим большой интерес к водороду по всей Европе. Водород имеет огромные перспективы в качестве топлива будущего: он может обеспечить отопление и горячую воду с нулевыми выбросами углерода, и его можно легко хранить в больших количествах в течение продолжительного времени. В настоящее время холдинг **BDR Thermea** участвует в двух проектах по применению «зелёного» водорода: в Нидерландах и Великобритании.

С точки зрения усиления позиций на российском рынке мы делаем основной акцент на развитие наших региональных складов. Компания «БДР Термия Рус» уделяет большое внимание качеству сервисного обслуживания своего оборудования.



❖ Юрий Салазкин, генеральный директор компании **ООО «БДР Термия Рус»**

Сегодня **ООО «БДР Термия Рус»** — это более 100 сотрудников, четыре региональных склада, 50 региональных складов запчастей и свыше 850 авторизованных сервисных центров. Центральный офис компании находится в городе Москве, вопросами маркетинговой и технической поддержки занимаются региональные партнёры в 15 городах. В учебных центрах ежегодно проводится около 400 семинаров и тренингов, которые посещают более десяти тысяч человек.

❖ Планы и перспективы на будущее?

Ю.С.: На глобальном уровне холдинг **BDR Thermea** поддерживает инициативу Еврокомиссии по сокращению выбросов двуоксида углерода на 55 процентов к 2030 году и стремится к переходу на альтернативные источники энергии, поскольку в настоящее время 36 процентов выбросов углекислого газа приходится на сек-

Для того чтобы обеспечить наличие запчастей в максимальной доступности от региональных торговых и обслуживающих организаций, в мае был открыт региональный склад в городе Казани.

❖ Как вы оцениваете состояние рынка России и ваше положение на нём?

Ю.С.: В настоящий момент ситуация на рынке теплоэнергетического оборудования достаточно позитивная. Наша индустрия относится к критически важной части инфраструктуры для жизнеобеспечения людей. Учитывая сохраняющиеся ограничения в передвижениях, туризме, сфере развлечений, экономика должна консолидироваться вокруг инфраструктурных проектов и строительства. Важным драйвером для развития малой энергетики является продолжение и ускорение газификации регионов.





входит в TOP-8 крупнейших стратегических подразделений международной [Группы BDR Thermea](#) по объёму реализации и показывает устойчивый рост продаж в течение последних лет.

На российский рынок поставляется отопительное оборудование из Италии, Нидерландов, Франции, Германии, Великобритании и Турции. Европейские инженеры «Центров компетенций» [BDR Thermea](#) при разработке нового котельного оборудования учитывают потребности и особенности российского рынка. Учёт запросов потребителей и специфики региона — это важно.

❖ Интересно узнать о вашем опыте антикризисного управления предприятием и решениях организационных задач в кризисный период, связанный с коронавирусной пандемией.

После открытия торговой компании средняя ежегодная динамика роста по продажам составляет более 20 процентов. Несмотря на то, что прошлый год был достаточно трудным, для наших брендов он стал успешным, особенно в части поставок настенных конденсационных котлов. По итогам исследований российского агентства «Литвинчук Маркетинг» и английской маркетинговой компании BRG Building Solutions, компания «БДР Термия Рус» с брендом [BAXI](#) заняла одно из лидирующих мест на этом рынке. Доля [BAXI](#) составила более 20 процентов от общего оборота реализованного котельного оборудования на территории РФ (речь идёт о настенных газовых котлах).

❖ Какое место занимает Россия в глобальном бизнесе [Группы BDR Thermea](#)?

Ю.С.: Стратегически Россия является одним из приоритетных и перспективных рынков сбыта. Компания «БДР Термия Рус»



Ю.С.: Мы начали работать в режиме самоизоляции с середины марта прошлого года. Многие процессы пришлось пересмотреть, это коснулось как внутренних процессов в компании, так и взаимодействия с партнёрами. Исключительно важным в период пандемии было не прерывать поставки и позволить партнёрам планомерно работать на своих объектах. С этой задачей успешно справились как заводы компании, расположенные в Европе, так и склады в России.

С начала пандемии безопасность сотрудников и партнёров была нашим приоритетом. Из маркетинговой активности были исключены выставки, конференции, форумы и прочие офлайн-форматы.

К сожалению, практически на протяжении всего года мы не могли проводить обучение на наших основных площадках: в учебном центре в Иваново и учебном классе в Москве.

Несмотря на то, что нам пришлось работать в условиях самоизоляции и резко сокращения количества личных встреч, стоит отметить, что эффективность работы выросла, а взаимодействие между отделами стало более тесным. Режим самоизоляции научил нас не только работать в новом формате, но и оперативно принимать решения в условиях неопределённости и рисков.



**•• Помогают ли повышать уровень качества обучающие проекты, которые реализует ООО «БДР Термия Рус»?**

Ю.С.: Для нас важным средством коммуникации с нашими партнёрами стал образовательный бизнес-проект, который включает разные форматы: конференции, экспертные сессии, тренинги, вебинары и деловые встречи. Основная задача этого проекта заключается в обмене профессиональным опытом, получении знаний и практических инструментов для открытия новых возможностей бизнеса.

В 2019 году мы выступили инициатором создания стратегического [Альянса «BWXI Эксперт и Партнёры»](#), который объединяет европейских и российских лидеров в области отопления, водоснабжения и инженерного оборудования.

Основная задача [Альянса](#) состоит в создании информационной бизнес-платформы для диалога участников рынка: производителей, дилеров, монтажных и проектных организаций. При этом важным аспектом является активное участие в социальных и образовательных проек-

тах, развитие учебных центров, передача профессионального опыта и практических инструментов.

Один из приоритетов компании — это совершенствование профессиональных навыков сотрудников, поскольку работа включает в себя реализацию новых проектов, которые требуют творческого подхода и реагирования на изменяющиеся условия в каждом отдельном сегменте бизнеса. В настоящий момент ряд сотруд-



ников проходит обучение по программе Business Zoom в Стокгольмской школе экономики. Уникальный подход данной программы подразумевает динамичный взгляд на теорию и практику эффективного менеджмента, фокус на решении реальных задач и детальное изучение самых передовых технологий бизнеса.

**•• Расскажите, пожалуйста, о вашем образовании. В каких образовательных бизнес-программах вы приняли участие?**

Ю.С.: Я окончил физический факультет МГУ, однако по-новому взглянуть на бизнес-процессы и их оптимизацию в условиях глобальных вызовов и изменений помогла программа Executive MBA General Management Стокгольмской школы экономики. Как правило, главная проблема управленца состоит в том, что наши профессиональные обязанности ограничивают наш круг общения той сферой, где мы работаем. Курс Executive MBA позволяет не только раскрыть лидерский потенциал и расширить управленческие компетенции, но и делиться своим опытом и учиться на примере других.

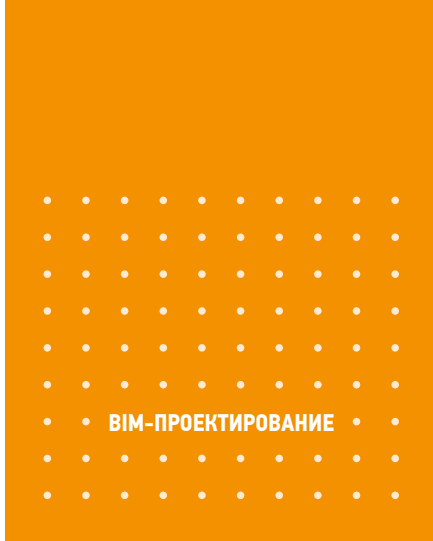
Кроме того, за моими плечами двухгодичное соискательство (то есть прикрепление для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата наук без зачисления в аспирантуру) в Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) на факультете международных отношений, а также интенсивное обучение в течение последних двух лет на онлайн бизнес-программах в ведущих мировых университетах: курсы по стратегии, лидерству, финансам, анализу данных и переговорам в Университете Оксфорда (University of Oxford), курс по стратегическим коммуникациям в Колумбийском университете (Columbia University), курс управления устойчивыми цепочками поставок (Sustainable Supply Chain Management) в Университете Кембриджа (University of Cambridge). ●



# ВАХІ

# 1 500 000

УСТАНОВЛЕННЫХ КОТЛОВ В РОССИИ



## liNear Desktop для Revit: идеальный инструмент с огромными возможностями

Программное обеспечение [liNear](#) предлагает продукт [Desktop для Revit](#) в качестве комплексного решения для отображения BIM-процессов при проектировании инженерных систем. Вместе с надстраиваемыми модулями это решение образует оптимально функционирующую систему, которая благодаря продуманной взаимосвязи функций может продемонстрировать своё превосходство над стандартными наборами инструментов.

**Авторы:** Хавьер Кастелл КОДЕСАЛЬ (Javier Castell Codesal); Юрген ФРАНТЦЕН (Jürgen Frantzen), компания [liNear GmbH](#) (Германия)

### Как всё начиналось

Прошло более 16 лет с тех пор, как компания [Autodesk](#) впервые представила платформу [Revit](#). Революционная на тот момент идея создания параметрических моделей в строительной отрасли возникла несколькими годами ранее, поскольку [Autodesk](#) уже тогда имела видение относительно того, что сегодня называется «информационной моделью здания» ([Building Information Modeling, BIM](#)). Чуть позже стало ясно, что с помощью [Revit](#) хотели моделировать не только архитектуру, но и всё здание, что явилось одной из причин дебатов по поводу концепции closed BIM (использование программного обеспечения одного производителя для всеобъемлющего планирования среды).

### Как мы пришли к созданию [Desktop для Revit](#)

В то время мы наблюдали за противостоянием closed BIM и open BIM со смешанными чувствами и думали о том, следует ли рассматривать [Revit](#) как конкурентный продукт или как дополнительную новую платформу. Сначала мы полагали, что построение модели здания останется в сфере ответственности [Autodesk](#), а мы в первую очередь возьмём на себя анализ модели, то есть анализ архитектуры с целью расчёта нагрузки на отопление и охлаждение, а также расчёты трубопроводных сетей во всех инженерных разделах.

Однако данная точка зрения просуществовала недолго. Менее чем через год компания [Autodesk](#) обратилась к нам с просьбой разработать для немецкоязычного рынка семейства и инструменты для проектирования. Так появились инструменты [liNear Routing & Content Tools](#). Становилось всё более очевидным, что [Autodesk](#) не будет вдаваться в детали реализации бесчисленных стандартов и методов расчёта в пользу глобально используемой и, следовательно, «универсальной» платформы. Таким образом, решения по-прежнему должны были разрабатываться «поставщиками решений» — именно так мы себя позиционируем.

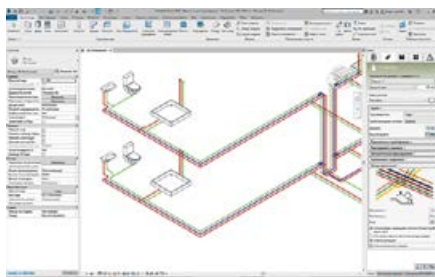
Мы пришли к пониманию того, что обычный или даже комплексный набор инструментов не может быть «решением», когда уже разработали множество отдельных функциональных дополнений для [Revit](#). Все эти функции «взаимодействовали» друг с другом не совсем корректно. Таким образом, нам нужен был «каркас», основа, на которой бы создавались все наши инструменты. Основа,



❖ Коробочная версия [liNear Desktop v22](#)

которая бы взяла на себя централизованное управление секциями здания, этажами, типами систем, видами и т.д. Основа, которая бы предоставляла общий пользовательский интерфейс для нашего решения для единого и интуитивно понятного управления всеми отдельными компонентами. Основа, на которой бы отображались рабочие процессы: рабочие этапы в логической последовательности, часто используемые функции в быстром доступе и коммуникация с участниками проекта, интегрированная в их собственные процессы.

Все эти требования и многое другое привели к созданию нашего продукта — [liNear Desktop для Revit](#) (рис. 1).



### Инструменты для предэскизного проектирования инженерных систем зданий и сооружений

Интегрированное проектирование означает, что уже на ранних стадиях проектирования все участники проекта совместно работают над концепцией здания. С помощью наших инструментов для проектирования, определения размеров, размещения «технических пространств» и построения трасс трубопроводов вы можете уже на стадии предварительного проектирования оптимизировать интеграцию запланированных инженерных систем в сотрудничестве с другими участниками проекта. Возникающие поначалу при этом сложности более чем компенсируются на последующих этапах проектирования благодаря уменьшению количества спорных моментов.

концептуальной архитектурной модели. Экспорт «технических пространств» с использованием IFC обеспечивает быструю и лёгкую координацию с архитекторами.

### Прокладка трасс трубопроводов на стадии предварительного проектирования

От «технических пространств» трубопроводы отдельных внутренних инженерных сетей проходят к потребителям в виде трасс. Такие трассы могут быть сконструированы при помощи функции «Трасса». После этого определяются их поперечные сечения, которые назначаются отдельным участкам трасс. Функция «Настроить размеры» позволяет быстро и легко адаптировать трассу к заданному поперечному сечению. После того, как схема трасс была согласована со всеми

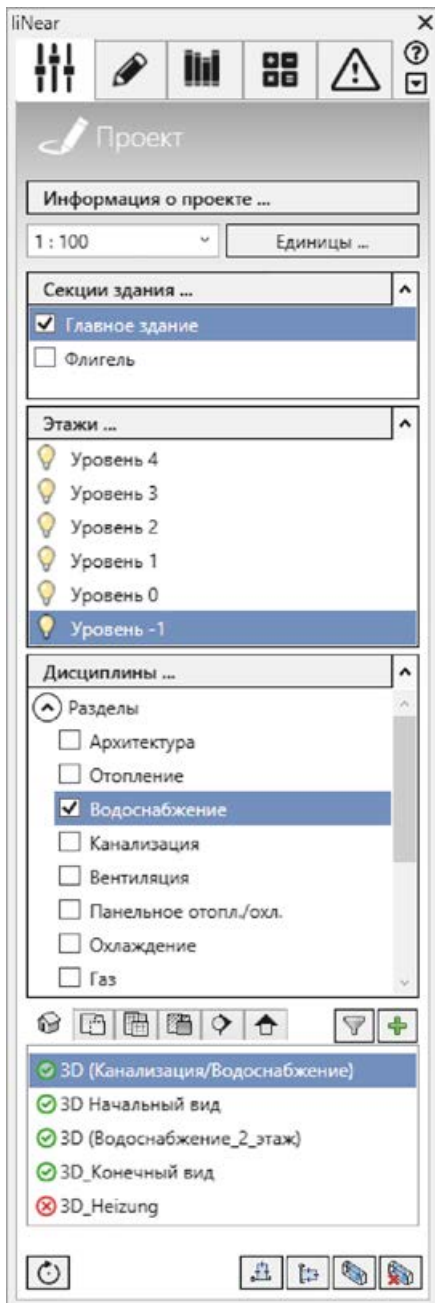


Рис. 1. Панель управления — центральный пункт управления liNear Desktop



Рис. 2. Схема трассы и определение размеров «технических пространств» на стадии предэскизного проектирования в liNear Desktop

### Предварительное определение размеров «технических пространств»

Для определения размеров и расположения «технических пространств» в вашем распоряжении имеются новые инструменты. С их помощью вы можете определить реалистичную занимаемую площадь «технических пространств» и согласовать её с другими участниками на ранних стадиях проектирования. Девиз здесь звучит так: «Предотвращение конфликтов вместо их устранения».

Занимаемая площадь «технических пространств» отдельных инженерных разделов проекта может быть легко и быстро рассчитана на основании небольшого количества данных согласно правилам VDI 2050 или определена на основе эмпирических значений. После этого «технические пространства» могут быть размещены в модели в качестве Provision for Space (элемент стандарта IFC 4.0), а занимаемая ими площадь может быть сопоставлена с доступными площадями

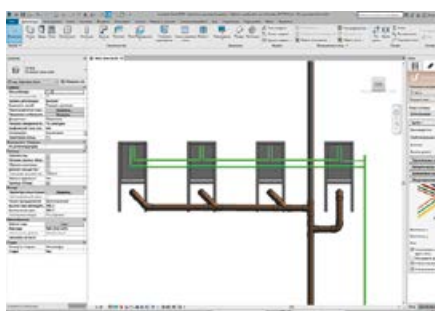
участниками проекта посредством IFC, трубопроводы трасс могут быть автоматически сгенерированы и использованы в качестве основы для дальнейшего эскизного проектирования (рис. 2).

### Инструменты для организации модели здания

#### Управление видами

Важным аспектом организации модели является управление видами. Вид в Revit отображает определённую часть модели особым образом (план этажа, план потолка, 3D-вид, разрез и т.д.), в зависимости от уровня, дисциплины, стадии проектирования, секции здания и т.д.

Нет смысла создавать всё заново вручную для множества различных видов, которые необходимы в модели Revit. Поэтому Revit предлагает возможность создания шаблонов видов, которые уже имеют определённые предустановки. Сама по себе данная идея хорошая, если бы только шаблоны не были такими негибкими.



Например, если вы включили изоляцию трубы в шаблоне, будет сложно отключить её в отдельном виде. Это всего лишь один из многих примеров, которые приводят к огромному количеству шаблонов, что, на наш взгляд, полностью нецелесообразно на практике.

Следующий момент — это создание новых планов этажей или планов потолков. Любой, кто хоть раз делал это в [Autodesk Revit](#), знает, что стоит за созданием планов для многих этажей в различных дисциплинах.

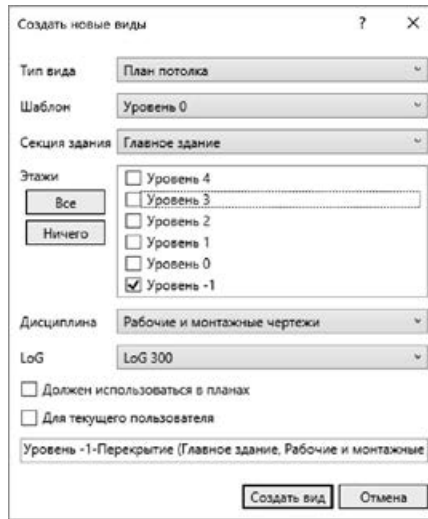
И, наконец, что не менее важно, выбор подходящего вида. Как организовать «дерево видов»? Какие параметры прикрепляют к видам, чтобы их можно было легко группировать и сортировать? Сколько уровней папок нужно пользователю в «дерево видов»? Выполнение ряда задач ещё может быть допустимо при проектировании зданий малого или среднего размера, но что делать, если речь идёт о больницах или офисных зданиях с несколькими крупными секциями здания, разной высотой этажей и т.д.?

Все эти задачи в [liNear Desktop](#) берёт на себя инструмент «Управление видами» (рис. 3).

Используйте:

- минимально необходимый набор гибких шаблонов вида;
- управление видимостью посредством отображения и скрытия уровней, дисциплин, систем и отдельных деталей, таких как изоляция труб, одним щелчком мыши;
- гибкие шаблоны проектов, в которых всё загружается точно в срок;
- автоматическое присвоение имён видам (опционально);
- создание видов для нескольких этажей за один рабочий шаг;
- создание персонализированных видов для вашей работы в режиме «Совместная работа» (например, для фильтрации всех других видов);
- наглядное «дерево видов» (на выбор всегда предлагаются соответствующие виды, в зависимости от секции здания, этажа, дисциплины и типа вида);
- разделение рабочих видов и видов, которые предназначены для использования на листах;
- удобное создание рабочих разрезов в быстром доступе;
- простое включение и выключение целых этажей, в том числе в 3D-виде;
- перенос свойств вида на любое количество других видов.

Подводя итог, можно сказать, что вам не нужно беспокоиться о видах. Всё очень просто.



•• Рис. 3. Управление видами в [liNear Desktop](#)

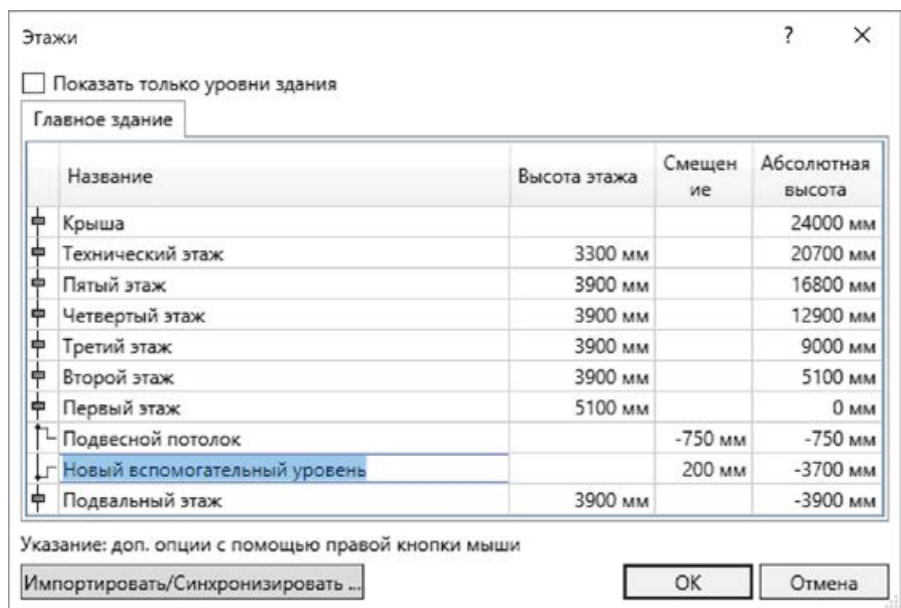
### Таблицы этажей

Модели зданий в [Autodesk Revit](#) используют уровни в качестве основы для всех компонентов, которые относятся к зданию. При этом уровни могут иметь значение этажей, а также могут быть простыми вспомогательными уровнями, например, для высоты чистового пола или для подвесных потолков. Обеспечение обзора в данном случае (в особенности секций здания с различной структурой этажей) часто представляет собой значительную проблему.

Диалоговое окно этажей в [Desktop](#) позволяет создать сводную таблицу этажей и сохранить её в ходе проекта (рис. 4).

Используйте:

- автоматический перенос уровней, определённых архитектором, в вашу модель инженерных систем;
- инструмент управления изменениями для получения сведений о внесённых архитектором коррективах для своевременного реагирования на них;
- логическое разделение вспомогательных уровней и уровней этажей;



•• Рис. 4. Диалоговое окно этажей в [liNear Desktop](#)

- управление вспомогательными уровнями по отношению к уровням этажей (например, FFB: +150, UKD: -200);
- возможность разделения модели, например, на секции здания (соответствующая таблица этажей для каждой секции здания);
- таблицы этажей в качестве информационного центра для управления видами и определения конструктивной высоты.

### Дисциплины и системы

Структура модели инженерных систем включает в себя присвоение всех элементов дисциплинам (разделам) и системам (типам систем). [Revit](#) обеспечивает классификацию элементов и соединений, но данной классификации часто бывает недостаточно для инженерных систем.

[Desktop](#) позволяет точно классифицировать компоненты инженерных систем с помощью собственного инструмента управления дисциплинами и системами (рис. 5). Используйте:

- возможность создания собственных систем и присвоения этим системам специально созданных дисциплин;
- подбор существующих систем и определение цветов, имён, толщин штрихов и видимости;
- интуитивно понятные системы при проектировании трубопроводов и трасс;
- дисциплины для выбора соответствующих инструментов;
- дисциплины для организации ваших видов.

Структурированная таким образом модель инженерных систем важна не только для управления видами. Программы анализа и обмен данными с другими участниками проектирования также выигрывают от этого.

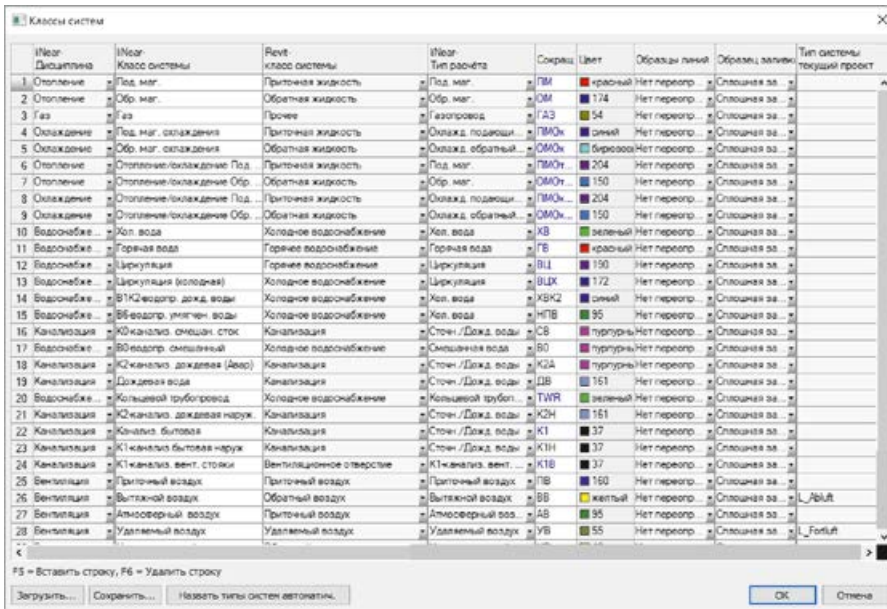


Рис. 5. Свободно конфигурируемые классы систем

**Зонирование**

Группировка помещений по зонам используется, в частности, для определения заданных температур для отопления или охлаждения.

В Revit уже есть базовая функция для зонирования. Диалоговое окно зонирования в Desktop дополняет данную функцию, обеспечивая оптимальное управление и наглядность (рис. 6).

Используйте:

- функцию перетаскивания для разделения помещений на зоны;
- шаблоны для часто используемых типов зон;
- наглядное представление группировок с привязкой к этажам или без неё;
- визуализацию помещений и зон в модели для быстрого обзора.

**Передача помещений в «пространства»**

Для бесперебойного рабочего процесса в BIM и архитектору, и проектировщику инженерных систем требуется собственное «пространство» для хранения специфической информации. При создании «пространств» имеет смысл сначала передать такие данные, как имя и номер «про-

странства» архитектора. Однако проектировщику инженерных систем, как правило, требуются дополнительные «технические пространства», например, в зонах шахт. Для этих задач Desktop предлагает широкий спектр возможностей.

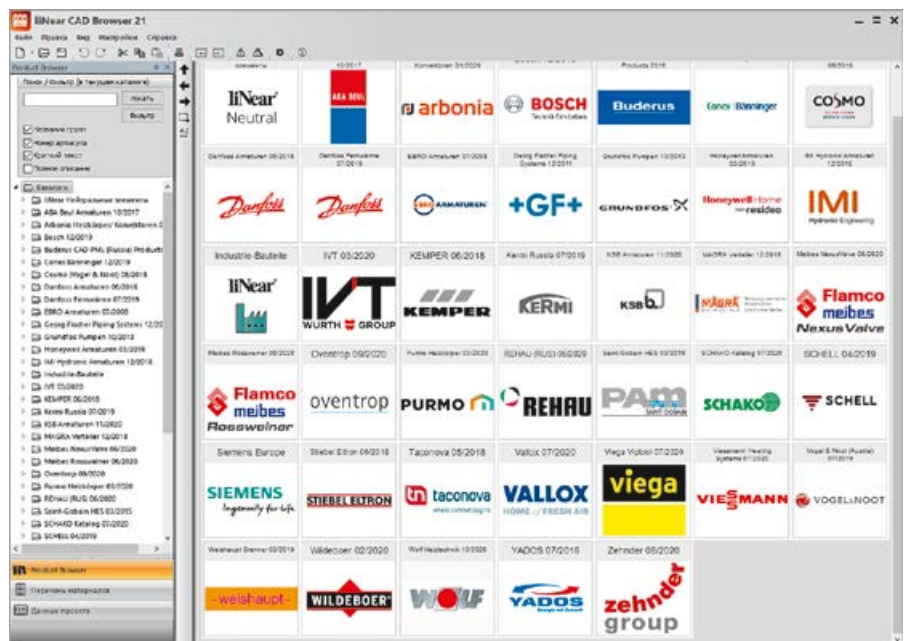


Рис. 7. liNear CAD Browser

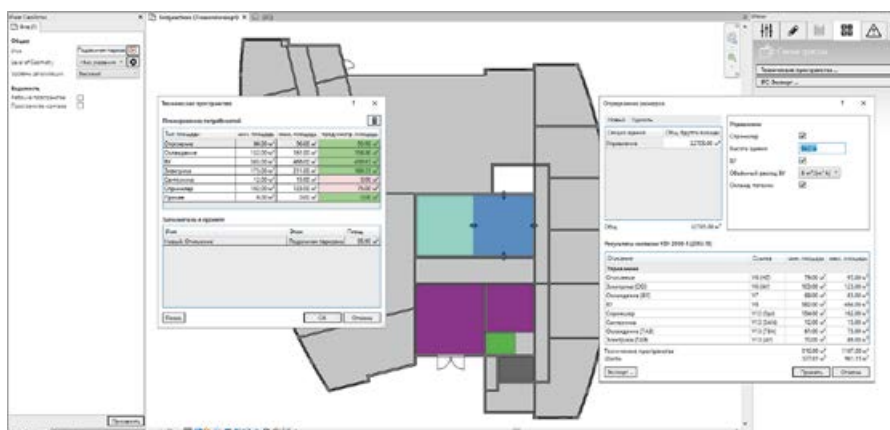


Рис. 6. Обзор уровней и зон, а также их визуализация в модели

Используйте:

- индивидуальное или полностью автоматическое создание «технических пространств»;
- возможность выбрать, какие данные будут приняты архитектором;
- возможность размещения необходимых «пространств» в шахтах.

**Создание модели на основе 2D-архитектуры**

У вас нет 3D-модели архитектора, но вы хотели бы воспользоваться преимуществами проектирования на основе трёхмерной модели?

Используйте функции liNear Desktop для архитектуры, чтобы создать свою собственную трёхмерную модель на основе 2D-планов.

Используйте:

- простые функции для «срисовки» стен, окон, дверей и потолков;
- быстрое построение модели за счёт комбинации 2D-размеров и заданной высоты компонентов.

**Семейства для построения модели здания**

Ядром модели здания являются «компоненты». В Revit компоненты называются «семействами», так как они часто являются параметрическими и представляют собой не один компонент, а целое семейство компонентов. Требования к «семействам» возрастают по мере увеличения опыта пользователей и расширения стандартизации. Поэтому крайне важно использовать качественные «семейства», соответствующие уровню развития техники (рис. 7).

**liNear Desktop** предоставляет высококачественные «семейства» (нейтральные и от производителей), а также удобные функции для управления и использования «семейств».

Используйте:

- нейтральные параметрические «семейства» для проектирования;
- полные и актуальные каталоги наших промышленных партнёров для проектирования с компонентами конкретных производителей;
- «семейства», создаваемые в процессе проектирования с нашими модулями;
- собственные «семейства» или «семейства» от сторонних поставщиков благодаря полной интеграции в библиотеку **liNear Desktop**;
- конфигураторы для распределительных коллекторов, резервуаров, панельного отопления/охлаждения, радиаторов, станций для квартирной разводки для создания индивидуальных «семейств»;
- интеллектуальные функции размещения для быстрого и беспроблемного внедрения элементов в вашу модель («**Разместить на сетке**», «**Заменить по отдельности**», «**Заменить всё**» и другие функции).



## Инструменты для структуры модели здания

### Команда для черчения труб/каналов

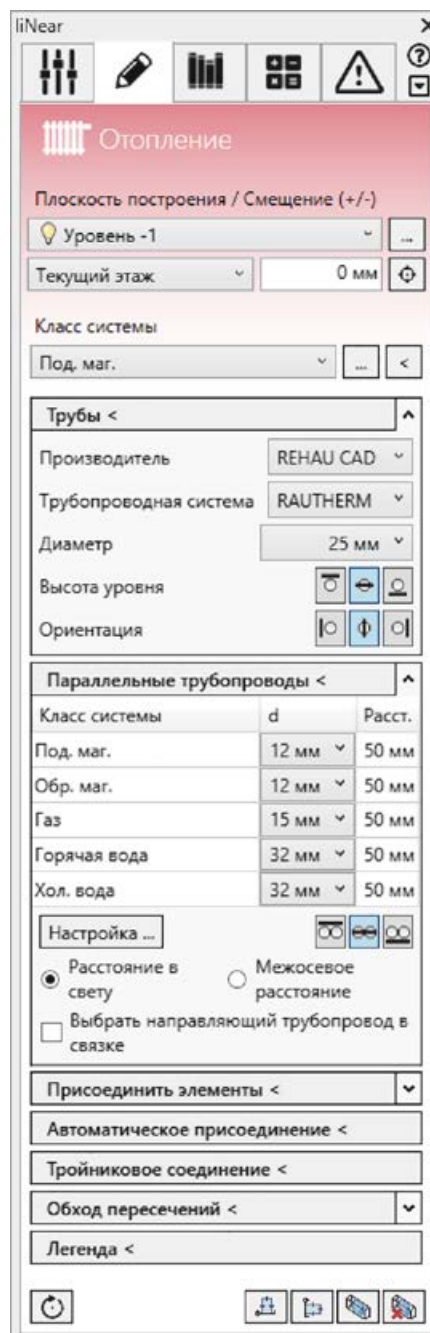
Трубопроводы, воздуховоды и кабельные трассы организованы в **Revit** иначе, чем другие элементы. Они определяются в виде сочетания набора семейств (тип трубы или канала плюс фитинги или фасонные части) с соответствующим набором «строительных правил» (настроек трассировки). С помощью **liNear Desktop** такие классы труб или каналов загружаются только тогда, когда они используются. Следовательно, вам больше не требуется сохранять классы труб в файлах шаблонов.

Кроме того, функция напрямую взаимодействует с управлением этажами. Вы можете быстро и легко выбрать высоту расположения трубопровода (например, «100 мм НКП»), исходя из выбранного этажа.

### Параллельные трубопроводы (трасса)

Функция «**Параллельные трубопроводы**» является идеальным дополнением функции «**Начертить трубы/каналы**» для построения сети трубопроводов или трасс (рис. 8). Используйте:

- заданные значения расстояний «в свету» или осевые расстояния между трубопроводами/каналами;
- многократные определения трасс трубопроводов различных дисциплин и классов систем;
- трубы от производителей, материалы труб и размеры в конфигурации;
- предварительные настройки для изоляционных материалов и для толщины изоляции.



••• Рис. 8. В **liNear Desktop** трассы можно индивидуально настраивать и сохранять

### Функция «Присоединить элементы»

Любой, кто когда-либо подключал радиатор или унитаз с напорной трубой к распределительным или сборным трубопроводам в **Revit**, высоко оценит функцию «**Присоединить элементы**» (рис. 9).

Специалисты **компании liNear** предлагают самые разные варианты подключения элементов инженерных систем.

Используйте:

- подключение пропускных отверстий, включая автоматическую интеграцию вставных деталей в соединительный трубопровод (например, шумоглушители или дроссельные клапаны);
- присоединение элементов к трубам для холодной и горячей воды посредством настенных водорозеток или с помощью тройника как альтернативный вариант;
- учёт уклона трубы при подключении санитарных приборов;
- функцию обхода пересечений трубопроводов друг с другом или с колоннами или балками для предотвращения разнообразных коллизий при подключении отопительных приборов открытого или скрытого монтажа;
- одновременное присоединение нескольких элементов за один рабочий шаг;
- автоматическое размещение отвода на последнем элементе ветви трубопровода (опционально).

### Функция «Соединить»

Стандартные соединения двух концов труб могут быть созданы с помощью встроенных инструментов **Revit**. Однако функция «**Соединить**» в **liNear Desktop** значительно более гибкая, особенно в тех ситуациях, когда у пользователя имеется более одного решения. **Desktop** анализирует ситуацию и предлагает вам рациональные варианты на выбор.

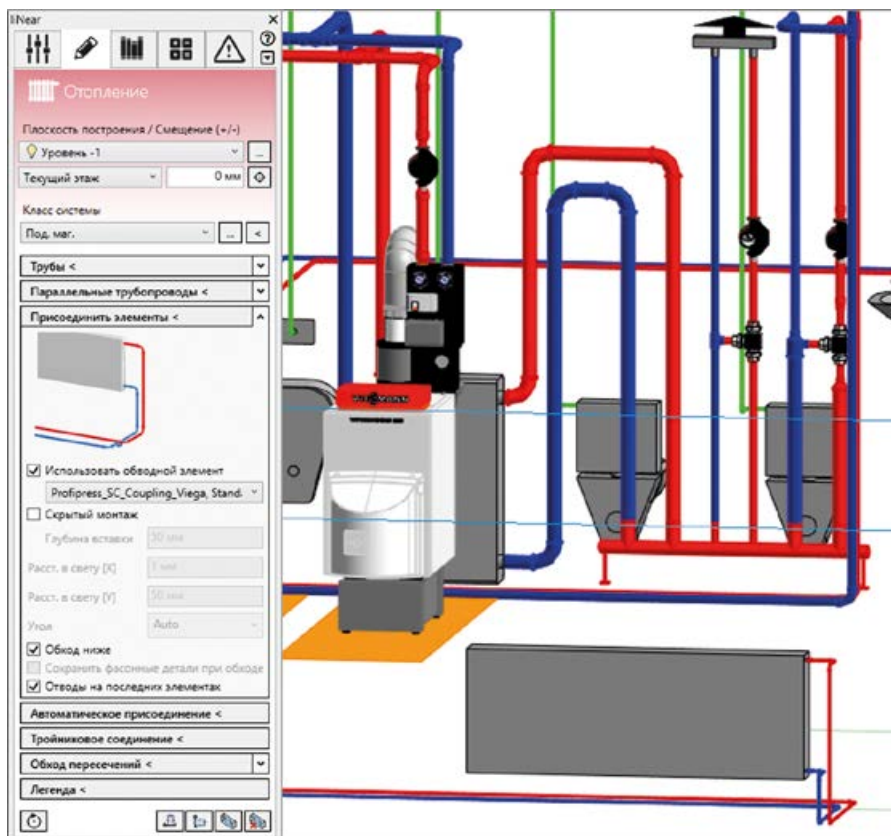
### Обход пересечений

В процессе повседневного проектирования часто возникает необходимость устранения самых разнообразных коллизий трубопроводов, возникающих, например, при пересечении трасс, или может потребоваться выполнить обход колонн или балок (рис. 10).

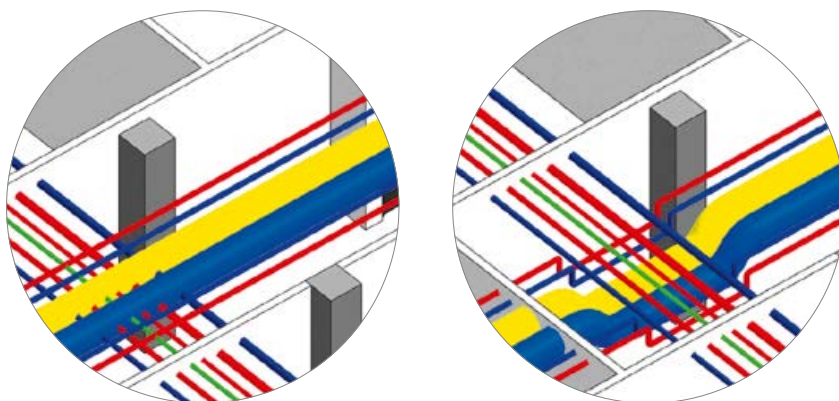
Используйте:

- функцию для одного или нескольких трубопроводов одновременно;
- назначение соблюдаемых расстояний;
- автоматическое определение угла или задание угла;
- учёт изоляции по выбору;
- существующие фитинги при создании обхода;
- «утки» вместо фитингов в системе вентиляции.





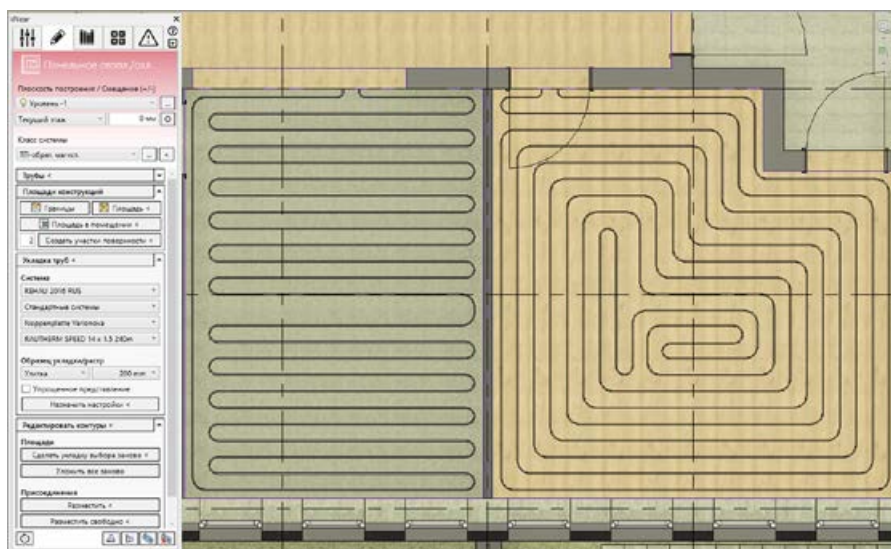
●● Рис. 9. Функция «Присоединить элементы»



До устранения

После устранения

●● Рис. 10. Автоматическое устранение коллизий посредством обхода пересечений



●● Рис. 11. Детальные планы укладки одним щелчком мыши

### Дисциплина «Панельное отопление/охлаждение»

Одним из самых сложных моментов для концепции параметрического моделирования является высокая степень индивидуализации при моделировании панельного отопления и охлаждения. В здании вряд ли найдётся два помещения, в которых действительно можно было бы использовать одинаковые контуры. Исключение составляет в лучшем случае полностью идентичные этажи. Для решения этой задачи имеется дисциплина «Панельное отопление/охлаждение» (рис. 11).

Используйте:

- автоматическую укладку в помещениях любой формы;
- выбор различных вариантов разделения контуров;
- наборы данных ведущих производителей систем панельного отопления и охлаждения;
- выбор различных уровней детализации (либо только контуры с присоединениями, либо точная укладка труб в виде «улитки» или меандра);
- корректировку положения присоединения контуров одним щелчком мыши;
- подключение контуров к распределительному коллектору через подводящие трубопроводы;
- двунаправленное соединение для расчёта систем панельного отопления в [liNear Building](#) (панельные системы, рассчитанные в [liNear Building](#), могут быть размещены непосредственно в модели, а системы, сконструированные в модели, также могут быть рассчитаны и гидравлически сбалансированы в [liNear Building](#)).

### Инструменты для координации

Координирование процесса проектирования всех разделов проекта очень важно, и не только ввиду внедрения методологии BIM. С ростом дигитализации осуществлять координацию стало намного проще, но для этого недостаточно просто обмениваться цифровыми моделями. Для отображения процессов координации на практике требуются специальные инструменты.

### Проектирование штроб и проёмов

Вряд ли какая-либо задача проектирования требует большей координации, чем проектирование штроб и проёмов. Влияя на статику, внешний вид и функциональность, все участники проектирования должны иметь так называемое «право голоса». Для того чтобы интегрировать ваше проектирование в этот процесс, специалисты [liNear](#) предлагают вам соответствующие инструменты (рис. 12).

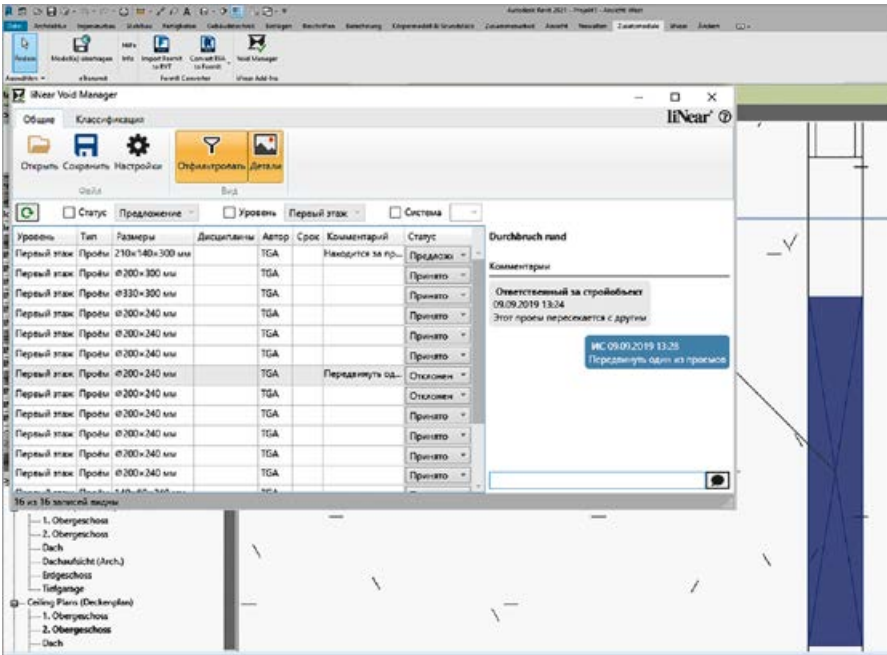


Рис. 12. liNear Void Manager — бесплатный инструмент для партнёров по проекту

Используйте:

- функцию «Проверка на столкновения» liNear для определения всех пересечений с архитектурой между отдельными или несколькими дисциплинами;
- ручное или автоматическое размещение предложений или заполнителей для штроб и проёмов на основе «Проверки на столкновения» — так называемые Provision for Voids (PfVs);
- объединение отдельных проёмов на основе правил или последующую ручную компоновку;
- автоматически генерируемые тексты надписей с привязкой к архитектуре;
- передачу ваших предложений по проёмам (PfV) для проверки и дальнейшей обработки в формате IFC и/или BCF;
- координацию утверждения проёмов и запросов на изменения от участников проектирования непосредственно с вашим текущим проектом.

**liNear Void Manager – бесплатное ПО для архитекторов и инженеро-конструкторов**

Чтобы сделать координацию проектирования штроб и проёмов максимально простой и удобной, мы предоставляем вам и вашим партнёрам по проекту бесплатную программу-надстройку Revit — liNear Void Manager.

Используйте:

- файл формата BCF, сгенерированный в liNear Desktop, для проверки, утверждения и дальнейшего редактирования всех проёмов;
- функции навигации liNear Void Manager для просмотра каждого предложения

с тем, чтобы принять его либо отклонить, причём при необходимости можно добавить комментарий;

- автоматическое преобразование принятых предложений по проёмам (PfVs) в «реальные» проёмы в архитектурной модели;
- возможность заблокировать или одобрить элементы (например, стены) и, таким образом, принять все содержащиеся предложения;
- обратную связь с автором или другими участниками проекта через форматы BCF и IFC.

**Управление отчётами и задачами**

«Отчёты и задачи» являются центральным местом для управления всеми отчётами и задачами, возникающими в процессе проектирования (рис. 13).

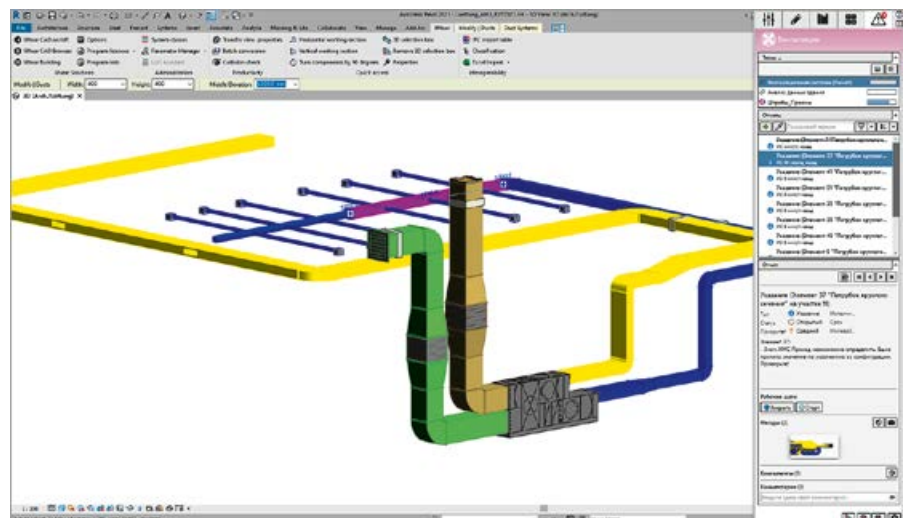


Рис. 13. Управление отчётами и задачами

Используйте:

- упорядоченный обзор всех задач и отчётов, созданных автоматически (например, из расчётов трубопроводной сети) или вручную;
- отображение состояния каждой задачи для контроля процесса обработки;
- навигацию по «месту события» двойным щелчком мыши и отображение всех задействованных компонентов;
- возможность детализации задач с помощью скриншотов, фотографий и других описаний;
- функцию «Чат» для координации с другими участниками проекта непосредственно в рамках задачи.

**Инструмент классификации**

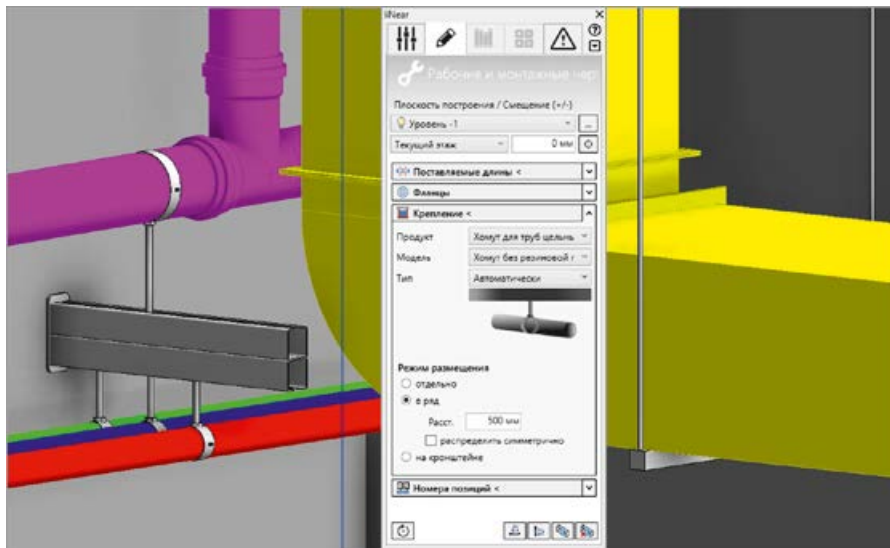
С помощью нового инструмента классификации у вас есть возможность структурировать содержимое модели на основе различных аспектов и реализовать единые стандарты классификации для всего проекта.

Используйте:

- назначение классов в соответствии с IFC 4.1 и IFC 2x3 для оптимального экспорта IFC;
- назначение групп затрат компонентам (DIN 276, ÖNORM B1801-1, SN 506 511);
- возможность добавления других систем классификации.

**Рабочие и монтажные чертежи**

Первоначальная концепция программного комплекса Revit — параметрическое проектирование целого здания — никогда не предусматривала проектирование до мельчайших деталей. По соображениям производительности, а также для того, чтобы инструменты для моделирования оставались «простыми», детализация, необходимая для рабочих и монтажных чертежей, не была предусмотрена.



●● Рис. 14. Крепления в liNear Desktop

Так, например, концепция технологии соединений (фланцы, резьбовые соединения, разъемы и т.д.) не была реализована.

Чтобы использовать программный комплекс Revit в качестве полноценного инструмента для проектирования, хотелось бы иметь возможность использовать его также для рабочих и монтажных чертежей. В настоящий момент времени это вполне возможно, так как сейчас существуют технологии, которые просты в применении и не приводят к потери производительности. Они также являются составной частью liNear Desktop.

### Крепления

В процессе проектирования не стоит пренебрегать задачей по проектированию креплений, ведь сама по себе она не требует больших затрат. Выполните эту задачу с помощью очень простых инструментов liNear Desktop. Используйте:

- размещение хомутов, кронштейнов и других креплений для воздухопроводов или электротрасс;
- автоматическое определение различных типов и размеров, или же выполните это вручную;
- режимы размещения «Отдельно», «В ряд» или «На кронштейне»;
- генерацию подробных спецификаций креплений.

### Поставляемые длины

Разделение воздухопроводов на поставляемые длины требуется выполнить до момента заказа материалов, необходимых для монтажа (рис. 14).

Используйте:

- автоматическое разделение выбранных трубопроводов на отрезки необходимой длины;
- логическую схему программы, которая также позволяет удлинить фасонную деталь, чтобы избежать остатков;

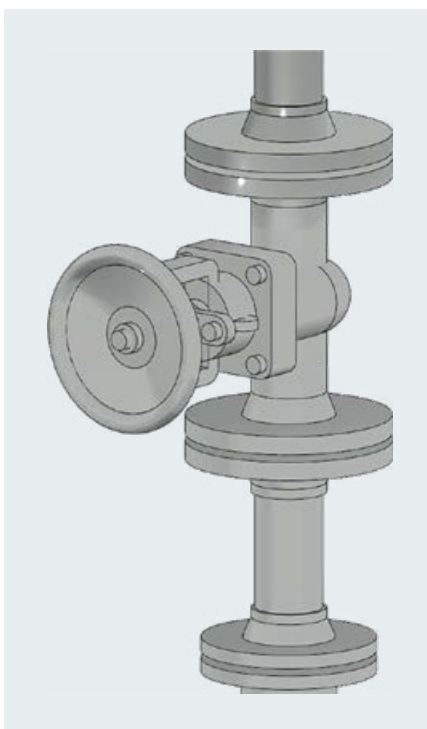
- присвоение уже существующих решёток воздухопроводов заново созданным частям воздуховода.

### Присвоение номеров позиций

Важной задачей для процесса заказа является присвоение номеров позиций. В этом вам поможет Desktop.

Используйте:

- автоматическое присвоение последовательных номеров позиций для выбранных участков или целых систем;
- различные режимы выбора и определите начало нумерации в зависимости от режима;
- возможность присвоения одинаковых номеров идентичным элементам;
- собственные префиксы для создания различных диапазонов номеров.



●● Рис. 15. Фланцевое соединение в Desktop

### Черчение фланцев

Отсутствие логики в Revit для технологий соединения приводит к тому, что необходимо изрядно потрудиться, чтобы установить фланцы в трубопроводы.

Используйте:

- установку фланцевых соединений с соответствующим контрфланцем непосредственно в трубопровод (рис. 15);
- автоматическую установку фланцев в местах, где они отсутствуют;
- генерацию подробных спецификаций.

### Заключение

liNear Desktop с его множеством функций, ориентированных на рабочий процесс, является примером того, как из такого продукта, как Revit, который служит в качестве общей платформы для разработки параметрических моделей, можно создать идеальное решение, ориентированное на потребности инженерных систем.



В отличие от других наборов инструментов Desktop идеально подходит для быстрого ознакомления с расширяемым комплексным решением. Модели, созданные с помощью Desktop, можно использовать в качестве основы для анализа здания в ходе дальнейшего проектирования. Все инженерные системы зданий служат основой для расчётов liNear, включая изменение размеров.

Таким образом, Desktop — это ядро семейства продуктов liNear и незаменимый инструмент для каждого проектировщика инженерных систем. ●

### Обратите внимание на наше текущее предложение\*:

**Скидка 25 % на все модули программного обеспечения в период с 1 октября по 30 ноября 2021 года.**

Более подробную информацию вы можете найти по ссылке:

[linear.eu/ru/специальное-предложение](http://linear.eu/ru/специальное-предложение)



\* Предложение не распространяется на договоры по подписке и услуги.

## Шерше ля фам, или История прабабушки бытовой техники

Чтобы вручную отмыть и очистить все предметы фарфоровых и других дорогих сервизов, многочисленные столовые приборы, хрупкие стеклянные и хрустальные фужеры и бокалы, а также кухонную утварь, посудомойки работали до изнеможения буквально не покладая рук. Этот тяжкий труд всегда лежал на женских плечах. Может поэтому именно женщина стала автором революционного изобретения — посудомоечной машины, которая оказалась первой представительницей бытовой техники и избавила домохозяйек от бытового рабства.



❖ Жозефина Кокрейн (1839–1913), американская изобретательница первой коммерчески успешной посудомоечной машины

Первую коммерчески успешную посудомоечную машину, судя по архивным и историческим документам, изобрела американка Жозефина Кокрейн (Josephine Cochrane) в 1886 году.

«Жозефина была замужем за торговцем и политическим деятелем Уильямом Кокрейном. Жили они небедно и периодически принимали у себя гостей. У семьи Кокрейнов была коллекция ценных фарфоровых сервизов, которая вызывала восторг у многих гостей. Но сервизы были хрупкими, и периодически по неосторожности прислуга разбивала коллекционную посуду при мойке. Жозефина пробовала мыть посуду сама, но такое грязное занятие было недостойно истинной леди», — отмечено в обзоре [1].

**Человечество столетиями мыло посуду вручную. Из века в век труд посудомойки был невероятно тяжёл и особенно вреден для здоровья. Наверно, именно поэтому первую коммерчески успешную посудомоечную машину разработала женщина, способствуя избавлению домохозяйек от «бытового рабства»**

«Если никто другой не собирается изобрести посудомоечную машину, то это сделаю я», — заявила Жозефина. Позже её фраза стала известна во всём мире и осталась в истории. Инженерный талант и дух изобретателя передались решительной женщине по наследству. Дело в том, что Жозефина была правнучкой Джона Фитча (1743–1798) — талантливого изобретателя, часовщика, предпринимателя и инженера, вошедшего в историю как создатель первого американского парохода.

Вернёмся к Жозефине! Несколько месяцев она трудилась над созданием своего аппарата. К концу 1885 года рабочая модель посудомойки с ручным приводом и встроенным примитивным водонагревателем была готова. Предприимчивая дама сразу отнесла своё изобретение в Иллинойский филиал Патентного бюро США и запатентовала его в статусе: «Машина, моющая посуду». Дата выдачи патента — 31 декабря 1885 года.



В первой модели посудомоечной машины Жозефины Кокрейн проволочные отсеки, выполненные точно под размер тарелок, блюд и чашек, расставлялись на колесе внутри медного котла. Колесо вращалось вручную, а горячая мыльная вода разбрызгивалась снизу, со дна котла, и лилась на посуду сверху дождём, эффективно отмывая загрязнения.



⊘ Всемирная Колумбовая выставка, проходившая с 1 мая по 30 октября 1893 года в Чикаго (США)

Как отмечено в обзоре [1], в пояснении к изобретению Жозефина указала его назначение и принцип действия: мытьё осуществляется с помощью непрерывного потока жидкости; в качестве жидкости используется мыльный раствор или горячая вода; вода подаётся к вращающейся корзинке со стойками и клетками — там стоят тарелки.

В инструкцию для пользователей был включён следующий полный список деталей аппарата: деревянный или металлический ящик (ёмкость для мытья посуды с откидной крышкой), корзина для посуды (изогнутая металлическая решётка, на которую укладывались тарелки, блюда и чашки), ручной приводной механизм, два поршневых насоса и водонагреватель.



⊘ Посудомоечная машина с ручным приводом

Чудо-аппарат Жозефины имел компактный и удобный корпус, в металлической корзине посуда надёжно фиксировалась, что предотвращало её битьё во время мойки. Благодаря нагретой воде очищение посуды мыльным раствором происходило более качественно. Хотя у первой модели были и существенные недостатки. Она не могла отмывать нестандартную, большую посуду и столовые приборы. К тому же ручной привод отнимал у хозяйки много сил. В ходе про-

цедуры им приходилось постоянно крутить ручку, которая приводила в движение посудомойку, от чего дамы быстро утомлялись.

Дебют изобретения Жозефины состоялся в Чикаго на Всемирной Колумбовой выставке (World's Columbian Exposition) в 1893 году, которая считается одним из самых масштабных выставочных мероприятий в истории.



⊘ Рекламный плакат посудомоечных машин Жозефины Кокрейн. 1890-е годы

Всемирная выставка была названа в честь 400-летия прибытия Христофора Колумба в Новый Свет в 1492 году и задумана как грандиозное празднование важного юбилея. За три года подготовки на болотистой местности возле города на берегу озера Мичиган, на территории в 630 акров (приблизительно 255 га), возвели почти 200 великолепных зданий белого цвета, в том числе 19 национальных павильонов и 24 павильона отдельных американских штатов, были прорыты глубокие каналы и лагуны. Вместе с тем для



посетителей выставки соорудили железную дорогу, движущиеся тротуары, светящиеся фонтаны, гигантское колесо-качели, ледяную горку, а также длинную «улицу удовольствий» с театрами, зверинцами и базарами.

Именно на Колумбовой выставке посудомоечная машина Жозефины привлекла к себе внимание удивлённых домохозяек и предприимчивых производителей, получив широкое признание и востребованность. Хотя позволить себе приобрести дорогостоящий аппарат могли только зажиточные дамы.



⊘ Жозефина Кокрейн с усовершенствованной моделью своей посудомоечной машины

### Пионеры бытовой техники в Европе

Спустя годы незатейливое устройство на ручном приводе усовершенствовали в Европе. Более современный механизированный вариант посудомойки был создан немецкой компанией Miele & Cie. KG, основанной в 1899 году в качестве производителя сепараторов и деревянных маслобоек. Небольшое семейное предприятие со временем развилось и превратилось в одного из мировых лидеров по производству бытовой техники премиум-класса с годовым оборотом €4,1 млрд. В настоящее время представительства Miele действуют в 47 странах мира, фирма владеет восемью фабриками в Германии и по одной в Австрии, Чехии, Румынии и Китае.

Бренд Miele — уникальный пример семейного бизнеса по-немецки, который силами четырёх поколений двух семей за 120 лет активно расширялся, следуя девизу *Immer besser* («Всё лучше и лучше»).



:: Первая электрическая посудомоечная машина Miele 1929 года. Хранится в Корпоративном музее Miele в городе Гютерсло, Германия

Основателями нынешней корпорации были промышленник Карл Миле (Carl Miele) и бизнесмен Райнхард Цинканн (Reinhard Zinkann). В июне 1899 года они заключили договор о создании совместной фирмы Miele & Cie. KG. Скромное предприятие в составе 11 человек разместилось в здании бывшей лесопилки в деревушке Херцброк (Herzebrock) близ городка Гютерсло (Gütersloh), где предприниматели начали выпускать молочные сепараторы — устройства для получения сливок из молока. Через год ассортимент продукции расширился, и на поток была поставлена маслобойка «Метеор», значительно облегчившая рутинную работу фермерам.

Немецкие предприниматели пошли дальше. Они использовали инженерные решения, которые легли в основу масло-



:: Ротационная стиральная машина Miele Extra 1915 года выпуска с ручным приводом. Экспонируется в болгарском Национальном политехническом музее в городе София

бойки, и применили их для создания стиральной, а потом и посудомоечной машины. С 1901 по 1903 годы на предприятии была разработана и запущена в производство первая в Европе стиральная машина «Модель А» с мешалкой на крышке.

По некоторым свидетельствам, первые стиральные машины Miele пользовались успехом не только в Германии и европейских странах, но и в России. Однако русская смекалка подсказала, что в немецкой

чудо-машине можно не только стирать бельё, но отлично сбивать масло. Так и делали! Стиральная машина в России вновь превратилась в маслобойку.

По сведениям, размещённым на официальном сайте Miele, в 1920-х годах бытовые стиральные машины Miele получили электродвигатель прямого привода, он же приводил в движение механизм для отжима белья.

Одновременно с передовыми электрическими аппаратами, разработанными для стирки белья в частных домах и квартирах, использовались более производительные крупногабаритные стиральные машины, работающие на угле и газе. Они устанавливались в просторных помещениях прачечных в гостиницах, больницах, ресторанах и других общественных заведениях. Но со временем устаревшие модели на угле и газе уступили место электрическим аналогам.

Первую электрическую модель посудомойки спроектировали и собрали на заводе Miele в 1929 году. Тяжёлый цилиндрический аппарат оснастили колёсиками, что обеспечивало ему мобильность. Тем самым немцы не только модернизировали посудомойку, но и подарили её пользователям возможность передвигать громоздкое устройство на нужное место.

Инженеры компании [Profactor Armaturen GmbH](#) обратили внимание, что с технической точки зрения первая электрическая посудомойка Miele была интересной, но имела большие размеры, плохо отмывала посуду и сильно шумела. Вместе с тем стоимость новинки была астрономической, поэтому покупали её редко и данную модель вскоре была снята с производства.



### Новая эра посудомоек

В послевоенные годы в США резко вырос спрос на бытовую технику, её продажи быстро увеличивались. В этой связи в 1950-е годы производство электрических посудомоечных машин в ограниченной серии запустила американская компания Whirlpool Corp. Но эта продукция не имела высокого спроса и быстро вышла из производства, а освободившуюся нишу заняли немцы.

В 1950-х годах немецкая бытовая техника сменила дизайн, он стал более элегантным и стильным. Товары из Германии не только решали бытовые нужды, но и стали предметом украшения, они преобразили домашний интерьер.

В 1953 году Miele выпустила стиральную машину №307 с фронтальной загрузкой — одну из первых машин с «дверцей-иллюминатором». С этого момента стиральные машины обрели новый облик, который остаётся практически неизменным по сей день.

В 1963 году Miele разрабатывает посудомоечную машину в новом дизайне со стандартными размерами, что позволило размещать её под столешницей. Выпуск именно этой модели стал началом эры встраиваемой кухонной техники. Гораздо позже встраиваемую технику выпустил немецкий бренд Siemens — в 1980 году.

«Немецкие инженеры, работающие в Miele, решили не останавливаться на достигнутом и в 1978 году выпустили автоматическую посудомоечную машину с микропроцессорным управлением. Первые агрегаты с электронной начинкой не отличались надёжностью, но в короткий срок все недостатки были устранены.



:: Реклама крупной кухонной техники Miele на французском рынке в 1980-х годах

*Машины получились настолько удачными, что некоторые пожилые немцы на протяжении 30 лет не желали с ними расставаться», —* отмечено в [1].

Именно с середины 1970-х годов начинается массовый выпуск посудомоечных машин различными американскими и европейскими производителями, кроме советских. Примечательно, что в СССР



:: Современная полупромышленная посудомоечная машина ММУ-1000М производства белорусского предприятия «Гродторгмаш»

бытовые посудомоечные машины не производились. Хотя были единичные экспериментальные модели, но дальше все союзных или республиканских выставок они не ушли. Для предприятий общепита, школ, больниц, заводов, фабрик и других учреждений специальные посудомоечные агрегаты всё-таки выпускались. Их основным поставщиком был белорусский завод торгового машиностроения в Гродно. Это предприятие работает и сейчас.

В XX веке производители посудомоечных машин не принимали во внимание, что для подключения агрегатов могут потребоваться дополнительные детали из ассортимента инженерной сантехники. Пользователи или монтажники самостоятельно подбирали и закупали необходимые фитинги, краны и шланги. Сейчас ситуация изменилась, и производители обеспечивают свой товар полным комплектом сантехнического оборудования. Однако бывают случаи, когда в ходе монтажа импортной посудомойки могут потребоваться дополнительные детали, которых нет в штатном комплекте, например, фитинги-переходники (бочонки переходной, муфта или муфта переходная, уголок, тройник). Эти и другие резьбовые соединения нетрудно найти на российском рынке, они представлены разными производителями.

Вместе с тем для монтажа бытовой техники (посудомоечных и стиральных машин) в доме, как правило, устанавливаются коллекторы для водоснабжения. Они, естественно, не входят в заводской комплект и приобретаются отдельно.

Важной деталью для эффективной работы посудомоечной машины являются фильтры для воды. Чаще всего посудомойки укомплектованы собственными фильтрующими элементами, но этого порой бывает недостаточно. Поэтому мастера-сантехники, монтажники и сами производители, включая компанию [Profactor Armaturen GmbH](#), рекомендуют владельцам современной бытовой техники обязательно устанавливать перед входом водопроводной трубы в посудомоечную или стиральную машину магистральные фильтры грубой очистки. Они задерживают посторонние примеси, частицы и грязь, не позволяя им проникнуть в машину, и тем самым обеспечивают её безопасность, предотвращают серьёзные поломки, дорогой ремонт и продлевают срок службы бытовой техники. ●



:: При установке стиральной или посудомоечной машины может потребоваться сантехническая арматура, включая обязательные к установке магистральные фильтры грубой очистки

1. История создания посудомоечной машины, кто и когда изобрёл посудомоечную машину, или Кому сказать спасибо [Электр. текст]. «Посудомоечные машины» от 21.05.2020. Режим доступа: [washergid.com](http://washergid.com). Дата обрац.: 10.08.2021.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

## Vitodens 100: ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ИННОВАЦИОННОСТЬ, ПРИВЛЕКАТЕЛЬ- НАЯ ЦЕНА

Если необходимо модернизировать систему отопления дома или квартиры за умеренную плату, новые настенные газовые конденсационные котлы серии [Vitodens 100](#) станут идеальным решением. Современные технологии — инновационная горелка MatriX-Plus и интеллектуальная система управления горением Lambda Pro — обеспечивают низкий расход топлива и низкие выбросы CO<sub>2</sub>. Это в равной степени позитивно сказывается на кошельке и климате.

Новые газовые конденсационные котлы [Vitodens серии 100](#) мощностью от 3,2 до 32 кВт подходят как для частных домов, так и поквартирного отопления:

- [Vitodens 100-W](#) — компактный настенный котёл, выпускающийся как в одноконтурном, так и в двухконтурном исполнении;
- [Vitodens 111-W](#) — компактный настенный конденсационный котёл со встроенной накопительной ёмкостью послойной загрузки объёмом 46 л для, которая обеспечивает более комфортное горячее водоснабжение.

Новое поколение котлов имеет ряд преимуществ по сравнению с обычными теплогенераторами. Например, простота управления и ввода в эксплуатацию благодаря инновационной электронной платформе со встроенным Wi-Fi, которая предоставляет возможность удобного управления с помощью приложения [ViCare](#) и позволяет использовать цифровой сервисный инструмент [Vitoguide](#). И, что не менее важно, это высокоэффективные и экологичные газовые конденсационные котлы нового поколения.

Кроме того, новые теплогенераторы представлены в современном дизайне с белым матовым порошковым покрытием Vitoppearlwhite и чёрной глянцевой панелью управления. Таким образом, новые конденсационные котлы гармонично вписываются в любой жилой интерьер.

**Новое поколение котлов [Vitodens](#) имеет ряд преимуществ по сравнению с обычными теплогенераторами. Например, простота управления и ввода в эксплуатацию благодаря инновационной электронной платформе со встроенным Wi-Fi-модулем**

### Низкий уровень выбросов вредных веществ и стабильно высокий КПД

Горелка MatriX-Plus обеспечивает максимальную эффективность и надёжность нового поколения [Vitodens 100](#). Благодаря широкому диапазону модуляции 1:10 и максимально стабильному горению она постоянно подстраивает работу котла под фактическую потребность в тепле. Тактование горелки сокращается до минимума, при этом КПД котла достигает величин 98% (H<sub>s</sub>) / 109% (H<sub>i</sub>). Это обеспечивает низкий расход топлива и снижает выбросы CO<sub>2</sub>.

Зарекомендовавший себя теплообменник Inox-Radial из нержавеющей стали передаёт тепло, вырабатываемое горелкой MatriX-Plus, в систему отопления.

### Контроллер сжигания топлива Lambda Pro

Независимо от того, меняется ли тип газа, его качество или меняются условия эксплуатации, — автоматический контроллер



❖❖ Настенный газовый конденсационный котёл Vitodens серии 100





❖ Новые настенные газовые конденсационные котлы [Vitodens 100-W](#) и [Vitodens 111-W](#) от Viessmann мощностью от 3,2 до 32 кВт одинаково подходят для квартир и частных домов

сжигания топлива Lambda Pro в газовых конденсационных котлах [Vitodens](#) обеспечивает надёжную и экологичную работу с максимальной эффективностью в любое время.

Специалисты по монтажу также смогут оценить преимущества интеллектуального контроллера горения: благодаря Lambda Pro отпадает необходимость настройки котла под тип газа. Регулятор горения сам распознает соответствующий тип газа и автоматически подстроит под него работу котла [Vitodens](#).

### Простое и понятное управление

Новое поколение настенных газовых конденсационных котлов [Vitodens 100](#) оснащено панелью управления с простым и понятным в использовании сенсорным 3,5-дюймовым дисплеем.

Панель управления отличается также тонким дизайном в стиле Blackpanel. Она позволяет управлять системами отопления с прямым и/или смесительным контуром отопления.

❖ Технические характеристики котлов [Vitodens серии 100](#)

Мощность, кВт	3,2–32
КПД, %	98 (H <sub>2</sub> )
Модуляция	1:10
Объём ёмкостного накопителя	46 (Vitodens 111-W)
Класс энергоэффективности	A (A+ в комбинации с солнечным коллектором)

табл. 1

### Комфорт и надёжность благодаря встроенному модулю Wi-Fi

Как и все газовые конденсационные котлы [Vitodens](#) нового поколения, котлы серии 100 переведены на новую электронную платформу со встроенным Wi-Fi-интерфейсом. Это обеспечивает бесперебойную связь между теплогенератором, пользователем и специализированным сервисным партнёром. Пользователь может управлять своей системой отопления в любое время с помощью приложения [ViCare](#) и при желании активировать доступ к своей системе для специализированной сервисной компании, которая может мониторить её через цифровой сервисный центр [Vitoguide](#). Это позволит специализированному сервисному партнёру распознавать необходимость технического обслуживания и возможные неисправности на ранней стадии, вносить изменения в параметры работы котла в режиме онлайн и при необходимости действовать до того, как в доме станет холодно. Всё это обеспечивает безопасность и комфорт на высшем уровне.

### Преимущества для пользователей

1. Долговечность и эффективность благодаря теплообменникам Inox-Radial.
2. Простое, интуитивно понятное управление через приложение [ViCare](#) и встроенный интерфейс Wi-Fi.
3. Высокая эксплуатационная безопасность благодаря автоматическому контроллеру горения Lambda Pro.
4. Высокая эффективность и низкий уровень выбросов CO<sub>2</sub> благодаря горелке MatriX-Plus.
5. Простое управление благодаря сенсорному 3,5-дюймовому дисплею.
6. Высокое удобство приготовления горячей воды в ограниченном пространстве благодаря встроенному ёмкостному накопителю ([Vitodens 111-W](#)).

### Технические характеристики

Технические характеристики настенных газовых конденсационных котлов [Viessmann серии 100](#) приведены в табл. 1.

### Доступность

Новые конденсационные котлы [Vitodens серии 100](#) доступны для заказа с апреля 2021 года. ●

### 000 «Виссманн»

141014, МО, г. Мытищи,  
ул. Центральная, вл. 206, БЦ «Квадрум»  
Тел.: +7 (495) 663-21-11  
E-mail: [marketing@viessmann.ru](mailto:marketing@viessmann.ru)  
[viessmann.ru](http://viessmann.ru)

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

## Новый тепловизор testo 883

Тепловизор testo 883 разработан специально для профессионалов в области энергоаудита зданий и превентивной диагностики и обеспечивает наилучшее качество изображения, автоматическое управление термограммами, профессиональное документирование и интуитивное управление через приложение testo Thermography.



### Качество изображения

Тепловизор testo 883 обладает инфракрасным разрешением 320×240 пикселей с возможностью расширения до 640×480 пикселей при активации встроенной технологии testo SuperResolution. Температурная чувствительность 40 мК позволяет обнаружить даже самые незначительные перепады температуры. А ручная фокусировка гарантирует пользователям полный контроль над тепловым изображением.

### Автоматическое управление изображениями

В процессе технического обслуживания специалисты часто сталкиваются с типичной проблемой. При обследовании множества похожих объектов, например, распределительных шкафов, создаётся большое количество схожих термограмм. Раньше, чтобы структурировать изображения, приходилось формировать сложные списки или добавлять голосовые комментарии к каждой термограмме. Технология testo SiteRecognition решает эту проблему. Она даёт возможность автоматически распознавать измерительные локации, сохранять тепловизионные изображения и управлять ими. Данная функция исключает необходимость привязывать термограммы вручную, предотвращает возникновение ошибок и экономит время.

### Совместимость

Тепловизор testo 883 легко интегрируется в систему цифровых измерительных технологий Testo. С помощью приложения testo Thermography термограммы можно быстро проанализировать на смартфоне



или планшете, поделиться ими с коллегами и клиентами. Измерения также могут транслироваться для заказчиков в реальном времени.

Показания токоизмерительных клещей testo 770-3 интегрируются в тепловизионное изображение. Уровень нагрузки может быть записан непосредственно на термограмме, что позволяет комплексно оценить состояние системы.

### Профессиональное документирование

Современное программное обеспечение для персональных компьютеров testo IRSoft обеспечивает комплексный анализ термограмм и их профессиональное документирование. Стандартные шаблоны, хранящиеся в памяти прибора, помогают быстро и просто создать отчёт. А с конструктором отчётов можно создавать индивидуальные шаблоны.

### Автоматическая регулировка контрастности

В строительной термографии тепловые изображения одного и того же объекта могут выглядеть по-разному в зависимости от температуры в помещении и на улице. Технология testo ScaleAssist позволяет автоматически настраивать контраст для объективного сравнения термограмм и обнаружения проблемных мест.

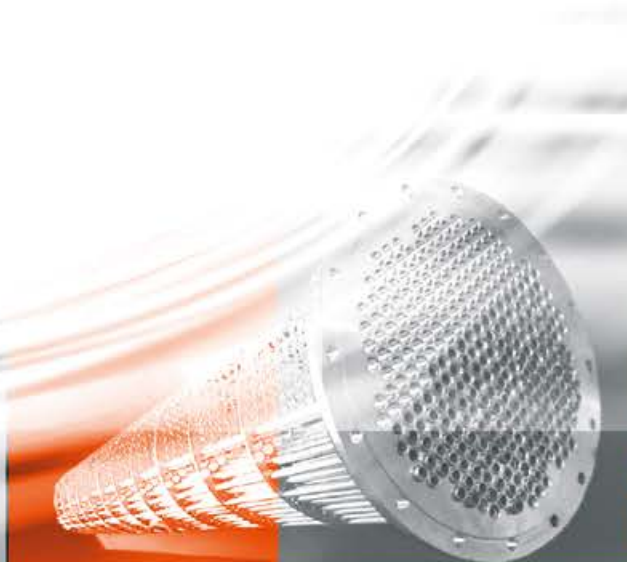
### Функция отображения влажности

Режим отображения влажности распознает места с риском формирования плесени и отмечает их на термограмме с помощью цветового светофора. Необходимые параметры температуры и влажности воздуха могут передаваться по беспроводной сети на тепловизор с дополнительного термогигрометра testo 605i.

Тепловизор testo 883 внесён в Федеральный информационный фонд по обеспечению единств измерений. Прибор доступен отдельно или в комплекте с телеобъективом, дополнительным аккумулятором и зарядной станцией. ●

**26–28 ОКТЯБРЯ 2021**  
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

**HEAT&POWER**



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



Организатор



Международная  
Выставочная  
Компания

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

Получите бесплатный  
билет по промокоду  
**СОК21**  
[heatpower-expo.ru](http://heatpower-expo.ru)

# Определение реальной долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции на предмет соответствия их десятилетней гарантии

Целью исследования\*, результаты которого легли в основу предлагаемого материала, является определение долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции в российских условиях и проверка на предмет соответствия их обязательной десятилетней гарантии.

**Автор:** В.Е. ЕРЕМЕЕВ, генеральный директор, заведующий Лабораторией тепловой изоляции и теплотехнических расчётов (ЛТИ) [АО «НИИСТ»](#); В.Н. ШЕВЛЯГИН, младший научный сотрудник, [АО «НИИСТ»](#)

\* Исследование выполнено по заказу Некоммерческого партнёрства «[Российское теплоснабжение](#)» (НП «РТ»).



## Итоговое резюме исследования

Прежде всего необходимо отметить, что данная статья входит в цикл публикаций, посвящённых проблеме определения реальной долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции в российских условиях.

В данном материале приведены выдержки из Предварительного заключения от 2 июля 2021 года №001-3306-ЭЗ.

В ходе проведения испытаний случайным образом были отобраны восемь групп образцов ППУ-изоляции, произведённых по ГОСТ 30732-2006/2021 (далее — ГОСТ), в трёх городах России. Группы образцов пронумерованы римскими цифрами I–VIII. Предварительное заключение

распространяется на I–V группы образцов (фото 1 и 2). Продукция (I–V группы изделий) не соответствует ГОСТ 30732–2020/2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой» (фото 3).

Продукция (I–V группы изделий) не соответствует требованиям ГОСТ по параметрам теплопроводности/энергоэффективности (I–III группы), прочности/долговечности (IV группа), коррозии (ржавчина) под тепловой изоляцией (III и V группы), несмотря на однозначно выраженную лояльность требований ГОСТ к качеству и характеристикам продукции (фото 4).



❖ Фото 1. Вскрытие оболочки трубы (гр. I)



❖ Фото 3. Адгезия пены к оболочке (гр. I)



❖ Фото 2. Вскрытие внешней оболочки трубы перед извлечением образцов (гр. IV)



❖ Фото 4. Поры в образце (гр. I)



❖ Фото 5. Адгезия пены к оболочке (гр. II)



❖ Фото 7. Адгезия материала (гр. IV)



❖ Фото 9. Этикетка образца из гр. I

Продукция (I–V группы изделий), произведенная по ГОСТ, не соответствует ни собственным критериям качества, ни общепринятым критериям с позиции понимания смысла терминов качества: надёжность, энергоэффективность. Применение труб с ППУ-изоляцией заводского нанесения не рекомендуется при проектировании тепловых сетей с ожидаемым сроком службы более десяти лет (фото 5).

Технические требования ГОСТ фактически не распространяются на изделия с диаметром стальной трубы свыше 57–108 мм. Теплопроводность (энергоэффективность) фактически не подтверждается на производимых изделиях, а подтверждается только в лабораторных условиях на образцах-свидетелях. Теплопроводность при старении (на срок службы не менее 30 лет) определяется при режиме работы не более 150 суток при температуре теплоносителя 90°C.

Гарантия на изделие утрачивается фактически ещё на складах завода-изготовителя, то есть при хранении на воздухе в течение 14 дней (фото 6–8).

Данное заключение и протоколы испытаний могут быть использованы по-

ребителями, на чьих складах были отобраны образцы, в качестве основания для предъявления исковых требований к поставщикам продукции несоответствующего качества.

#### Предварительное заключение по результатам лабораторных испытаний от 2 июля 2021 года №001-3306-33

Основанием для проведения испытаний стало Распоряжение Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 марта 2021 года №11675-ИФ/04. Целью проведения испытаний стало определение реальной долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции в российских условиях на предмет соответствия их обязательной десятилетней гарантии.

В соответствии с п. 17 ст. 14 Федерального закона №190-ФЗ «О теплоснабжении» следует ограничить применение материалов, сделанных по ГОСТ 30732–2020 в системах теплоснабжения (до пересмотра ГОСТ 30732–2020), так как изделия по ГОСТ 30732–2020 не в состоянии обеспечить десятилетнюю гарантию.

**Примечание:** технология заводского нанесения ППУ для централизованных систем теплоснабжения является одной из лучших практик в мире. Результаты данного заключения являются следствием системной деградации технических требований к продукции по ГОСТ и качества продукции в российских реалиях.

#### Объекты испытаний

Группа образцов, условно обозначаемая I: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2006 фирмой АО «Тепло-изоляционная Компания» (фото 9). Образцы отобраны в МУП «Тепло Коломны» (г. Коломна).

Группа образцов, условно обозначаемая II: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2006 фирмой ООО «ПСК Полистрой» (фото 10). Образцы отобраны в МУП «Тепло Коломны» (г. Коломна).

Группа образцов, условно обозначаемая III: тепловая изоляция на основе ППУ, однозначно установить производителя не удалось (по этикетке: ООО «Теплострой+», фото 11–12). Образцы отобраны в МУП «Тепло Коломны» (г. Коломна).



❖ Фото 6. Внутренняя поверхность трубы (гр. III)



❖ Фото 8. Адгезия материалов (гр. V)



❖ Фото 10. Этикетка трубы из гр. II



•• Фото 11. Этикетка образца из гр. III



•• Фото 13. Этикетка образца из гр. V



•• Фото 15. Этикетка образца из гр. IV

Группа образцов, условно обозначаемая IV: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2020 фирмой ООО «СМИТ-Ярцево» (фото 13–14). Образцы отобраны в АО «Мытищинская теплосеть» (г. Мытищи).

Группа образцов, условно обозначаемая V: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2020 фирмой ООО «ВАДИС-центр» (фото 15). Образцы отобраны в АО «Мытищинская теплосеть» (г. Мытищи).

Группа образцов, условно обозначаемая VI: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2020 фирмой ООО «ПК «Трубопром». Образцы отобраны в АО «УСТЭК» (г. Тюмень).

Группа образцов, условно обозначаемая VII: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2020 фирмой ООО «Курганский завод энергетических технологий». Образцы отобраны в АО «УСТЭК» (г. Тюмень).

Группа образцов, условно обозначаемая VIII: тепловая изоляция на основе ППУ, изготовленная по ГОСТ 30732–2020 фирмой ООО «СМИТ-Ярцево». Образцы отобраны в АО «УСТЭК» (г. Тюмень).



•• Фото 12. Структура изоляции (гр. III)



•• Фото 14. Изделия гр. IV. Взято верхнее



•• Фото 16. Вскрытие оболочки трубы (гр. II)

### Заключение

Заключение получено на основании анализа нормативного документа ГОСТ 30732–2020/2006, визуального осмотра образцов при отборе и лабораторных испытаний по определению соответствия продукции требованиям ГОСТ и соответствия трубопроводов в ППУ-изоляции тепловых сетей обязательной десятилетней гарантии.

Анализ нормативного документа ГОСТ 30732–2020 на возможность обеспечения требованиями ГОСТ реальной долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции в российских условиях на предмет соответствия их обязательной десятилетней гарантии приведён ниже в подразделах «Гарантия», «Область применения» и «Методы испытаний».

### Гарантия

Предложенный разработчиками стандарта, некоммерческой организацией «[Ассоциация производителей и потребителей трубопроводов с промышленной полимерной изоляцией](#)» (НО «АППТИПИ»), в окончательной редакции ГОСТ 30732–2020 п. 11.2 имел следующую формули-

ровку: «Гарантийный срок хранения изолированных труб и фитингов — два года со дня изготовления. На изолированные трубы и фитинги предприятие-изготовитель предоставляет гарантию качества в отношении выполненных работ по изоляции и применённых для этого материалов на срок десять лет с момента отгрузки, включая хранение, при условии соблюдения потребителем правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации».

Существующая редакция ГОСТ 30372–2020 содержит п. 11.2 в следующем виде: «...на эксплуатацию — десять лет со дня отгрузки...».

Данная формулировка — результат вмешательства [НП «РТ»](#) и [АО «НИИСТ»](#) в разработку ГОСТ (протокол от 29 января 2019 года №ТК465-036/19-пр). [НП «РТ»](#) и [АО «НИИСТ»](#) выступали за детализацию раздела 11 «Гарантии предприятия-изготовителя» с выделением гарантии на изделия и комплектующие с введением показателя снижения характеристик продукции в ходе старения через 10, 30 и 50 лет, а не только на момент изготовления изделия.

**VISSMANN**

# Новое поколение Vitodens 100-W

Vitodens 100-W – настенный  
газовый конденсационный котел  
для частных домов и  
поквартирного отопления

Как крупный производитель с многолетним опытом мы знаем, что особенно важно при производстве настенных котлов.

С нашим новым Vitodens 100-W пользователи могут положиться на проверенное временем качество продукции Viessmann.

Инновационная горелка MatriX-Plus и теплообменник из нержавеющей стали Inox-Radial обеспечат высокий КПД и безопасность эксплуатации.

Котел Vitodens 100-W доступен как как в одноконтурном, так и в двухконтурном исполнении. Встроенный WiFi интерфейс обеспечит удобную работу через приложение ViCare.

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

ООО „Виссманн“  
г. Москва , +7 495 663 21 11





❖ Фото 17. Вскрытие оболочки трубы (гр. III)



❖ Фото 19. Извлечение ТИМ из трубы (гр. IV)



❖ Фото 21. Подготовка образцов (гр. II)

### Область применения

Редакция ГОСТ 30372–2020 в п. 1 «Область применения» содержит следующую формулировку: «Настоящий стандарт распространяется на... работающие со следующими расчётными параметрами теплоносителя (перегретая вода): рабочим давлением согласно проекта и температурой не более 150 °С в пределах графика качественно-количественного регулирования отпуска тепла 150 °С — 70 °С в соответствии с Приложением А».

Исходя из области применения, температуростойкость и долговечность определяются не по средствам испытаний, а расчётным путём, используя неоднозначные формулировки и справочные необязательные приложения.

### Методы испытаний

В рамках данного исследования была частично проанализирована редакция ГОСТ 30372–2020 по отношению к редакции ГОСТ 2006 года. Рассмотрим параграф 9 «Методы испытаний».

Из проведённого анализа следует, что при актуализации ГОСТ были целенаправленно внедрены требования с целью

снизить риски при производстве некачественной продукции, в том числе и путём усложнения методов изготовления образцов и проведения испытаний (фото 16, 17). Обоснование приводится ниже.

Пункт 9.9 ГОСТ 30372–2020 (ранее п. 9.10 в ГОСТ 30372–2006) гласит:

«Образцы должны иметь форму прямоугольного параллелепипеда размерами 30×30×L мм или цилиндра диаметром 30 мм (для стальных труб диаметрами 45–114 мм допускается выборка образцов диаметром 22 мм с торца изоляции) и длиной L, где L — максимально достижимая длина в радиальном направлении, но не более 50 мм» (фото 18–20).

Отсутствие допусков на линейные размеры и углы между поверхностями делает невозможным изготовление образцов с требуемыми по ГОСТ размерами.

В пунктах 9.16–9.19 и 9.23 ГОСТ 30372–2020 представлены показатели качества продукции: прочность на сдвиг в осевом и тангенциальном направлениях до и после старения и теплопроводность после старения. Причём эти важные показатели качества определяются только на диаметрах стальной трубы 57–108 мм.

Данные требования являются нововведением по отношению к ГОСТ 30372–2006 и направлены на уменьшение стоимости испытаний для производителей, одновременно приводя к невозможности проверить качество продукции для диаметров стальной трубы свыше 108 мм (фото 21).

Пункт 9.10 ГОСТ 30372–2020: «Перед проведением испытаний по определению теплопроводности образцы ППУ кондиционируют при температуре (23±2) °С и влажности (55±10)% в течение не более двух часов после вырезки образца, после чего образец немедленно помещают в прибор для проведения измерений».

Данный пункт является нововведением по отношению к редакции 2006 года и направлен на сглаживание проблемы и недоисследованных в Российской Федерации весьма насущных вопросов «старения» теплопроводности пенополиуретановых образцов за счёт диффузии вспенивающих газов из пор пенополиуретановых материалов.

Другими словами, результаты испытаний по п. 9.10 ГОСТ 30372–2020 будут всегда лучше, чем реальные показатели поставляемых образцов (фото 22).



❖ Фото 18. Извлечение ТИМ из трубы (гр. II)



❖ Фото 20. Извлечение ТИМ из трубы (гр. V)



❖ Фото 22. Подготовка образцов к старению



## КОТЛЫ CONDENSATION VISIO® 25 • 32 • 45 кВт

### СОВЕРШЕНСТВО ТЕХНОЛОГИЙ



Теплообменник **DUOSTEP®** с высоким КПД до **109%** • Рассчитан на круглосуточный срок службы при **полной мощности в течение 20 лет\***

\* Средняя продолжительность срока службы котлов марки FRISQUET



#### Модуляционная горелка **FLATFIRE®**

с низким уровнем выбросов NO<sub>x</sub> (класс 6) • Устройство **READ®** для автоматического контроля смешивания воздух/газ



#### **ECO RADIO SYSTEM Visio®**

Многозональная цифровая автоматика управления для абсолютного комфорта...

- Модульное и полностью беспроводное решение
- Простое управление отоплением (до 3-х контуров)
- 25% экономии энергии
- Дистанционное управление с помощью устройства и приложения **Frisquet Connect**

#### **ГВС 3 ЗВЕЗДЫ ...**

- ГВС высокого качества • **FRISQUET** — лидер в области производства ГВС
- Моментальная подача ГВС при стабильной температуре
- Постоянное наличие **большого объёма воды** в режиме накопления



В редакции ГОСТ 30732–2020 в п. 9.23 указано: «Теплопроводность ППУ после старения определяют по ГОСТ 32025–2012 или Приложению К на образцах изолированных труб, подвергшихся искусственному старению. Образец изолированной стальной трубы диаметром 57 мм (108 мм) и длиной не менее 3 м должен быть состарен путём поддержания температуры стальной трубы (90±1)°С в течение 150 суток, при температуре среды, окружающей образец изолированной трубы, равной (23±2)°С. При этом торцы образцов должны быть герметизированы для предотвращения проникновения воздуха в изолирующий слой».

**ГОСТ 30732–2020 содержит множество допущений и требований с возможностью «двойного трактования». В редакции данного ГОСТ слово «допускать» и его производные в тексте встречаются 8 раз, а требований к отбору образцов практически нет**

Примечательно следующее: во-первых, по данным **АО «НИИСТ»**, в РФ нет аккредитованных или аттестованных установок по ГОСТ 32025–2012 «Тепловая изоляция. Метод определения характеристик теплопереноса в цилиндрах заводского изготовления при стационарном тепловом режиме»; во-вторых, требования в ГОСТ 30732–2020 к установке по Приложению К не соответствуют Федеральному закону №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» в части метрологических параметров: точность, повторяемость и т.д. Другими словами, по редакции ГОСТ 30732–2020 теплопроводность материала после старения является фактически нерегламентированным параметром; в-третьих, данное испытание необязательно ни при приёмодаточных испытаниях, ни при периодических испытаниях и носит рекомендательный характер.

#### **Выводы к разделу**

Технические требования ГОСТ фактически не распространяются на изделия с диаметром стальной трубы свыше 57–108 мм. Теплопроводность (то есть энергоэффективность) фактически не подтверждается на производимых изделиях, а подтверждается только в лабораторных условиях на образцах-сви-

детелях. Теплопроводность при старении (на срок службы не менее 30 лет) определяется при режиме работы не более 150 суток при температуре теплоносителя 90°С. Гарантия на изделие утрачивается фактически ещё на складах завода-изготовителя, то есть при хранении на воздухе в течение 14 дней.

В соответствии с п. 17 ст. 14 Федерального закона №190-ФЗ «О теплоснабжении» следует ограничить применение материалов, сделанных по ГОСТ 30732–2020, в системах теплоснабжения (до пересмотра данного ГОСТ 30732–2020), так как изделия по ГОСТ 30732–2020 не в состоянии обеспечить десятилетнюю гарантию.

**Примечание:** особое внимание к внесению требований в ГОСТ для усложнения процессов контроля качества при разработке редакции ГОСТ 30732–2020 уделили представители следующих компаний, в порядке активности: **НО «АПТИПИ»**, ООО «ТД «Мосфлюлайн», АО «Тепло-изоляционная Компания», ООО «СМИТ-Ярцево», ООО «Группа Полимертепло», АО «ВМЗ». Производитель, принявший активную позицию за ужесточение требований ГОСТ: НПО «Стройполимер». Остальные заводы-изготовители РФ и стран СНГ проявили пассивную или лояльную позицию при снижении требований к продукции при введении новой редакции ГОСТ 30732–2020.

#### **Раздел «Методика испытаний»**

Как уже было изложено выше (п. 6.2), ГОСТ 30732–2020 содержит множество допущений и требований с возможностью «двойного трактования». В редакции данного ГОСТ слово «допускать» и его производные в тексте встречаются 48 раз. Требования к отбору образцов в данном ГОСТ практически отсутствуют, а методика старения применяется только к части показателей, она неявно выражена и не может служить основанием обеспечения десятилетней гарантии.

Для возможности определения реальной долговечности тепловых сетей в ППУ-изоляции в российских условиях на предмет соответствия их обязательной десятилетней гарантии **АО «НИИСТ»** актуализировало СТО 004.3306–2021 «Правила отбора проб, заготовок и образцов. Пенополиуретановой тепловой изоляции заводского нанесения» (далее — СТО 004) и разработало СТО 005.3306–2021 «Методика испытаний. Старение. Пенополиуретановые материалы» (далее — СТО 005).

На правах рекламы.



•• Фото 23. Извлечение ТИМ из трубы (гр. I)



•• Фото 25. Стёртая часть маркировки (гр. IV)



•• Фото 27. Следы ржавчины на образце (гр. III)

Суть методики старения образцов ППУ-изоляции по СТО 005:

1. Отбираются 10–11 образцов, по возможности квадратной формы 100×100 мм, максимально возможной толщины, но не более 30 мм. Все образцы берутся строго из одного изделия (фото 23). Не допускается проведение испытания на образцах, специально изготовленных для испытаний, в отличие от ГОСТ 30732–2020, п. 9.10 которого гласит: «...допускается их [образцов для испытаний — прим. автора] изготовление путём заливки компонентов ППУ в форму...».

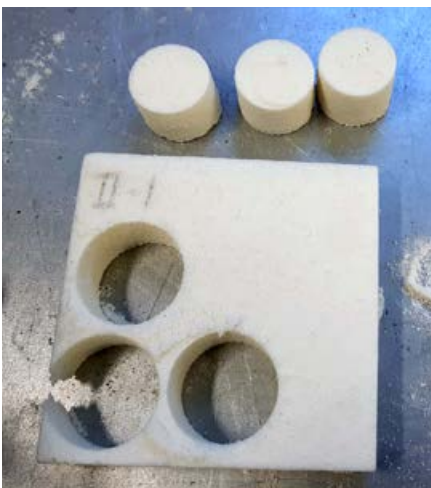
2. У всех изготовленных образцов измеряют плотность, массу и теплопроводность при 50 °С.

3. Далее все образцы подвергаются старению, и по истечении 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000 и 10000 часов у них измеряют теплопроводность, массу и прочность на сжатие (фото 24). Прочность на сжатие — испытание, при котором образец приходит в негодность, поэтому для получения динамики изменения параметров старения ППУ во времени изготавливают 10–11 образцов из одного изделия.

4. Старение происходит при максимально разрешённой по ГОСТ температуре, при которой изделие должно обеспечивать десятилетнюю гарантию, то есть при 150 °С.



**Примечание:** в п. 1 «Область применения» ГОСТ 30732–2020 указано: «Настоящий стандарт распространяется на... температурой не более 150 °С в пределах графика качественно-количественного регулирования отпуска тепла 150 °С — 70 °С в соответствии с Приложением А, однако Приложение А носит справочный характер, а п. 1 «Область применения» обязателен, следовательно, десятилетняя гарантия должна распространяться на изделия, постоянно эксплуатирующиеся при 150 °С в течение 10 лет».



•• Фото 24. Изготовление образцов (гр. II)



•• Фото 26. Следы ржавчины на ТИМ (гр. III)



•• Фото 28. Следы ржавчины на трубе (гр. V)

### Выводы к разделу

Испытания проведены в соответствии с ГОСТ 30732–2020/2006. Для конкретизации неоднозначных или фактически невыполнимых требований ГОСТ 30732–2020/2006 были использованы не противоречащие ГОСТ 30732–2020/2006 СТО 004.3306–2021 и СТО 005.3306–2021.

Данное заключение и протоколы испытаний могут быть использованы потребителями, на чьих складах были отобраны образцы, в качестве основания для предъявления исковых требований к поставщикам продукции несоответствующего качества.

### Раздел «Визуальный осмотр»

В ходе визуального осмотра труб при отборе в группах III и V обнаружены следы ржавчины под теплоизоляционным материалом (далее — ТИМ) (фото 1–4). ТИМ образца IV имел сложность при отборе, так как материал крошился и ломался больше, чем образцы I–V. Маркировка, нанесённая на поверхности образца IV, стиралась при небольшом механическом воздействии — маркировка стиралась даже пальцем (фото 25–29).



для профессионалов

МУЛЬТИСЕРВИСНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

44 филиала

35 филиалов

17 филиалов

2021 г.

4 филиала

2019 г.

2 филиала

2016 г.

1 филиал

2013 г.

2010 г.

2007 г.

В 2020 году оборот компании составил 7,4 миллиардов рублей без НДС

Финансовую благонадёжность компании LUNDA ежегодно удостоверяет система Контур Фокус, присваивая с 2017 года кредитный рейтинг «А»

## ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВА

СТАЛЬНЫХ ШАРОВЫХ КРАНОВ БРОЕН БАЛЛОМАКС

# НА ЗАВОДЕ БРОЕН

г. Коломна

**БРОЕН**  
СДЕЛАНО В РОССИИ



**1**

ИНЖЕНЕРНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**2**

ИЗГОТОВЛЕНИЕ  
КОМПЛЕКТУЮЩИХ

**3**

СБОРКА,  
СВАРКА

**4**

ИЗОЛЯЦИОННОЕ  
ПОКРЫТИЕ

**5**

ВЫХОДНОЙ  
КОНТРОЛЬ

**6**

ПОДГОТОВКА  
К ОТГРУЗКЕ

[www.broen.ru](http://www.broen.ru) 14 ЛЕТ УСПЕШНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА [www.lunda.ru](http://www.lunda.ru)

# БРОЕН

СДЕЛАНО В РОССИИ

- VENTURI DRV
- VENTURI FODRV

Статические (ручные)  
балансировочные клапаны



Экспресс-доставка LUNDA  
в любой город России

 **LUNDA**

Более  
**100**  
производителей из Европы и России

Площадь складов LUNDA более

**20 000** м<sup>2</sup>

Складской запас  
более 1 миллиарда рублей

СОБСТВЕННЫЙ  
АВТОПАРК LUNDA



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

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

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

ufi  
Approved  
Event



**КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ**  
**BOILERS AND BURNERS**

**Санкт-Петербург**

Дата проведения уточняется

**X Международный конгресс**



**Энергосбережение и  
энергоэффективность –  
динамика развития**

ОРГАНИЗАТОР: **FareXPO**   

Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37 st@farexpo.ru www.farexpo.ru  
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон G

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



•• Сравнительный анализ исследуемых образцов

табл. 1

Значения по ГОСТ 30732–2020 (2006)				$\rho_{\text{ср}}$	$\lambda_{\text{ср}} (50^{\circ}\text{C})$	$\sigma_{\text{ср}}$
Компания	№ группы образцов	Соответствие ГОСТ 30732–2020 (2006)	Коррозия под ТИ	> 60 кг/м <sup>3</sup>	< 0,033 Вт/(м·°C)	> 0,3 МПа
АО «ТИК»	I	Не соответствует п. 5.1.4.1 по параметру «теплопроводность»	Нет	75,38	0,039	0,45
ООО «ПСК Полистрой»	II	Не соответствует п. 5.1.4.1 по параметру «теплопроводность»	Нет	80,52	0,036	0,47
ООО «Теплострой+» (этикетка)	III	Не соответствует п. 5.1.4.1 по параметру «теплопроводность»	Да	81,62	0,037	0,34
ООО «СМИТ-Ярцево»	IV	Не соответствует п. 5.1.4.1 по параметру «прочность»	Нет	59,54/62,4*	0,025	0,23
ООО «ВАДИС-центр»	V	Не соответствует п. 5.1.4.1 по параметру «прочность»	Да	66,83	0,029	0,27
ООО «ПК «Трубопром»	VI	В процессе испытаний	–	–	–	–
ООО «Курганский завод энергетических технологий»	VII	В процессе испытаний	–	–	–	–
ООО «СМИТ-Ярцево»	VIII	В процессе испытаний	–	–	–	–

Обозначения:  $\rho_{\text{ср}}$  — средняя плотность образцов группы;  $\lambda_{\text{ср}}$  — средняя теплопроводность образцов группы;  $\sigma_{\text{ср}}$  — средняя прочность образцов группы на сжатие. Оранжевым цветом отмечены результаты, не соответствующие требованиям ГОСТ 30732–2020/2006. Примечание: \*  $\rho_{\text{ср}} = 59,54 \text{ кг/м}^3$  — средняя плотность группы из 11 образцов, приближенных по форме к квадрату 100×100 мм. Ввиду невозможности изготовления образцов идеальной формы при расчётах высока вероятность погрешности. Плотность  $\rho_{\text{ср}} = 62,4 \text{ кг/м}^3$  измерена в ходе изготовления цилиндрических образцов для проведения испытаний прочности образцов на сжатие. Методика изготовления цилиндрических образцов имеет большую точность. Вероятно, плотность образцов IV группы, в целях уменьшения себестоимости и расхода пены, поддерживается на грани около 60 кг/м<sup>3</sup>, а соответствие или несоответствие ГОСТ определяется методом измерения плотности. ГОСТ 30732–2020 имеет несколько различных методик для измерения плотности продукции, что не позволяет при граничных значениях плотности сделать однозначный вывод, соответствует изделие ГОСТ или нет.

**Выводы к разделу**

Образцы групп III и V не соответствуют требованиям ГОСТ 30732–2020, а именно п. 5.1.1.1: «Перед нанесением тепловой изоляции поверхность стальных труб и фитингов должна быть высушена и очищена от масла, жира, ржавчины, окислы, пыли и подвергнута абразивно-струйной или дробемётной обработке».

**Раздел «Лабораторные испытания»**

Отбор образцов (фото 30) осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 30732–2020 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой», ГОСТ 17177–94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний», ГОСТ 7076–99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термиче-



•• Фото 29. Следы ржавчины на трубе (гр. III)



•• Фото 30. Образцы перед размещением в термощкафу (гр. I)

ского сопротивления при стационарном тепловом режиме», СТО 004.3306–2021 «Правила отбора проб, заготовок и образцов пенополиуретановой тепловой изоляции заводского нанесения» АО «НИИСТ».

Испытания по определению параметров ТИМ проведены в соответствии с методиками ГОСТ 30732–2020/2006 и СТО 005.3306–2021 «Методика испытаний. Старение. Пенополиуретановые материалы» АО «НИИСТ». В ходе лабораторных испытаний были сделаны замеры следующих параметров: плотность, теплопроводность, прочность на сжатие.

Результаты первичных испытаний (до старения) представлены в табл. 1.

**Отбор образцов осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 30732–2020, ГОСТ 17177–94, ГОСТ 7076–99 и СТО 004.3306–2021 (АО «НИИСТ»)**

**Выводы к разделу**

Вся исследованная продукция (I–V группа изделий) не соответствует ГОСТ 30732–2020/2006. Продукция не соответствует требованиям ГОСТ даже несмотря на выраженную лояльность требований ГОСТ 30732–2020/2006 к качеству/характеристикам продукции.

**Дальнейшие испытания**

Результаты испытаний образцов после старения будут представлены по ходу выполнения испытаний. Из исследований вынужденно исключены группы образцов IV–V, которые обманным путём были уничтожены представителями компании ООО «СМИТ-Ярцево». ●



## Газовые напольные котлы «Сигнал- Теплотехника»

Сегодня газовые котлы являются самым экономичным и популярным вариантом обогрева помещений. Чтобы избежать неприятных сюрпризов в процессе эксплуатации котла, следует выбирать надёжных поставщиков. Завод «Сигнал-Теплотехника» является одним из ведущих предприятий на рынке отопительного оборудования России и стран СНГ. Вот уже более 25 лет завод выпускает широкий ассортимент котлов под маркой «Сигнал».

«Сигнал-Теплотехника» производит три основные линейки газовых напольных котлов — **S-TERM**, «Комфорт» и «Котлы большой мощности», в каждой из которых представлены одноконтурные и двухконтурные модели. В ассортименте котлы двух типов: водотрубные мощностью от 7 до 25 кВт и жаротрубные мощностью от 10 до 150 кВт, которые гарантируют надёжное отопление и бесперебойное горячее водоснабжение.

Все производимые котлы имеют ряд неоспоримых преимуществ. Они:

- энергонезависимы;
- оборудованы надёжной автоматикой производства итальянской компании SIT и американской Honeywell;
- оснащены автоматической системой безопасности и датчиками контроля предельной температуры, пламени и тяги;
- имеют коэффициент полезного действия более 90 %.

### **S-TERM** – хит продаж

Компактные габариты и стильный дизайн — отличительная черта газовых котлов серии **S-TERM**. Бесшумная работа оборудования обеспечивается инжекционной низкофакельной горелкой Polidoro итальянского производства из высоколегированной коррозионностойкой стали. Её пламя обеспечивает стабильный и тихий процесс горения.

Высокий коэффициент полезного действия котлов серии **S-TERM** достигается за счёт уникальной конструкции водотрубного теплообменника.

### Серии «Комфорт» и «Котлы большой мощности»

Для системы отопления закрытого типа с группой безопасности идеально подходят котлы серий «Комфорт» и «Котлы большой мощности» с жаротрубной конструкцией теплообменника. Эти линейки представлены в современном дизайне.

Все котлы торговой марки «Сигнал» перед выпуском проходят проверку на высокотехнологичном оборудовании, которое используется при изготовлении ра-

диаторов для немецкого автопрома. Главное преимущество котлов торговой марки «Сигнал» — это долговечность работы. Компания подтверждает это шестилетней гарантией на теплообменник.

Также ещё одним гарантом долговечности котла служит **ингибитор коррозии «Сигнал»** — эксклюзивная разработка компании. Уникальный состав позволяет использовать **ингибитор** в открытых системах отопления и при этом гарантировать безопасность для пользователя.



**Главное преимущество котлов торговой марки «Сигнал» — это надёжность и долговечность работы. Компания подтверждает это шестилетней гарантией на теплообменник**

Многие потребители уже смогли в этом убедиться и сделали выбор в пользу котлов «Сигнал-Теплотехника».

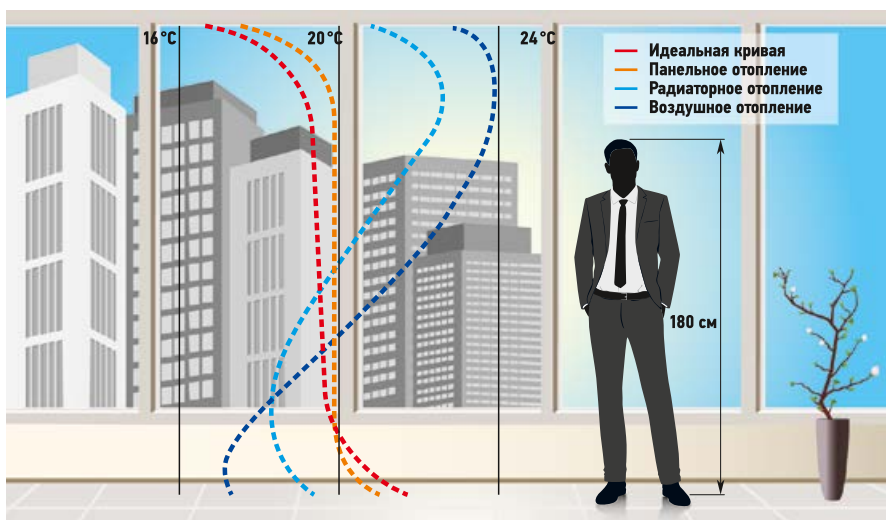
В настоящий момент завод «Сигнал-Теплотехника» модернизирует производство и расширяет котловую линейку гидронными котлами, электродкотлами, паропетными, котлами большой мощности (до 300 кВт). Предприятие увеличивает объёмы выпуска текущей продукции, чтобы в 2022 году предложить потребителям новый ассортиментный ряд. ●

**000 «Сигнал-Теплотехника»**

**Тел. +7 (927) 137-24-30**

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

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



Комфорт в помещении при использовании панельной и радиаторной систем отопления, а также воздушного отопления — в сравнении с идеальной температурной кривой

## Тёплый пол Giacomini — решение в комплекте!

Системы «тёплый пол», как и другие системы отопления и охлаждения помещений, обеспечивают более высокий, по сравнению с традиционными системами радиаторного отопления, уровень комфорта. Задача разработчиков и производителей оборудования — сделать таким же комфортным и удобным выбор оборудования, проектирование и монтаж тёплых полов, как энергосберегающего решения. При использовании тёплых полов расходы на отопление снижаются в среднем на 25%. Такое же сбережение должно действовать и в отношении бюджета заказчика, экономя его средства.

Итальянский производитель [Giacomini](#) решает эти задачи в комплексе. Основная идея — предложить несколько комплексных решений, призванных уменьшить стоимость системы «тёплый пол», упростить её проектирование и монтаж и, в конечном счёте, сделать комфортное и энергоэффективное напольное отопление доступным широкому кругу потребителей в России.



Комплект для тёплого пола R508K

### Бюджетный тёплый пол

Комплект [Giacomini R508K](#) позволяет управлять одним контуром тёплого пола, подключив его к уже существующей системе отопления дома. Данное устройство позволяет регулировать контур напольного отопления по температуре воздуха и идеально подходит для тёплого пола небольшой площади, например, в ванной комнате или отдельных помещениях.

В комплект входят комбинированный термостатический клапан [R414D](#), термостатическая головка, автоматический воздухоотводный клапан, комплект фитингов для подключения к трубам и короб с крышкой для установки узла в стену. Стоимость данного комплекта делает его доступным любому потребителю.

### Комплекты коллекторов для тёплого пола

Основная часть водяного тёплого пола — модуль распределения и регулирования, выполненный на базе коллекторных гребёнок с регулирующими клапанами.

Удобно и экономично, когда вся арматура поставляется в комплекте, это же относится и к коллекторным узлам.

[Giacomini](#) производит комплекты коллекторов для тёплого пола — [R553DK](#) и [R553FK](#), предварительно собранные на монтажных кронштейнах, включающие в себя подающий коллектор, оборудованный балансировочными запорными клапанами и расходомерами (только [R553FK](#)),



Комплекты коллекторов R553DK и R553FK

и обратный коллектор с регулирующими клапанами, на которых могут быть установлены электротермические приводы.

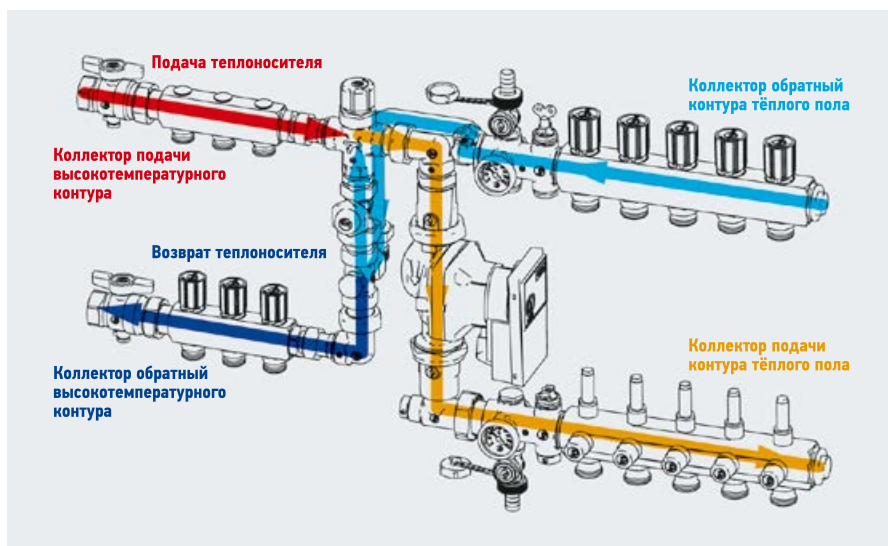
Коллекторы [R553DK](#) и [R553FK](#) комплектуются удобными многофункциональными клапанами [R269T](#), с помощью которых пользователь может перекрыть поток теплоносителя. В состав этих клапанов входят термометры для контроля температуры, дренажные краны для заполнения или опорожнения системы и воздухоотводчики.

### Смесительные узлы

Для приготовления теплоносителя низкой температуры в месте размещения распределительного коллектора применяются насосно-смесительные узлы серии [R557R-1](#).

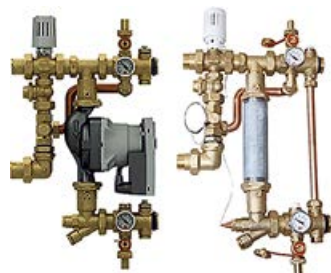
Обладающие компактными размерами, широким диапазоном регулировок, возможностью установки циркуляционных насосов различного типа и с разной монтажной высотой, [R557R-1](#) идеально подходят для использования с коллекто-





❖ Схема работы коллекторного узла [R559N](#)

рами серии [R553](#) в составе встраиваемых или накладных монтажных шкафов. В состав узла входят трёхходовый разделяющий клапан, снабжённый термостатической головкой с выносным датчиком, два байпаса для регулирования первичного и вторичного контуров системы, термометры на обратной и подающей линиях вторичного контура, арматура для заполнения и слива системы, воздухоотводные клапаны.

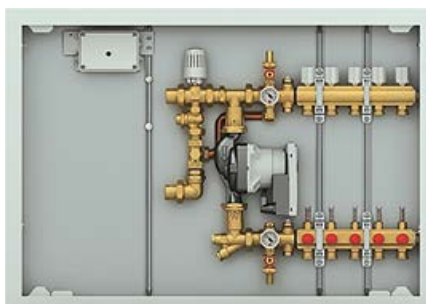


❖ Насосно-смесительный узел серии [R557R-1](#)

Для применения со смесительными узлами [R557R-1](#) [Giacomini](#) также выпускает предварительно собранные комплекты [R553K](#), состоящие из коллекторов подающих и обратных трубопроводов, установленных на кронштейнах, и двумя пробками для этих коллекторов.

### Коллекторные узлы для высоко- и низкотемпературного отопления

В России в зонах с холодными зимами, дополнительно к системе напольного отопления, должны использоваться радиаторы, чтобы исключить обмерзание окон. Для организации смешанной системы (с использованием радиаторов) идеально подходят коллекторные модули [R557R-2](#), включающие в себя низкотемпературные коллекторы для тёплого пола, на базе насосно-смесительного узла с термостатическим регулированием, с возможностью установки высокотемпературных коллекторов для радиаторов.



❖ Коллекторный модуль серии [R557R-2](#)

Наиболее «продвинутым» комплектом являются коллекторные узлы [R559N](#). Входящий в их состав трёхходовый смесительный клапан позволяет установить управляющий сервопривод с подключением к микропроцессорному блоку управления. Данное решение позволяет реализовать систему отопления с использованием погодозависимой автоматики, современных комнатных термостатов с сенсорным управлением, возможностью дистанционного управления при помощи мобильного телефона или через сеть Интернет. Коллекторные узлы [R559N](#) поставляются в сборе в металлическом шкафу и служат идеальной базой для создания системы отопления «умного дома».

### Наборы компонентов для тёплого пола

Выпуская полностью все компоненты для систем «тёплый пол», компания [Giacomini](#) предлагает также несколько решений для строительства собственно тёплого пола — несущей структуры, образующую греющую панель на полу жилища. Выбор решения зависит от условий, в которых применяются напольное отопление.

[KLIMA New Building](#) — система тёплого пола, предназначенная для новых зданий или ситуаций, где нет ограничений по толщине стяжки. Такая система собирается на базе формованных изолирующих панелей [R979](#) и [R979N](#), предназначенных для быстрой и лёгкой фиксации трубы без использования зажимов.

Такие панели и тёплый пол на их основе обладают великолепными характеристиками термической, акустической и влагоизоляции.

[KLIMA Renew](#) спроектирована с учётом растущей потребности в устройстве тёплых полов с уменьшенной толщиной — идеальное решение для реконструкции. Система использует запатентованные трёхмерные полимерные панели [Spider](#), в которых укладываются трубы диаметром 16–18 мм. Как альтернативное решение предлагаются панели с полибутиленовыми трубами  $\varnothing 12$  мм, закрываемые самонивелирующей стяжкой. Все системы [KLIMA Renew](#) гарантируют чрезвычайно низкую тепловую инерцию и минимальную (от 25 мм) толщину тёплого пола.



❖ Системы для организации тёплого пола: [KLIMA New Building](#), [KLIMA Renew](#) и [KLIMA Dry](#)

[KLIMA Dry](#) — это система «сухого» тёплого пола, предназначенная для ситуаций, когда невозможно организовать тяжёлую бетонную стяжку, например, в деревянном домостроении.

Основой системы «сухого» тёплого пола являются панели [R883](#) из вспененного полистирола с алюминиевым диффузионным слоем, который усиливает теплообмен между трубами (в этом случае производитель рекомендует металлопластиковые трубы [Giacomini R999](#)) и поверхностью. Опорная поверхность обеспечивает установку двойного слоя из оцинкованных стальных листов, обеспечивающих равномерное распределение механических нагрузок. ●

## Confeo Premix: отмеченный наградами, экологичный комбинирован- ный котёл нового поколения от E.C.A.

Как E.C.A., мы гордимся тем, что более 35 лет являемся одним из самых сильных брендов в индустрии отопительной техники. С помощью наших высокоэнергоэффективных и экологичных продуктов — от комбинированных котлов и систем центрального отопления до радиаторов — мы создаём решения, отвечающие ожиданиям наших клиентов, которые хотят ощущать «идеальный климат» в своих жилых помещениях.

С заботой об окружающей среде и будущем мы стремимся оставить следующим поколениям чистый и пригодный для жизни мир. Потому что мы знаем, что устойчивость жизни зависит от устойчивости природных ресурсов, и, уделяя особое внимание их защите с помощью системы управления минимальными отходами, мы применяем инновационные технологии для создания продуктов нового поколения.

### Дизайн и технологии нового поколения. Confeo Premix

Confeo Premix — последнее звено идеальной технологии производства конденсационных котлов — был представлен нашим потребителям с его инновационным дизайном и экологически безопасной технологией с полностью сенсорным стеклянным экраном и стеклянной передней панелью.

Confeo Premix — место встречи дизайна и технологий нового поколения — благодаря бесшумной работе и экологичности, а также автоматическому байпасу, который защищает установку и комбинированный котёл, и системе звукового предупреждения, которая активируется в случае сбоя, предотвращает любые возможные аварии.

Комбинированный котёл Confeo Premix, выпускаемый в двух различных вариантах использования (на природном и на сжиженном газе), предлагает элегантность и простоту использования в жилых помещениях благодаря полностью сенсорному стеклянному экрану и инновационному дизайну со стеклянной передней панелью. Он соответствует нормативам ErP, благодаря классу энергоэффективности А обеспечивает значительную экономию для своих пользователей и занимает очень мало места при своих минимальных размерах.

Комбинированный котёл Confeo Premix объединяет в себе самые необходимые функции, такие как блокировка от детей, возможность выбора турецкого или английского языка и содержательное меню. Благодаря нали-



❖❖ Настенный газовый котёл Confeo Premix

чию «умного» комнатного термостата, работу котла можно контролировать через Интернет с помощью приложений iOS и Android.

### Отмеченная наградами экологичная технология

Комбинированный котёл Confeo Premix вносит свой вклад в устойчивый мир, благодаря своей экологически безопасной производственной политике и низким показателям выбросов газов. Комбинированный котёл Confeo Premix был удостоен награды Green Product на Международном конкурсе Green Good Design 2021, посвящённом теме «Зелёный подход».

Конденсационный комбинированный котёл Confeo Premix, получивший награду в категории «Экологичный продукт» на тематическом конкурсе Green Good Design, посвящённом «Зелёному подходу», где инновационные продукты и проекты конкурируют на международной платформе, вышел в первые ряды благодаря экологически безопасным технологиям и внешнему корпусу с футуристическим промышленным дизайном.

Мы, как E.C.A., осуществляем производственную деятельность с уважением к окружающей среде и жизни, уделяя особое внимание созданию более экологичных решений для постоянно увеличивающейся потребности в комфортном климате. ●



Укроти энергию  
тепла современными  
ТЕХНОЛОГИЯМИ

*proteus* PLUS  
BLUE от E.C.A.



компактный



3 года  
гарантии



Тихий



Безвреден для  
экологии



КПД  
91%



14 систем  
безопасности

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

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



ВМЕСТЕ НА ГОДА

# Оптимизация работы светлого излучателя на бедной газовой смеси

Рецензия эксперта на статью получена 23.09.2021 [The expert review of the article received on September 23, 2021].

## Введение

В настоящее время для отопления помещений большого объёма и различного назначения всё большее распространение получают газовые излучатели. Конструктивно они подразделяются на три типа: панельные, тёмные и светлые излучатели.

К исследованию предлагается светлый излучатель, который состоит из перфорированной, чаще всего керамической панели, в порах которой с высокой скоростью сгорает газозвдушенная смесь, нагревая её до 700–900 °С и тем самым отдавая тепловую энергию. Данная конструкция не имеет индивидуальных дымовых труб, а продукты сгорания удаляются из помещения естественным способом [2, 4].

В большинстве случаев излучатель не подвергается конструктивным изменениям, так как при эксплуатации используются взаимозаменяемые газы, определяемые по числу Воббе и имеющие нижнее значение 42 МДж/м<sup>3</sup> при теплоте сгорания 35 МДж/м<sup>3</sup>. Однако для удовлетворительной работы излучателя на газовой смеси, отличающейся от природного газа составом и характеристиками, требуется внести изменения в конструкцию. В качестве применяемого газа предлагается использовать бедную газовую смесь (содержание метана около 60 %), такую как биогаз с теплотой сгорания 22 МДж/м<sup>3</sup> и числом Воббе 25 МДж/м<sup>3</sup> [3, 5].

Одним из главных условий работы излучателя является высокая скорость потока газа. Поскольку в биогазе присутствует значительная доля углекислого газа, то низкая скорость распространения пламени метановоздушной смеси, характерная для природного газа, в существующей конструкции уменьшается ещё больше. Ещё одно условие — это отсутствие угарного газа СО в продуктах сгорания. При

## Расход газа зависит от низшей теплоты сгорания и необходимой мощности излучателя. Чем ниже теплота сгорания газа, тем больше требуется топлива

недостатке воздуха происходит неполное сгорание углерода, часть его образует оксид углерода, при этом происходят значительные потери тепла. Для обеспечения полного сгорания топлива задаётся «оптимальная газозвдушенная смесь», в которой количества восстановителя и окислителя равны, поэтому после протекания реакции не остаётся ничего. Восстановителем является метан, содержащийся в биогазе, а окислителем — кислород, содержащийся в воздухе [1, 3, 6, 10].

Для устранения указанных недостатков при переходе с одного газа на другой требуется подобрать оптимальный режим работы и внести изменения в конструкцию излучателя.

## Строение и принцип работы светлого излучателя

Светлый излучатель относится к приборам, работающим на высоких температурах и преимущественно устанавливаемым для отопления высоких помещений. Данный прибор конструктивно состоит из смесителя, корпуса горелки, керамической панели и рефлектора.

Перед корпусом горелки монтируется коробка автоматики, которая представляет собой блок клапанов для управления и регулирования давления газа на входе в горелку, а также контроллер для управления розжигом и контроля горения газозвдушенной смеси. Струя газа из сопла инжектирует необходимое количество воздуха, поступающего в смеситель через

УДК 697.242. Научная специальность: 05.23.03.

### Оптимизация работы светлого излучателя на бедной газовой смеси

**Н. О. Ермаков**, аспирант; **С. В. Чуйкин**, к.т.н., доцент, кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела, Воронежский государственный технический университет (ВГТУ, г. Воронеж)

Предлагается провести исследования для определения возможности работы светлого излучателя на бедной газовой смеси, такой как биогаз. В связи с этим необходимо установить оптимальные параметры эксплуатации светлого излучателя. Доказана возможность работы светлого излучателя на бедной газовой смеси (биогазе). Подобраны семь настраиваемых параметров. Рассчитаны конструктивные изменения. Получена максимальная температура при установленных изменениях. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что для удовлетворительной эксплуатации светлого излучателя необходимо подобрать оптимальные условия работы и внести изменения в конструкцию излучателя. Графические зависимости показали, что низшая теплота сгорания влияет на режим работы и конструкцию излучателя. Для проверки достоверности полученных результатов необходимо математическое моделирование.

**Ключевые слова:** биогаз, бедная газовая смесь, расход газа, коэффициент избытка воздуха, светлые излучатели, теплота сгорания, оптимизируемые параметры, конструктивные изменения.

UDC 697.242. Scientific specialty number: 05.23.03.

### Optimization of operation of a light radiator on a lean gas mixture

**N. O. Ermakov**, postgraduate student; **S. V. Chuikin**, PhD, Associate Professor, the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business, Voronezh State Technical University (VSTU, Voronezh city)

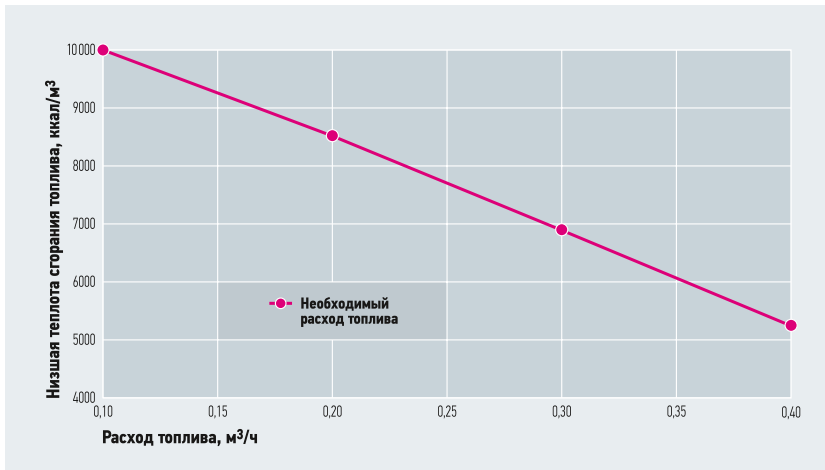
It is proposed to conduct research to determine the possibility of operation of a light emitter on a poor gas mixture, such as biogas. In this regard, it is necessary to establish the optimal operating parameters of the light emitter. The possibility of operation of a light emitter on a poor gas mixture, such as biogas, has been proved. Seven configurable parameters have been selected. Design changes are calculated. The maximum temperature is obtained for the set changes. The results of the study allow us to conclude that for the satisfactory operation of the light emitter, it is necessary to choose the optimal working conditions and make changes to the design of the emitter. The graphical dependences showed that the lower heat of combustion affects the operating mode and the design of the radiator. For the reliability of the results obtained, it is necessary to perform mathematical modeling.

**Key words:** biogas, poor gas mixture, gas consumption, excess air coefficient, light emitters, heat of combustion, optimized parameters, design changes.

# ТЕНДЕР

## АО «Мособлгаз»

АО «Мособлгаз» приглашает к сотрудничеству проектные и строительные компании для реализации Президентского проекта «Социальная газификация», Губернаторской программы «Развитие газификации в Московской области до 2030 года» и выполнения текущих работ по подключению новых абонентов на территории Московской области.



❖ Рис. 1. Зависимость расхода топлива от теплоты сгорания

воздуховод из отопляемого помещения. Затем газозвушная смесь поступает в керамическую плитку с отверстиями, где сгорает вблизи выходных отверстий без видимого пламени. Большая часть тепла отдаётся поверхности плитки, которая нагревается до рабочей температуры.

Вывод дымовых газов осуществляется неорганизованным способом. Продукты сгорания удаляются из помещения естественным способом, то есть через входные проёмы, или выбрасываются наружу механическим вентилятором, который устанавливается в кровле помещения над излучателем [7–9].

Все детали излучателя производятся из листовой стали с алюминиевым покрытием, что даёт требуемую стойкость к температуре и увеличивает полезную лучистую составляющую теплового потока. Прибор устанавливается над рабочим местом и настраивается на нужный режим горения.

### Расчёт параметров оптимизации

Для оптимизации процесса горения бедной газовой смеси в светлом излучателе предлагается задать конструктивные изменения в соответствии с подбираемыми оптимальными параметрами. Необходимо определить площадь поперечного сечения форсунки, основные размеры инжекционного смесителя, а также площадь керамической плитки. Оптимизация будет проходить по: параметрам расхода газа, коэффициенту избытка воздуха, связанного с теоретическим расходом воздуха, коэффициенту инжекции, удельной тепловой нагрузке на керамическую плитку, скорости вылета газозвушной смеси, по потерям давления.

Для начала расчёта определяется состав рассматриваемого газа с объёмными долями веществ  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ , а также его характеристики: теплота сгорания, предел воспламеняемости, температура воспламенения, критическое давление, критическая температура, нормальная плотность, критическая плотность, плотность относительно воздуха.

Исходя из теплоты сгорания газовой смеси и необходимой мощности излучателя рассчитывается расход топлива светлого излучателя, м³/ч:

$$Q_{\text{ном.г}} = Q/Q_{\text{н}}^{\text{P}}, \quad (1)$$

где  $Q$  — тепловая нагрузка горелки, ккал/м³;  $Q_{\text{н}}^{\text{P}}$  — низшая теплота сгорания топлива, ккал/м³.

На рис. 1 показано изменение расхода топлива в зависимости от теплоты сгорания.

Расход газа зависит от низшей теплоты сгорания и необходимой мощности излучателя. Если мощность излучателя остаётся неизменной, зависит от требуемого объёма для отопления помещения и принимается  $Q = 2149,61$  ккал/м³, то низшая теплота сгорания исходит из состава исследуемого газа. Так, для природного газа величине  $Q_{\text{н}}^{\text{P}} = 8500$  ккал/м³ соответствует расход  $0,2$  м³/ч, а для биогаза значению  $Q_{\text{н}}^{\text{P}} = 5255,8$  ккал/м³ соответствует расход  $0,4$  м³/ч.

Из рис. 1 видно, что расход газа находится в прямой зависимости от низшей теплоты сгорания топлива. Чем ниже теплота сгорания газа, тем больше требуется топлива.

Одним из основных параметров, зависящих от расхода топлива, является размер форсунки, а именно площадь поперечного сечения и диаметр, которые определяют остальные размеры.



Принять участие в конкурсных процедурах можно на площадках [rts-tender.ru](http://rts-tender.ru) и [roseltorg.ru](http://roseltorg.ru)

Узнать подробнее о программах газификации Подмосковья можно на сайте

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

  
**МОСОБЛГАЗ**  
А К Ц И О Н Е Р Н О Е О Б Щ Е С Т В О

Площадь поперечного сечения форсунки [мм<sup>2</sup>] определяется по формуле:

$$F_{\phi} = 78,4 Q_{\text{НОМ.Г}} \sqrt{\frac{\gamma_0}{p}}, \quad (2)$$

где  $\gamma_0$  — удельный вес газа, кг/м<sup>3</sup>;  $p$  — давление газа перед горелкой, мм вод. ст.

Диаметр форсунки [мм] будет равен:

$$d_{\phi} = \sqrt{\frac{4F_{\phi}}{\pi}}. \quad (3)$$

Такие конструктивные параметры, как длина и диаметр горловины, диффузора и конфузора, связаны друг с другом и рассчитываются через коэффициенты. Однако такой параметр, как длина пути [мм] смешивания газа с поступающим воздухом, определяется по формуле:

$$l_{\text{см}} = \frac{A_{\text{см}} d_p}{a}, \quad (4)$$

где  $a$  — коэффициент структуры в струе;  $A_{\text{см}}$  — параметр смешения в струе:

$$A_{\text{см}} = \frac{(A' + 1) \sqrt{a_c C}}{3,217}, \quad (5)$$

где  $a_c$  — коэффициент сжатия струи;  $C$  — коэффициент различия плотности воздуха и топлива;  $A'$  — коэффициент инжекции [м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>], определяемый по формуле:

$$A' = \alpha V_T, \quad (6)$$

где  $V_T$  — теоретический объём воздуха, м<sup>3</sup>;  $\alpha$  — коэффициент избытка воздуха. Во избежание «проскока» пламени, который получается при неполном сгорании смеси, необходимо подводить воздух с коэффициентом избытка не менее 1,19.

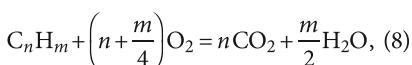
Коэффициент избытка воздуха связан с теоретическим объёмом воздуха через формулу:

$$\alpha = V_p / V_T, \quad (7)$$

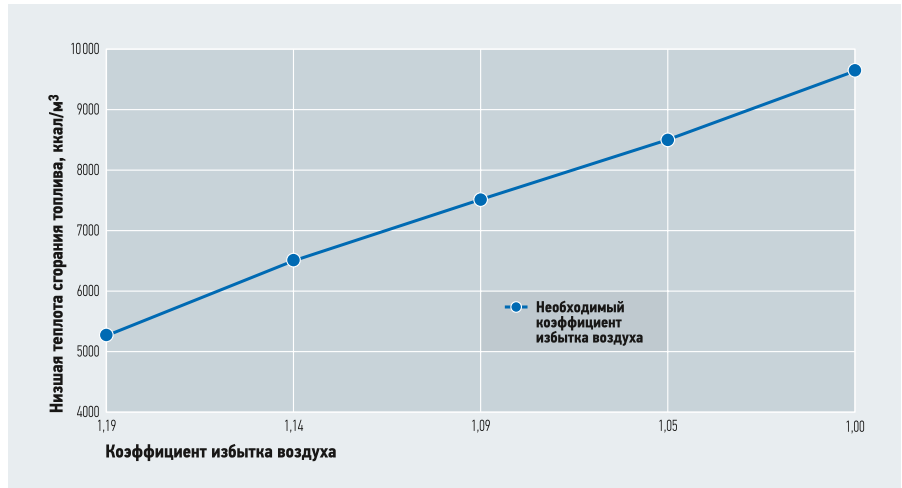
здесь  $V_p$  — действительный объём воздуха, м<sup>3</sup>.

Необходимо учесть объёмное содержание кислорода в воздухе и рассчитать теоретический объём воздуха для сгорания рассматриваемой газовой смеси.

Теоретически, количество кислорода, необходимое для полного сгорания углеводородных газов, определяется по стехиометрическому уравнению:



Оптимальная газозвушная смесь зависит в том числе от количества подводимого воздуха. Исходя из (рис. 2) величины коэффициента избытка воздуха, не пропорциональные низшей теплоты сгорания, не будут лежать на прямой, что приведёт к «проскоку» пламени. Для по-



•• Рис. 2. Зависимость коэффициента избытка воздуха от теплоты сгорания

лучения оптимальной смеси необходимо уменьшить низшую теплоту сгорания газа и увеличивать коэффициент избытка воздуха для удовлетворительной работы газогорелочного оборудования. Оптимальное значение подводимого воздуха  $\alpha = 1,19$  при  $Q_H^P = 5255,8$  ккал/м<sup>3</sup>.

Исходя из коэффициента смешивания, зависящего от количества воздуха, а также расхода газовой смеси, рассчитывается площадь сечения отверстия [мм<sup>2</sup>] для поступления воздуха:

$$f_v = \frac{A' Q_{\text{НОМ.Г}}}{3600 v}. \quad (9)$$

Также один из основных параметров — площадь керамической плитки. Для расчёта принимается размер одной плитки, удельная тепловая нагрузка и диаметр отверстий исходя из состава газа, тогда суммарная площадь [см<sup>2</sup>] плитки определяется по формуле:

$$f_n = Q/q_y, \quad (10)$$

где  $q_y$  — удельная тепловая нагрузка керамической плитки, ккал/(см<sup>2</sup>·ч).

Количество плиток, шт.:

$$N = f_n / f_{\text{пл}}, \quad (11)$$

где  $f_{\text{пл}}$  — площадь одной плитки, см<sup>2</sup>.

Расход газа [м<sup>3</sup>/ч] для расчёта скорости вылета смеси на одну плитку составит величину:

$$q_{\text{НОМ.Г}} = q/Q_H^P, \quad (12)$$

где  $q$  — количество тепла на одну плитку, ккал/ч.

Скорость вылета газозвушной смеси [м/с] из отверстий плитки определяется по формуле:

$$v_{\text{см}} = \frac{q_{\text{НОМ.Г}} (1 + A') \times 10^6}{3600 \times 0,785 d_n^2 n}. \quad (13)$$

Полученная скорость должна укладывается в пределы допустимых скоростей для бедных газозвушных смесей, что обеспечит удовлетворительную работу излучателя. «Проскок» пламени возникает,

когда скорость распространения пламени превышает скорость истечения газозвушной смеси, что определяется как

$$v_{\text{мин см}} \leq v_{\text{см}} \leq v_{\text{р.п}}, \quad (14)$$

где  $v_{\text{мин см}}$  — минимальная требуемая скорость вылета газозвушной смеси, м/с;  $v_{\text{р.п}}$  — скорость распространения пламени биогаза, м/с.

Также необходимо обеспечить нужное давление в соотношении:

$$\Delta p_{\text{гв.с}} \geq \sum \Delta p_{\text{г}}, \quad (15)$$

где  $\Delta p_{\text{гв.с}}$  — входное давление, Па;  $\Delta p_{\text{г}}$  — суммарные потери давления на преодоление сопротивлений по всей горелке, Па.

Суммарные потери давления в горелке складываются из потерь в всасывающей камере  $\Delta p_{\text{в.к}}$ , в инжекторе  $\Delta p_{\text{инж}}$  и излучающей панели  $\Delta p_{\text{изл.п}}$ :

$$\sum \Delta p_{\text{г}} = \Delta p_{\text{в.к}} + \Delta p_{\text{инж}} + \Delta p_{\text{изл.п}}. \quad (16)$$

Определим температуру горения и составим график для выявления оптимального коэффициента избытка воздуха с использованием уже рассчитанных параметров по формуле:

$$t_{\text{г}} = t_1 + \frac{Q_{\text{гг}} - Q_{\text{гг}}^1}{Q_{\text{гг}}^2 - Q_{\text{гг}}^1} (t_2 - t_1), \quad (17)$$

где  $Q_{\text{гг}}$  — тепловая нагрузка горелки [кДж] с индексами 1 и 2, соответственно, для температур горения  $t_1$  и  $t_2$ , определяемых по методическим рекомендациям.

Зависимость температуры горения от коэффициента избытка воздуха представлена на рис. 3.

Очевидно, что при увеличении коэффициента избытка воздуха происходит увеличение температуры горения топлива вследствие увеличения количества излучаемой теплоты. Однако наибольшее значение (2090 К) соответствует рассчитанному ранее по формуле (7) коэффициенту 1,19, далее кривая начинает приобретать наклонный характер и пропорционально снижается при увеличении значения коэффициента избытка воздуха.

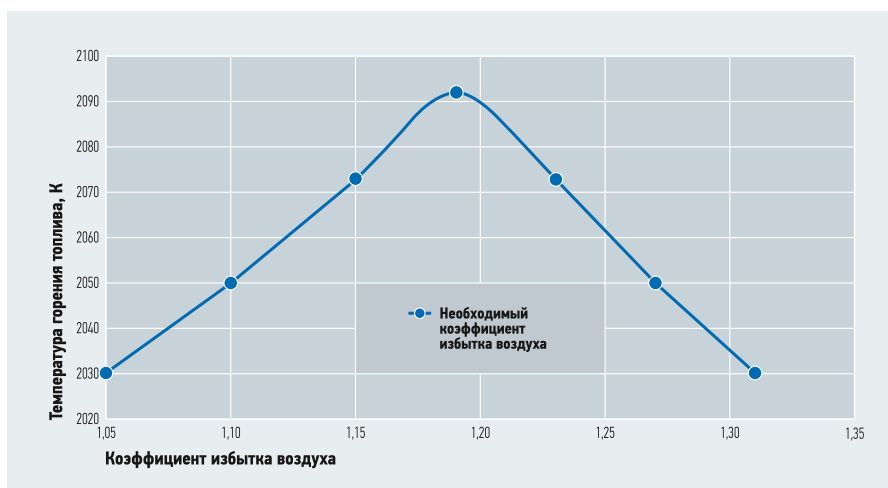


Рис. 3. Зависимость температуры горения от коэффициента избытка воздуха

### Параметры оптимизации

Итак, расчёты показали, что при величине тепловой нагрузки излучателя 2,5 кВт (2149,61 ккал/ч) и теплоте сгорания топлива 22 МДж/м<sup>3</sup> (5255,8 ккал/м<sup>3</sup>) будет обеспечиваться полное сгорание и оптимальная скорость вылета газозвушной смеси, подходящая для бедной газовой смеси, такой как биогаз. При этом максимальная температура горения будет только при условиях, приведённых в табл. 1, и при конструктивных параметрах, перечисленных в табл. 2. Как видно из табл. 1, при расходе газа 0,4 м<sup>3</sup>/ч необходимо установить площадь сечения форсунки 3,4 мм<sup>2</sup>. При этом коэффициент инжекции 6,51, рассчитываемый из коэффициента избытка воздуха (1,19) и теоретического объёма воздуха (5,474 м<sup>3</sup>), задаёт оптимальные параметры пути смешивания газовой смеси с воздухом, что исклю-

чит проскок пламени. На основании полученных характеристик обеспечивается скорость вылета газозвушной смеси из плиток, площадь которых остаётся неизменной, так как зависит от требуемой тепловой потребности излучателя. Таким образом, применение биогаза для светлого излучателя представляется возможным.

### Выводы

1. Обоснована возможность работы светлого излучателя на бедной газовой смеси, такой как биогаз.

2. В результате проведённых исследований определены оптимальные условия расхода газа, коэффициента избытка воздуха, связанного с теоретическим расходом воздуха, коэффициента инжекции, удельной тепловой нагрузки на керамическую плитку, скорости вылета газозвушной смеси и потери давления.

3. Рассчитаны конструктивные характеристики светлого излучателя, площадь поперечного сечения форсунки, основные размеры инжекционного смесителя, а также площадь керамической плитки на основании предложенных условий.

4. Получено графическое изображение расчётов, которое показало зависимости расхода топлива, коэффициента избытка воздуха от теплоты сгорания и зависимость температуры горения с получением максимального значения от коэффициента избытка воздуха.

### Основной вывод данной статьи таков: обоснована возможность работы светлого излучателя на бедной газовой смеси, такой как биогаз

Существует ряд проблем для перевода светлого излучателя с природного газа на биогаз. Главной проблемой является разная теплота сгорания, которая влияет на режим работы. Для соответствующего режима работы нужны конструктивные изменения. Можно сделать вывод, что работа светлого излучателя будет обеспечена только при наборе рассчитанных параметров. Для углублённого исследования и утверждения рассчитанных условий оптимизации есть необходимость создания математической модели. ●

### Условия оптимизации

табл. 1

Наименования параметра	Значение
Расход газа, м <sup>3</sup> /ч	0,4
Теоретический объём воздуха, м <sup>3</sup>	5,474
Коэффициент избытка воздуха	1,19
Коэффициент инжекции	6,51
Удельная тепловая нагрузка на керамическую плитку, ккал/(см <sup>2</sup> ·ч)	14,0
Скорость вылета газозвушной смеси, м/с	0,1
Суммарные потери давления, кПа	0,003

### Характеристики светлого излучателя, работающего на бедной газовой смеси (биогаз) табл. 2

Наименование параметра	Значение
Площадь сечения форсунки, мм <sup>2</sup>	3,4
Диаметр форсунки, мм	2,0
Длина пути инжекции, мм	48,3
Площадь сечения воздуха для поступления воздуха, мм <sup>2</sup>	1446
Диаметр горловины, мм	30
Длина горловины, мм	90
Диаметр диффузора, мм	44
Длина диффузора, мм	117
Диаметр конфузора, мм	60
Длина конфузора, мм	68
Площадь / кол-во керамических плиток, см <sup>2</sup> /шт.	154 / 7

- Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика / Пер. с нем. — М.: Колос, 1982. 148 с.
- Барашкова Н.П. Сравнение инфракрасных газовых излучателей по конструктивным особенностям (светлые и тёмные) и рекомендации по применению // Вестник магистратуры, 2019. №1–2. С. 53–55.
- Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч. 1. Топливо: учебное пособие. — СПб.: СПбГТУРП, 2011. 84 с.
- Ермаков Н.О., Чуйкин С.В. Проблемы использования биогаза в светлых излучателях // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации, 2020. №3. С. 24–29.
- Зиганшин Б.М. Снижение энергетических затрат в системах отопления производственных объектов радиационными трубами: дисс. канд. техн. наук по спец. 05.14.04. — Казань: КГАСУ, 2006. 163 с.
- Зингер А.С., Алимбаев В.Г., Козлов А.В. Газовые инфракрасные излучатели / Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности РФ: Мат. Межд. науч.-практ. конф. (Тюмень, 20.12.2020). — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2020. С. 53–60.
- Кюблер Т. Инфракрасная отопительная техника больших помещений. — СПб.: Печатный двор, 2004. 224 с.
- Маслов В.А. Энергетический менеджмент: учебное пособие. — Мариуполь: ПДТУ (Украина), 2016. 95 с.
- Пелипенко В.Н., Слесарев Д.Ю. Газовые горелки инфракрасного излучения: учебное пособие. — Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. 118 с.
- Чуйкин С.В., Змановский Т.А., Бохан А.Р., Григорьева К.А. Газолучистое отопление. Научно-практические проблемы и особенности проектирования // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации, 2019. №4. С. 29–33.

References — see page 78.



# О повышении тепловой эффективности ПСК\* в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров\*\*

Рецензия эксперта на статью получена 15.09.2021 [The expert review of the article received on September 15, 2021].

\* Плоских солнечных коллекторов.

Основным и самым дорогостоящим элементом системы солнечного теплоснабжения (ССТ) является солнечный коллектор (СК). Поэтому задача повышения его тепловой эффективности и оптимизации массогабаритных характеристик и параметров теплотехнического совершенства находится в постоянном поле зрения многих исследователей.

В 2020 году в мире общая площадь установленных СК в составе различных гелиоустановок составила 715 млн м<sup>2</sup> [1]. При этом с 2000 по 2020 годы общая площадь установленных СК в мире увеличилась в 7,6 раза [1], из которых более 71% составляют трубчатые вакуумированные СК [1], в большинстве из которых используются двухслойные трубки китайского производства [2]. Остальные 29% приходится на плоские солнечные коллекторы (ПСК), которые нашли широкое применение в европейских странах.

Следует заметить, что темпы применения СК в настоящее время уменьшаются, а производство СК в мире постоянно падает [2]. На европейском рынке СК также наблюдается застой: объем ввода кол-

лекторов в эксплуатацию сокращается на протяжении более десяти лет. Начиная с 2009 года, основной задачей европейской гелиотехнической науки стал поиск путей снижения стоимости плоских солнечных коллекторов и систем солнечного теплоснабжения в целом [2].

В течение последних 15 лет массогабаритные характеристики и параметры теплотехнического совершенства плоских СК практически не изменились. Они являются достаточно хорошо отработанными в мировой практике, и вышли на параметры близкие к своим предельным значениям [2]. Иначе говоря, существенного повышения эффективности использования солнечной тепловой энергии в ССТ за счёт совершенствования массогабаритных характеристик и теплотехнических параметров отдельных конструкций ПСК в обозримом будущем не приходится.

Поэтому представляется перспективным повышение эффективности использования существующих плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров.

UDC 697.34:697.329. Научная специальность: 05.23.03.

## К вопросу повышения тепловой эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров

**Ю. К. Рашидов**, д.т.н., с.н.с., профессор, Ташкентский архитектурно-строительный институт (ТАСИ, г. Ташкент, Республика Узбекистан); **М. М. Исмоилов**, аспирант, Ферганский политехнический институт (ФерПИ, г. Фергана, Республика Узбекистан)

В статье рассматривается задача повышения тепловой эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров в условиях, когда их массогабаритные характеристики и параметры теплотехнического совершенства уже достаточно хорошо отработаны в мировой практике, изучены и достигли величин, близких к предельным значениям. Показано, что повышение КПД плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения может быть достигнуто двумя способами: 1) за счёт однократного нагрева воды в солнечных коллекторах при низких скоростях потока и высокой величине градиента температуры вдоль направления движения жидкости; 2) путём улучшения равномерности распределения потока теплоносителя через подъёмные трубы и уменьшения градиента температуры перпендикулярно направлению движения жидкости.

**Ключевые слова:** плоский солнечный коллектор, система солнечного теплоснабжения, тепловая эффективность, распределение температуры, расход теплоносителя, эксплуатационная готовность, кратности нагрева.

UDC 697.34:697.329. Scientific specialty number: 05.23.03.

## To the question of improving thermal efficiency of flat solar collectors in heat supply systems by optimizing their mode parameters

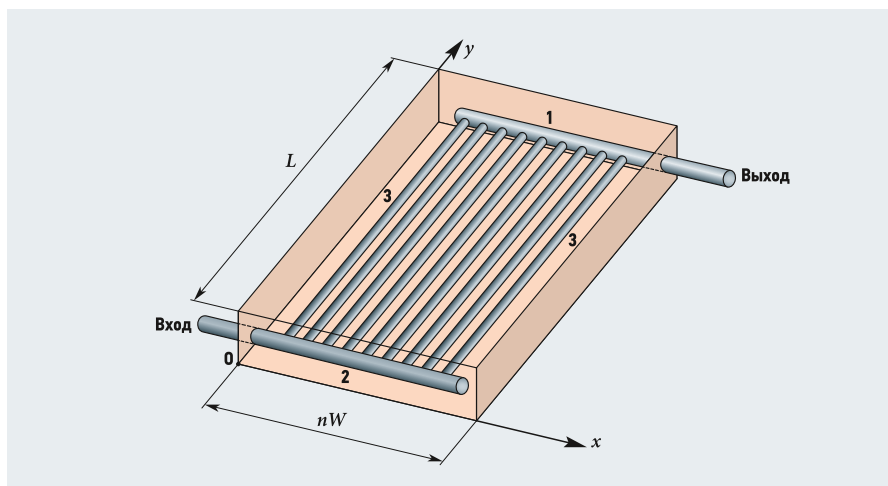
**Yu. K. Rashidov**, Doctor of Technical Sciences, Senior Research Officer, Professor, Tashkent Architecture and Construction Institute (Tashkent city, The Republic of Uzbekistan); **M. M. Ismoilov**, magister, doctoral candidate, Fergana Polytechnic Institute (Fergana city, The Republic of Uzbekistan)

This article discusses the task of increasing the thermal efficiency of flat solar collectors in heat supply systems by optimizing their operating parameters under conditions when their weight and size characteristics and thermal engineering parameters are already well developed in world practice, studied and reached values close to the limit values. It is shown that an increase in the efficiency of flat solar collectors in heat supply systems can be achieved in two ways: 1) due to a single heating of water in solar collectors at low flow rates and a high temperature gradient along the direction of fluid movement; 2) by improving the uniformity of the distribution of the coolant flow through the lifting pipes and reducing the temperature gradient perpendicular to the direction of fluid movement.

**Key words:** flat solar collector, solar heat supply system, thermal efficiency, temperature distribution, coolant flow, availability, heating rate.

\*\* Данная работа выполнена при поддержке Министерства по инновационным технологиям Республики Узбекистан в рамках фундаментального гранта ББ-М-ФЗ-003.





❖ **Рис. 1.** Плоский солнечный коллектор вида «лист-труба» (1 — верхний гидравлический коллектор; 2 — нижний гидравлический коллектор; 3 — параллельные трубы в количестве  $n$  штук, расположенные на расстоянии  $W$  друг от друга)

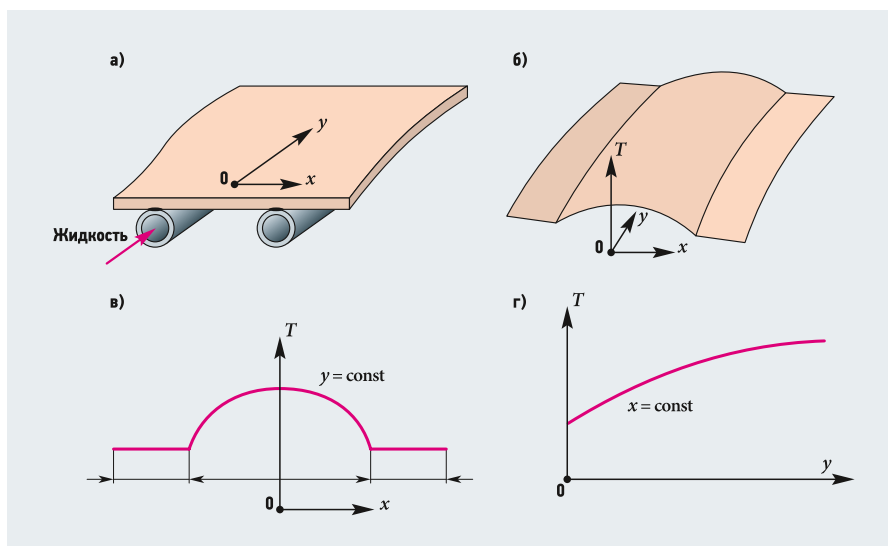
В отличие от традиционных топливных и электрических генераторов теплоты [3], эффективность работы ПСК очень сильно зависит от средней температуры поглощающей теплообменной панели [4], которая обычно имеет конструкцию вида «лист-труба» (рис. 1).

Так, например, в первом приближении можно считать, что повышение рабочей температуры нагрева на каждый градус в плоском солнечном коллекторе приводит к снижению его КПД на 1–2% [4]. Поэтому один и тот же СК в одних и тех климатических условиях, при различных режимных параметрах эксплуатации в ССТ, может генерировать теплоту с различной тепловой эффективностью.

Определение средней температуры поглощающей теплообменной панели является довольно сложной задачей [4], поскольку для этого требуется детальное исследование распределения температуры в плоскости коллектора по осям

$Ox$  и  $Oy$  (рис. 2а). Под действием тепла, сообщаемого жидкости, она нагревается и в ней возникает градиент температуры в направлении течения (по оси  $Oy$ ). Поскольку на любом участке коллектора общий уровень температуры определяется уровнем местной температуры жидкости, пространственная картина температурного поля будет выглядеть подобно показанной на рис. 2б. Распределения температуры в направлении оси  $Ox$  при любом значении  $Oy$  и в направлении оси  $Oy$  при любом значении  $Ox$  представлены на рис. 2в и г.

Таким образом, для повышения эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров необходимо проанализировать влияние данных параметров на распределение температуры панели в двух взаимно перпендикулярных направлениях: вдоль и поперёк направления течения жидкости.



❖ **Рис. 2.** Распределение температуры поглощающей теплообменной панели плоского солнечного коллектора вида «лист-труба» [4]

Целью исследования является выявление особенностей повышения эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения путём оптимизации их режимных параметров, влияющих на величину средней температуры поглощающей теплообменной панели.

Рассмотрим и проанализируем режимные параметры, оказывающие влияние на величину средней температуры поглощающей теплообменной панели вдоль направления течения жидкости (по оси  $Oy$ ) и на тепловую эффективность плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения. Расход теплоносителя через солнечный коллектор является одним из основных режимных параметров, влияющих на его эффективность и эксплуатационную готовность системы солнечного горячего водоснабжения (СГВ).

### Для повышения эффективности ПСК в системах теплоснабжения необходимо проанализировать влияние градиента температур в трубопроводах ПСК (пространственную картину температурного поля)

Известно, что до 1980 года в насосных системах СГВ расход теплоносителя выбирался на уровне  $54 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  [4]. В последние годы стали применять установки с существенно меньшим удельным расходом, обеспечивающим лучшую температурную стратификацию воды в баке-аккумуляторе и высокую эксплуатационную готовность системы, которая уже через час-полтора позволяет подавать горячую воду потребителю с требуемой температурой. Например, в Швеции типичные удельные расходы составляют от  $7,2$  до  $21,6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  [4].

Существенным преимуществом установок с малым удельным расходом, как отмечается в работе [5], является снижение мощности циркуляционного насоса и диаметров трубопроводов, что обуславливает и снижение капитальных и эксплуатационных затрат. При этом потенциальный выигрыш в доле покрытия солнечной энергии для солнечной установки с идеально стратифицированным баком и с малым удельным расходом воды через СК в диапазоне от  $7,2$  до  $25,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , по сравнению с полностью перемешанным баком и большим удельным расходом воды через солнечный коллектор порядка  $36\text{--}72 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , может достигать  $1/3$  [4]. Повышение доли покрытия нагрузки в такой установке возможно с  $0,48$  до  $0,66$ .

Однако следует заметить, что на практике столь существенного выигрыша пока получить не удалось вследствие сложности реализации хорошей температурной стратификации в баке. Вместе с тем положительный эффект был подтверждён экспериментально, например, в работе [6].

Изменение удельного расхода теплоносителя через СК, работающий на бак-аккумулятор, сопряжено с факторами, оказывающими противоположное влияние на суточную эффективность работы систем СГВ. Если увеличение удельного расхода теплоносителя через СК и связанное с этим уменьшение температурного перепада на нём, с одной стороны, приводит к интенсификации отвода тепла от него, то с другой стороны это способствует постоянному росту в течение дня температуры воды, питающей СК. Это в дневном разрезе работы систем СГВ приводит к увеличению средней температуры СК.

Уменьшение же величины удельного расхода теплоносителя через СК и связанное с этим увеличение температурного перепада на нём, с одной стороны, приводит к уменьшению интенсивности отвода тепла от него, но с другой стороны — обеспечивает подпитку СК водой с постоянно низкой начальной температурой. Это в дневном разрезе работы систем СГВ обеспечивает постоянство средней температуры абсорбера СК.

Отсюда следует, что оценку эффективности работы систем СГВ с плоскими солнечными коллекторами следует выполнять по суточной их теплопроизводительности с учётом кратности нагрева теплоносителя в СК [7].

Рассмотрим и проанализируем режимные параметры, оказывающие влияние на величину средней температуры поглощающей теплообменной панели поперёк направления течения жидкости (по оси  $Ox$ ) и на тепловую эффективность плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения. В данном случае большое значение имеет равномерность распределения расхода жидкости по подъёмным трубам плоского солнечного коллектора [4]. При неравномерном распределении потока некоторые участки СК, содержащие подъёмные трубы с малым расходом, могут иметь температуру, намного превышающую температуру участков с более высоким расходом жидкости.

Аналитические и экспериментальные исследования данной проблемы выполнены в [8–10], в которых оценено влияние неравномерности распределения потока жидкости в системе СВК на выработку тепла при различных (малых, средних и больших) удельных расходах и схемах



соединения коллекторов между собой. В [8] приведён обзор некоторых исследований равномерности распределения расхода в СК, там же представлен аналитический метод расчёта распределения расхода и его экспериментальная верификация.

В [9] приведены результаты аналитических и экспериментальных исследований влияния неравномерности распределения потока жидкости по подъёмным трубам лучепоглощающей теплообменной панели СК листотрубного типа на выработку тепла. Опыты проводились в натурных условиях на одной из секций солнечной установки, предназначенной для горячего водоснабжения гостиницы и состоящей из десяти параллельных ветвей с четырьмя последовательно соединёнными СК в каждой ветви.

### **Изменение удельного расхода теплоносителя через СК, работающий на бак-аккумулятор, сопряжено с факторами, оказывающими противоположное влияние на суточную эффективность работы систем СГВ**

Диапазон изменения удельных расходов жидкости через СК, как при диагональной схеме расположений подводящего и отводящего патрубков (Z-схема), так и при расположении этих патрубков с одной стороны секции (П-схема), составлял  $g = 5\text{--}30 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ . В экспериментах измерялась температура воды на выходе из каждой ветви секции СК, которая являлась мерой того, насколько эффективно от СК отводится энергия.

Отличия в температурах между ветвями секции солнечного коллектора является также мерой недостатка равномерности распределения расхода, поскольку на входе в каждую ветвь подавалась однородная водопроводная вода с одинаковой

температурой, которая также замерялась.

Для Z-схемы при малых [ $g = 5,15 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ] и средних [ $10,6 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ], а для П-схемы только при малых [ $4,96 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ] удельных расходах наблюдалось практически равномерное распределение потока по отдельным ветвям секции СВК, о чём можно судить по незначительным отличиям температуры ( $\pm 2\text{--}3^\circ\text{C}$ ) на выходе из параллельных ветвей.

Для Z-схемы при больших [ $g = 29,4 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ], а для П-схемы при средних [ $20 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ] и больших [ $30,4 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ ] удельных расходах наблюдалась ощутимая неравномерность распределения потока через крайние 9 и 8 ветви секции СК, в которых отличия температуры составляют уже до  $\pm 4\text{--}5^\circ\text{C}$  от среднего значения, а по сравнению с самой крайней ветвью 10 отличаются на  $8\text{--}10^\circ\text{C}$ .

В [10] приведены результаты измерения температур при малых, средних и больших удельных расходах для батареи из 12-ти СК, соединённых между собой параллельно. Согласно экспериментальным данным, разности температур между центральной частью и крайними участками батареи при больших расходах достигают  $22^\circ\text{C}$ , а с уменьшением удельных расходов через СК, аналогично опытным данным [5], эти разности температур уменьшаются. Тем не менее, это различие весьма существенное и поэтому оказывает сильное влияние на общую тепловую эффективность батареи СК. Поэтому на основании результатов исследований в [10] рекомендуют применять в конструкциях гидравлические каналы достаточного большого диаметра с тем, чтобы падения давления в основном имело место в подъёмных трубах. В батареях СК с принудительной циркуляцией, при числе подъёмных труб более 24-х, рекомендуется вместо параллельного соединения применять последовательно-параллельное или параллельно-последовательное соединение.

При конструировании и проектировании отдельных коллекторов и батареи СК с заданной неравномерностью распределения потока необходимо знать количественную взаимосвязь между вышеперечисленными конструктивными параметрами, которая приведена нами в работе [11]. Метод гидравлического расчёта теплообменной панели водонагревательного СК листотрубного типа с заданной неравномерностью распределения потока жидкости в условиях принудительной циркуляции приведён нами в [12].

### Выводы

Повышения тепловой эффективности плоских солнечных коллекторов в системах теплоснабжения, в условиях, когда их массогабаритные характеристики и параметры тепло-технического совершенства уже достаточно хорошо отработаны, изучены и достигли величин, близких к предельным значениям, можно достигнуть путём оптимизации режимных параметров ПСК двумя способами:

- за счёт однократного нагрева воды в солнечных коллекторах с малым её удельным расходом в диапазоне от 7,2 до 25,2 кг/(м<sup>2</sup>·с), соответствующим низким скоростям потока и высокой величине градиента температуры вдоль направления движения жидкости в СК, которая обеспечивает общее повышение доли покрытия тепловой нагрузки потребителя с 0,48 до 0,66 благодаря высокой температурной стратификации воды в аккумуляторном баке;
- путём улучшения равномерности распределения потока теплоносителя через подъёмные трубы и уменьшения градиента температуры перпендикулярно направлению движения жидкости в среднем от 4 до 5 °С и соответствующем повышении КПД СК на такую же величину. ●

1. Weiss W, Spörk-Dür M. Solar heat worldwide. Global market development and trends in 2020. Detailed market figures 2019. 2021 edition. AEE INTEC; IEA SHC Programme; Austrian MTTT. Steinhuber Infodesign. Graz, Austria. 2021. 86 p.
2. Фрид С.Е., Лисицка Н.В. Современные солнечные коллекторы: типичные параметры и тенденции их изменения // Гелиотехника, 2018. №2. С. 27–37.
3. Рашидов Ю.К. Системы солнечного теплоснабжения: мировой опыт и перспективы развития в условиях Узбекистана / Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2019 (ЭПЭБ-2019): Мат. Межд. науч.-практ. конф. (Севастополь, 23–26.09. 2019). — Севастополь: Минобрнауки России; ИЯЭП СевГУ, 2019. С. 1361–1365.
4. Даффи Дж., Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики: учебно-справочное руководство / Пер. с англ. — Долгопр.: ИД «Интеллект», 2013. 888 с.
5. Hollands K.G.T., Lightstone M.F. A review of low-flow. Stratified-tank solar water heating systems. Solar Energy. 1989. Vol. 43. Issue 2. Pp. 97–105.
6. Carvalho M.J., Collares-Pereira M., Cunha F.M., Vitorino C. An experimental comparison of operating strategies for solar water systems. Solar Energy. 1988. Vol. 41. Issue 1. Pp. 33–39.
7. Рашидов Ю.К. Оценка эффективности систем солнечного горячего водоснабжения с однократным нагревом воды в плоских солнечных коллекторах / Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2018 (ЭПЭБ-2018): Мат. Межд. науч.-практ. конф. (Севастополь, 24–27.09.2018). — Севастополь: Минобрнауки России; ИЯЭП СевГУ, 2018. С. 993–997.
8. Weitbrecht V., Lehmann D., Richter A. Flow distribution in solar collectors with laminar flow conditions. Solar Energy. Vol. 73. Issue 6. 2002. Pp. 433–441.
9. Смирнов С.И., Константиновский Ю.А., Торшин А.С. Влияние неравномерности распределения потока жидкости в системах солнечных коллекторов на выработку тепла // Гелиотехника, 1981. №1. С. 24–28.
10. Dunkle R.V., Davey E.T. Flow distribution in absorber banks. Proc. of the International Solar Energy Society Conference. Melbourne, Australia. 1970.
11. Рашидов Ю.К., Вохидов А.У. Повышение равномерности распределения потока жидкости по подъёмным трубам лучепоглощающей теплообменной панели солнечного водонагревательного коллектора листотрубного типа в условиях принудительной циркуляции // Гелиотехника, 2016. №4. С. 8–14.
12. Рашидов Ю.К., Орзиматов Ж.Т., Рашидов К.Ю., Файзиев З.Ф. Метод гидравлического расчёта теплообменной панели солнечного водонагревательного коллектора листотрубного типа с заданной неравномерностью распределения потока жидкости в условиях принудительной циркуляции / Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2019 (ЭПЭБ-2019): Мат. Межд. науч.-практ. конф. (Севастополь, 23–26.09.2019). — Севастополь: Минобр-науки России; ИЯЭП СевГУ, 2019. С. 1391–1395.

References — see page 78.



## Сезонное предложение на оборудование Testo

Комплекты для измерения скорости потока, анализа работы систем вентиляции и кондиционирования, оценки качества воздуха в помещении по специальной цене

- **Комплект testo 440** с обогреваемой струной
- **Комплект testo 440** с крыльчаткой 16 мм
- **Комплект смарт-зондов** для систем вентиляции (в составе testo 605i, testo 805i, testo 405i, testo 410i)

Предложение действует с 17 мая по 31 октября 2021 года

## Металлические воздуховоды и их параметры для составления спецификации проекта

При заполнении спецификации на металлические воздуховоды требуется указать класс плотности, толщину металла и ГОСТы на используемые материалы. Выбор этих параметров должен быть обоснован экономически и соответствовать требованиям нормативной документации. В данной статье приведён краткий обзор основных нормативных документов, регламентирующих выбор параметров металлических воздуховодов.

**Автор:** В.А. ВОЛКОВ, к.т.н.,  
консультант по системам вентиляции  
и кондиционирования воздуха

Основные требования к металлическим воздуховодам устанавливаются в СП 60.13330.2020, где в Приложении К указаны допустимые сечения и толщина для воздуховодов из металла, а в Приложении М приведены классы герметичности воздуховодов и требования по применению этих классов. Дополнительно требования к воздуховодам с нормируемым пределом огнестойкости устанавливаются в СП 7.13130 п. 6.13: «толщину листового стали для воздуховодов следует принимать расчётную, но не менее 0,8 мм».

Из этих требований следует, что для воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости вполне может быть применена оцинкованная сталь толщиной 0,8 мм и более. Но если эти воздуховоды используются в системе дымоудаления, где температура газов может составлять порядка 200–500°C, использовать воздуховоды из оцинкованной стали и из холоднокатаной нельзя, так как конструкции из этих сталей производители допускают к применению при температурах перемещаемой среды до 80–100°C. Для более высоких температур предлагаются сварные воздуховоды из горячекатаной углеродистой стали, которые выдерживают температуры до 400°C. А для температур до 500°C можно использовать тонколистовой, коррозионностойкий, жаростойкий и жаропрочный прокат.

Информацию о том, из какой стали могут быть изготовлены воздуховоды, можно найти в пособии к СНиП 3.05.01–85. По своему статусу «Пособие по производству и приёмке работ при устройстве систем вентиляции и кондиционирования воздуха (к СНиП 3.05.01–85)» является нормативно-техническим документом. Такой документ устанавливает обязательные технические требования. Сам СНиП 3.05.01–85 «Внутренние санитарно-тех-

**В системах дымоудаления температура газов может составлять 200–500°C, поэтому использовать в них воздуховоды из оцинкованной стали и из холоднокатаной нельзя**

нические системы» является недействующим и заменён другим: СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий».

В части изготовления воздуховодов пособие ссылается на технические условия ТУ 36-736–78 «Воздуховоды металлические». Существует более новая версия — ТУ 36-736–93 «Воздуховоды вентиляционные металлические», которую используют производители воздуховодов, но эти технические условия выпущены коммерческим предприятием и не содержатся в доступных широкому кругу проектировщиков нормативных базах. Также су-



ществует обширный список различных отраслевых и производственных ТУ на воздуховоды, которые также могут быть использованы при проектировании.

В пособии к СНиП 3.05.01–85 приводятся указания по ГОСТам на сталь для изготовления воздуховодов. Рассмотрим их более подробно.



### По пункту 5.7

Для изготовления воздуховодов должна применяться горячекатаная листовая сталь по ГОСТ 19903–74\* и ГОСТ 16523–70\*, холоднокатаная листовая и рулонная сталь по ГОСТ 19904–74\* и ГОСТ 16523–70\*, сталь кровельная листовая по ГОСТ 19904–74\*.

### По пункту 5.8

«Для воздуховодов, изготавливаемых из стали толщиной свыше 1 мм, должна применяться сталь [только горячекатаная — прим. автора] со следующими характеристиками:

- нормальная точность прокатки — Б по ГОСТ 19903–74\* (действующий ГОСТ 19903–2015);
- нормальная плоскостность (ПН) по ГОСТ 19903–74\* (действующий ГОСТ 19903–2015);
- категория стали — вторая по ГОСТ 16523–70\* (действующий ГОСТ 16523–97);
- качество отделки поверхности — IV группа по ГОСТ 16523–70\* (действующий ГОСТ 16523–97);
- марка стали — Б Ст3КП, Б Ст3ПС, Б Ст3СП по ГОСТ 16523–70\* (действующий ГОСТ 16523–97).

Для воздуховодов, изготавливаемых из стали толщиной до 1 мм, должна применяться сталь [холоднокатаная — прим. авт.] со следующими характеристиками:

- нормальная точность прокатки — Б по ГОСТ 19904–74\* (действующий ГОСТ 19904–90);
- нормальная плоскостность (ПН) или улучшенная плоскостность (ПУ) по ГОСТ 19904–74\* (действующий ГОСТ 19904–90);
- обрезная кромка — 0 по ГОСТ 19904–74\* (действующий ГОСТ 19904–90);
- категория стали — вторая по ГОСТ 16523–70\* (действующий ГОСТ 16523–97);
- качество отделки поверхности — III группы по ГОСТ 16523–70\* (действующий ГОСТ 16523–97);
- марка стали — Б Ст3КП по ГОСТ 16523–70\* (действующий ГОСТ 16523–97).

В проектной спецификации воздуховодов ГОСТ 19903–2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент» и ГОСТ 19904–90 «Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент» определяют точность обработки стали.

В свою очередь, ГОСТ 16523–97 «Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения» определяет категорию стали, качество отделки стали, марки стали.

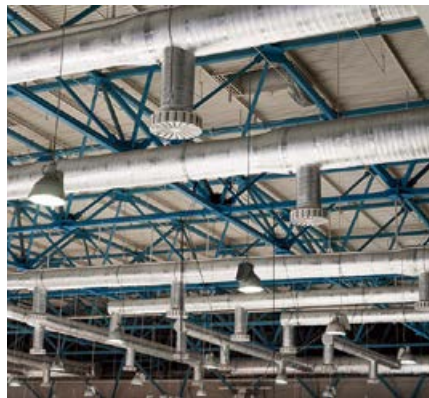
Примечание: знаком «\*» отмечены устаревшие стандарты, которые в настоящее время заменены новыми действующими редакциями.



### По пункту 5.10

«Для фальцевых воздуховодов могут применяться кроме указанных в п. 5.8. — лента стальная холоднокатаная из низкоуглеродистой стали, мягкая нормальной точности, второй группы, обрезная, марки Ст08КП по ГОСТ 503–81, сталь углеродистая, оцинкованная с непрерывных линий группы Б, класса 2 по ГОСТ 14918–80».

### Воздуховоды систем дымоудаления, как правило, рекомендуется выполнять сварными из горячекатаной стали по ГОСТ 19903–2015 и ГОСТ 16523–97



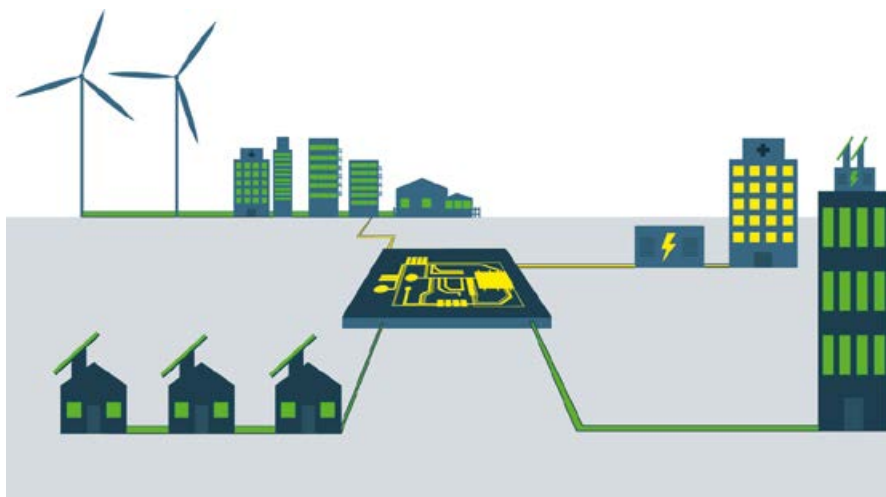
### Заключение

Воздуховоды систем общеобменной вентиляции промышленных зданий и сооружений, как правило, выполняют из холоднокатаной стали по ГОСТ 19904–90 и 16523–97 при толщине до 1 мм. При этом требования к толщине стали принимают по СП 60.13330, а для воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости толщина стали должна быть не менее 0,8 мм с учётом СП 7.13130. Для обеспечения требуемого предела огнестойкости воздуховоды покрываются различными огнезащитными покрытиями.

Воздуховоды систем дымоудаления, как правило, рекомендуется выполнять сварными из горячекатаной стали по ГОСТ 19903–2015 и 16523–97. При этом, хотя сама сталь может быть толщиной от 1 мм, из соображений условий выполнения сварочных работ толщину таких воздуховодов принимают от 1,5 до 2 мм.

Воздуховоды из оцинкованной стали по ГОСТ 14918–80 наиболее часто применяются в системах общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха для гражданских зданий и сооружений. В большинстве случаев толщина оцинкованного покрытия стали не регламентируется, но, например, для чистых помещений ГОСТ Р 56638–2015 «Чистые помещения. Вентиляция и кондиционирование воздуха» устанавливает толщину цинкового покрытия не менее 40 мкм.

В системах приточной вентиляции чистых помещений (после фильтров сверхтонкой очистки НЕРА), и в системах вытяжной вентиляции производственных объектов с выделением химически-активных веществ применяются сварные воздуховоды из листовой нержавеющей стали ГОСТ 5582–75, обычно марок AISI 304 (08X18N10) и AISI 316L (03X17N14M3), и листового алюминия. Рекомендации по их использованию можно найти в отраслевых СП и ГОСТ. ●



# Обзор существующих решений по интеллектуализации энергосистем с ВИЭ в мире и анализ их применения в России

Рецензия эксперта на статью получена 15.09.2021 [The expert review of the article received on September 15, 2021].

## Вступление

Микросеть — это небольшая по своему масштабу энергосистема с разнообразной конфигурацией выработки и распределения электроэнергии (в некоторых случаях используется и тепловая энергия). Такая система состоит из комбинации генераторов, нагрузок, систем преобразования энергии, систем мониторинга и автоматизации (АСУ ТП). Микросеть может быть рассмотрена в двух вариациях, а именно сетевой и островной. Данная классификация применяется по всему миру, и к каждой из вариаций требуется свой собственный подход. Научный и практический интерес к созданию микросетей наблюдается с конца 1990-х годов (в России с конца 2000-х). Это произошло из-за бурного развития возобновляемой энергетики, как в РФ, так и за границей.

Кроме того, на рынке появились эффективные и стабильные решения для смягчения колебаний мощности и частоты в сети и для усиления устойчивости сети. Гибкость интеграции ресурсов, экономическая эффективность и общая ценовая доступность являются причинами повышенного внимания к микросетям.

В данном исследовании авторы уделяют основное внимание обзору существующих решений по микросетям в энергетике по всему миру. В основном рассматриваются такие аспекты, как проектирование, внедрение, пусконаладочные работы (ПНР), тестирование и эксплуата-

ция, техническое обслуживание. Помимо вышеперечисленного, в последнее время микросети обсуждаются с точки зрения схем и конфигураций источников, проникновения ресурсов (в случаях применения генерации на основе ископаемых видов топлива), политики и стандартов, государственной поддержки и экономического анализа. Однако в данной статье будут рассмотрены в основном технические аспекты внедрения таких систем [1].

## «Дорожная карта» развития микросетей будущего

Гибкость и устойчивого работы микросети может быть использована для жизнеспособного планирования и проектирования. Таким образом, будут достигаться доступность по цене, безопасность, повышенная эффективность использования и экономическая эффективность, а также снижение воздействия на окружающую среду. Для инженеров-проектировщиков гораздо более важна техническая эффективность при эксплуатации системы. Но любая технологическая эффективность обязательно должна подкрепляться достаточными экономическими показателями и быть рентабельна. Это подразумевает, что все люди, вовлечённые в проект (политики, проектировщики, эксплуатирующий персонал), должны чётко представлять проектные решения и их экономический эффект, чтобы связать расширение системы и её автоматизацию.

УДК 620.92. Научная специальность: 05.14.08.

### Обзор существующих решений по интеллектуализации энергосистем с ВИЭ в мире и анализ их применения в России

**Ф. В. Молотов**, аспирант; **А. Г. Васков**, к.т.н., доцент; **Т. А. Шестопалова**, к.т.н., заведующая кафедрой «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии», Московский энергетический институт (НИУ «МЭИ»)

*В статье рассматриваются новые возможности и подходы к использованию и проектированию микросетей на основе ВИЭ. Дана оценка эффективности и экономической выгоды использования новейших подходов к реализации генераторного и управляющего оборудования, входящего в микросеть. Рассматриваются основные методы ведения проекта внедрения микросетей в локальную и изолированную энергосети.*

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, микросеть, «умная» сеть, ветряная электростанция (ВЭС), солнечная электростанция (СЭС).

UDC 620.92. Scientific specialty number: 05.14.08.

### Review of existing solutions for the intellectualization of renewable energy sources in the world and analysis of their application in Russia

**Ph. V. Molotov**, postgraduate student; **A. G. Vaskov**, PhD, Associate Professor; **T. A. Shestopalova**, PhD, Head of the Department of "Hydropower and Renewable Energy Sources", Moscow Power Engineering Institute (MPEI)

*The article discusses new opportunities and approaches to the use and design of micro-networks based on RES. The efficiency and economic benefits of using the latest approaches to the implementation of generator and control equipment included in the microgrid are evaluated. The main methods of project implementation of microgrids in local and isolated power grids are considered.*

**Key words:** renewable energy sources (RES), microgrid, smart grid, wind power plant (WPP), solar power plant (SPP).



Всё это требует высокой заинтересованности и глубокой вовлечённости сторон. Выравнивание технической и технологической эффективности за счёт инноваций в технологиях с приемлемым уровнем модернизации с высокой отказоустойчивостью и стабильной работой системы неизбежно. Это же касается выбросов в окружающую среду и утилизации оборудования. Отдельное внимание нужно обратить на наличие и доступность ресурсов, а также на возможные ограничения их использования, при использовании, например, дизельных генераторов учитывается стоимость завоза топлива.

В отличие от иных генераторов, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) не требуют постоянного завоза топлива (если речь идёт про солнечную и ветровую энергетику). В таком случае рассматривается только лишь завоз запчастей и комплектующих системы. Но на текущий момент технический потенциал установок ВИЭ сильно зависит от местности и в некоторых случаях невозможен для применения. Таким образом, развитие и применение ВИЭ в микросетях поднимает широкий спектр проблем [1].

Политика и управление финансами в этих процессах занимают далеко не последнюю роль. Для поддержки микросетей с ВИЭ государства Европы, Россия и некоторые другие страны принимают различные стимулирующие политики. Властями принимаются законы, по которым даётся приоритет выработки электроэнергии на ВИЭ, устанавливаются «зелёные» тарифы. В целом, в отдельных регионах России и некоторых странах Европы генерация электроэнергии на возобновляемых источниках носит чисто дотационный характер.

В связи с особенностями генерации и потребления электроэнергии в микросетях, в которых большую роль играют график потребления, характер потребления и быстрого изменения нагрузки, согласование на уровнях техники и политики может быть осложнённым. В разработке концеп-

**Гибкость и устойчивость работы микросети может быть использована для жизнеспособного планирования и проектирования. Таким образом, будут достигаться доступность по цене, безопасность, повышенная эффективность использования и экономическая эффективность, а также снижение воздействия на окружающую среду**



ции (политики) микросети имеется два подхода: нисходящий и восходящий.

Восходящий подход в основном имеет дело с индивидуальным потребительским спросом, ожиданиями, адаптацией сети, гибкостью, контролем и т.д. Обычно отдельные клиенты стремятся гарантировать свой контроль и участие на оптовых рынках на индивидуальной основе или через розничных торговцев коммунальными услугами, особенно отдельные поколения, привязанные к сетям. В то же время интерес к контролю оптовых рынков может варьироваться от общества к обществу из-за культуры, экономики, правил, политики, осведомлённости и, что более важно, местного участия [1]. Другое дело, что в микросетях в основном потребителями являются частные лица, реже предприятия или же коммунальные службы, что особенно важно в тех случаях, когда микросеть является изолированной. Здесь, поскольку нет выдачи электроэнергии в объединённую энергетическую систему, как такового оптового рынка электроэнергии нет, поэтому используются другие механизмы расчёта между генерацией и потреблением.

Нисходящий подход фокусируется на национальном и региональном уровнях, которые решают глобальные задачи и задачи в рамках мер по охране окружающей среды, экономики и мира. Согласование этих двух основных факторов может обеспечить приемлемую политику устойчивого развития микросетях. Можно сделать вывод от том, что нисходящий подход идёт от государства, а восходящий — от технической составляющей. Точка пересечения этих подходов и является точкой с оптимальными параметрами микросети.

## План проектирования и реализации микросети

В европейской практике создания микросетей была выработана специальная методика по оценке условий реализации и их дальнейшему проектированию, а также и воплощению в жизнь проектов. Она состоит из нескольких этапов.

### 1. Этап технико-экономической оценки

Этот этап выступает в качестве подготовительного для остальных этапов, в то же время он носит важную роль формирования концептуализации проекта и принимаемых решений в следующих этапах.

Основные факторы являются по сути исходными данными по местности и состоянию энергосистемы: существующая генерация; текущая система управления энергией; доступная целостность и расширяемость; структура сети по генерации; профиль нагрузки и скорость изменения; отказоустойчивость.

## Технически расширение микросети за счёт адаптации новых технологий и распределённой генерации с разнонаправленными потоками может столкнуться с планировщиками и операторами в надёжной работе в режиме реального времени

ведение анализа прогноза достаточной нагрузки через потенциальный спрос с учётом неопределённости и изменения климата, темпов роста и моделью потребления электроэнергии является необходимостью.

### 3. Этап модернизации и интеграции

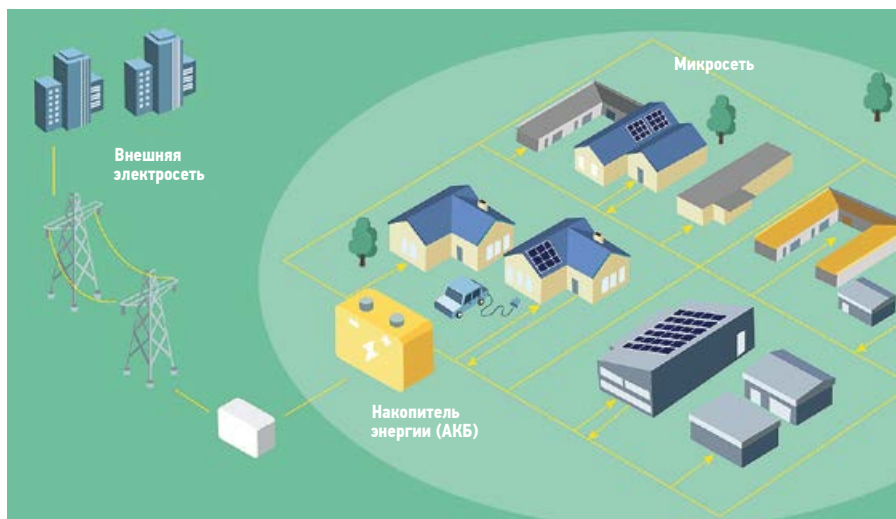
На данном этапе проводится предварительное исследование существующей инфраструктуры на предмет существующей инфраструктуры для оценки имеющихся вариантов расширения. Энергоэффек-

тивность и надёжность имеют дело с критическим состоянием системы (пиковой нагрузкой, разнообразием спроса и генерации).

### 4. Этап проектирования и моделирования

Моделирование на основе проектирования возможных проблем (стихийных бедствий, непредвиденных аварий, физических или кибератак, проблем информационной безопасности) является важным измерением, которое в некоторых случаях учитывается при проектировании и внедрении микросетей. В микросетях могут проводиться моделирования следующих негативных факторов:

- поток нагрузки (разнонаправленный со смешанной генерацией);
- анализ адаптивности и совместимости элементов микросети;
- анализ стабильности мощности и напряжения (в существующих линейных и нелинейных источниках);
- анализ короткого замыкания в различных точках системы;
- возможность проведения контроля параметров (напряжение и частота в зависимости от спроса/генерации);
- возможность развития автоматизации — автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) верхнего уровня и применение системы сбора и передачи технологической информации (ССПТИ);
- соответствие основным принципам устойчивого развития;
- характеристика ресурса генерации;
- предложение механизма экономической эффективности (отключение электрической энергии).



### 2. Этап планирования

Технически расширение системы за счёт адаптации новых технологий и распределённой генерации с разнонаправленными потоками может столкнуться с планировщиками и операторами в надёжной работе в режиме реального времени. Одним из важнейших этапов принятия решений на этапе планирования является определение размера микросети с учётом параметров инвестиций и потребления конечным пользователем [1]. Завышенная или заниженная величина системы может привести к плохой работе, неудовлетворённости клиентов, неоправданно дорогим отправка топлива и комплектующих. Также это может повысить стоимость системы не только в следствие эксплуатационных расходов, но и на этапе капиталовложения при строительстве. По вышеперечисленным причинам про-





## 5. Инновации и стадия реализации

Постепенная эволюция микросети и добавление новых функций в течение длительного времени с учётом технико-экономической эффективности и надёжности могут иметь ряд нюансов. Экономическая эффективность состоит из двух этапов: микросетевая структура (эксплуатация и генерация), распределение и сбыт (включая управление энергией, сброс нагрузки и т.д.).

По данным американской Национальной лаборатории ВИЭ (NREL), увеличение экономической ценности повышает экономическую эффективность и снижает стоимость жизненного цикла. Оптимизация работы подобной системы — важное решение во время и после модернизации микросети. Оно может применяться с точки зрения производства и потребления энергии, безопасности, эффективности и общей устойчивости, в том числе быть кибербезопасной [1].

## 6. Эксплуатация и техническое обслуживание

Анализ стоимости жизненного цикла системы включает следующие сегменты: начальный, эксплуатационный, ремонтный, запасной, простой, потери, техническое обслуживание (корректирующее, профилактическое и прогнозирующее) и затраты на утилизацию. Правильное и своевременное техническое обслуживание обеспечивает длительный срок службы всей системы. Кроме того, оно определённо улучшает энергоэффективные характеристики системы, снижает риск различных уровней повреждений, требующих ремонта или замены в будущем.

### Концепция работы микросети

Для возможности разграничения управления сегментами микросети во многих странах мира используется иерархическая схема. По данным Министерства энергетики США (DoE), алгоритмы управления микросетью размещаются в разных слоях с необходимым обменом информацией между ними, но с различными реакциями. Обычно рассматривается трёхуровневая иерархия, включающая первичный, вторичный и третичный уровни управления [2].

Первичное (нижний уровень) управление осуществляется в локальных контроллерах, включая внутренние контуры управления напряжением и силой тока и контуры управления распределением мощности. Это обеспечивает стабильную работу и правильное распределение управления между ними.



Кроме того, для повышения качества питания системы и достижения точного распределения мощности могут быть разработаны вторичные подходы управления (средний уровень), которые действуют поверх первичных контуров управления путём отправки регулировочных и компенсационных ссылок.

**Микросети являются высокоинтеллектуальными системами, к которым требуется очень внимательный и проработанный подход, и тогда такие системы призваны оптимально использовать энергетические ресурсы, в том числе и возобновляемые. Микросеть может быть полностью автоматизирована**

На третичном уровне (верхний уровень) могут быть применены функции оптимизации и принятия решений, которые дают оптимальные уставки контроллерам более низкого уровня, обеспечивая интеллектуальную и более эффективную работу всей системы. Кроме того, синхронизация и переподключение с внешними сетями основаны на сотрудничестве между вторичным и третичным уровнями. Центр диспетчеризации электроэнергии использует данные ВЭС, СЭС и прогноза нагрузки, представленные каждой системой, для формирования плана диспетчеризации [3].

Благодаря достижениям в области информационно-коммуникационных технологий реализация вышеупомянутых уровней управления может воплощаться в жизнь с помощью централизованного управления.

## Выводы

Проведя крупный анализ и собрав основные решения и подходы к проектированию микросетей по всему миру, можно сделать выводы о том, что проблемой оптимальной работы таких систем активно занимаются. Микросети являются высокоинтеллектуальными системами, к которым требуется очень внимательный и проработанный подход, и тогда такие системы призваны оптимально использовать энергетические ресурсы, в том числе и возобновляемые. Микросеть при соответствующем подходе может быть полностью автоматизирована или же объединена с другими микросетями, образуя энергетический кластер.

Для полноценного анализа энергоэффективности и экономичности подхода к построению микросетей, описанного в статье, требуется реализация на основе физико-математической модели с применением минимум двух уровней управления процессами. Для полноценной интеллектуализации необходимо учитывать много факторов и предусмотреть защитные и противоаварийные алгоритмы. ●

1. Danish M.S.S., Matayoshi H., Howlader H.R., Chakraborty S., Mandal P., Senju T. Microgrid planning and design: resilience to sustainability. 2019 IEEE PES GTD Grand International Conference and Exposition Asia (GTD Asia 2019). Bangkok, Thailand. 2019. Pp. 253–258.
2. Meng L., Savaghebi M., Andrade F., Vasquez Ju.C., Guerrero Jo.M., Graells M. Microgrid central controller development and hierarchical control implementation in the intelligent microgrid lab of Aalborg University. 2015 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC 2015). Charlotte, NC (US). 2015. Pp. 2585–2592.
3. He L., Wei Zh., Yan Hai, Xv Kang-Yi, Zhao Meng-yu, Cheng Sh. A day-ahead scheduling optimization model of multi-microgrid considering interactive power control. 2019 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG 2019). Yichang, China. 2019. Pp. 666–669.

[References — see page 78.](#)



# Экономика новых энергетических технологий и риски использования ВИЭ\*

Рецензия эксперта на статью получена 15.09.2021 [The expert review of the article received on September 15, 2021].

\* Исследование выполнено в рамках госзаданий (рег. номера № 075-00460-21-00 и № 121051400082-4).

## Введение

На фоне обострившихся в последнее время глобальных кризисных процессов, связанных с рецессией мировой экономики на фоне пандемии, всё более очевидной становится неизбежность качественной перестройки энергетики, которая трансформируется из отраслевой структуры в социально ориентированную энергоинформационную систему обеспечения жизнедеятельности нового общества [1]. Целевое видение новой энергетики требует комплексной научной проработки будущего с последующим формированием новой энергетической стратегии России и «дорожной карты» перехода к новой энергетической цивилизации [2]. Новая энергетика будет строиться на комплексной проработке перспективных направлений развития в сфере экономики энерготехнологий и оценке энергорисков [3].

В настоящее время в РФ потребности в электрической и тепловой энергии обеспечиваются в основном за счёт трёх ис-

точников генерации: тепловые электростанции (ТЭС) и установки, работающие на ископаемом топливе, гидро- (ГЭС) и атомные электростанции (АЭС).

Традиционная тепловая энергетика, доля которой в общем энергобалансе РФ самая большая (около 70%), является одновременно и самым значительным техногенным источником вредных выбросов в атмосферу, почву, водные источники, выбросов парниковых газов, основным из которых является углекислый газ. Наибольшие запасы органического топлива и за рубежом, и в России — это каменный и бурый уголь. Но именно угольные тепловые электростанции характеризуются наибольшими вредными выбросами. КПД большей части существующих крупных паротурбинных ТЭС составляет 38–40%, у новых ТЭС с применением парогазовых технологий КПД достигает 55–60%, то есть 40–60% энергии сжигаемого на ТЭС топлива выбрасывается в окружающую среду.

УДК 620.9. Научная специальность: 05.14.08.

## Экономика новых энергетических технологий и риски использования ВИЭ

**Л. В. Нефедова**, к.г.н., с.н.с., географический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (МГУ, г. Москва); **Д. А. Соловьёв**, к.ф.-м.н., с.н.с., Объединённый институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН, г. Москва); **В. М. Зайченко**, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией, ОИВТ РАН (г. Москва); **А. А. Чернявский**, к.т.н., главный специалист по экономике и возобновляемым источникам энергии, ОАО «Ростовтеплэлектропроект» (филиал ОАО «ЭНЕС», г. Ростов-на-Дону)

В работе представлено целевое видение новой энергетики России на основе анализа перспективных направлений её развития в сфере экономики энерготехнологий и оценки энергетических рисков использования ВИЭ. Приведены финансово-коммерческие показатели для строящихся или реконструируемых электростанций различных типов, показывающие, что появившаяся экономическая основа для повсеместного использования ВИЭ позволяет строить новую энергетику с меньшими удельными инвестициями в 1 кВт установленной мощности и с получением более дешёвой электрической энергии. Для оценки перспектив полноценного включения объектов на ВИЭ в энергокомплекс нашей страны и расширения их использования выполнено исследование различных видов рисков, возникающих в возобновляемой энергетике, и методов управления ими. На примере анализа данных производства электроэнергии на введённых в строй в Республике Алтай солнечных электростанциях показана эффективность разработанной методики для оценки природно-ресурсных рисков в возобновляемой энергетике.

**Ключевые слова:** энергетика России, возобновляемые источники энергии, окружающая среда, энергетика будущего, риск-менеджмент.

UDC 620.9. Scientific specialty number: 05.14.08.

## Economics of new energy technologies and risks of RES use

**L. V. Nefedova**, PhD of Geographic Sciences, senior researcher, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; **D. A. Solovjov**, PhD of Physico-Mathematical Sciences, senior researcher, Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (JIHT RAS, Moscow city); **V. M. Zaichenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory, JIHT RAS; **A. A. Chernyavsky**, PhD, Chief Specialist in Economics and Renewable Energy Sources, "Rostovtepleoelektroproekt", JSC (branch of "ENEX", JSC, Rostov-on-Don city)

The paper presents a target vision of the new energy sector in Russia, based on an analysis of promising directions of its development in the field of energy technology economics and an assessment of energy risks. Financial and commercial indicators are given for various types of power plants under construction or reconstructed. It provides an economic basis for the widespread use of renewable energy sources. It allows the development of new energy with a lower specific investment per 1 kW of installed capacity and with the receipt of cheaper electricity. To assess the prospects for the full inclusion of renewable energy facilities in the energy complex of our country and the expansion of their use, studies of various types of risks arising in renewable energy and methods of managing them have been carried out. Using the example of the analysis of data on electricity production at the solar power plants put into operation in the Altai Republic, the effectiveness of the methodology used for assessing natural resource risks in renewable energy is shown.

**Key words:** energy of Russia, renewable energy sources, environment, the power of the future, risks management.

Авторы выражают благодарность и глубокую признательность за советы и ценные замечания при работе над данной статьёй профессору Александру Алексеевичу Соловьёву (1943–2020), члену Комитета ВИЭ РосСНИО, заведующему Лабораторией ВИЭ географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

[К СОДЕРЖАНИЮ](#)

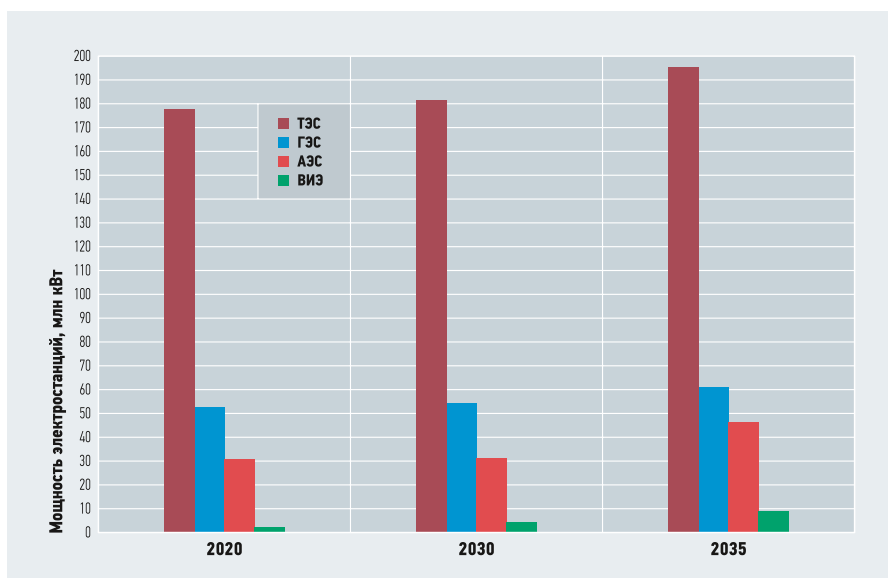


Рис. 1. Планируемая установленная мощность [4]

По данным «Энергетической стратегии РФ до 2035 года» [4], к концу рассматриваемого периода объём ТЭС в энергобалансе России планируется на уровне 67,6%, то есть практически таким же, что и в настоящее время (рис. 1). При этом валовый объём вредных выбросов от ТЭС прогнозируется на уровне 2,6 млн т/год, а парниковых газов — 580 млн т/год.

Содержащиеся в выбросах ТЭС оксиды серы и азота приводят к появлению кислотных дождей, оказывают пагубное влияние на здоровье человека и животных, а также на растения. Серьёзные проблемы связаны и с золой и шлаками ТЭС. Сброс подогретых вод из систем охлаждения ТЭС в поверхностные водные источники обуславливает их тепловое загрязнение, ведущее к снижению насыщения воды кислородом.

Сооружение крупных ГЭС, доля которых в общем энергобалансе страны составляет около 20%, также сопряжено с отрицательным воздействием на окружающую среду. Водоохранилища, необходимые для регулирования производительности ГЭС, занимают значительные территории, изымаемые из сельскохозяйственного оборота. Со строительством водохранилищ связано нарушение гидрогеологического режима рек, изменение свойств экосистем и видового состава гидробионтов. Крупные ГЭС не относят к объектам, функционирующим на базе ВИЭ. К таким объектам, согласно существующей классификации, относят малые ГЭС мощностью до 25 МВт и микро-ГЭС.

Атомные электростанции вызывают наибольшие экологические проблемы и протесты населения, как в России, так и за рубежом. Особенно после крупных аварий на АЭС Three Mile Island в США в 1976 году, на Чернобыльской АЭС в СССР в 1986-м и на АЭС «Фукусима-1» в Японии в 2011-м. Если количество ядер-

ных реакторов в мире будет увеличиваться, частота радиационных аварий будет возрастать. Необходимо принимать во внимание и большие тепловые выбросы АЭС, поскольку КПД ядерных реакторов меньше, чем парогенераторов ТЭС. Строительство АЭС обходится в 2,0–2,5 раза дороже угольных паротурбинных ТЭС и в 3,0–3,5 раза дороже современных ТЭС с парогазовыми технологиями.

### Получение энергии на базе ВИЭ утвердилось в мире не только в качестве самого быстрорастущего и быстроокупаемого, но и в качестве основного сектора энергетики. В 2020 году, по данным REN21, суммарная установленная мощность объектов возобновляемой энергетики в мире составила 1668 ГВт

В докладе Международного энергетического агентства (IEA) «Обновлённая оценка капитальных затрат станций, производящих электроэнергию» [5] ещё в 2010 году удельные инвестиции в новые атомные электростанции были оценены в размере 5339 \$/кВт. Необходимость учёта в расчётах себестоимости энергии АЭС затрат на вывод станций из эксплуатации, которые сопоставимы с затратами на их строительство, приводит к тому, что фактическая себестоимость производства электроэнергии на АЭС оказывается выше, чем на ТЭС, ГЭС и электростанциях на базе ВИЭ.

Многие страны отказываются ныне от использования АЭС. Италия ещё в 1987–1990 годах, после Чернобыльской аварии, закрыла все имеющиеся АЭС и полностью отказалась от ядерной энергетики [6]. В 2010 году Швеция ликвидировала свой

последний ядерный реактор. Бельгия, Германия, Испания, Нидерланды, Тайвань и Швейцария проводят мероприятия по планомерному закрытию АЭС. Литва и Казахстан временно прекратили использование ядерной энергетики. Австрия, Куба, Ливия, КНДР, Польша после аварии на АЭС «Фукусима-1» не стали завершать начатое строительство своих первых АЭС. Также отказались от программ развития атомной энергетики Австралия, Азербайджан, Греция, Грузия, Дания, Ирландия, Латвия, Норвегия, Португалия и ряд других стран [7]. Доля ядерной энергетики в мировом производстве электроэнергии снизилась с 17,6% в 1996 году до 10,1% в 2019-м. Агентство Bloomberg New Energy Finance прогнозирует общее падение доли АЭС в мире до 4% к 2040 году.

В то же время сегодня отмечается значительный рост энергетических мощностей с использованием ВИЭ, что в последние пять-семь лет связано с резким падением цен на используемое на этих станциях оборудование и материалы. Особенно разительно падение цен на кремниевые фотоэлементы, являющиеся основой большинства сооружаемых современных солнечных электростанций (СЭС). Высокие цены на фотоэлектрические модули (ФЭМ) вплоть до 2010–2012 годов сдерживали использование СЭС. В настоящее время при стоимости ФЭМ около 400–600 \$/кВт они являются самыми дешёвыми источниками генерации электрической энергии. И, по мнению многих экспертов, уже сейчас становится экономически невыгодным строительство АЭС и ТЭС, по крайней мере, в странах Евросоюза, Китае, Индии, а также в южных регионах России [8].

В последние годы получение энергии на базе ВИЭ утвердилось в мире не только в качестве самого быстрорастущего и быстроокупаемого, но и в качестве основного сектора энергетики.

В 2020 году, по данным REN21, суммарная установленная мощность объектов возобновляемой энергетики в мире составила 1668 ГВт. В 2019-м в мире было введено в эксплуатацию более 139 ГВт новых солнечных и 93 ГВт ветровых мощностей — больше, чем объектов традиционной энергетики [9]. Цены на электрическую энергию составляют порядка 0,03 \$/кВт·ч даже на установках ВИЭ, создаваемых без господдержки. Так, в Саудовской Аравии цена электроэнергии ВЭС составила 0,0234 \$/кВт·ч, на мексиканских СЭС зафиксирована цена 0,0197 \$/кВт·ч.

Таким образом, сегодня установки, использующие ВИЭ, уверенно выходят на самоокупаемость.

### Экономика перспективных энергетических технологий

Появившаяся экономическая основа для повсеместного использования ВИЭ позволяет строить новую энергетику с меньшими удельными инвестициями в 1 кВт установленной мощности и с получением более дешёвой электрической энергии. В табл. 1 приведены результаты сравнительных расчётов основных параметров традиционных и нетрадиционных электрических станций для условий России. Сравнение выполнено для: АЭС; ТЭС, работающей на угле; ТЭС на природном газе; ГЭС; а также сетевых ВЭС и СЭС без аккумуляирования.

За основу для сравнения принята условная АЭС установленной мощностью 1 ГВт, работающая в базовом режиме при

среднем коэффициенте использования установленной мощности (КИУМ) 70%. Это соответствует годовому времени использования установленной мощности 6132 ч. Все остальные генерирующие мощности имеют среднестатистические КИУМ меньше, чем АЭС (табл. 1).

Расчётный отпуск электроэнергии условной АЭС составляет 5825,4 ТВт·ч/год. Для адекватного сравнения принимается такой же расчётный отпуск электроэнергии и для всех остальных сравниваемых типов электростанций. Чтобы выполнить это условие, при значительной разнице в КИУМ для разных технологий генерации оказалось необходимым принять следующие значения установленных электрических мощностей: для ТЭС на угле — 1097,2 МВт; для ТЭС на при-

родном газе — 1647,1 МВт; для ГЭС — 1758,8 МВт; для ВЭС — 2 ГВт; для СЭС — 2,8 ГВт. Однако, хотя требуемые мощности ВЭС и СЭС значительно больше, чем для всех прочих электростанций, при сложившейся рыночной конъюнктуре сооружение ВЭС и СЭС требует, тем не менее, самых малых инвестиций.

В табл. 1 приведены полные сроки окупаемости инвестиций при условии, что тариф на отпуск электроэнергии на оптовый рынок энергии и мощности принимается равным 70 \$/МВт·ч с минимальным превышением наибольшей себестоимости из ряда рассматриваемых генерирующих источников. При этом важно, что и себестоимость отпускаемой электроэнергии на ВЭС и СЭС также имеет самые низкие значения.

•• Сравнительная оценка основных показателей электростанций

табл. 1

Параметр	АЭС		ТЭС		ВИЭ	
			на угле	на газе	ГЭС	ВЭС
Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), %	70,0	63,8	42,5	39,8	35,0	25,0
Приведённая установленная мощность $N$ , МВт	1000,0	1097,2	1647,1	1758,8	2000,0	2800,0
Число часов использования установленной мощности $T$ , ч/год	6132,0	5588,9	3723,0	3486,5	3066,0	2190,0
Выработка электроэнергии $W_{эл} = NT/1000$ , ТВт·ч/год	6132,0	6132,0	6132,0	6132,0	6132,0	6132,0
Затраты на собственные нужды и 5%-е потери электроэнергии $W_3 = 0,05 W_{эл}$ , ТВт·ч/год	306,6	306,6	306,6	306,6	306,6	306,6
Отпуск электроэнергии потребителям $W_{отп} = 0,95 W_{эл}$ , ТВт·ч/год	5825,4	5825,4	5825,4	5825,4	5825,4	5825,4
Период проектирования и строительства $T_{стр}$ , лет	6,0	3,0	3,0	5,0	2,0	1,5
Общая сумма требуемых инвестиций $K = N_{куд}$ , млн \$	5000,0	3291,5	3705,9	5276,4	2800,0	2520,0
Расчётный срок службы электростанции $T_{сл}$ , лет	40	40	40	40	30	30
Затраты на топливо $Z_T$ , млн \$/год	40,5	137,4	147,2	–	–	–
Сумма амортизационных отчислений $A = aK = 0,03K$ , млн \$/год	150,0	98,7	111,2	158,3	112,0	100,8
Общая сумма эксплуатационных издержек $I_э$ , млн \$/год	351,3	344,4	382,5	322,0	199,2	179,4
Себестоимость отпускаемой электроэнергии $CC = 1000 I_э / W_{отп}$ , \$/МВт·ч	60,30	59,12	65,66	55,28	34,20	30,80
Планируемый эквивалентный одноставочный средневзвешенный тариф на отпуск электроэнергии на оптовый рынок энергии и мощности (ОРЭМ) $T_{эл}$ , \$/МВт·ч	70	70	70	70	70	70
Объём реализации электроэнергии $R = T_{эл} M_{отп}$ , млн \$/год	407,778	407,778	407,778	407,778	407,778	407,778
Валовая прибыль $ВП = R - I_э$ , млн \$/год	56,48	63,38	25,28	85,78	208,58	228,35
Чистая прибыль ЧП после уплаты налоговых платежей, млн \$/год	-53,52	-9,03	-56,25	-30,30	117,58	138,33
Дискретный срок окупаемости инвестиций $CO = K / (ЧП + A)$ , лет	51,8	36,7	67,5	41,2	12,2	10,5
Полный срок окупаемости инвестиций $PCO = CO + T_{стр}$ , лет	57,8	39,7	70,5	46,2	14,2	12,0
Чистый доход за расчётный период $NV = ЧП T_{сл}$ , млн \$/год	-2140,9	-361,4	-2250,1	-1212,1	3527,5	4149,9
Чистый дисконтированный доход $NPV$ , млн \$/год	-178,4	-30,1	-187,5	-101,0	391,9	461,1
Индекс доходности $PI = (K + NPV) / K$	0,96	0,99	0,95	0,98	1,14	1,18
Рентабельность инвестиций $P = 100 / PCO$ , %	1,73	2,52	1,42	2,16	7,04	8,31
Планируемый эквивалентный одноставочный средневзвешенный тариф на отпуск электроэнергии с учётом государственных субсидий $T_{эл}'$ , \$/МВт·ч	120	120	120	120	120	120
Объём реализации электроэнергии $R' = T_{эл}' U Y_{отп}$ , млн \$/год	699,048	699,048	699,048	699,048	699,048	699,048
Валовая прибыль $ВП' = R' - I_э$ , млн \$/год	347,75	354,65	316,55	377,05	499,85	519,62
Чистая прибыль после уплаты налоговых платежей $ЧП'$ , млн \$/год	190,20	225,79	188,01	208,77	350,60	371,35
Дискретный срок окупаемости инвестиций $CO' = K / (ЧП' + A)$ , лет	14,7	10,1	12,4	14,4	6,1	5,3
Полный срок окупаемости инвестиций $PCO' = CO' + T_{стр}$ , лет	20,7	13,1	15,4	19,4	8,1	6,8
Чистый доход за расчётный период $NV' = ЧП' T_{сл}$ , млн \$	7607,9	9031,5	7520,6	8351,0	10518,0	11140,4
Чистый дисконтированный доход $NPV'$ , млн \$	634,0	752,6	626,7	695,9	1168,7	1237,8
Индекс доходности $PI' = (K + NPV') / K$	1,13	1,23	1,17	1,13	1,42	1,49
Рентабельность инвестиций $P' = 100 / PCO'$ , %	4,83	7,61	6,50	5,16	12,42	14,63

Источник: данные авторов [7].

При этих условиях только ВЭС и СЭС будут иметь приемлемые сроки окупаемости, не превышающие половину срока службы станции. Все остальные технологии генерации электроэнергии не обеспечивают окупаемость в течение всего срока жизни этих объектов, составляющего, как правило, 40 лет. При этом для всех энергообъектов, кроме ВЭС и СЭС, чистый доход за весь период эксплуатации является отрицательной величиной. При таких значениях экономических критериев интерес к инвестированию капитала в подобные проекты отсутствует.

Приемлемые финансово-коммерческие показатели для строящихся или реконструируемых электростанций на практике обеспечиваются за счёт государственных субсидий. Бюджетное дотирование на предоставляемую энергосистеме мощность осуществляется с использованием так называемых «договоров о предоставлении мощности» (ДПМ).

**Наилучшая и весьма удовлетворительная окупаемость будет при инвестировании средств в строительство ВЭС и СЭС. Эти же виды электростанций обеспечивают и наибольший чистый доход на вложенный капитал, наибольший индекс доходности, наивысшую рентабельность инвестиций**

На практике это означает доплаты из бюджета на производимую мощность для того, чтобы снизить до приемлемых значений тарифы на электроэнергию для потребителей. В табл. 1 представлен пример реализации ДПМ. При этом, чтобы сравнение было корректным, в расчётах были приняты равные условия для всех типов электростанций: во всех случаях принято одно и то же повышенное значение эквивалентного одноставочного тарифа на отпуск электроэнергии, равное 120 \$/МВт·ч. В этих условиях полные сроки окупаемости инвестиций становятся удовлетворительными для всех рассматриваемых вариантов. Наилучшая и весьма удовлетворительная окупаемость будет иметь место при инвестировании средств в строительство ВЭС и СЭС. Эти же виды электростанций обеспечивают и наибольший чистый доход на вложенный капитал, наибольший индекс доходности, наивысшую рентабельность инвестиций.

К настоящему времени многие энергетические компании пришли к выводу, что по экономическим соображениям



уже нет смысла вести строительство АЭС, ТЭС и крупных ГЭС, а предпочтение следует отдавать технологиям на базе ВИЭ. Знаменательно, что компания Siemens уже сокращает производство своих высокоэффективных газовых турбин из-за значительного снижения спроса на них.

**Управление рисками в возобновляемой энергетике России**

Говоря о перспективах полноценного включения объектов на ВИЭ в энергокомплекс нашей страны и расширения их использования, необходимо рассмотреть вопрос о рисках, возникающих в возобновляемой энергетике, и методах управления ими. При анализе основных видов рисков следует различать риски и по этапам работы объектов возобновляемой энергетики: проектирование, строительство и эксплуатация.

На фазе проектирования наибольшую опасность представляют риски, связанные с ошибками в оценке потенциала ресурсов в районе создания объекта, ошибки в выборе участка размещения и выборе оборудования. Особенно большое значение это имеет в ветроэнергетике, где получаемая мощность изменяется пропорционально кубическому значению скорости ветра, а оптимальный выбор оборудования, в зависимости от ветроэнергетических характеристик, определяет значение коэффициента использования установленной мощности и то, какая доля ветроэнергетического потока будет эффективно преобразована в электрическую энергию.

Именно поэтому необходимым условием получения инвестиций на проект, для страхования строительных работ и дальнейшей эксплуатации ВЭС, является проведение длительного мониторинга (не менее года) за ветровым режимом на

различной высоте по жёстко определённой методике, обеспечивающей полный объём статистических данных о ветроэнергетических характеристиках.

Гелиоэнергетика не требует проведения предпроектного мониторинга и позволяет проводить проектирование СЭС на основе международных баз данных, составленных по данным дистанционного зондирования (ДДЗ) нашей планеты и многолетних рядов актинометрических измерений [10].

На современном этапе в России до 2024 году основным действующим механизмом поддержки развития возобновляемой энергетики является заключение (по результатам конкурсных отборов проектов) долгосрочных договоров предоставления мощности при поставках электроэнергии генерирующими объектами на базе ВИЭ на оптовый рынок электрической энергии (ДПМ ВИЭ) и обязательная первоочередная покупка электрической энергии, произведённой квалифицированными генерирующими объектами на основе ВИЭ. Такая система поддержки гарантирует инвесторам возврат вложенных средств в строительство и эксплуатацию объекта, а также получение дохода по договорам ДПМ, действующим в течение 15 лет, в объёме от 12% годовых на инвестированный капитал. В октябре 2020 года Правительством РФ было принято решение о продлении поддержки возобновляемой энергетики до 2035 года с внесением некоторых дополнений (характеристики локализации, экспортные поставки и др.) Поддерживая многолетнюю программу субсидий, государство выступает дополнительным гарантом для инвесторов. Такой механизм поддержки значительно снижает финансовые риски инвестирования в крупные проекты по конкурсному отбору.

Дополнительные риски и расходы возникают в процессе работы энергообъектов на ВИЭ. Анализ опыта зарубежных проектов на ВИЭ показал, что при решении задач риск-менеджмента можно выделить нефинансовые и финансовые механизмы управления рисками [11]. Управление рисками нефинансовыми методами проводится девелопером путём их снижения при проектировании и эксплуатации (высокий профессиональный уровень проектов, технически надёжное оборудование, разработка нормативных документов, обучение персонала для снижения рисков «человеческого фактора», использование качественного сырья в биоэнергетике и т.д.), к финансовым методам относится страхование.



К рискам, принимаемым страховыми компаниями, относятся обычно риски, разработанные для традиционных отраслей промышленности, а именно: технологические риски (выход из строя оборудования), организационные (задержки в поставках), стихийные бедствия, человеческий фактор, а также часть юридических и финансовых рисков [12]. Наиболее распространённым является страхование рисков технологического и организационного характера, возникающих в процессе доставки оборудования и эксплуатации: задержки в поставках, риски поломки при доставке оборудования, риски неисправностей и возгорания турбин при эксплуатации.

С развитием технологий меняется и оборудование. Так, длина лопасти современных ветроэнергоустановок может достигать более 100 м. Транспортировка и монтаж такого оборудования в труднодоступных местах в полях и горах на неподготовленные площадки расширяют перечень рисков, которые необходимо учитывать. Мировая практика показывает необходимость учёта при страховании рисков, связанных с кражами солнечных панелей и актами вандализма. Для России большую опасность представляют и природные пожары. Лесные пожары распро-

страняются и на открытых, покрытых травами пространствах, где могут быть расположены энергообъекты на ВИЭ. При проектировании новых объектов необходим учёт многолетней статистики по природным пожарам.

На обширной территории России с её высоким разнообразием природно-климатических условий особенное значение имеют ресурсные риски, поскольку используемые гелио-, ветро- и гидроэнергетические ресурсы подвержены климатической изменчивости и значительным колебаниям во времени [13]. Характеристики изменчивости во времени зависят от географического положения энергообъекта в определённой климатической зоне. Данная изменчивость обуславли-

вает и значительные колебания объёмов выработки электростанций, повышающие риски стабильной подачи электроэнергии в сеть и приводящие к рискам удорожания проектов при необходимости установки накопителей энергии.

Например, анализ производства электроэнергии на введённых в строй в Республике Алтай солнечных электростанциях путём расчёта среднего коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) за определённый период показал большие различия, как во времени, так и в зависимости от расположения СЭС (табл. 2). Среднегодовые значения КИУМ варьируют от 17,04% на Кош-Агачской СЭС-2 до 11,6% на Майминской СЭС, для осенне-зимнего периода (IV квартал) это показатель ещё ниже — 10,63% и 4,9%, соответственно.

❖ Результаты выработки электроэнергии на СЭС в Республике Алтай в 2018 году табл. 2

СЭС	Установл. мощность, МВт	Дата ввода в эксл.	Произведено ЭЭ в IV кв., МВт·ч	КИУМ за IV кв., %	Произведено ЭЭ в 2018 г., МВт·ч	Годовой КИУМ, %
Кош-Агачская 1	5	24.02.2015	1114	10,09	7421	16,94
Кош-Агачская 2	5	23.03.2016	1174	10,63	7467	17,04
Майминская 1 и 2	20	24.11.2017	2167	4,90	20 316	11,60
Усть-Канская СЭС	5	22.11.2016	688	6,23	6329	14,45
Онгудайская СЭС	5	24.11.2017	716	6,48	5350	12,21

Источники: расчёты авторов по данным [15, 16].

В Лаборатории возобновляемых источников энергии (НИЛ ВИЭ) МГУ имени М.В. Ломоносова разработана методика оценки уровня рисков выработки электроэнергии на СЭС с использованием расчётов коэффициентов вариации поступления солнечной радиации и дальнейшей обработкой результатов с использованием геоинформационных технологий (ГИС-технологий) [14].

Современные страховые компании уже начинают проводить учёт природно-ресурсных рисков в возобновляемой энергетике. Это выполняется как традиционными способами страхования, так и посредством использования погодных деривативов и фьючерсных контрактов [12]. Так, группа Allianz, мировой лидер по страхованию ВИЭ, запустил в России в конце 2018 года полный пакет страхования для ветровых и солнечных электростанций, включающий уникальное для российского рынка природное индексное страхование «недополученной выручки от недостатка солнца или ветра».

### Заключение

Модернизация российских ТЭС на базе традиционных технологий с заменой турбин и котлов, отработавших свой ресурс, на новые, пусть даже с лучшими параметрами, приведёт только к ещё большему отставанию нашей энергетики от мирового уровня. Устанавливая новое паротурбинное оборудование взамен изношенного, мы обрекаем себя на использование устаревших энергетических технологий ещё, как минимум, на 40 лет — период, равный сроку службы оборудования.

На наш взгляд, действующие ныне «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года» и «Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 года», в которых перспективная структура энергетических мощностей сохранена на сегодняшнем уровне с большей долей производства электроэнергии за счёт ископаемого топлива, уже не отвечают мировым тенденциям, социально-экономическим потребностям страны и требуют коренного пересмотра.



В соответствии с решениями Парижской конференции ООН по климату перед мировым сообществом поставлена цель: ограничить рост температуры на планете к 2050 году в пределах 2°C. Эта цель может быть достигнута только в том случае, если к 2050 году будет использоваться не более 10% от уже имеющихся запасов углеводородных топлив. Если данные подходы справедливы, то затраты на разведку и освоение новых месторождений ископаемых топлив не имеют смысла. Необходимо финансировать не разведку и освоение новых месторождений природных топлив, а исследования, направленные на создание новых методов получения энергии без использования невозобновляемых источников.

Сегодня основные статьи дохода государственного бюджета — это отчисления от прибылей корпораций, продающих за границу газ, нефть и уголь. Однако спрос на ископаемые топлива будет быстро сокращаться. В распоряжении РФ остаётся не более 10–15 лет для того, чтобы найти источники получения доходов, отличных от экспорта природных углеводородов.

Основная доля российского экспорта углеводородов приходится на страны ЕС. Развитие экономики этих стран приводит к значительному росту потребности в электрической энергии и биотопливе. Поэтому, само собой напрашивается и решение: планировать источники бюджетного дохода именно за счёт производства в России и экспорта за рубеж энергетической продукции взамен сырьевых компонентов. В этом свете, на наш взгляд, целесообразно выполнение следующей программы действий:

1. Проведение маркетинговых исследований с целью определения возможных объёмов продаж за границу электрической энергии и биотоплив.
2. Подготовка схемы размещения в приграничных южных регионах для целей сбыта электроэнергии в страны Европы, в Турцию, Иран, Ирак, Сирию — новых энергогенерирующих мощностей, преимущ-

ественно солнечных электростанций, дающих сегодня наиболее дешёвую электроэнергию и требующих минимальных инвестиций в их строительство.

3. Проведение научных исследований для повышения эффективности фотоэлектрических модулей, отработки новых технологий производства ФЭМ с целью обеспечения максимального их удешевления, разработки принципиально новых схем СЭС и передачи энергии, вырабатываемой ими, на большие расстояния.

**Сегодня основные статьи дохода государственного бюджета — это отчисления от прибылей корпораций, продающих за границу газ, нефть и уголь. Однако спрос на ископаемые топлива будет быстро сокращаться. В распоряжении РФ остаётся не более 10–15 лет**

4. Создание полигонов для проведения крупномасштабных экспериментальных исследований в области использования ВИЭ. Такие полигоны могут быть созданы в Республике Дагестан на базе Института проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН, в городе Севастополе на базе Севастопольского государственного университета, в городе Дубна Московской области на базе Международного университета природы, общества и человека «Дубна». Эти полигоны могут иметь разную технологическую направленность в соответствии с особенностями их территориального размещения.

5. Проведение НИОКР по созданию эффективных технологий конверсии различных видов биомассы в электрическую и тепловую энергию, технологий по производству дешёвых твёрдых, жидких и газообразных биотоплив.
6. Проектирование и строительство новых крупных предприятий по производству биотоплив. Организация продажи

биотоплив зарубежным и российским потребителям, а также потребителям в странах СНГ.

7. Строительство СЭС за рубежом с последующей их продажей или поставкой электроэнергии местным потребителям.

Отказ от использования ископаемых топлив — общее направление развития мировой энергетики. В настоящее время происходит повсеместное замещение традиционных технологий получения энергии на использование возобновляемых источников. Переход от экспорта ископаемых топлив на экспорт электроэнергии, производимой с использованием возобновляемых источников, позволит получить для нашей страны значительные бюджетные предпочтения. ●

1. Новак А.В. Российский ТЭК: программа «Антикризис» // Энергетическая политика, 2020. №5. С. 4–13.
2. Бушуев В.В., Первухин В.В. Энергетический потенциал новой цивилизации и геополитика // Академия энергетики, 2015. №4. С. 4–10.
3. Бушуев В.В. Quo vadis? // Энергетическая политика, 2020. №6. С. 26–41.
4. О проекте энергетической стратегии России до 2035 года: Доклад министра энергетики Александра Новака на заседании Правительства РФ от 02.04.2020 [Электр. текст]. Минэнерго России от 02.04.2020. Режим доступа: minenergo.gov. Дата обрац.: 06.08.2020.
5. Пергаменчик Б.К., Теличенко В.И., Темшев Р.Р. Возведение специальных защитных конструкций АЭС. — М.: Изд-во МЭИ, 2011. 240 с.
6. Смоляр И.Н., Лепин Г.Ф. Атомная энергетика — «мирный убийца» / Под науч. ред. В.Б. Нестеренко. — Минск: Беларус. Ин-т радиац. безо-п-ти «Белград», 2008. 203 с.
7. Зайченко В.М., Чернявский А.А., Кувшинов В.В., Какушина Е.Г., Абейдулин С. А. Направления развития энергетики // Энергетические установки и технологии, 2019. №3. С. 53–61.
8. Попель О.С., Фортон В.Е. Возобновляемая энергетика в современном мире. — М.: Изд-во МЭИ, 2015. 450 с.
9. Renewables 2020. Global Status report. A comprehensive annual overview of the state of renewable energy. REN21 Secretariat. Paris, France. 2020. 367 p.
10. Wuester H., Lee Jo.Ju., Lumijarvi A. Unlocking renewable energy investment: The role of risk mitigation and structured finance. IRENA. Abu Dhabi, UAE. 2016. 148 p.
11. Lee C.W., Jin Z. Risk management methods applied to renewable and sustainable energy: A review. Journal of Electrical and Electronic Engineering. 2015. Vol. 3. Issue 1. Pp. 1–12.
12. Нефёдова Л.В., Соловьёв А.А. Финансовые методы управления рисками при использовании ВИЭ // Энергетическая политика, 2020. №5. С. 62–75.
13. Нефёдова Л.В., Соловьёв А.А. Анализ рисков освоения возобновляемых источников энергии в России // Проблемы анализа риска, 2015. №6. С. 56–63.
14. Нефёдова Л.В., Соловьёв А.А., Рафикова Ю.Ю. Анализ и оценки рисков в геологической / Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2020: Мат. Межд. науч.-практ. конф. (Севастополь, 14–17.09.2020). — Севастополь: СевГУ, 2020. С. 412–417.
15. ГК «Хевел» [Электр. текст]. Режим доступа: hevellsolar.com. Дата обрац.: 06.08.2020.
16. Перечень квалифицированных генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии, с указанием местонахождения объекта и реквизитов юридического лица, которому принадлежит указанный объект [Электр. текст]. Ассоциация «НП Совет рынка». Режим доступа: np-sr.ru. Дата обрац.: 06.08.2020.

References — see page 79.

# Российские теплонасосные технологии геотермального теплоснабжения

Рецензия эксперта на статью получена  
11.10.2021 [The expert review of the article  
received on October 11, 2021].

## Вступление

Помимо данных, представленных в аннотации, в статье приводится анализ разработок по использованию теплонасосных установок (ТНУ) головной организацией СССР — институтом ВНИПИэнергопром (город Москва). В 1992–2000 годах в Российской Федерации было освоено производство парокompрессионных и абсорбционных тепловых насосов (ТН) с единичной мощностью до 5 МВт. Отмечена ведущая роль в эти годы новосибирской теплонасосной школы. Анализируется российский опыт 2015–2020 годов сооружения теплонасосных геотермальных систем теплоснабжения (ГСТ) с использованием поверхностных геотермальных источников энергии (грунтов, подземных и наземных водных потоков).

Отмечено, что единственной госкорпорацией, включившей в стратегию своего развития внедрение тепловых насосов, является ОАО «РЖД». На российском рынке тепловых насосов работает около 20 частных предприятий, использующих преимущественно ТН зарубежных производителей и иностранные методики по их проектированию. ГК «Инсолар-Инвест» (Москва), ООО «ИЭТ-Геотерм» (город Сочи) применяют собственные методики. ООО «Термекс Энерджи» (входит в структуру корпорации «Термекс») в 2020 году приступило к выпуску ТН единичной мощностью до 56 кВт.

В современном мире развитие возобновляемой энергетики является одним из ведущих трендов. После ветровой и солнечной геотермальная энергетика занимает третье место. Суммарная установленная мощность геотермальных ТНУ

**На российском рынке тепловых насосов работает около 20 частных предприятий, использующих преимущественно ТН зарубежных производителей и иностранные методики по их проектированию. Единственная госкорпорация, включившая в стратегию своего развития внедрение ТН, — ОАО «РЖД»**

в 2020 году, по данным [1], составляла 77,5 ГВт с выработкой тепловой энергии 16,8 ГВт·ч/год. При этом их доля в мировом геотермальном теплоснабжении увеличилась до 71,6%, а выработка тепловой энергии до 59,2%.

Теплонасосные технологии получили наибольшее применение при использовании поверхностных геотермальных ресурсов на глубине до 400 м, для оценки которых принципиально важное значение имеет понятие «нейтрального слоя». В теплофизике горных пород на глубинах ниже нейтрального слоя определяющую роль имеет глубинный тепловой поток из недр Земли. На меньших глубинах тепловой режим пород в основном формируется солнечным излучением и климатическими факторами.

В общем случае теплонасосная геотермальная система теплоснабжения состоит из трёх основных элементов: устройства для отбора тепла от массива горных пород, грунтовых или поверхностных вод; собственно тепловых насосов, повышающих низкотемпературное тепло до более высокой температуры, и системы теплоиспользования конкретных объектов.

UDC 620.93. Научная специальность: 05.14.08.

## Российские теплонасосные технологии геотермального теплоснабжения

**В. А. Бутузov**, д.т.н., Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина (КубГАУ, г. Краснодар)

Суммарная установленная мощность геотермальных тепловых насосов теплоснабжения в мире в 2020 году составила 77,5 ГВт с выработкой тепловой энергии 16,8 ГВт·ч/год. Эта технология в основном используется с поверхностными геотермальными ресурсами при глубине пород до 400 м. Описана оценка теплового потенциала поверхностных пород территории России, выполненная в 1980-е годы, которая требует актуализации. Рассмотрены имитационно-математические модели поверхностных геотермальных систем теплоснабжения (ГСТ) д.т.н. Э. И. Бозу-славского. Описаны методы математического моделирования теплового режима в грунтах в условиях средней полосы России д.т.н. Г. П. Васильева. Обобщён советский опыт сооружения ГСТ, в том числе с использованием тепла морской воды и солнечно-теплонасосной установки в Абхазии с использованием серийных холодильных машин. Перечислены рекомендации и методические указания для применения теплонасосных установок в условиях Грузии, рассмотрены недостатки советских холодильных машин, работавших в режиме тепловых насосов.

**Ключевые слова:** геотермальная энергия, геотермальная система теплоснабжения, тепловой насос, теплонасосная установка, холодильная машина, тепловой потенциал, тепловой режим, математическое моделирование.

UDC 620.93. Scientific specialty number: 05.14.08.

## Russian heat pump technologies of geothermal heat supply

**V. A. Butuzov**, Doctor of Technical Sciences, Kuban State Agrarian University (KubGAU, Krasnodar city)

The total installed capacity of geothermal heat pumps (GHP) of heat supply in the world in 2020 was 77.5 GW with the production of thermal energy of 16.8 GW·h/year. This technology is mainly used with surface geothermal resources at a rock depth of up to 400 m. The article describes the assessment of the thermal potential of the surface rocks of the territory of Russia, performed in the 1980s, which requires updating. Simulation and mathematical models of surface geothermal heat supply systems (GHSS) of Doctor of Technical Sciences Em. Io. Boguslavsky are considered. Methods of mathematical modeling of the thermal regime in soils in the conditions of the middle zone of Russia are described by Doctor of Technical Sciences G. P. Vasiliev. The Soviet experience of constructing a GHSS, including using the heat of seawater and a solar-heat pump unit in Abkhazia using serial refrigerating machines, is summarized. The recommendations and methodological guidelines for the use of heat pump units in the conditions of Georgia are listed, the disadvantages of Soviet refrigerating machines operating in the mode of heat pumps are considered.

**Key words:** geothermal energy, geothermal heat supply system, heat pump, heat pump unit, refrigeration machine, thermal potential, thermal regime, mathematical modeling.





•• Группа термальных источников на реке Горячая. Природный парк «Налычево», Камчатка

Из анализа современного российского опыта геотермального теплоснабжения [2, 3] следует, что одной из проблем, препятствующей его массовому применению, является отсутствие современных методик оценки и расчёта тепловых режимов поверхностных слоёв грунтов и водоёмов. Использование западноевропейских методик без учёта специфики российских регионов приводит к существенным проблемам при эксплуатации ГСТ и в ряде случаев — к их дискредитации.

### Геотермальные поверхностные тепловые ресурсы

При оценке теплового потенциала поверхностных геотермальных ресурсов выделяют два основных подхода. В конце XX века специалистами по теплофизике Ленинградского горного института (ЛГИ) под руководством д.г.-м.н. Ю.Д. Дядкина и д.т.н. Э.И. Богуславского были выполнены исследования всей территории СССР с оценкой теплового потенциала

поверхностных геотермальных ресурсов. В монографии Э.И. Богуславского [4] приведена карта температурного режима нейтрального слоя территории РФ. Из карты следует, что температура нейтрального слоя зависит от климатических и ландшафтных условий. Для арктических местностей она изменяется от  $+3^{\circ}\text{C}$  до отрицательных значений, а в южных районах составляет  $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ . В регионах современной вулканической активности (Камчатка, Курильские острова), где перенос тепла обусловлен конвективной составляющей, температуры грунтов на поверхности земли могут превышать указанные значения.

В Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В. Плеханова, преемнике ЛГИ, были составлены обзорные карты в масштабе  $1:25\,000\,000$  распределения температур горных пород на глубинах 40, 100 и 200 м [4]. Одна из таких карт характеризует распределение поверхностных геотермальных ресурсов на глубине 100 м.



•• Геотермальная жемчужина Камчатки — Долина Гейзеров (более 20 крупных гейзеров)

Принципиально важное значение в горной теплофизике имеет проницаемость пород. В слабопроницаемых грунтах (скальные породы, глина) преобладает кондуктивный перенос тепла. Температура таких пород слабо зависит от сезонных климатических колебаний. В высокопроницаемых водонасыщенных породах (галечники, крупнозернистые песчаники) решающую роль для теплового режима играет конвективный теплообмен.

При оценке теплового потенциала поверхностных водоёмов и водостоков следует учитывать решающую роль солнечной радиации. При этом температура дна наземных водоёмов поддерживается глубинным тепловым потоком.

Результаты исследований кондуктивного теплообмена в поверхностном горном непроницаемом массиве представлены в [4]. Там же приводятся результаты исследований конвективного теплообмена в проницаемых водонасыщенных горных породах при обтекании ствола геотермальной скважины подземными водами. По утверждению Э.И. Богуславского, для оптимизации параметров поверхностной ГСТ целесообразно применять имитационные экономико-математические модели со следующими критериями: чистый дисконтированный доход (ЧДД, NPV) за весь срок службы; приведённые затраты; коэффициент экономической целесообразности (соотношение приведённых затрат на производство теплоты ГСТ и «альтернативной котельной»). Структура экономико-математической модели содержит блоки: исходные данные; параметры системы теплоснабжения; расходы сетевой воды; теплообменные процессы в скважинах; потери напора в ГСТ; расчёты ТНУ; теплотехнические характеристики ГСТ; экономические показатели; параметры и показатели «альтернативной котельной»; технико-экономические параметры и показатели ГСТ. Данная методика в основном применяется при масштабных региональных исследованиях.

Для создания локальных ГСТ д.т.н. Г.П. Васильевым были разработаны рекомендации по применению тепловых насосов [5]. Под его руководством также разработан метод математического моделирования теплового режима в грунтах ГСТ, в том числе с учётом фазовых переходов воды в порах грунтов в условиях средней полосы России [6]. Критерием эффективности ГСТ при этом предложено среднее пятилетнее значение коэффициента трансформации теплоты. Указанные материалы требуются доработать для применения в других регионах РФ и адаптировать их для массового применения.

### Советский опыт

Инициатором теплонасосного теплоснабжения в СССР был физик Владимир Александрович Михельсон (1860–1927), который в 1926 году опубликовал статью о солнечной системе теплоснабжения с тепловым насосом [7]. Практический опыт применения ТН, в том числе в геотермальном теплоснабжении, был накоплен в 1950-х годах в грузинской школе теплонасосных установок.

Лидером этой школы был академик Вахтанг Иванович Гомелаури, который в 1953 году в журнале «Холодильная техника» в соавторстве с А.И. Мухелишвили опубликовал статью об использовании ТНУ для утилизации отработанных геотермальных вод для теплоснабжения санаторных объектов. В 1970-х годах д.т.н. Отаром Шаловичем Везиришвили были



Фото: нонсоверель Dimant, ru.wikipedia.org

•• Пансионат «Дружба» (посёлок Курпаты, городской округ Ялта) послужил экспериментальной площадкой для демонстрационной ТНУ (2,1 МВт) с использованием тепла морской воды



Фото: Артём Ноников, rastviki.com

•• Дом отдыха «Гумиста» в Сухуми был оборудован первой в СССР гелио-ТНУ. Фото 1986 года

разработаны и построены в Абхазии несколько поверхностных геотермальных систем теплоснабжения (ПГСТ) с использованием тепла морской воды Чёрного моря [8], в том числе торговый центр в городе Сухуми (1971) и курортный зал в городе Пицунда (1977).

Д.т.н. О.Ш. Везиришвили совместно с д.т.н. Нукзаром Варлановичем Меладзе в эти же годы в Сухуми для дома отдыха «Гумиста» построили первую в СССР гелио-теплонасосную установку площадью 980 м<sup>2</sup>. Все грузинские ТНУ использовали адаптированные советские холодильные машины ХМФУУ-80 тепловой мощностью 145 кВт. На основе многолетнего опыта разработки и эксплуатации ТНУ с участием указанных авторов в 1986 году были разработаны «Рекомендации» [9], которые в том числе включали методику расчёта оптимальной производительности

ТН и технико-экономическое обоснование их применения. В 1987-м ими же были разработаны «Методические указания по определению экономической эффективности установок с использованием ВИЭ», в котором оценивался их потенциал с приложением базы расчётных данных солнечной радиации, скоростей ветра, температур водоёмов, воздуха, грунтов регионов Грузии.

В СССР разработкой холодильных машин и тепловых насосов занимался институт ВНИИХолодмаш (Москва). Однако адаптированные им для работы в теплонасосном режиме холодильные машины быстро выходили из строя. Основной причиной было то, что соотношение давлений хладагента на входе и выходе из них было существенно выше, чем у обычных холодильных машин (6–7 и 9–10, соответственно). Автор данной

статьи в 1982–1984 годах при эксплуатации компрессора А-220-0 производства московского завода «Компрессор» в режиме геотермального теплового насоса на своём опыте убедился в повышенном износе кривошипно-шатунного механизма, проблемах с маслохозяйством и автоматикой [10]. Вследствие низкой надёжности таких машин при проектировании ТНУ на морской воде в городе Ялте на каждый блок «испаритель-конденсатор» были установлены по два компрессора (рабочий и резервный).

В СССР головной организацией по проектированию теплонасосных установок был институт ВНИПИЭнергопром (Москва), крымский филиал которого в 1986 году разработал проект ТНУ для пансионата «Дружба» в Ялте с использованием тепла морской воды. Данная демонстрационная ТНУ расчётной тепловой мощностью 2,1 МВт [11] являлась советской учебно-методической базой по подготовке специалистов для эксплуатации этого оборудования.

Всего крымским филиалом института ВНИПИЭнергопром было разработано 26 проектов теплонасосных установок с 117-ю тепловыми насосами общей тепловой мощностью 165 МВт, в том числе геотермальных и с использованием тепла морской воды. При обобщении этого опыта головным институтом ВНИПИЭнергопром в 1986 году были разработаны «Методические указания» [12].

В 1980-х годах разработкой проектов ТНУ занимался также московский Центральный научно-исследовательский институт экспериментального проектирования инженерного оборудования (ЦНИИ ЭПИО), который в 1986 году разработал соответствующие «Рекомендации» [13].

В 1987 году совместным постановлением ведущих структур советского правительства, Госпланом, Бюро Совета Министров по ТЭК, Госкомитетом по науке и технике были разработан и утверждён к реализации комплекс мероприятий по увеличению использования ВИЭ в народном хозяйстве СССР в 1987–1990 годах. Предусматривалось в том числе построить теплонасосные установки общей тепловой мощностью 320 МВт.

Таким образом, в СССР была создана теоретическая теплофизическая база оценки поверхностных геотермальных ресурсов, производилось адаптированное для работы в теплонасосном режиме оборудование, были разработаны методические материалы по проектированию ТНУ, сооружались десятки установок, велась подготовка эксплуатационных кадров.

### Российский опыт в 1992–2000 годах

В 1990-е годы в России было освоено производство специализированных тепловых насосов. Парокомпрессионные ТН производил в Москве завод по выпуску холодильных машин «Компрессор» (тип НТ-410 мощностью 400 кВт), а в городе Рыбинске — Рыбинский завод приборостроения (тип АНТУ мощностью 10,3; 12,0; 14,0 кВт). Абсорбционные ТН производили в Новосибирске ООО «Термонасос» и ОКБ «Теплосибмаш».

В эти годы ведущей российской теплонасосной школой была новосибирская, созданная академиком Владимиром Елифирьевичем Накорякиным (1935–2018) и его учениками. К.т.н. Юрий Маркович Петин (1939–2017) в Новосибирске организовал производство типоряда ТН мощностью от 100 кВт до 5 МВт. За десять лет, в 1990–2000 годах, под его руководством ЗАО «Энергия» произвела 126 машин общей мощностью 40 МВт [14]. В этом же городе ученик В.Е. Накорякина д.т.н. Сергей Львович Елистратов выполнил исследования теплонасосных технологий с обширным перечнем актуальной литературы (321 наименование) [15]. На сайте [prometens.nsc.ru](http://prometens.nsc.ru) А.П. Зарубиным представлена современная отечественная библиография по ТН из 116 наименований.

Абсорбционные ТН были разработаны и изготовлены в 1994 году в новосибирском Институте теплофизики СО РАН на основе собственных НИР и ОКР, а также результатов исследований Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНИПТ, ныне присоединён к Университету ИТМО). Базовые модели АБНТ-2000П (с паровым обогревом)

и АБНТ-5000Т (с газовым или мазутным обогревом) имели мощности 2 и 5 МВт, соответственно. Инициатором производства применения абсорбционных ТН является к.т.н. Валерий Гаврилович Горшков (1941 г.р.) [16].

В 1999 году по инициативе новосибирских учёных и инженеров была разработана и утверждена единственная в России региональная программа массового внедрения теплонасосных установок в 30 сёлах, деревнях и городах Новосибирской области.

Известным российским специалистом д.т.н. Даниром Галимзяновичем Закировым (1939 г.р.) в 1990-е годы в городе Перми была создана школа применения тепловых насосов, в том числе с использованием тепла шахтных вод десятка горных предприятий, тепла канализационных стоков и т.п. [17].

Высокой эффективностью и быстрой окупаемостью характеризуются децентрализованные (кольцевые) геотермальные теплонасосные системы. Эти кольцевые системы были разработаны в США. Они отличаются низкотемпературным водяным кольцевым контуром внутри здания и установкой реверсивных ТН в каждом помещении. Первая такая ГСТ в России была построена в 1991 году для восьмиэтажного здания Iris Congress Hotel в Москве (сейчас находится в составе сети Holiday Inn Hotels) на 195 номеров [18]. Всего в помещениях отеля было установлено около 300 реверсивных ТН вида «вода-воздух». Особенностью данной системы является возможность перераспределения избыточных тепловых потоков между помещениями.

### Абсорбционные тепловые насосы были разработаны и изготовлены в 1994 году в новосибирском Институте теплофизики СО РАН на основе собственных НИР и ОКР, а также результатов исследований СПбГУНИПТ

Децентрализованная ГСТ в 2007 году была построена в городе Краснодаре для отопления и кондиционирования административного здания с общим объёмом 10,2 тыс. м<sup>3</sup> с расчётными нагрузками отопления — 45 кВт, кондиционирования — 68 кВт [19]. Перед зданием были пробурены 16 геотермальных скважин глубиной 90 м. Каждая скважина оборудована U-образной пластиковой трубой диаметром 32 мм. В подвесных потолках помещений здания смонтированы 16 теп-



Фото: ЗАО «Сервис тепло и климатоборудования» (РФ), broad-srb.ru

### Современная абсорбционная бромистолитиевая холодильная машина Broad BDS300

ловых насоса (вида «вода-вода») и проточно-вентиляционные установки. ТН работают в реверсивном режиме и летом сбрасывают избыточное тепло помещений в геотермальные скважины. Двенадцатилетний срок эксплуатации подтвердил основные проектные показатели системы, фактический срок окупаемости данной ГСТ составил шесть лет.

В книге А.Б. Алхасова [20] представлены результаты работы ГСТ с гелиоустановкой, которая в межотопительный период восстанавливает тепловой режим горных пород после зимнего отвода тепла на отопление. Расчётная тепловая мощность ГСТ — 15 кВт. Скважинный теплообменник с обсадной трубой 148 мм и внутренней трубой 40 мм имеет глубину 100 м, площадь солнечных коллекторов — 20 м<sup>2</sup>, тепловая мощность ТН «вода-вода» равна 9,4 кВт. На примере опытной эксплуатации этой ГСТ было показано, что отопление и горячее водоснабжение (ГВС) объекта в зимнее время возможно от скважинного теплообменника, а в летнее время обеспечение ГВС и пополнение тепловой энергии горных пород осуществляется теплоносителем гелиоустановки. Опыт проектирования и эксплуатации ТН до 2015 года обобщался в журнале «Тепловые насосы», издававшимся в городе Харькове (Украина). На сайте этого журнала имеется обширная библиография российских, украинских и зарубежных публикаций.

Таким образом, в 1990–2000 годах в РФ было организовано производство и внедрение парокомпрессионных и абсорбционных ТН собственных конструкций. Зарубежное теплонасосное оборудование по экономическим показателям тогда было недоступно. Ведущей российской теплонасосной школой была новосибирская. В Новосибирской области была начата реализация региональной программы внедрения тепловых насосов.

### Современный опыт

В настоящее время в России отсутствует государственная поддержка отрасли теплонасосного оборудования. Действующим Распоряжением Правительства РФ от 1 июня 2021 года №1446-р из всех видов ВИЭ до 2035 года предусмотрено только электроснабжение на основе ветровых, фотоэлектрических и малых гидравлических станций. Региональные программы развития ТНУ также отсутствуют. Из анализа опыта работы российских фирм [2, 3] следует, что в стране существует небольшой рынок ТНУ, на котором работают до 20 небольших частных компаний.

В работе [3] Ассоциация специалистов «Зелёный киловатт» представила перечень объектов с использованием ВИЭ, в том числе геотермальных тепловых насосов. Из 14 жилых домов геотермальные ТН применены в половине из них. Для отопления трёхэтажного МКД в посёлке Решетниково Клинского района Московской области построена ГСТ с 65 зондами (скважинами) и четырьмя ТН типа «Корса-55» общей мощностью 165 кВт. Из 19 административных, коммерческих и социальных объектов ТН применены в 13 случаях, в том числе для отопления административных зданий в городе Приозерске Ленинградской области с ТН типа ТМЕ GHP68S мощностью 68 кВт с использованием тепла канализационных стоков, отопление магазина в посёлке Сутун в Новосибирской области с 24 геотермальными зондами и тремя ТН типа «Экомер-ЭКО-12 Инвертор» общей тепловой мощностью 36 кВт. 14 промышленных объектов геотермальные ТН применены в 11 случаях, в том числе для отопления десяти вокзалов «РЖД» с грунтовыми ГСТ с ТН различных производителей.

Как следует из [3], в России единственная госкорпорация — ОАО «Российские железные дороги» — планомерно занимается внедрением тепловых насосов.



Здание школы (МБОУ «Житковская СОШ») в посёлке Житково Выборгского района Ленинградской области отапливается ГСТ с тремя тепловыми насосами Thermex Energy Pro 35 (112 кВт)

Согласно её энергетической стратегии, до 2030 года планируется замещение ВИЭ, в том числе тепловыми насосами, до 10% потребления органического топлива объектами стационарной энергетики.

В связи с ограниченностью рынка российской разработки ТНУ используют зарубежные конструкции тепловых насосов и в основном задействуют методики расчёта и проектирования соответствующих компаний. В ГК «Инсолар-Инвест» под руководством д.т.н. Г.П. Васильева в 2001 году было разработано «Руководство по применению тепловых насосов...» [21]. Перед проектированием геотермальных ТНУ собственным исследованием тепловых характеристик грунтов занимался генеральный директор ООО «ИЭТ-Геотерм» (город Сочи) Виктор Анатольевич Малкин.

В 2020 году компания «Термекс Энерджи» (город Тосно Ленинградской области), входящая в структуру корпорации «Термекс», приступила к производству геотермальных тепловых насосов: бытовой серии Comrast, мощностью 6–18 кВт

со встроенным ТЭНом и циркуляционными насосами, и двухкомпрессорной серии Pro мощностью 16–56 кВт.

С использованием этого оборудования построены несколько ГСТ, в том числе школы в посёлке Житково в Выборгском районе Ленинградской области с тремя ТН Thermex Energy Pro 35 (112 кВт) и 14-ю геотермальными скважинами (145 м).

Как следует из информационного бюллетеня Ассоциации российской возобновляемой энергетики (АРВЭ) за 2021 год [22], стимулирование спроса на возобновляемую энергетику в России осуществляется в основном на оптовом и розничном рынках электроэнергии, а также организацией торговли «зелёными» сертификатами. Проект закона о поправках в действующий закон «Об электроэнергетике», подготовленный в 2020 году Минэнерго РФ, предусматривает в том числе введение «зелёных» сертификатов для квалифицированных объектов с использованием геотермальной энергии с природными подземными теплоносителями, а также низкопотенциальной тепловой энергии земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей.

Анализ мирового опыта сооружения ГСТ показал, что один из лучших результатов был достигнут в Германии. Немецкая Федеральная ассоциация тепловых насосов (BWP) объединяет 700 проектных, эксплуатационных, буровых организаций с общей численностью сотрудников 5000 человек и с годовым оборотом €1,5 млрд. В её состав входят в том числе Федеральная ассоциация поверхностного отопления и охлаждения (BVF), Немецкая холодильная и климатическая ассоциация (DKV), Центр испытаний и повышения квалификации «Тепловые насосы и холодильная техника».



Энергоэффективный дом в посёлке Решетниково Клинского района (ул. Парковая, д. 3) оборудован ГСТ с 65 скважинами и четырьмя тепловыми насосами «Корса-55» (165 кВт)

**Выводы**

С учётом изложенного можно сделать следующие выводы:

1. В России имеется многолетний опыт разработки, производства и эксплуатации геотермальных теплонасосных систем теплоснабжения. В основе этой технологии результаты исследований советских горных теплофизиков по поверхностной геотермии. В постсоветский период эти исследования были практически прекращены, а их результаты требуют актуализации в современных условиях. Отсутствуют действующие российские методики и компьютерные программы для расчётов теплообмена при создании ГСТ, а применяемые зарубежные не всегда учитывают грунтовые условия регионов РФ.
2. В России отсутствует государственная поддержка развития рынка теплонасосных установок. В настоящее время российский рынок геотермальных тепловых насосов представлен в основном зарубежными изделиями. Единственной государственной корпорацией, систематически внедряющей тепловые насосы, является ОАО «РЖД».
3. В современных российских условиях для консолидации рынка теплонасосных ГСТ целесообразно создание национальной ассоциации тепловых насосов. ●

1. John W. Lund, Aniko N. Toht. Direct Utilization of Geothermal Energy: 2020 Worldwide Review. 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 39 p.
2. Гашо Е.Г., Козлов С.А. и др. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. — М.: Изд-во «Перо», 2017. 204 с.
3. Возобновляемая энергетика: примеры и практики реального использования / Под ред. Е. Г. Гашо и Р. Н. Разорёнова. — М.: РИА; Ассоциация «Зелёный киловатт», 2017. 80 с.
4. Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр: монография. — М.: Спутник, 2018. 435 с.
5. Васильев Г.П. Тепловодоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв Земли. — М.: ИД «Граница», 2006. 176 с.
6. Васильев Г.П., Горнов В.Д. и др. Геотермальное теплоснабжение в Московском регионе: температурный потенциал и рациональная глубина термоскважин // Теплоэнергетика, 2008. №1. С. 85–96.
7. Михельсон В.А. О динамическом отоплении // Журнал прикладной физики, 1926. Т. III. Вып. 3–4. С. 243–260.
8. Везиришвили О.Ш., Меладзе Н.В. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и холодоснабжения. — М.: Изд-во МЭИ, 1994. 160 с.
9. Унгадзе Н.М., Везиришвили О.Ш. Рекомендации по разработке систем теплонасосных установок. — Тбилиси: Грузгипрогорстрой, 1986. 31 с.
10. Бутузов В.А. Повышение эффективности систем теплоснабжения на основе использования возобновляемых источников энергии: дисс. докт. техн. наук по спец. 05.14.08. — М., 2004. 297 с.
11. Курдюмова К.А., Кураченко А.П. Опыт эксплуатации теплонасосной станции пансионата «Дружба» // Холодильная техника, 1991. №11. С. 2–4.
12. Методические указания по применению тепловых насосов для использования низкопотенциальной теплоты в системах теплоснабжения. — М.: ВНИПИэнергопром, 1986.
13. Рекомендации по технико-экономическому обоснованию применения нетрадиционных и солнечно-теплонасосных систем теплоснабжения на гражданских и промышленных объектах. — М.: ЦНИИЭПИО, 1987.
14. Петин Ю.М. Опыт десятилетнего производства тепловых насосов в ЗАО «Энергия» // Энергетическая политика, 2001. №1. С. 28–34.
15. Елистратов С.Л. Комплексные исследования эффективности тепловых насосов: дисс. докт. техн. наук по спец. 01.04.14. — Новосибирск, 2010. 383 с.
16. Горшков В.Г., Паздников А.Г. и др. Промышленный опыт и перспективы использования отечественных АБХМ и тепловых насосов нового поколения // Холодильная техника, 2007. №8. С. 23–29.
17. Закиров Д.Г. Тепловые насосы — теплотрансформаторы на службе экологии и энергоэффективности. — Пермь: «Гармония», 2014. 424 с.
18. Райх В. Специфика использования тепловых насосов в России: климат, эксплуатация, условия // Журнал СОК, 2006. №3. С. 66–70.
19. Бутузов В.А., Амерханов Р.А., Григораш О.В. Геотермальное теплоснабжение в России // Теплоэнергетика, 2020. №3. С. 3–14.
20. Алхасов А.Б., Алишаев М.Г. и др. Освоение низкотемпературного геотермального тепла. — М.: Физматлит, 2012.
21. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных ВИЭ. — М.: ОАО «Инсолар-Инвест»; УППН Москомархитектуры, 2001.
22. Рынок возобновляемой энергетики России: текущий статус и перспективы развития (июль 2021). Инф. бюлл. — М.: АРВЭ, 2021. 36 с.

[References — see page 79.](#)



## Фантастическая тройка

приборов для настройки и диагностики систем отопления и тепловых насосов

- Смарт измерения
- Турбо анализ
- Лёгкое документирование

# Проблемы и методы решения для преимущественного использования возобновляемых источников энергии в ЕС

Рецензия эксперта на статью получена 25.07.2021 [The expert review of the article received on July 25, 2021].

Исследования, касающиеся возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в ЕС показали, что использование ветровой и фотоэлектрической энергии приобретает особое значение после постепенного отказа от использования ископаемых и ядерных источников энергии. В то время как использование биомассы, отходов и геотермальной энергии связано с определённым местом использования, электрическая энергия, выработанная ветром и солнцем, может передаваться на большие расстояния, даже через национальные границы, и храниться где угодно. Затраты по установке ветряных и фотоэлектрических систем, необходимых для преимущественно регенеративного энергоснабжения в ЕС, очень высоки, поскольку должны храниться большие объёмы генерируемой электроэнергии, чтобы обеспечить энергоснабжение потребителей в соответствии с потребностями. Использование аккумулирующих устройств требует в четыре раза больших мощностей энергоустановок. Сокращение необходимых установочных мощностей может быть достигнуто с помощью установок энергоснабжения, расположенных вблизи потребителей, и благодаря использованию различных источников энергии ветра.

Проблемы: на 2018 год энергия изведанных ископаемых источников энергии  $E_{R2018}$  в мире составила  $41,45 \times 10^{15}$  кВт·ч (табл. 1) [1]. Предположим, что

$$E_{R2018} = E_{V2018} + E_{V2018} a_1 + E_{V2018} a_2 + \dots \quad (1)$$

где  $E_{V2018}$  — мировое потребление энергии в 2018 году.

**Затраты по установке ветряных и солнечных систем, необходимых для преимущественно регенеративного энергоснабжения в Евросоюзе, очень высоки, поскольку большие объёмы генерируемой электроэнергии должны где-то храниться**

С учётом того, рост потребления энергоресурсов составит  $a_1 = 2\%$ , а уменьшение их резервов  $a_2 = 1\%$  в год:

$$a = \left(1 + \frac{a_1}{100\%}\right) \left(1 + \frac{a_2}{100\%}\right) = 1,0302. \quad (2)$$

Тогда по выражению (3) можно рассчитать период времени  $n$ , в течение которого эти ресурсы закончатся, считая с расчётного года:

$$n = \frac{\ln \left[ \frac{E_{R2018}}{E_{V2018}} (a-1) + 1 \right]}{\ln(a)} - 1 = \frac{\ln \left[ \frac{41,45 \times 10^{15}}{159,5 \times 10^{12}} (1,0302-1) + 1 \right]}{\ln(1,0302)} - 1 = 72,28 \text{ года}. \quad (3)$$

Аналогичные расчёты, выполненные для 1987 года, дают отрезок времени:

$$n = \frac{\ln \left[ \frac{1,5 \times 10^6}{10,47} (1,0302-1) + 1 \right]}{\ln(1,0302)} - 1 = 281 \text{ год}. \quad (4)$$

Следует отметить, что уменьшение временного интервала в 72,28 лет не исключено из-за роста численности населения, изменения климата и прочего.

УДК 620.92. Научная специальность: 05.14.08.

## Проблемы и методы решения для преимущественного использования возобновляемых источников энергии в ЕС

**Эдгар Харцфельд**, Doctor of Engineering, Professor, Университет прикладных наук Штральзунда (г. Штральзунд, Германия); **В. Ф. Белей**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрооборудование судов и электроэнергетики», Калининградский государственный технический университет (КГТУ, Россия)

В работе дан анализ энергобаланса ЕС. Показано, что с целью уменьшения зависимости от использования ископаемых источников энергии планируется увеличение доли ВИЭ от 17% в 2019 году до 67% к 2070 году. Оставшаяся часть энергии может быть получена за счёт суперпозиции: использования энергии из других регионов мира с помощью системы аккумулирования энергии на основе метанола. Показано, что наилучшим вариантом передачи энергии от ВИЭ в ЕС является построение его энергосистемы на основе линий постоянного тока высокого напряжения (HVDC). При этом существующая сеть переменного тока на основе энергообъединения UCTE остаётся более низким уровнем новой энергосистемы. Отражено, что использование ВИЭ и систем аккумулирования энергии на основе метанола в региональных энергосистемах на третьем уровне иерархической системы ЕС позволит значительно повысить их энергобезопасность. Исследования экономической эффективности данного проекта требуют значительных инвестиций. Необходимые системы аккумулирования энергии на основе метанола составляют около 20% от общего объёма инвестиций.

**Ключевые слова:** энергосистема, энергия, мощность, возобновляемые источники энергии, метанол, суперпозиция, линия постоянного тока.

UDC 620.92. Scientific specialty number: 05.14.08.

## Challenges and solutions for the prior use of renewable energy sources in the EU

**Edgar Harzfeld**, Doctor of Engineering, Professor, Hochschule-Stralsund (Germany); **V. F. Beley**, Doctor of Science, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment of Ships and Electrical Power Engineering, Kaliningrad State Technical University (Kaliningrad city, Russia)

The paper analyzes the energy balance of the European Union. It is shown that in order to reduce dependence on the use of fossil energy sources, it is planned to increase the share of RES from 17% in 2019 to 67% by 2070. The remaining part of the energy can be obtained through superposition: the use of energy from other regions of the world using a methanol-based energy storage system. It is shown that the best option for transferring energy from renewable energy sources to the EU is to build its power system based on high-voltage direct current (HVDC) lines. At the same time, the existing AC power connection network, based on the Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity (UCTE), remains a lower level of the new power system. It is reflected that the use of renewable energy sources and methanol-based energy storage systems in regional energy systems at the third level of the EU hierarchical system will significantly increase their energy security. Research on the economic efficiency of this project requires significant investments. The necessary energy storage systems based on methanol account for about 20% of the total investment.

**Key words:** energy system, energy, power, renewable energy sources, methanol, superposition, DC transmission line.

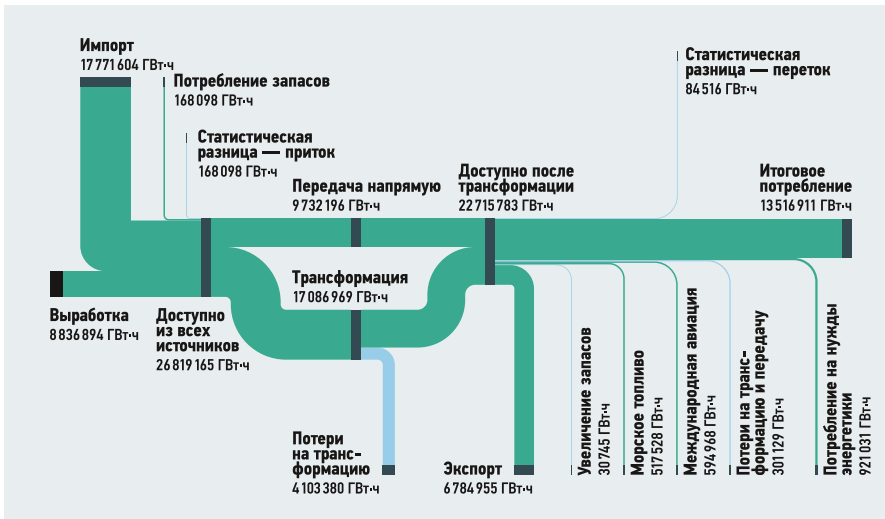


Рис. 1. Энергетический баланс Европейского союза (для 28 стран)

При этом было установлено, что региональные энергетические ресурсы недостаточны для удовлетворения региональных энергетических потребностей. Кроме того, было выявлено, что только при использовании устройств аккумулирования можно достичь почти полного покрытия потребностей. Эксплуатация существующих систем аккумулирования связана с потерей энергии и привязана территориально. В итоге это приводит к увеличению установочных мощностей генерирующих установок, таких как ветряные и фотоэлектрические. Причём в то время, как фотоэлектрические системы занима-

### Потребность в электроэнергии

Анализ энергетических потребностей ЕС основан на первичной потребности в энергии, которая складывается из потребления ископаемого топлива, урана и возобновляемых источников энергии (рис. 1). Потребление ископаемого топлива и урана связано с удельной эффективностью преобразования энергии, которая определяется используемыми электростанциями, а регенеративная энергия от ветряных и фотоэлектрических установок может использоваться напрямую. Если рассматривать общие потребности ЕС, то в 2019 году использовано около 17% возобновляемой энергии и 83% ископаемой или ядерной энергии (рис. 2а).

### Аккумулирование энергии и принцип суперпозиции

Чтобы ответить на вопрос о том, как наиболее устойчиво преобразовать энергообеспечение Евросоюза, система преобразования энергии была настроена так, чтобы были включены все возможные ВИЭ.

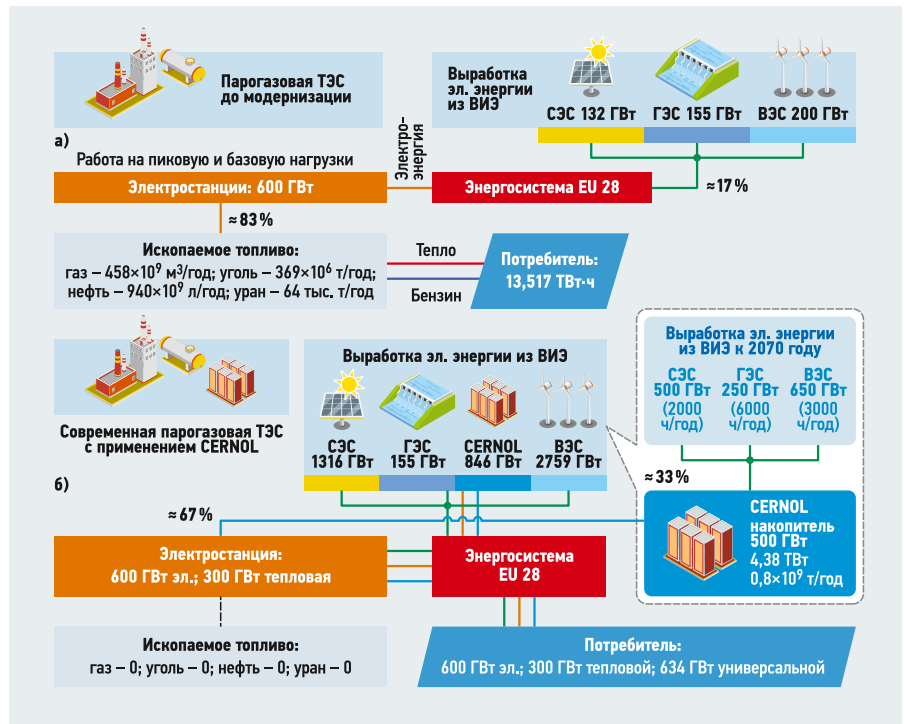


Рис. 2. Структура энергетического баланса Евросоюза на 2019 (а) и 2070 (б) годы

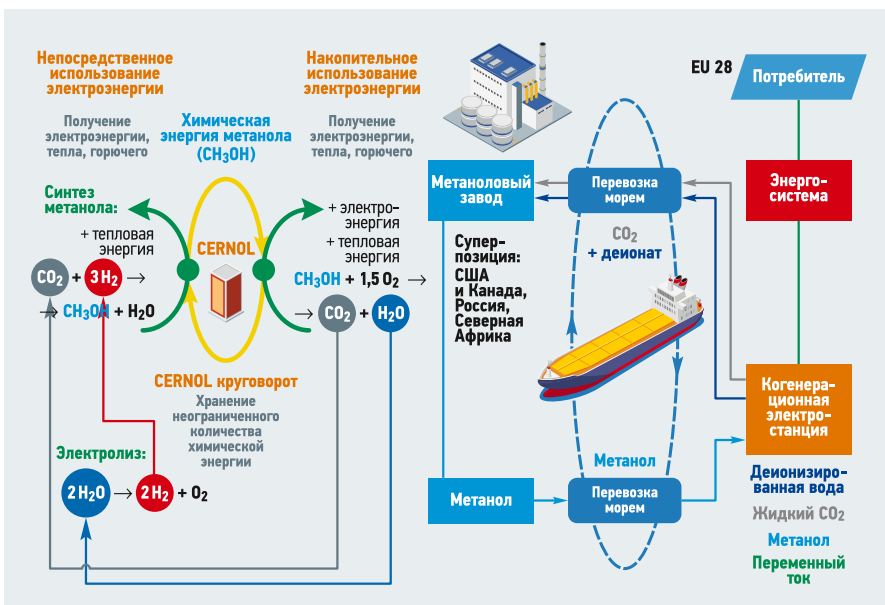


Рис. 3. Система получения, хранения и преобразования энергии метанола (а) и её реализация в международной энергетической стратегии (б)

ют очень много места и имеют небольшое количество часов полной нагрузки (около 1100 ч/год), то ВЭУ при потребности в небольших площадях обеспечивают в два-три раза большую полную загрузку — около 2500 ч/год.

Одним из эффективных способов аккумулирования энергии является система, базирующаяся на метаноле: синтез, хранение и транспортировка, преобразование в топливных элементах в электроэнергию (рис. 3а). Расчёты преимущественно регенеративного энергообеспечения Евросоюза учитывают возможность обмена энергией через границы ЕС. Рассматриваемый здесь обмен энергией предполагает, что обменная энергия генерировалась регенеративно и соответствует тем же стандартам, которые используются в ЕС для сферы использования возобновляемых источников энергии.

Особое преимущество использования энергетического обмена через границы Евросоюза, которое здесь называется суперпозицией, является результатом использования «различных источников энергии» (рис. 36). Под «различными источниками» понимается, в частности, использование источников энергии ветра и солнца. В то время как Гольфстрим является одним из наиболее важных источников ветра в ЕС, ветер Баренцева моря особо важен для Северной Европы.

Соединение этих источников ветра может способствовать увеличению вдвое количества часов полной нагрузки в узле запитки в Северной Германии (например, в Любмине). Это могло бы помочь вдвое снизить установочную мощность ВИЭ в Северной Германии. Этот эффект также может быть исследован для большого числа других мест, причём основной целью должно быть снижение пока ещё очень высокой установочной мощности ветровых и солнечных установок.

**Результаты моделирования**

Исходя из текущих потребностей Евросоюза в энергии потребуются очень высокие установленные мощности ветровой и солнечной энергии, которые, вероятно, неосуществимы. Это связано как с жизнеспособной окружающей средой и природой, так и с имеющимися для установки зонами. При условии, что принцип суперпозиции может быть одним из вариантов, расчёты моделирования для преимущественно регенеративного энергоснабжения в Европе показывают, что собственная доля регенеративного энергоснабжения составит около 67%, а суперпозиция около 33% в 2070 году (рис. 26). При этом доля суперпозиции подразделяется на разные регионы мира. Представленные здесь исследования касаются, в частности, Канады, США, России и Северной Африки. В качестве возобновляемых источников энергии здесь служат в основном гидроэнергия, энергия ветра и солнца. Поскольку необходимые источники энергии могут быть разработаны не обязательно самими регионами суперпозиции, потребуются значительные инвестиции, чтобы обеспечить разработку, использование и передачу или транспортировку.

Так как регионы суперпозиции неизбежно должны находиться в непосредственной близости от ЕС, то, возможно, потребуются исследования условий передачи или транспортировки. При этом в любом случае необходимо учитывать, что имеющиеся ресурсы требуемого сырья, такого как медь, цинк, алюминий, железо и другие металлы, ограничены.

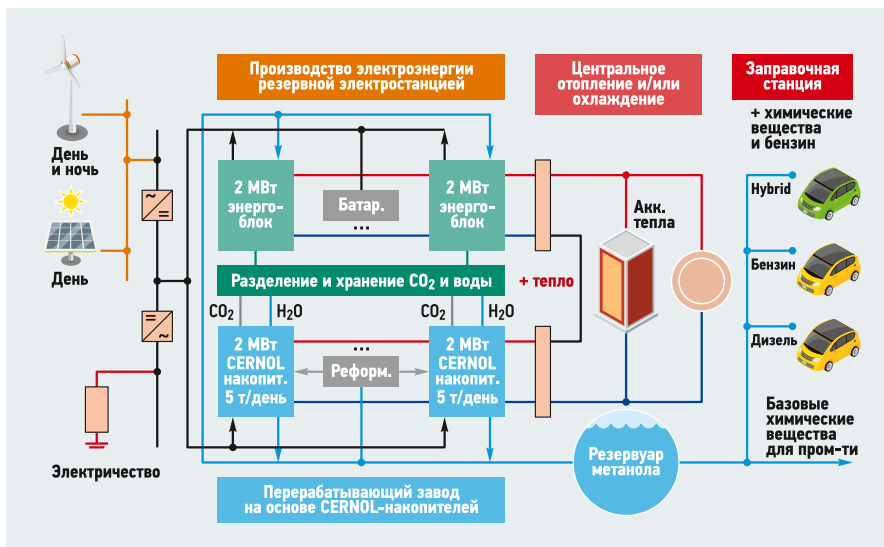


Рис. 4. Региональная энергетическая система

Наилучшим вариантом для передачи будущего первичного источника энергии (энергии ветра или фотоэлектрической) является передача постоянного тока высокого напряжения (High-Voltage Direct Current, HVDC). При этом вполне возможно включить трёхфазные передачи высокого напряжения для оптимизации поддержания напряжения.

Кроме того, также возможно установить аккумулирующие устройства уже в месте генерации энергии, которые преобразуют часть вырабатываемой энергии в легко сохраняемую среду — например, метанол. Тогда танкеры смогут транспортировать большие объёмы накопленной энергии в любую точку мира (рис. 36).

**В Евросоюзе потребуются очень высокие и неосуществимые установленные мощности ВИЭ**

**Система передачи энергии**

Развитие регенеративной энергии приводит к очень высоким установочным мощностям энергии ветра в Северной Европе и солнечной энергии в Южной Европе. Зимой возникают большие возможности выработки электроэнергии ветром, которую затем необходимо передать в Южную Европу из-за ограниченного числа хранилищ. А летом в Южной Европе имеются большие возможности выработки электроэнергии солнцем, которую необходимо передавать в Северную Европу. Большая часть энергетического обмена между Северной и Южной Европой может осуществляться через имеющуюся сеть, базирующуюся на основе энергообъединения стран ЕС — Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity (UCTE). Любые дополнительные резервные или высокоуровневые сети или резервные сети могут быть усилены до высоковольтных пере-

дач постоянного тока, при этом в странах с очень высокими потребностями в энергии региональные кольцевые сети HVDC могут обеспечивать стабильность в сетях более низкого уровня.

**Система регионального энергоснабжения (система быстрого ожидания)**

Поддержание или создание стабильности в высоко- и сверхвысоковольтных сетях играет в ЕС особую роль, особенно в условиях преимущественного энергоснабжения из ВИЭ. В то время как немногочисленные, но мощные концентраторы HVDC на уровне сверхвысокого напряжения обеспечивают возможность беспрепятственного протекания и распределения больших питающих мощностей из регенеративных источников по территории энергопотребления Евросоюза, децентрализованные региональные энергетические установки заботятся о том, чтобы полученная из регенеративных источников энергия могла храниться с максимальной эффективностью и при необходимости вновь возвращаться в сеть.

Система регионального энергоснабжения получает регенеративную энергию из ветровых и/или фотоэлектрических парков (рис. 4). Энергия передаётся через сеть высокого и/или среднего напряжения в место расположения региональной системы энергоснабжения. В месте расположения системы регенеративная энергия подаётся непосредственно в сеть потребителю, аккумулируется или возвращается обратно. Прямая подача используется, когда генерация и спрос совпадают. Если выработанной энергии много, то избыточная энергия сохраняется в региональной системе энергоснабжения с использованием технологии Power to Methanol. Данная технология состоит из выпрямительного блока, электролизной установки, блока синтеза метанола, системы резервуаров и установок регенерации.



Разведанные запасы ископаемых источников энергии в мире

табл. 1

Источник энергии	Нефть	Природный газ	Уголь
$E_{R2018}$ , кВт·ч	$30,7 \times 10^{15}$	$2,16 \times 10^{15}$	$8,59 \times 10^{15}$

При этом избыточное электричество берётся из сети и используется для производства водорода. Поскольку водород очень сложно хранить, он связывается посредством углекислого газа в синтезе метанола (химическая формула  $CH_3OH$ ) и преобразуется в «жидкий» энергоноситель, который может храниться в больших количествах без особых затрат.

Отметим, что химическая энергия, заключённая в стальном цилиндрическом резервуаре  $20 \times 6$  м с метанолом, составляет приблизительно 8 ГВт. Европейский город средних размеров, такой как Штральзунд (Stralsund, Германия), потребляющий в среднем около 40 МВт·ч, может быть обеспечен бесперебойной подачей электроэнергии, тепла и топлива в течение более 100 ч или около четырёх дней, используя сохранённую химическую энергию. Кроме того, метанол является одним из основных соединений для химической промышленности, которое может использоваться повсеместно. Метанол может использоваться для производства не только бензина высшего качества или более качественного дизельного топлива, в данном случае диметилевого эфира (ДМЭ), но и всех других продуктов, которые ранее получались из нефти или природного газа.

Отсюда имеет смысл рассматривать новые технические системы энергоснабжения в качестве новых «автозаправочных станций» с подключением к системе централизованного теплоснабжения, которые могут накапливать избыточное электричество либо отдавать его обратно, а выработанное ими тепло будет доступно для систем централизованного теплоснабжения. Полученный метанол может использоваться и в качестве топлива для всех типов транспортных средств (бензиновых, дизельных или гибридных транспортных средств).

Для достижения ещё большей гибкости при хранении источника «жидкой» энергии, в данном случае метанола, можно также построить трубопроводное кольцо вокруг больших городов, которое соединит большую часть технических хранилищ, благодаря чему будет происходить постоянное выравнивание объёмов хранения накопителя энергии, в данном случае метанола. Это устранил необходимость в перевозках автоцистернами, и предприятия, потребляющие метанол, могут легко получать необходимый продукт.

Установки регенерации в региональной системе энергоснабжения могут не только полностью снабжать подключённую зону электроснабжения, но и способствовать установлению стабильности в «вышестоящей» высоковольтной сети.

Взаимодействие узлов HVDC и систем регионального энергоснабжения должно быть скоординировано, чтобы по возможности достигалось устойчивое использование хранилища, то есть при региональном избытке электроэнергии сначала региональные системы энергоснабжения, и лишь затем узлы HVDC принимают избыточное электричество и направляют его в другие регионы. Следует избегать регенерации электричества с целью питания узлов HVDC, поскольку дополнительные преобразования энергии могут привести к снижению уровня эффективности.

### Экономичность

Исследования экономической эффективности использования ВИЭ в Европе показывают, что здесь требуются очень большие инвестиции. Инвестиции, в частности, связаны с расширением ветровой и фотоэлектрической энергетики. Ниже приведены результаты моделирования общего размера инвестиций в проект:

- инвестиции для материковой части —  $I_{осн.} = 9,81 \times 10^{12}$  € (2070);
- поэтапные инвестиции —  $I_{поэтап.} = 3,14 \times 10^{12}$  € (2070);
- общие инвестиции —  $I_{общ.} = 12,95 \times 10^{12}$  € (2070).

Следующие расчёты показывают влияние инвестиций на жителей Европы в зависимости от времени перехода на новую систему энергообеспечения:

$$C_{жит.ЕС} = \frac{I_{общ.}}{n_{жит.ЕС} t_{время\ перек.}} = \frac{12,95 \times 10^{12} \text{ €}}{513 \times 10^6 \times 50 \text{ лет}} = 505 \frac{\text{€}}{\text{год}};$$

$$E_{жит.ЕС} = 5000 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \text{ (электр.+тепло+газ);}$$

$$k_{перек.} = \frac{C_{жит.ЕС}}{E_{жит.ЕС}} = \frac{505 \text{ €}}{5000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}} = 10 \frac{\text{€}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}};$$

$$c_{пр-во} = \frac{I}{E} \left( a + \frac{\beta}{100\%} + \frac{\gamma}{100\%} \right),$$

где  $I$  — инвестиции;  $E$  — энергопотребление ЕС;  $\alpha$  — годовое изменение:

$$\alpha = \frac{(1+z)^n z}{(1+z)^n - 1} = \frac{(1+0,03)^{50} \times 0,03}{(1+0,03)^{50} - 1} = \frac{0,1315}{3,389} = 0,039 \frac{1}{\text{год}},$$

где  $z$  — процент ( $z = 0,03$ );  $n$  — количество лет ( $n = 50$ );  $\beta$  — обслуживание (2% инвестиций в год);  $\gamma$  — страхование (2% инвестиций в год);

$$c_{пр-во} = \frac{12,95 \times 10^{12} \text{ €}}{13,517 \times 10^{12} \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}}} \times (0,039 + 0,02 + 0,02) \frac{1}{\text{год}} = \frac{12,95 \times 0,079 \text{ €}}{13,517 \text{ кВт}\cdot\text{ч}} = 7,6 \frac{\text{€}}{\text{год}}.$$

Отсюда выгода составит:

$$P = (0,1 - 0,076) \frac{\text{€}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}} \times 13,517 \times 10^{12} \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} = 0,3244 \times 10^{12} \frac{\text{€}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}} = 324,4 \frac{\text{млрд €}}{\text{кВт}\cdot\text{ч}}.$$

Требуемые системы хранения метанола, как носителя энергии, занимают около 20% от общего объёма инвестиций. Использование налаженной и устойчиво работающей сети передачи HVDC, а также множества региональных технических систем энергоснабжения позволяет стабильно и с низкими потерями передавать большие объёмы энергии от ветряных и солнечных станций на большие расстояния. Расположенные вблизи потребителей системы регионального энергоснабжения могут в полном объёме снабжать жилые районы, больницы, школы, субъекты малого и среднего предпринимательства (МСП), крупные предприятия, порты, аэропорты и других потребителей всеми необходимыми видами энергии (электрической, тепловой или химической).

Многочисленные синергии в использовании энергии приводят к высокой общей эффективности, которая помогает достичь ранней амортизации систем. Региональная система энергоснабжения с подключённой нагрузкой около 20 МВт может окупиться примерно через 5,7 года.

Итак, развитие энергосистемы Евросоюза в будущем основывается на преобладании в его энергобалансе возобновляемых источников энергии. Для реализации этой концепции показана необходимость построения: энергосистемы ЕС на основе линий постоянного тока высокого напряжения (HVDC) для передачи больших объёмов энергии; системы аккумулирования энергии на основе метанола, что позволит использовать принцип суперпозиции; региональных систем на основе использования в регионе ВИЭ и системы аккумулирования энергии на основе метанола, что позволит значительно повысить энергобезопасность всей системы. ●

1. Statistical Review of World Energy. BP p.l.c. Web-source: bp.com. Access data: June 25, 2021.  
2. European Statistical Recovery Dashboard. Eurostat. Web-source: ec.europa.eu. Access data: June 20, 2021.  
References — see page 79.

**Optimization of operation of a light radiator on a lean gas mixture. Pp. 48–51.**

**Nikita O. Ermakov**, postgraduate student; **Sergey V. Chuijkin**, PhD, Associate Professor, the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business, Voronezh State Technical University (VSTU, Voronezh city)

1. V. Baader, E. Done, M. Brennderfer. *Biogaz: teorija i praktika* [Biogas: theory and practice]. Transl. from German. Moscow. Kolos ["An ear" Publishers], 1982. 148 p. [In Russian]
2. N.P. Barashkova. *Sravnienie infrakrasnyh gazovyh izluchatelej po konstruktivnym osobennostjam (svetyly i temnye) i rekomendacii po primeneniju* [Comparison of infrared gas emitters by design features (light and dark) and recommendations for use]. *Vestnik magistratury* [Bulletin of the Magistracy of Russia (Vestnik Magistratury)]. 2019. No. 1–2. Pp. 53–55. [In Russian]
3. V.N. Belousov, S.N. Smorodin, O.S. Smirnova. *Toplivo i teorija gorenija. Ch. 1. Toplivo: ucheb. pos.* [Fuel and the theory of combustion. Part 1. Fuel: A textbook]. St. Petersburg. SPbGTURP [Saint Petersburg State Technological University of Plant Polymers]. 2011. 84 p. [In Russian]
4. N.O. Ermakov, S.V. Chuijkin. *Problemy ispol'zovanija biogaza v svetylyh izluchateljah* [Problems of using biogas in light emitters]. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii* ["Urban planning. Infrastructure. Communications" Magazine]. 2020. No. 3. Pp. 24–29. [In Russian]
5. B.M. Ziganshin. *Snizhenie jenergeticheskikh zatrat v sistemah otoplenija proizvodstvennykh ob'ektov radiacionnymi trubami* [Reduction of energy costs in heating systems of production facilities with radiant tubes]. *The dissertation of the PhD of Technical Sciences on specialty No. 05.14.04.* Kazan. KGASU [Kazan State University of Architecture and Engineering]. 2006. 163 p. [In Russian]
6. A.S. Zinger, V.G. Alimbaev, A.V. Kozlov. *Gazovye infrakrasnye izluchateli* [Gas infrared emitters]. *Innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa dlja obespechenija proizvodstvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Innovative development of the agro-industrial complex to ensure food safety of the Russian Federation. Proc. of the International Scientific and Practical Conference]. Tyumen. GAU Severnogo Zaural'ja [Tyumen State Agricultural Academy]. 2020. Pp. 53–60. [In Russian]
7. T. Kjubler. *Infrakrasnaja otopitel'naja tehnika bol'shix pomeshenij* [Infrared heating technology for large rooms]. St. Petersburg. Pechatnyj dvor ["The Printing Yard" Publishers]. 2004. 224 p. [In Russian]
8. V.A. Maslov. *Jenergeticheskij menedzhment: ucheb. pos.* [Energy management: A textbook]. Mariupol. DVNZ "PDTU" (Azov State Technical University). Azov, Ukraine. 2016. 95 p. [In Russian]
9. V.N. Pelipenko, D.Ju. Slesarev. *Gazovye gorelki infrakrasnogo izlucheniya: ucheb. pos.* [Gas burners of infrared radiation: A textbook]. Togliatti. Izd-vo TGU [Publishing House of Togliatti State University]. 2012. 118 p. [In Russian]
10. S.V. Chuijkin, T.A. Zmanovskij, A.R. Bohan, K.A. Grigor'eva. *Gazoluchistoe otoplenie. Nauchno-prakticheskie problemy i osobennosti proektirovaniya* [Gas-radiant heating. Scientific and practical problems and design features]. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii* ["Urban planning. Infrastructure. Communications" Magazine]. 2019. No. 4. Pp. 29–33. [In Russian]

**To the question of improving thermal efficiency of flat solar collectors in heat supply systems by optimizing their mode parameters. Pp. 52–55.**

**Yusuf K. Rashidov**, Tashkent Architecture and Construction Institute (Tashkent city, The Republic of Uzbekistan); **Ma'murjon M. Ismoilov**, magister, doctoral candidate, Fergana Polytechnic Institute (Fergana city, The Republic of Uzbekistan)

1. W. Weiss, M. Spörk-Dür. *Solar heat worldwide. Global market development and trends in 2018.* Detailed market figures 2017. 2019 edition. AEE INTEC; IEA SHC Programme; Austrian MTTT. Steinhuber Infodesign. Graz, Austria. 2019. 86 p.
2. S.E. Frid, N.V. Lisickaja. *Sovremennye solnechnye kolektory: tipichesnye parametry i tendencii ih izmenenija* [Modern solar collectors: typical parameters and their trends]. *Geliotekhnika* ["Solar technology" Magazine]. 2018. No. 2. Pp. 27–37. [In Russian]
3. Ju.K. Rashidov. *Sistemy solnechnogo teplosnabzhenija: mirovoj opyt i perspektivy razvitiya v uslovijah Uzbekistana* [Solar heat supply systems: world experience and development prospects in Uzbekistan]. *Jekologicheskaja, promyshlennaja i jenergeticheskaja bezopasnost' — 2019 (JePeB-2019): Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Environmental, Industrial and Energy Safety 2019 (EIES-2019). Proc. of the International Scientific and Practical Conference]. Sevastopol, September 23–26, 2019. Minobrnauki Rossii [Ministry of Education and Science of the Russian Federation]. *IJaJeP SevGU* [Institute of Nuclear Energy and Industry of the Sevastopol State University]. 2019. Pp. 1361–1365. [In Russian]
4. Dzh. Daffi, U. Bekman. *Osnovy solnechnoj teplojenergetiki: uchebno-spravocnoe rukovodstvo* [Fundamentals of solar thermal power engineering: training and reference guide]. Transl. from English. Dolgoprudny. ID "Intellect" ["An intelligence" PH]. 2013. 888 p. [In Russian]
5. K.G.T. Hollands, M.F. Lightstone. A review of low-flow. Stratified-tank solar water heating systems. *Solar Energy*. 1989. Vol. 43. Issue 2. Pp. 97–105.
6. M.J. Carvalho, M. Collares-Pereira, F.M. Cunha, C. Vitorino. An experimental comparison of operating strategies for solar water systems. *Solar Energy*. 1988. Vol. 41. Issue 1. Pp. 33–39.
7. Ju.K. Rashidov. *Ocenka jeffektivnosti sistem solnechnogo gorjachego vodosnabzhenija s odnokratnym nagrevom vody v ploskikh solnechnykh kolektorah* [Evaluation of the efficiency of solar hot water supply systems with a single heating of water in flat solar collectors]. *Jekologicheskaja, promyshlennaja i jenergeticheskaja bezopasnost' — 2018 (JePeB-2018): Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. (Sevastopol', 24–27.09.2018)* [Environmental, Industrial and Energy Safety 2018 (EIES-2018). Proc. of the International Scientific and Practical Conference (Sevastopol, September 24–27, 2018)]. Sevastopol. *Minobrnauki Rossii* [Ministry of Education and Science of the Russian Federation]. *IJaJeP SevGU* [Institute of Nuclear Energy and Industry of the Sevastopol State University]. 2018. Pp. 993–997. [In Russian]
8. V. Weitbrecht, D. Lehmann, A. Richter. Flow distribution in solar collectors with laminar flow conditions. *Solar Energy*. Vol. 73. Issue 6. 2002. Pp. 433–441.
9. S.I. Smirnov, Ju.A. Konstantinovskij, A.S. Torshin. *Vlijanie neravnomernosti raspredelenija potoka zhidkosti v sistemah solnechnykh kolektorov na vyrabotku tepla* [Influence of uneven distribution of fluid flow in solar collector systems on heat generation]. *Geliotekhnika* ["Solar technology" Magazine]. 1981. No. 1. Pp. 24–28. [In Russian]
10. R.V. Dunkle, E.T. Davey. Flow distribution in absorber banks. Proc. of the International Solar Energy Society Conference. Melbourne, Australia. 1970.
11. Ju.K. Rashidov, A.U. Vohidov. *Povyshenie ravnomernosti raspredelenija potoka zhidkosti po podjomyim trubam lucheoploskhajushhej teploobmennoj paneli solnechnogo vodonagrevatel'nogo kolektora listotrubnogo tipa v uslovijah prinuditel'noj cirkuljacii* [Increasing the uniformity of the distribution of the liquid flow through the riser tubes of the radiant heat exchange panel of the solar water-heating collector of the sheet-tube type under conditions of forced circulation]. *Geliotekhnika* ["Solar technology"]. 2016. No. 4. Pp. 8–14. [In Russian]
12. Ju.K. Rashidov, Zh.T. Orzimatov, K.Ju. Rashidov, Z.F. Fajziev. *Metod gidravlicheskogo rashjota teploobmennoj paneli solnechnogo vodonagrevatel'nogo kolektora listotrubnogo tipa s zadannoj neravnomernost'ju raspredelenija potoka zhidkosti v uslovijah prinuditel'noj cirkuljacii* [Method of hydraulic calculation of the heat exchange panel of a solar water-heating collector of sheet-tube type with a given uneven distribution of the liquid flow under conditions of forced circulation]. *Jekologicheskaja, promyshlennaja i jenergeticheskaja bezopasnost' — 2019 (JePeB-2019): Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf.* [Environmental, Industrial and Energy Safety 2019 (EIES-2019). Proc. of the International Scientific and Practical Conference]. Sevastopol, September 23–26, 2019. *Minobrnauki Rossii* [Ministry of Education and Science of the Russian Federation]. *IJaJeP SevGU* [Institute of Nuclear Energy and Industry of the Sevastopol State University]. 2019. Pp. 1391–1395. [In Russian]

## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

**Review of existing solutions for the intellectualization of renewable energy sources in the world and analysis of their application in Russia. Pp. 58–61.**

**Philip V. Molotov**, postgraduate student; **Alexey G. Vaskov**, PhD, Associate Professor; **Tatiana A. Shestopalova**, PhD, Head of the Department, the Department of "Hydropower and Renewable Energy Sources", Moscow Power Engineering Institute (MPEI)

1. M.S.S. Danish, H. Matayoshi, H.R. Howlader, S. Chakraborty, P. Mandal, T. Senjyu. Microgrid planning and design: resilience to sustainability. 2019 IEEE PES GTD Grand International Conference and Exposition Asia (GTD Asia 2019). Bangkok, Thailand. 2019. Pp. 253–258.
2. L. Meng, M. Savaghebi, F. Andrade, Ju.C. Vasquez, Jo.M. Guerrero, M. Graells. Microgrid central controller development and hierarchical control implementation in the intelligent microgrid lab of Aalborg University. 2015 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC 2015). Charlotte, NC (US). 2015. Pp. 2585–2592.
3. L. He, Zh. Wei, Hai Yan, Kang-Yi Xv, Meng-yu Zhao, Sh. Cheng. A day-ahead scheduling optimization model of multi-microgrid considering interactive power control. 2019 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG 2019). Yichang, China. 2019. Pp. 666–669.

## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

**Prospective areas of development in the field of energy technologies economics and risk assessment in renewable energy. Pp. 62–67.**

**Lyudmila V. Nefedova**, PhD of Geographic Sciences, senior researcher, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; **Dmitry A. Solovjov**, PhD of Physico-Mathematical Sciences, senior researcher, Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (JIHT RAS, Moscow city); **Viktor M. Zaichenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory, JIHT RAS; **Adolf A. Chernyavsky**, PhD, Chief Specialist in Economics and renewable energy sources, "Rostovteploelektroproekt", JSC (branch of "ENEX", JSC, Rostov-on-Don city)

1. A.V. Novak. *Rossijskij TjEK: programma "Antivirus"* [Russian fuel and energy complex: the "Antivirus" program]. *Jenergeticheskaja politika* ["An energy policy" Magazine]. 2020. No. 5. Pp. 4–13. [In Russian]
2. V.V. Bushuev, V.V. Pervuhin. *Jenergeticheskij potencial novoj civilizacii i geopolitika* [Energy potential of a new civilization and geopolitics]. *Akademiya jenergetiki* ["The academy of power engineering" Magazine]. 2015. No. 4. Pp. 4–10. [In Russian]
3. V.V. Bushuev. *Quo vadis?* [Where are you going?]. *Jenergeticheskaja politika* ["An energy policy" Magazine]. 2020. No. 6. Pp. 26–41. [In Russian]
4. *O proekte jenergeticheskoi strategii Rossii do 2035 goda: Doklad ministra jenergetiki Aleksandra Novaka na zasedanii Pravitel'stva RF ot 02.04.2020* [On the draft energy strategy of Russia until 2035. Report of the Minister of Energy Alexander Novak at the session of the Government of the Russian Federation on April 2, 2020]. *Minjenergo Rossii ot 02.04.2020* [Ministry of Energy of Russia dated April 2, 2020]. Web-source: minenergo.gov. Access data: August 6, 2020. [In Russian]
5. B.K. Pergamenshik, V.I. Telichenko, P.P. Temishev. *Vozvedenie special'nykh zashhitnykh konstrukcij AJeS* [Construction of special protective structures for nuclear power plants]. Moscow. *Izd-vo MJEI* [PH of Moscow Power Engineering Institute]. 2011. 240 p. [In Russian]
6. I.N. Smoljar, G.F. Lepin. *Atomnaja jenergetika — "mirnyj ubijca"* [Nuclear energy is a "peaceful killer"]. Edited by V.B. Nesterenko. Minsk, Belarus. *In-t radiats. bezop-ti "Belgrad"* ["Belgrade" Belarusian Institute of Radiation Safety]. 2008. 203 p. [In Russian]
7. V.M. Zajchenko, A.A. Chernjavskij, V.V. Kuvshinov, E.G. Kakushina, S.A. Abejdulin. *Napravlenija razvitiya jenergetiki* [Directions of energy development]. *Jenergeticheskie ustanovki i tehnologii* ["Power plants and technologies" Magazine]. 2019. No. 3. Pp. 53–61. [In Russian]
8. O.S. Popel', V.E. Fortov. *Vozobnovljaemaja jenergetika v sovremennom mire* [Renewable energy in the modern world]. Moscow. *Izd-vo MJEI* [PH of Moscow Power Engineering Institute]. 2015. 450 p. [In Russian]
9. Renewables 2020. Global Status report. A comprehensive annual overview of the state of renewable energy. REN21 Secretariat. Paris, France. 2020. 367 p.
10. H. Wuester, Jo.Ju. Lee, A. Lumijarvi. Unlocking renewable energy investment: The role of risk mitigation and structured finance. IRENA. Abu Dhabi, UAE. 2016. 148 p.
11. C.W. Lee, Z. Jin. Risk management methods applied to renewable and sustainable energy: A review. *Journal of Electrical and Electronic Engineering*. 2015. Vol. 3. Issue 1. Pp. 1–12.
12. L.V. Nefedova, A.A. Solov'ev. *Finansovye metody upravlenija riskami pri ispol'zovanii VJE* [Financial methods of risk management when using renewable energy sources]. *Jenergeticheskaja politika* ["An energy policy" Magazine]. 2020. No. 5. Pp. 62–75. [In Russian]
13. L.V. Nefedova, A.A. Solov'ev. *Analiz riskov osvoenija vozobnovljaemykh istochnikov jenerгии v Rossii* [Analysis of risks of development of renewable energy sources in Russia]. *Problemy analiza riska* ["Risk analysis problems" Magazine]. 2015. No. 6. Pp. 56–63. [In Russian]
14. L.V. Nefedova, A.A. Solov'ev, Ju.Ju. Rafikova. *Analiz i ocenki riskov v geliojenergetike* [Analysis and assessment of risks in solar energy]. *Jekologicheskaja, promyshlennaja i jenergeticheskaja bezopasnost' — 2020. Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. (Sevastopol', 14–17.09.2020)* [Environmental, Industrial and Energy Safety 2020. Proc. of the International Scientific and Practical Conference (Sevastopol, September 14–17, 2020)]. Sevastopol. *SevGU* [Sevastopol State University]. 2020. Pp. 412–417. [In Russian]
15. GK "Hevel" [Hevel Energy Group]. Web-source: hevelsolar.com. Access data: August 6, 2020.
16. *Perechen' kvalificirovannykh generirujushchih ob'ektov, funkcionirujushchih na osnove vozobnovljaemykh istochnikov jenerгии, s ukazaniem mestonahozhdenija ob'ekta i rekvizitov juridicheskogo lica, kotoromu primadlezhit ukazannyj ob'ekt* [A list of qualified generating facilities operating on the basis of renewable energy sources, indicating the location of the facility and the details of the legal entity that owns the said facility]. *Associacija "NP Sovet rynka"* ["Non-profit Partnership Council for Organizing Efficient System of Trading at Wholesale and Retail Electricity and Capacity Market" Association ("NP Market Council" Association)]. Web-source: np-sr.ru. Access data: August 6, 2020. [In Russian]

**Russian heat pump technologies of geothermal heat supply. Pp. 68–73.**

**Vitaly A. Butuzov**, Doctor of Technical Sciences, Kuban State Agrarian University (Kub-GAU, Krasnodar city)

1. John W. Lund, Aniko N. Toht. Direct Utilization of Geothermal Energy: 2020 Worldwide Review. Proc. of the 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 39 p.
2. E.G. Gasho, S.A. Kozlov, V.S. Puzakov, R.N. Razorjonov, N.V. Sveshnikov, M.V. Stepanova. *Teplovyje nasosy v sovremennoj promyshlennosti i kommunalnoj infrastrukture: inf.-metod. izd.* [Heat pumps in modern industry and communal infrastructure: informational and methodological publication]. Moscow. *Izd-vo "Pero"* ["A nib" Publishing House]. 2017. 204 p. [In Russian]
3. *Vozobnovljaemaja jenergetika: primery i praktiki real'nogo ispol'zovanija* [Renewable energy: examples and practices of real use]. Edited by E.G. Gasho and R.N. Razorjonov. Moscow. *RIA* [Russian Engineering Academy]; *Associacija "Zelenyj kilovatt"* ["Green Kilowatt" Association of Renewable Energy Specialists]. 2017. 80 p. [In Russian]
4. Je.I. Boguslavskij. *Osvoenie teplovoj jenerгии nedr: monografija* [Development of thermal energy of Earth bowels: A monograph]. St. Petersburg. *Naukoemkie tehnologii* ["Science-intensive technologies" Magazine]. 2020. 435 p. [In Russian]

## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

5. G.P. Vasilev. *Teplovodosnabzhenie zdaniy i sooruzhenij s ispol'zovanijem nizkopotencial'noj teplovoj jenerгии poverhnostnykh sloev Zemli* [Heat and water supply of buildings and structures using low-potential thermal energy of the surface layers of the Earth]. Moscow. *ID "Granica"* ["A border" Publishing House]. 2006. 176 p. [In Russian]
6. G.P. Vasilev, V.D. Gornov, A.N. Dmitriev, M.V. Kolesova, V.A. Jurchenko. *Geotermal'noe teplosnabzhenie v Moskovskom regione: temperaturnyj potencial i racional'naja glubina termoskvazhin* [Geothermal heat supply in the Moscow region: temperature potential and rational depth of thermal wells]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2008. No. 1. Pp. 85–96. [In Russian]
7. V.A. Mihel'son. *O dinamicheskom otopenii* [About dynamic heating]. *Zhurnal prikladnoj fiziki* [Journal of Applied Physics of the USSR]. 1926. Vol. 3. Issue 3–4. Pp. 243–260. [In Russian]
8. O.Sh. Vezirishvili, N.V. Meladze. *Jenergosberegajushhie teplonasosnyje sistemy teplo- i holo-dosnabzhenija* [Energy-saving heat pump systems for heat and cold supply]. Moscow. *Izd-vo MJEI* [Publishing house of Moscow Power Engineering Institute]. 1994. 160 p. [In Russian]
9. N.M. Ungiadze, O.Sh. Vezirishvili. *Rekomendacii po razrabotke sistem teplonasosnykh ustanovok* [Recommendations for the development of heat pump systems]. *Gosstroj Gruzinskoj SSR* [State Construction Committee of the Georgian Soviet Socialist Republic]. Tbilisi. *Gruzgiprogorstroj* [State Institute for Urban Construction Design of the Georgian Soviet Socialist Republic (Gruzgiprogorstroj)]. 1986. 31 p. [In Russian]
10. V.A. Butuzov. *Povyshenie jeffektivnosti sistem teplosnabzhenija na osnove ispol'zovanija vozobnovljaemykh istochnikov jenerгии* [Improving the efficiency of heat supply systems based on the use of renewable energy sources]. *The dissertation of Doctor of Technical Sciences on specialty No. 05.14.08*. Moscow. 2004. 297 p. [In Russian]
11. K.A. Kurdjumova, A.P. Kuratenko. *Opyt jekspluatcii teplonasosnoj stancii pansionata "Druzhiba"* [Operating experience of the heat pump station of the "Druzhiba" boarding house]. *Holodil'naja tehnika* ["Refrigeration equipment"]. 1991. No. 11. Pp. 2–4. [In Russian]
12. *Metodicheskie ukazanija po primeneniju teplovykh nasosov dlja ispol'zovanija nizkopotencial'noj teplovy v sistemah teplosnabzhenija* [Guidelines for the use of heat pumps for the use of low-grade heat in heat supply systems]. Moscow. *VNIPIJenergo-prom* [All-Union Scientific Research Design Institute of the Energy Industry (VNIPIJenergo-prom)]. 1986. [In Russian]
13. *Rekomendacii po tehniko-jekonomicheskomu obnosovaniju primenenija netradicionnykh i solnechno-teplonasosnykh sistem teplohladostnabzhenija na grazhdanskih i promyshlennykh ob'ektah* [Recommendations for a feasibility study for the use of non-traditional and solar heat pump systems for heat and cold supply at civil and industrial facilities]. *Gosgrazhdanstroj* [State Committee for Civil Engineering and Architecture under the USSR State Committee for Construction (Gosgrazhdanstroj)]. Moscow. *CNIIEPIO* [Central Research Institute for Experimental Design of Engineering Equipment of the USSR]. 1987. [In Russian]
14. Ju.M. Petin. *Opyt desjatiletnego proizvodstva teplovykh nasosov v ZAO "Jenergija"* [Ten-year experience in the production of heat pumps at "An energy", CJSC]. *Jenergeticheskaja politika* ["An energy policy" Magazine]. 2001. No. 1. Pp. 28–34. [In Russian]
15. S.L. Elistratov. *Kompleksnyje issledovanija jeffektivnosti teplovykh nasosov* [Comprehensive studies of the efficiency of heat pumps]. The dissertation of Doctor of Technical Sciences on specialty No. 01.04.14. Novosibirsk. 2010. 383 p. [In Russian]
16. V.G. Gorshkov, A.G. Pazdnikov, D.G. Muhin, R.V. Sevast'janov. *Promyshlennyj opyt i perspektivy ispol'zovanija otechestvennykh absorbcionnykh bromistolitovykh holodil'nykh mashin i teplovykh nasosov novogo pokolenija* [Industrial experience and prospects of using domestic absorption lithium bromide refrigerating machines and heat pumps of a new generation]. *Holodil'naja tehnika* ["Refrigeration equipment"]. 2007. No. 8. Pp. 23–29. [In Russian]
17. D.G. Zakirov. *Teplovyje nasosy — teplotransformatory na sluzhbe jekologii i jenergojeffektivnosti* [Heat pumps — heat transformers at the service of ecology and energy efficiency]. Permian. *Pechatnyj salon "Garmonija"* ["Harmony" Printing Salon]. 2014. 424 p. [In Russian]
18. V. Rajh. *Specifika ispol'zovanija teplovykh nasosov v Rossii: klimat, jekspluatcii, uslovija* [Specificity of using heat pumps in Russia: climate, operation, conditions]. *Zhurnal Santehnika, otopenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2006. No. 3. Pp. 66–70. [In Russian]
19. V.A. Butuzov, R.A. Amerhanov, O.V. Grigorash. *Geotermal'noe teplosnabzhenie v Rossii* [Geothermal heat supply in Russia]. *Teplojenergetika* ["Heat power engineering" Magazine]. 2020. No. 3. Pp. 3–14. [In Russian]
20. A.B. Alhasov, M.G. Alishaev, D.A. Alhasova, A.G. Kajmarazov, M.M. Ramazanov. *Osvoenie nizkotemperaturnogo geotermal'nogo tepla* [Development of low-temperature geothermal heat]. Moscow. *Fizmatlit* [Publishing house of physical, mathematical and technical literature ("Physmatlit")]. 2012. [In Russian]
21. *Rukovodstvo po primeneniju teplovykh nasosov s ispol'zovanijem vtorichnykh jenergeticheskikh resursov i netradicionnykh vozobnovljaemykh istochnikov jenerгии* [Guidelines for the use of heat pumps using secondary energy resources and non-traditional renewable energy sources]. Moscow. *OAO "Insolar-Invest"* ["Insolar-Invest", OJSC]; *UPPN Moskomarhitektury* [The Department of Advanced Design and Standards of the Moscow Committee for Architecture and Construction]. 2001. [In Russian]
22. *Rynok vozobnovljaemoj jenergetiki Rossii: tekushhij status i perspektivy razvitiya (jul' 2021). Inf. bjull.* [Renewable energy market in Russia: current status and development prospects (July 2021). Newsletter]. Moscow. *ARVe* [Russia Renewable Energy Development Association]. 2021. 36 p. [In Russian]

**Challenges and solutions for the prior use of renewable energy sources in the EU. Pp. 74–77.**

**Edgar Harzfeld**, Doctor of Engineering, Professor, Hochschule-Stralsund (Germany); **Valery F. Beley**, Doctor of Science, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment of Ships and Electrical Power Engineering, Kaliningrad State Technical University (Kaliningrad city, Russia)

1. Statistical Review of World Energy. BP p.l.c. Web-source: bp.com. Access data: June 25, 2021.
2. European Statistical Recovery Dashboard. Eurostat. Web-source: ec.europa.eu.



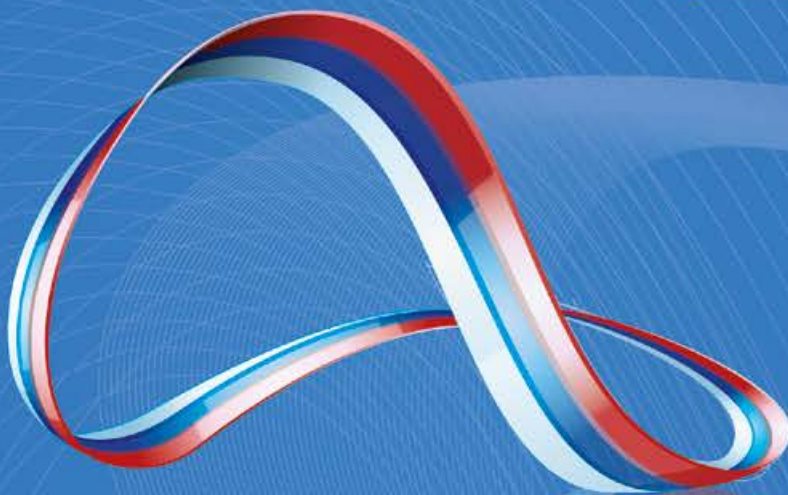
# 17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

## КЛИМАТА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,  
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД



ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ  
СОБЫТИЕ ГОДА\*



## Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

### МАРТ 2022

### МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

Получить новых поставщиков и клиентов

Договориться о выгодных условиях и скидках

Найти новые возможности заработать

Узнать о крутых продуктах и технологиях

\* Согласно данным ООО «Евроэкспо» на основании количества посетителей, профдизайн, маркетингов и стран-участниц выставки 2020 года

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



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

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕКЛАМА

12+

# RAWI FORUM

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

1–2 декабря / Москва

**2021**

**Главное событие, которое ежегодно собирает на одной площадке лидеров и практиков ветроиндустрии**

### Приглашаем на Форум 2021

- Поставщиков компонентов и производителей оборудования для ВЭУ, готовых к локализации
- Компании, занимающиеся конструированием и производством ветрогенераторов
- Проектные и строительные компании, готовые развиваться в компетенциях ВЭС
- Нефтегазовые и энергетические компании, которые готовы развивать ветроэнергетику как отдельное направление
- Химические и металлургические компании, чей интерес — снижение углеродного следа их предприятий
- Компании, занимающиеся обслуживанием и сервисом ВЭС
- Логистические и крановые компании
- Компании и инициативы Re100 — заинтересованные в покупке и переходе на зеленую энергию



Полная информация и регистрация  
[WWW.RAWI.RU/FORUM](http://WWW.RAWI.RU/FORUM)

Организатор



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ВЕТРОИНДУСТРИИ

navien.ru

 **navien**



**GTD/GPD**  
**RTD/RPD**

Газовые и дизельные  
котлы средней мощности  
для коммерческих объектов



## Вся мощь в Вашем распоряжении

Комплексное решение для отопления и ГВС



Обогрев больших  
площадей



Выносной пульт  
управления



Надувная  
горелка



Принудительная  
система дымоудаления

На правах рекламы



NAVIEN – качественное оборудование из Кореи по разумной цене